

BALON OKLÜZYON TESTİ VE Tc-99m HMPAO BEYİN PERFÜZYON SPECT'İN İNTERNAL KAROTİD ARTERİN KOLLATERAL SİRKÜLASYONUNUN DEĞERLENDİRİLMESİNDEKİ ROLÜ

Tansu MERTOL*, Emel ADA**, Orhan YENİCİ***, Haluk ÖZER*, Cankut YÜKSEL**

D.E.Ü.Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı*
D.E.Ü.Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı**
D.E.Ü.Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı***

ÖZET

İnternal karotid arterin oklüzyonu belli anevrizma ve tümörlerin tedavisi için planlanır veya tedavinin bir kısmını oluşturur. Yetersiz kan dolaşımı ve tromboembolizm, internal karotid arterin oklüzyonu sonrası iskemik komplikasyonlara yol açan iki mekanizmadır. Balon test oklüzyonu operasyon öncesi kollateral sirkülasyonun yeterliliğini değerlendiren yollardan birisidir. Teste rağmen iskemik bulgular göstermeyen hastaların %5-20'sinde kalıcı oklüzyonla infarkt gelişecektir. Tc-99m HMPAO (Teknesyum - 99m heksametil propilenaminoksim) beyin perfüzyon SPECT (single photon emission computerized tomography) görüntülenmesi internal karotid oklüzyonu sonrası infarktları belirgin şekilde azaltacaktır.

Bu teknik 3 hastada uygulanmıştır. Test oklüzyonu sırasında nörolojik bulgu gelişen hastaların birine internal karotid arterin kapatılması öncesinde bypass cerrahisi uygulanmıştır. Test oklüzyonu ve beyin perfüzyon SPECT çalışmaları sırasında değişiklik göstermeyen iki hastada iskemik olay gelişmeden birkaç defa geçici oklüzyon uygulanmıştır. Sayı ufak olmasına rağmen bu işlem güvenilir olup, geç nörolojik zedelenme riski olan hastalarda arteriyel bypass greftler uygulanmalıdır.

Anahtar sözcükler: Balon test oklüzyonu, Tc-99m HMPAO beyin perfüzyon SPECT, Provokasyon testleri

SUMMARY

Occlusion of internal carotid artery is planned or considered as a part of the therapy of certain aneurysms and tumors. Inadequate collateral circulation and thromboembolism are two mechanisms causing ischemic complications after occlusion of the internal carotid artery. Balloon occlusion test is one of the ways of assessing the adequacy of collateral circulation before operation. Despite testing 5-20 % of the patients who show no clinical sign of ischemia will develop an infarction with permanent occlusion. Using balloon test occlusion coupled with Tc-99m HMPAO (Technetium - 99m hexamethylpropyleneamineoxime) brain perfusion SPECT (single photon emission computerized tomography) imaging will be a significant technique in determining the post - ICA (internal carotid artery) occlusion infarctions.

This technique was performed in three patients. One patient who developed neurological deterioration during test occlusion, underwent bypass surgery before internal carotid artery occlusion. Two patients who demonstrated no changes both during test occlusion and brain perfusion SPECT studies underwent several temporary occlusions without incident. Although the study is based on a small group of patient, this procedure is safe and the patients who are at the risk for delayed neurological injury should have arterial bypass grafts.

Key words: Balloon occlusion test, Provocative testing, Tc-99m HMPAO Brain perfusion SPECT

Karotiko-kavernöz fistül, kaide ve baş/boyun tümörleri ile belli yerleşimdeki anevrizmaların tedavisinde bazen internal karotid arterin kapatılması veya kesilmesi gerekmektedir. Internal veya common karotid arterin kapatılması ipsilateral serebral hemisferde %30 iskemi riski oluşturur (1). Olguların %21'inde

defisitlerin gelişmesi 48 saatten sonra da görülebilir. Burada yetersiz kollateral sirkülasyon ve tromboembolizm iskemik komplikasyonlara yol açan iki mekanizmadır. İskeminin bir kısmının geç ortaya çıkması pre-operatif balon test oklüzyonunun tek başına yeterli olmadığını göstermektedir. Çünkü, test oklü-

yonu sırasında iskemi klinik bulgusu göstermeyenlerin %5-20'sinde daimi tıkanma sonrası infarkt gelişmektedir (2). Hemodinamik infarkt riskini azaltmak için balon testiyle başka testlerin birlikte uygulanması gündeme gelmiş olup bunlardan birisi de Tc-99m HMPAO Beyin Perfüzyon SPECT'tir. Test oklüzyonla SPECT'te değişiklik yoksa ICA tıkanması sonrası serebral kan akımını sağlamak için yeterli kollateral sirkülasyon olduğu düşünülür. Bu şekilde uygulama yapılan üç hasta aşağıda sunulmaktadır.

GEREÇ ve YÖNTEM

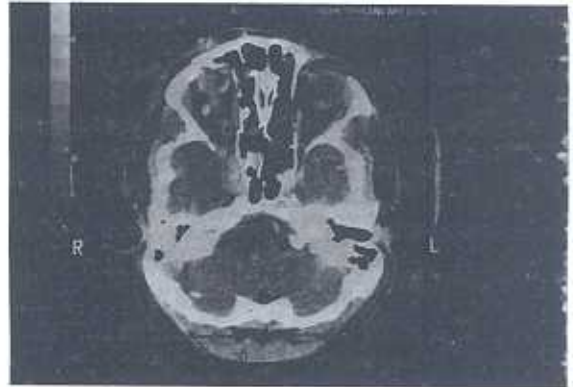
1995-96 yılında internal karotid artere balon test oklüzyonu, karotiko-kavernöz fistülü, kavernöz sinüs segmentinde dev anevrizması ve kavernöz sinüste anjiomu olan 3 hastaya uygulanmış ve iki hastada ayrıca beyin perfüzyon SPECT çalışması da yapılmıştır. Seçilen bu hastaların hepsinde ICA'nın yaralanma riski ve/veya kapatılmasına gerek vardı.

Balon test oklüzyonu: Femoral arterden 8 F kateter yerleştirildi. 5000 Ü heparin başlangıçta verilerek 3F süperselektif balon kateter daha önceki kateterin içinden ilerletildi. Karşı femoral artere de 6F kateter yerleştirilip anjiografi için de bunun içinden 5F kateter ilerletildi. İnternal karotid arterin oklüzyonu floroskopik olarak 8F kateterden verilen kontrast maddenin geçmemesiyle gösterildi. Karşı taraftan selektif anjiografi yapılarak karşıdan dolmanın derecesi tespit edildi. Yirmi dakika sonra balon indirilerek işleme son verildi.

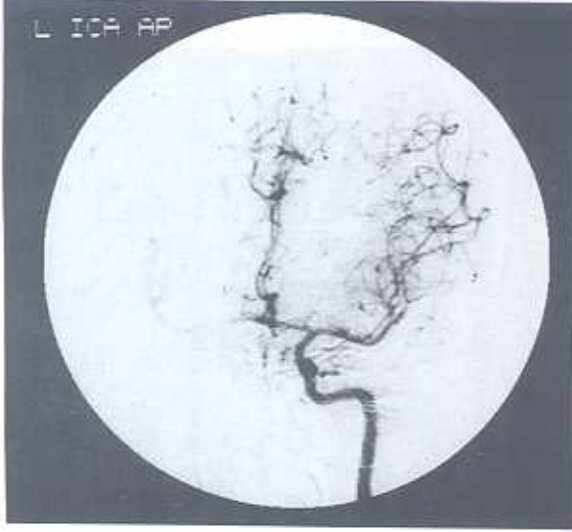
SPECT çalışması: Oklüzyondan sonra 25 mCi Tc-99m HMPAO IV verildi ve 15 dakika daha balon şiş halde tutuldu. Daha sonra beyin perfüzyon

SPECT çekimleri yapıldı. Çekimlerde beyine özel 3-başlı gama kamera (Neurocam, General Electric) kullanıldı. Üç boyutlu olarak elde edilen transvers, sagittal ve koronal kesitler görsel olarak değerlendirildi. Balon test oklüzyonu tolere edemeyende uygulanmadı. Diğerlerinde ise SPECT çalışması normalse bir defa, anormalse iki gün sonra karşılaştırma için yeniden yapıldı. Olgular aşağıda tek tek sunulmuştur:

OLGU 1: 33 yaşındaki erkek hastada karotiko-kavernöz fistül tespit edildi (Şekil 1A). Matas testini tolere edemeyen hastaya tedavi için trapping (internal karotid arterin boyunda ve fistül sonrası kapatılarak fistülün dolaşımdan uzaklaştırılması) planlandı. Balon test oklüzyonuna alınan hastanın balonu fistül distalinde şişirilerek kan çalmaya engel olundu. Beş dakika sonra nörolojik tablosu bozulup karşıdan orta serebral arterin dolması da yetersiz olan hastaya beyin perfüzyon SPECT uygulanamadı (Şekil 1B) Hastaya önce STA-MCA (süperfisiyal temporal arter/middle serebral arter) bypass yapıp daha sonra trapping uygulandı. Hastada ek defisit gelişmedi.

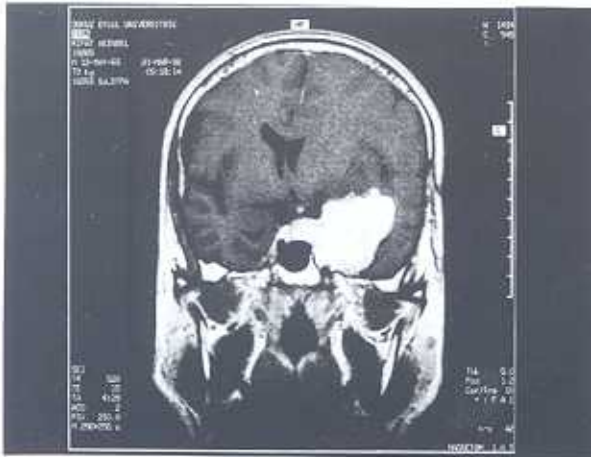


Şekil 1A: Kontrastlı aksiyal beyin tomografisinde sağ kavernöz sinüste ve orbita içi venöz yapılarda kontrast tutulumu fistülü düşündürmektedir.



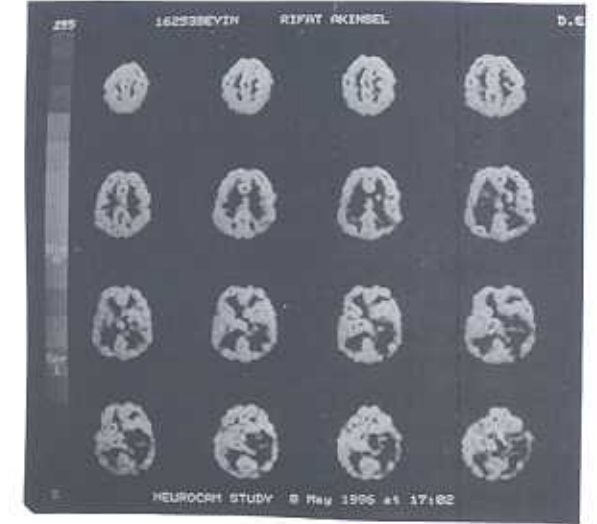
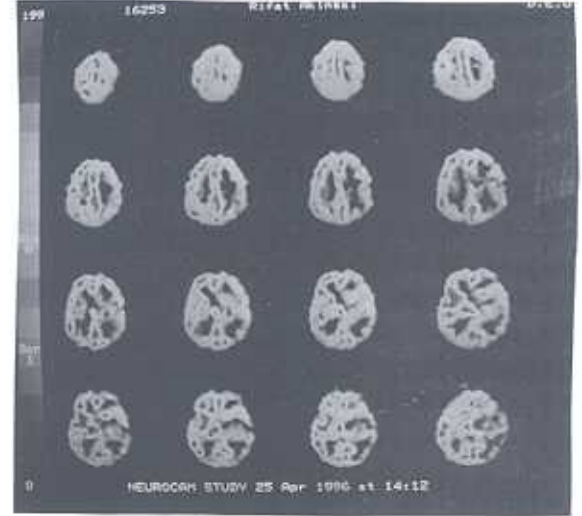
Şekil 1B: Fistül distalinden balon oklüzyon testi yapıldığında karşı karotisten orta serebrale geçişin az olduğu görülmektedir.

OLGU 2: 43 yaşındaki erkek hasta kavernöz sinüs tümörü nedeniyle 4 yıl önce opere edilerek subtotal eksizyon uygulanıyor. Hastanın yeni tetkiklerinde kitlenin iki kat büyüdüğü tespit ediliyor (Şekil 2A).



Şekil 2A: Koronal kesitli MR (Gadolinyumlu) tetkikinde sol kavernöz sinüsten temporale uzanan 5x4x4 cm boyutlarında kitle

Balon oklüzyon testini tolere eden hastanın beyin perfüzyon SPECT'inde bazal ve oklüzyon sonrası tümöre uyan bölgede hipoperfüzyon olduğu gözlemlendi (Şekil 2B-C).



Şekil 2B-C: Balon oklüzyon öncesi ve sonrası beyin perfüzyon SPECT çalışmasında tümöre uyan bölgede hipoperfüzyon

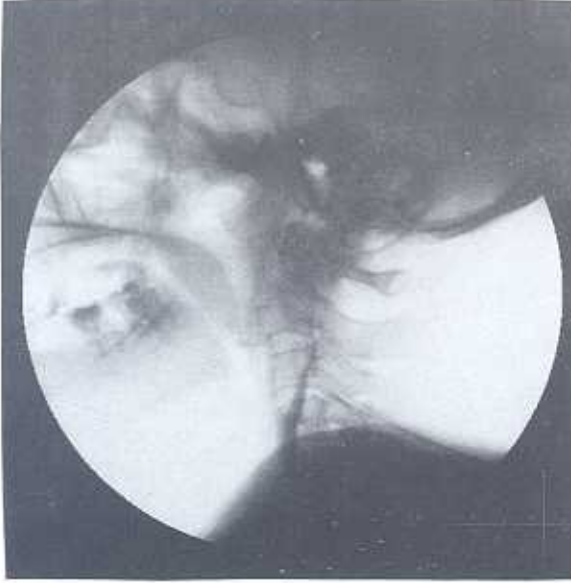
Bu hastanın operasyonunda internal karotid arter bir saat kadar kapatılarak burst süpresyonla destek sağlanarak tümör total çıkarılmıştır. Hastada ek defisit gelişmedi.

OLGU 3: 65 yaşındaki bayan hasta gözünün arkasında ağrı nedeniyle araştırıldığında sağ kavernöz sinüs içinde dev anevrizması bulundu (Şekil 3A).



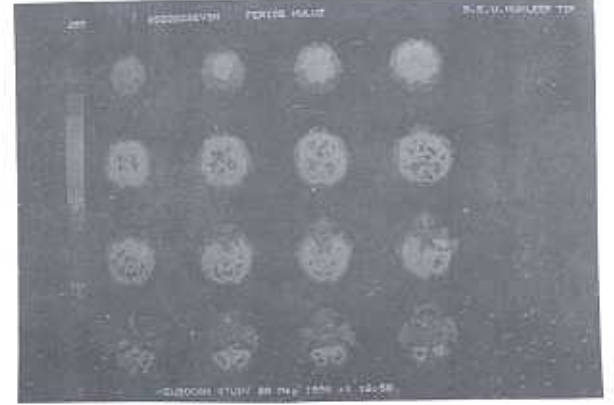
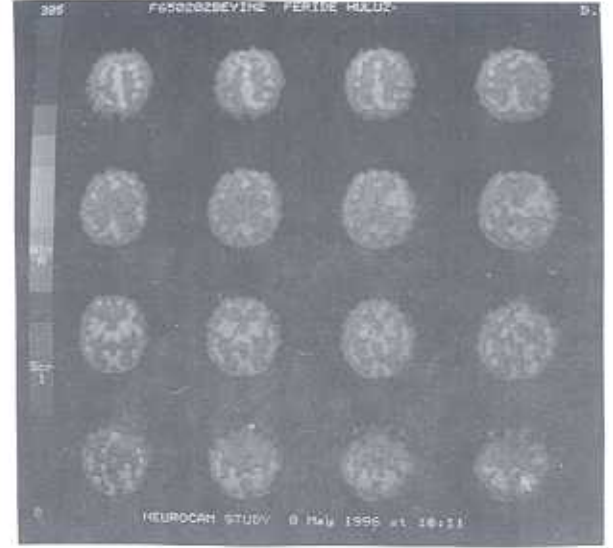
Şekil 3A: Sol karotid anjiogramda kavernöz sinüs bölgesinde dev anevrizma

Balon oklüzyon testi planlanan hastanın bunu tolere ettiğ gözlemlendi (Şekil 3B).



Şekil 3B: Sol yan anjiogramda internal karotid arteri oklüde eden balon dorsum sellanın 1-2 cm altında şişirilmiş olarak görülmektedir.

Beyin perfüzyon SPECT'te ise bazal ve oklüzyon sonrası bilateral simetrik perfüzyonun olduğu görüldü (Şekil 3C).



Şekil 3C: Beyin perfüzyon SPECT incelemesinde oklüzyon öncesi ve sonrasında simetrik perfüzyon görülmektedir.

Hasta opere edilerek anevrizma direkt klipe edildi. Bu işlem sırasında 4 defa 15'er dakika süreyle geçici trapping uygulanmak zorunda kaldı. Hasta defisitsiz uyandı.

TARTIŞMA

Beyni besleyen ana damarlar kranial kaideden geçmekte olup bu bölgeyi tutan tümörlerde, karatiko-kavernöz fistüllerde; paraklinoïd büyük ve dev anevrizmalarda, baş-boyun tümörlerinin

bir kısmında bu damarların geçici oklüzyonu veya rezeksiyonu gerekmektedir. Tedavi öncesi geçici veya kalıcı İCA veya vertebral arter oklüzyonunun riskini değerlendirme tedavi seçenekleri açısından önemli noktayı oluşturmaktadır (3).

İlk olarak Matas 1911'de bu tür işleme toleransı anlamak için dijital kompresyonla geçici oklüzyonu önermiştir (6). Geçici oklüzyon, bu şekilde dijital kompresyonla, ligasyonla, klemp veya balon kateterle yapılmaktadır (4,5,6). Matas testinde kompresyonu 15 dakika boyunca aynı şiddette devam ettirmek güç olduğu gibi karatiko-kavernöz fistüllerde fistül distalinden kan çalacağı için hemodinamik açıdan kan akımı azlığına bağlı klinik tablo bozulabilmektedir. Bu nedenle de yanıltıcı sonuçlara yol açabildiğinden klinik muayene dışında kollateral sirkülasyonun yeterliliğini göstermede anjiyografi, EEG, somatosensorial uyarılmış potansiyeller, stump basıncı, transkraniyal dopler, Xe-133 CT (kompüterize tomografi) ve Tc-99m HMPAO beyin perfüzyon SPECT kullanılmıştır (7).

Balon oklüzyon testi, Matas testinin yanıltıcı özelliklerini ortadan kaldırmıştır. Anjiyografiyle birlikte yapıldığında hem oklüzyonun tam olduğu tespit edilmekte hem de karşı arterden verilen kontrast maddeyle karşıdan dolma gösterilebilmektedir. Komplikasyon oranı %3.2-3.7 arasında değişmekte olup bunların yarısını diseksiyon veya psödoanevrizma gibi asemptomatik arteriyel yaralanmalar oluşturmaktadır (8,9,10). Test oklüzyonu sırasında klinik bulgu göstermeyen hastaların %5-20'sinde daimi oklüzyon sonrası infarkt

gelişebilmektedir (2). Teste rağmen saatler ve günler sonra serebral infarkt oluşmasında iki neden söz konusudur (11): Bunlardan biri distal İCA içindeki trombustan kaynaklanan embolidir. Bu risk, distal stump uzunluğu azaltılarak yani İCA'yi mümkün olduğu kadar distalden oklüde ederek ve oklüzyon öncesi ve sonrasında antikoagülan verilerek önlenabilir. İkinci neden ise serebral perfüzyon azalmasına bağlı olup bazen balon oklüzyon testini tolere eden hastalarda da görülebilmektedir. Arteriyel basınç ciddi şekilde etkilenirse (kan kaybı, diürez, sedasyon, kardiyak aritmi vs.) serebral kan akımının otoregülasyonu kaybolmaktadır (12). Kritik basınç altında doku perfüzyonu direkt arteriyel basınca bağımlı olmaktadır. Arteriyel basınç düştükçe serebral kan akımı düşmekte, fakat 20 ml/100gm/dk altına ininceye kadar nöronal fonksiyon bozukluğu ortaya çıkmamaktadır (13). O nedenle de bu hastalarda geçici balon oklüzyonunda tolerasyon olduğu halde daha sonra infarkt oluşabilmektedir. Bu hasta gurubunu önceden tespit edebilmek için balon oklüzyon testine ilaveten başka tetkikler gündeme gelmiştir.

EEG erken serebral iskemik değişiklikler için kullanılmasına rağmen geçici karotid oklüzyonu sırasında normal EEG'si olanlarda da serebral infarkt geliştiği gözlenmiştir. Karşı karotid arterden verilen kontrastla ipsilateral damarların dolması da hastanın daimi oklüzyonu tolere edip etmeyeceği konusunda tam fikir vermemektedir (14). Stump basıncı ölçümlerinde Heys ve arkadaşları 50 mmHg ve üzeri basıncı emniyet sınırı olarak bildirmişlerdir (15). Kelly ve

arkadaşları ise stump basıncının 50'nin üzerinde olduğu 223 hastanın 17 (%7.3)'sinde EEG'nin bozulduğunu bulmuşlardır (114). Kurada ve arkadaşları en son yayınlarında stump basıncının bütün ölçümlerde ortalama sistemik basıncın %60'i veya daha üzerinde olmasının yeterli kollateral sirkülasyon için daha geçerli bir indeks olduğunu bildirmişlerdir (16). Transkraniyal dopler ultrason (TCD) non-invaziv bir tetkik olup ipsilateral karotid artere dijital kompresyon sonrası MCA akımı hasta yatağının başında bile çalışılabilir. Hızdaki ortalama düşme bazal değerle karşılaştırılır. Kompresyona normal cevap bazal değerinin %40-60'ı oranında hızın artmasıdır. Dijital kompresyonla bazen tam tıkanma devamlı şekilde sağlanamamakta veya teknik nedenlerle bazen ölçüm yapılamamaktadır. MCA akım hızında bazale göre %65'den fazla düşmenin olması hemodinamik olarak manidar olup bunların %86'sında balon oklüzyon testinde geçici fokal defisit oluşmuştur (17). Pozitron emisyon tomografisi (PET), azalmış serebral perfüzyonu göstermesi açısından daha spesifik bir tetkiktir. Fakat cihaz pahalı olduğundan her yerde bulunmamaktadır. Kullanılan radyoaktif maddelerin yarı ömrü çok kısa olduğundan çalışma yapmakta güçlüklerle karşılaşmaktadır. Xenon-CT ile serebral kan akımı ölçümü, balon oklüzyon testiyle birlikte yapıldığında bölgesel serebral kan akımında sınır değerleri gösterebilmesine rağmen CT'ye özel parçaların eklenmesi ve xenon'un serebral kan akımını yükseltmesi gibi dezavantajları vardır (11,18). Yanlış-negatif sonuçlar ise %10'a kadar

çıkılmaktadır (18). Ayrıca uygulamada da hastayı kateterle anjiyografi ünitesinden CT'ye nakil ve orada balonu tekrar şişirmek gerekmektedir. Sadece kortikal kan akımını ölçen bu sistemi, derin beyaz cevher kan akımını da ölçecek şekilde adapte edebilmek gelecekte bu tetkiki daha etkili hale getirecektir.

Tc-99m HMPAO (Teknesyum-99m heksametil-propilenaminoksim) Beyin perfüzyon SPECT'li görüntülemesinin Xenon-CT'ye farmakolojik ve lojistik avantajları vardır. Farmakokinetik çalışmalarda beyin aktivitesinin 40-50 saniyede pik yapıp ilk 10 dakikada %10 azaldıktan sonra 10 dakika ile 12 saat arasında normal ve anormal beyin dokusu arasındaki kontrastın sabit kaldığı gösterilmiştir. HMPAO'un hızlı ekstraksiyonu ve stabil dağılımı anjiyografi sırasında HMPAO'nun verilmesini ve sonunda işlemin yapılmasına olanak sağlar. Ayrıca daha geniş beyin volümlerini gösterdiğinden orta serebral arterdeki dağılım ön ve arka serebral arterinkiyle karşılaştırılabilir (19). Tc-99m'in yarılanma ömrü 6 saat olduğundan SPECT çalışması bir gün sonra tekrar edilebilir. O nedenle oklüzyon öncesi SPECT yerine, oklüzyon sonrası SPECT'te patoloji görülenlerde bazal SPECT'in uygulanması tetkik sayısını ve dolayısıyla maliyeti azaltacaktır.

Simetrik Tc-99m HMPAO serebral perfüzyon daima internal karotid arter tıkanmasından sonra iyi prognozu gösterirken reversibl asimetrik hipoperfüzyon hastanın orta risk grubunda olduğunu düşündürür (20). Hipoperfüzyonu olanda da serebral kan akımının kantitatif ölçümü oklüzyon sonrası ortaya

çıkacak nörolojik bulgunun tahmini açısından önemlidir. Ama bu tekniğin ana dezavantajı serebral kan akımının kantitatif ölçümünün yapılamamasıdır (7).

Balon oklüzyon testine göre hastalar üç gruba ayrılır (3,18):

- a) **Grup 1:** Hastaların %10'u bu grupta olup balon oklüzyon testini tolere edemezler. Test sırasında nörolojik defisitler ortaya çıkar. O nedenle de SPECT yapmaya gerek olmayıp yüksek risk grubunu oluştururlar. Hatta geçici oklüzyonda bile stroke riski yüksek olduğundan profilaktik bypass yapılmadan karotid arter kapatılmamalıdır.
- b) **Grup 2:** Hastaların %15'i bu grupta olup balon oklüzyon testini tolere etmesine rağmen serebral kan akımı 30 ml/100gm/dk altında olup orta risk grubunu oluşturur. SPECT çalışmasında asimetric perfüzyon görülür. Geçici oklüzyon, hipertansiyon veya farmakolojik beyin koruyucularla uygulanmalı, daimi oklüzyonda ise revaskülarizasyon

yapılmalıdır.

c) **Grup 3:** Her iki testi de geçen hasta olup hastaların %75'ini oluşturur. Düşük risk grubunu oluşturur. Serebral revaskülarizasyon gerektirmemesine rağmen şu durumlarda bypass önerilir:

- Hasta çok gençse
- Karşı karotid sirkülasyonda anevrizma varsa
- Gelecekte karşı internal karotid arterin tümörle tutulması söz konusu olacaksa

Bizim sunduğumuz üç hastadan ilki grup 1'de olduğundan önce bypass yapılmış, anastomozun çalıştığı tespit edildikten sonra ikinci seansta trapping uygulanmıştır. Oklüzyon testini tolere etmediği için bu hastada SPECT çalışılmamıştır. Diğer iki hasta ise grup 3'te yer almış ve operasyonda tekrarlı geçici oklüzyonlara rağmen defisitsiz çıkmışlardır.

Sonuç olarak, balon oklüzyon testi SPECT ile birleştirildiğinde yüksek ve orta risk grubunu ortaya çıkararak cerrahi emniyeti artırmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Nishioka H. Report on the cooperative study on intracranial aneurysms and subarachnoid hemorrhage. Section VIII Part 1, Results of the treatment of intracranial aneurysms by occlusion of the carotid artery in the neck. J Neurosurg. 1966;25:660-682.
2. Gonzalez CF, Moret J. Balloon occlusion of the carotid artery prior to surgery for neck tumors. AJNR. 1990;11:649-652.
3. Linskey ME, Sekhar LN, Sen C. Cerebral revascularization in cranial base surgery. In: Sekhar LN, Janecka IP eds Surgery of Cranial Base Tumors, New York:Raven Press. 1993;shf.=45-68
4. Heros RC, Nelson PB, Ojemann RG, Crowell RM, DeBrun G. Large and giant paraclinoid aneurysms: surgical techniques, complications and results. Neurosurgery. 1983;12:153-163

5. Toole JF, Bevilacqua JE. The carotid compression test. Evaluation of the diagnostic reliability and prognostic significance. *Neurology*.1963;13:601-606.
6. Webster JE, Gurdjian ES. Carotid artery compression as employed both in the past and in the present. *J Neurosurg*. 1958;15:372-383.
7. Monsein LH, Jeffery PJ, Van Heerden BB et al. Assessing adequacy of collateral circulation during balloon test occlusion of the internal carotid artery with Tc-99m HMPAO SPECT. *AJNR*. 1991;12:1045-1051.
8. Mathis JM, Barr JD, Jungreis CA, Horton JA. Physical characteristics balloon of catheter systems used in temporary cerebral artery occlusion. *AJNR*. 1994;15:1831-1836.
9. Mathis JM, Barr JD, Jungreis CA et al. Temporary balloon test occlusion of the internal carotid artery:experience in 500 cases. *AJNR*. 1995;16:749-754.
10. Tarr RW, Jungreis CA, Horton JA et al. Complication of preoperative balloon test occlusion of the internal carotid arteries:experience in 300 cases. *Skull Base Surg*. 1991;4:240-244.
11. Erba SM, Horton JA, Latchaw RE, Yonas H, Sekhar L, Schramm V, Pentheny S. Balloon test occlusion of the internal carotid artery with stable xenon/CT cerebral blood flow imaging. *AJNR*. 1988;9:533-538.
12. Halsey JH Jr, Morawetz RB, Blauenstein VW. The hemodynamic effect of STA-MCA bypass. *Stroke*. 1982;13:163-167.
13. Jones TH, Morawetz RB, Crowell RM et al. Thresholds of focal cerebral ischemia in awake monkeys. *J Neurosurg*. 1981;54:773-782.
14. Kelly JJ, Callow AD, O'Donnells TF et al. Failure of carotid stump pressures. Its incidence as a predictor for a temporary shunt during carotid endarterectomy. *Arch Surg*. 1979;114:1361-1366.
15. Heys RJ, Levinson SA, Wylie EJ. Intraoperative measurement of carotid back pressure as a guide to operative management for carotid endarterectomy. *Surgery*. 1972;72:953-960.
16. Kurata A, Miyasaka Y, Tanaka Ch, Ohmomo T, Yada K, Kan S. Stump pressure as a guide to the safety of permanent occlusion of the internal carotid artery. *Acta Neurochir*. 1996;138:549-554.
17. Giller CA, Mathews D, Walker B, Pundy P, Roseland AM. Prediction of tolerance to carotid artery occlusion using transcranial doppler ultrasound. *J Neurosurg*. 1994;81:15-19.
18. Linskey ME, Jungreis CA, Yonas H, Hirsch WL, Sekhar LN, Horton JA, Janosky JE. Stroke risk after abrupt internal carotid artery sacrifice: accuracy of preoperative assessment with balloon test occlusion and stable xenon-enhanced CT. *AJNR*. 1994;15:829-849.
19. Moody EB, Dawson RC, Sandler MP. Tc-99m HMPAO SPECT Imaging in interventional neuroradiology: validation of balloon test occlusion. *AJNR*. 1991;12:1043-1044.
20. Peterman SB, Taylor Jr A, Hoffman JCr. Improved detection of cerebral hypoperfusion with internal carotid balloon test occlusion and Tc-99m HMPAO cerebral perfusion Spect Imaging. *AJNR*. 1991;12:1035-1041.