

SPECT'İN İSKEMİK TİPTE STROKTAKİ PROGNOSTİK DEĞERİ

M. Erkan ÜSTÜN, Betigül YÜRÜTEN, Güngür TAŞTEKİN, Arzu ATCI, Olcay ESER

Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı, Meram-KONYA

ÖZET

Amaç: SPECT'in (single photon emission computed tomography) iskemik stroktaki prognostik değerini tayin etmek amacı ile 1998-2000 yılları arasında geçirilmiş strok nedeniyle motor defisiti olan 42 hastada strok'tan 72 saat sonra BT (Bilgisayarlı Tomografi) ve/veya MRG (magnetik rezonans görüntüleme) yanısıra SPECT incelemesi yapıldı.

Gereç ve Yöntem: Hastalardan 34'ünün 4 ay ile 24 ay arasında değişen sürelerde (ortalama 10 ay) kontrol motor muayeneleri yapıldı. SPECT bulgularının hem nörolojik tablo, hem BT ve/veya MRG bulguları ile hem de takibi yapılan hastalarda prognoz ile olan ilişkisine bakıldı.

Bulgular: SPECT'te ileri hipoperfüzyon (%60'ın üzerinde perfüzyon kaybı) gözlenen vakaların %87.5'inde ileri motor defisit olduğu ve bu defisit hastaların %78.9'unda düzelmediği, buna karşı hafif-orta hipoperfüzyon (%60 ve altında perfüzyon kaybı) varsa hastaların %88.9'unda orta veya hafif motor defisiti olduğu ve hastaların %80'inin fonksiyonel olarak düzeldiği görüldü. SPECT'de ileri hipoperfüzyonu olan hastaların hepsinde BT ve/veya MRG'de infarkt görülürken, hafif-orta hipoperfüzyonu olan hastalarda bu oran %73.7'ye düşmekteydi.

Sonuç: SPECT bulguları ile nörolojik tablonun korelasyon gösterdiği, radyolojik görüntüleme yöntemleriyle saptanamayan lezyonların SPECT ile gösterilebileceği ve SPECT'in prognozu belirlemede önemli bir tanı yöntemi olduğu kanaatine varıldı.

Anahtar Sözcükler: SPECT, MRI, BT, serebral infarkt.

THE PROGNOSTIC VALUE OF SPECT IN ISCHEMIC STROKE PATIENTS

Purpose and method: In order to evaluate the prognostic value of SPECT (single photon emission computed tomography) in ischemic stroke patients, we reviewed the neurological examinations, CT (computed tomography), MRI (magnetic resonance imaging) and SPECT scans of 42 stroke patients which are performed between 1998 and 2000. All SPECT scans had been performed after 72 hours. 34 patients came back for control neurological examination. The mean time interval between the SPECT evaluation and control neurological examination was 10 months (ranging between 4 to 24 months).

Results: The 87.5% of patients that had perfusion defect above 60% had severe motor deficit and 78.9% of these patients could not recover. Conversely 88.9% of the patients that had perfusion defect below 60% (mild to moderate) had mild or moderate motor deficit and 80% of these patients exhibited good recovery. All of the patients with severe hypoperfusion had positive findings in radiological examination while 73.7% of the patients with mild to moderate hypoperfusion had positive findings.

Conclusion: SPECT findings showed good correlation with neurological status and prognosis. The ischemic lesions which can not seen in CT and MRI examination, can be detected by SPECT.

Key Words: SPECT, MRI, CT, Cerebral infarct.

GİRİŞ

Anatomik görüntüleme yöntemlerinden BT (Bilgisayarlı Tomografi) ve MRG'de (manyetik rezonans görüntüleme) ilk saatlerde patoloji gösterilemez iken, bölgesel beyin kan akımı (bBKA) değişikliklerinin yapısal değişikliklerden daha önce görülebilmesi nedeniyle son yıllarda serebral kan akımı ve metabolizmayı gösteren fonksiyonel testler daha sık kullanılmaya başlanmıştır. Xenon CT, SPECT (single photon emission computed tomography), PET (pozitron emisyon tomografi), difüzyon ve perfüzyon MRG bu testler arasındadır (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11, 12,13,14). Bunlardan PET serebral metabolizma hakkında faydalı bilgiler vermektedir, ancak çok pahalı bir yöntem olduğu için her yerde bulunmamaktadır. Difüzyon ve perfüzyon MRG

ise yeni yeni klinik uygulamaya girmektedir. SPECT ise son yıllarda kullanımı hızla artmış ucuz bir yöntemdir.

BT ve MRG ile SPECT görüntüleri arasında akut dönemde iskemik penumbra'ya bağlı lezyon büyüklüğü farkı geç dönemde (genellikle 72 saat sonunda) ortadan kalkar. Bu yüzden bu farka dayanarak, akut strokta SPECT ile prognoz tayini hakkında yayınlar yapılmıştır (1,3,4,5,6,7,15,16,17, 18,19). Ancak geç dönemde SPECT'in prognoz tayinindeki rolü ile ilgili yayınlar azdır (6,20). Çünkü üç günden sonra lezyon büyüklüğü açısından SPECT ile BT/MRG görüntüleri arasında fark olmayacağı için prognoz tayini içinde değerinin düşeceği düşünülmüştür. Ancak SPECT tetkikinde, lezyon büyüklüğü ve yerinin saptanması dışında lezyonun şiddeti başka bir deyişle perfüzyon kaybının derecesi hakkında da

fikir sahibi olmaktadır (4,5,6,7,21). Bu yüzden retrospektif olarak yaptığımız bu çalışmada, akut dönem geçtikten sonra yapılan SPECT tetkikinde perfüzyon kaybının derecesinin prognoz tayininde önemli olup, olmadığını ve bunun gerek nörolojik tablo gerekse radyolojik tetkikler ile ne kadar uyumlu olduğunu araştırmak istedik.

GEREÇ VE YÖNTEM

1998-2000 yılları arasında Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji ve Nöroloji Anabilim Dallarına strok nedeniyle başvuran ve akut dönem (72 saat) geçtikten sonra yapılan SPECT incelemesinde perfüzyon defekti saptanan, 35 ile 80 yaş arası 42 hasta değerlendirmeye alındı. Bu hastalara aynı dönemde, BT ve/veya MRG tetkikleri de yapıldı. Hastaların 30'u erkek, 12'si kadındı. 28 hastada sağ, 14 hastada sol hemiparezi veya hemipleji vardı. Hastaların ilk başvuru ve kontrol nörolojik muayeneleri arasında geçen zaman 4 ile 24 ay ortalama 10 ay idi. 4 aydan daha kısa takip süreleri olan 8 hasta prognoz açısından değerlendirmeye alınmadı.

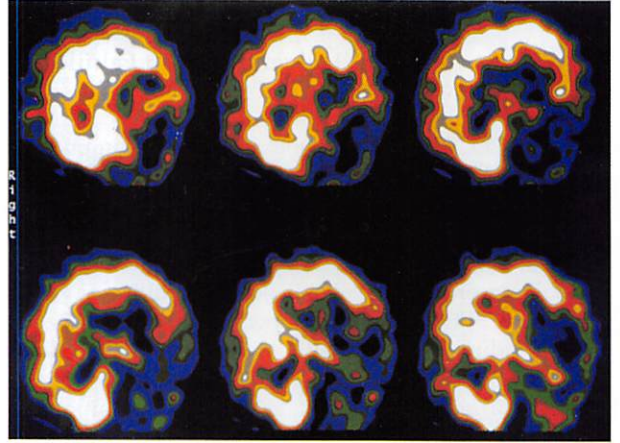
Manuel kuvvet testine göre hastaların kas gücü 0-1/5 olanlar ileri, 2-3/5 olanlar orta ve 4/5 olanlar ise hafif nörolojik defisitli olarak kabul edildi.

BT ve/veya MRG tetkiklerinde serebral iskemi lehine bulguları olanlarda radyoloji pozitif, olmayanlarda ise negatif kabul edildi.

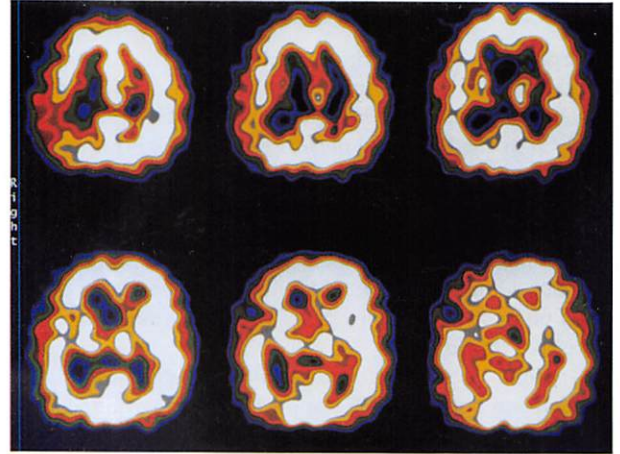
Serebral SPECT görüntülerinde caunt/pixel intensitesi 0'dan 100'e kadar %10'luk dilimler halinde farklı renkler ile semikantitatif olarak renk tutulum skalasına göre derecelendirme yapıldı. %60'ının üstündeki hipoperfüzyon, ileri; %40-60 arası hipoperfüzyon, orta; %40'ın altındaki hipoperfüzyon ise hafif perfüzyon kaybı olarak gruplandı. Ortada ileri derecede, çevreye doğru daha hafif perfüzyon defekti olan vakalarda tüm alanın ortalaması alındı. Ayrıca hem SPECT'te, hem de MRG'de lezyon alanının büyüklüğü volümetrik olarak cm^3 cinsinden hesaplandı (22).

SPECT'deki hafif, orta ve ileri perfüzyon kayıpları motor defisit derecesi (hafif, orta, ileri) ile kıyaslandığında 42 hastalık serimizde, istatistiksel değerlendirme için uygun olmayacak kadar az hasta içeren gruplar ortaya çıktı. Bu yüzden sağlıklı bir istatistiksel değerlendirme için hafif ve orta derecede motor defisitli hastalar ile orta ve hafif perfüzyon defekti olan gruplar birleştirildi. Böylece %60 üzeri perfüzyon defekti ile %60 altında perfüzyon defekti olanlar olarak iki

grup oluşturuldu (Resim 1-2).



Resim I. SPECT tetkiklerinde sol temporoparietooksipital bölgede %60'ın üzerine perfüzyon defekti olan bir olgunun transaksial kesitleri.



Resim II. SPECT tetkiklerinde sağ parietal bölgede %60'ın altında perfüzyon defekti olan bir olgunun transaksial kesitleri.

Prognoz açısından değerlendirilen 34 hasta fonksiyonel düzelme görülen ve görülmeyen şeklinde ikiye ayrıldı. İleri motor defisiti olan hastalarda en az iki basamak, hafif ve orta defisiti olanlarda ise bir basamak yükselme "fonksiyonel düzelme" kriteri olarak kabul edildi.

Motor defisit ile perfüzyon defektinin ve perfüzyon defekti ile prognozun karşılaştırılmasında ki-kare testi kullanıldı. Perfüzyon defekti ile radyoloji arasındaki ilişki ki-kare ve Fisherin kesin ki-kare testi ile değerlendirildi. %60'ın üst ve altında perfüzyon defekti olan hastalarda lezyon volümleri arasındaki fark student t-testi ile değerlendirildi.

BULGULAR

İleri motor defisiti olan 24 hastanın 21'inde (%87.5) %60'ın üstünde (ileri) perfüzyon defekti varken, 3'ünde (%12.5) %60 ve altında (hafif veya orta) perfüzyon defekti vardı. Hafif veya orta derecede motor defisiti olan 18 hastanın sadece 2'sinde (%11.1) ileri perfüzyon defekti varken geriye kalan 16'sında (%88.9) hafif veya orta derecede perfüzyon defekti vardı. Bu oranlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı. ($p < 0.001$) (tablo 1).

Tablo 1: Perfüzyon kaybı ile kuvvet kaybı arasındaki ilişki.

	%60 üstünde perfüzyon defekti	%60 ve altında perfüzyon defekti	Toplam
İleri motor kaybı olan	21 (87.5)	3 (%12.5)	24
Hafif veya Orta motor kaybı olan	2 (%11.1)	16 (%88.9)	18
Toplam	23	19	42

Prognoz açısından takibi yapılabilen 34 hastadan 15'i düzelme gösterirken, 19'unda düzelme görülmedi. Düzelme görülen hastaların 3'ünde (%20) ileri, 12'sinde (%80) hafif-orta derecede perfüzyon defekti varken fonksiyonel bir düzelme görülmeyen hastaların 15'inde (%78.9) ileri, 4'ünde (%21.1) hafif-orta derecede perfüzyon defekti vardı. Bu oranlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p < 0.001$) (Tablo 2).

Tablo 2: Perfüzyon kaybının derecesi ile prognoz arasındaki ilişki.

	%60 üstünde perfüzyon defekti	%60 ve altında perfüzyon defekti	Toplam
Düzelen	3 (%20)	12(%80)	15
Düzelmeyen	15(78.9)	4(%21.1)	19
Toplam	18	16	34

İleri perfüzyon defekti olan 23 hastanın hepsinde (%100) radyoloji pozitif sonuç verirken, hafif-orta perfüzyon defekti olan 19 hastanın 14'ünde (%73.7) radyoloji pozitif, 5'inde ise (%26.3) radyoloji negatif sonuç vermiştir. Bu oranlar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$) (Tablo 3).

Tablo 3: Perfüzyon defektinin derecesi ile radyolojik görüntüleme yöntemleri arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

	%60 üstünde perfüzyon defekti	%60 ve altında perfüzyon defekti	Toplam
Radyoloji Pozitif	23 (%100)	14 (%73.7)	37
Radyoloji Negatif	-	5 (%26.3)	5
Toplam	23	19	42

%60'ın üstünde hipoperfüzyonu olan hastalarda SPECT ile BT ve/veya MRG'de lezyon volümü sırası ile $98 \pm 23.4 \text{ cm}^3$ ve $103 \pm 28.2 \text{ cm}^3$ iken, %60 ve altında hipoperfüzyonu olanlarda sırası ile $52 \pm 16.5 \text{ cm}^3$ ve $56 \pm 19.1 \text{ cm}^3$ idi. SPECT ile BT ve/veya MRG'de saptanan lezyon volümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yokken, %60'ın üstünde ve %60'ın altında perfüzyon defekti olan hastaların lezyon volümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ($p < 0.001$).

TARTIŞMA

Strok geçirmiş hastalarda prognozun belirlenmesi klinik araştırmalar, hastaların tedavisi ve rehabilitasyon programlarının belirlenmesi açısından önem taşımaktadır. Bu değerlendirme sıklıkla klinik bulgular ve anatomik görüntüleme ile yapıyorsa da her iki yöntemin de bazı kısıtlamaları olduğu bilinmektedir (15,16,17,18,19). Akut stroklu hastalarda SPECT bulgularının klinik gidiş ile korelasyon gösterdiği belirtilmiştir (5,6,7). bBKA'nın prognozu belirlemedeki değeri, öncelikle bBKA'da ortaya çıkan defektin volümü ile ilintilidir. SPECT'te saptanan infarkt genişliğinin büyük olmasının 1 yıllık takipte prognoz açısından önemli olduğu ve klinik iyileşme ile ters korelasyon gösterdiği bildirilmiştir (6). SPECT ve BT'de ortaya çıkan lezyon büyüklüklerinin oranı prognoz ve klinik gidiş ile doğrudan ilişkili olarak görülmekte ve SPECT/BT lezyon oranının büyük olmasının daha iyi prognozla işaret ettiği ileri sürülmektedir (3,4). İlk 24 saat içinde yapılan SPECT ve diffüzyon MRG'de geniş bir iskemik penumbra ilk haftada infarkt gelişiminin bir habercisi olmakta ve hastaların nörolojik tablosundaki değişimle korelasyon göstermektedir (8). Anatomik görüntüleme ile fonksiyonel görüntüleme arasında iskemik penumbra'ya bağlı erken dönemde bilinen bu farklılıklar genellikle 72 saat sonunda ortadan

kalkar (1,3,4,15,16,17,18,19). Ayrıca SPECT çalışmasında lezyon alanındaki sayım yoğunluğunun lezyon alanına oranlamasından elde edilen akım indeksi (perfüzyon derecesi) 1 ay sonraki klinik durumu ile belirgin korelasyon göstermektedir. İlk iki haftada SPECT'te perfüzyon yokluğu görülen hastaların %62'sinde kötü prognoz görüldüğü bilinmektedir (5).

Bizim çalışmamızda, akut dönemde yapılanlardan farklı olarak BT ve /veya MRG'deki lezyon büyüklüğü ile SPECT'teki arasında belirgin fark yoktu. Ancak hem BT ve/veya MRG'de hem de SPECT'te geniş lezyonu olan hastaların prognozu daha kötüydü. Perfüzyon kaybı %60'ın üstünde olduğunda, lezyon volümünün de bununla paralellik gösterdiğini ve gerek volümün büyük olması, gerekse hipoperfüzyon derecesinin ileri olmasının hem prognozu olumsuz yönde etkilediğini hem de motor kaybın şiddeti ile uyum gösterdiğini gördük. Hartman ve ark. da yaptıkları bir çalışmada klinik bulguların şiddeti ile bbKA'nın azalması arasında yakın korelasyon bulmuşlardır (10).

Bu çalışmada ayrıca, anatomik görüntüleme yöntemlerinden BT ve MRG'nin, SPECT'teki perfüzyon defekti %60'ın üstünde olduğunda tüm hastalarda pozitif bulgu verdiğini, ancak bu oran %60 ve altında olduğunda pozitiflik oranının da azaldığını (%73.7) gözlemledik. Bu yüzden serebral iskemi düşünülen olgularda BT ve MRG tetkiklerinin yanı sıra beyin SPECT tetkikinin de yapılmasının bu tetkiklerle saptanamayan lezyonların saptanmasında faydalı olacağı kanısındayız.

Bu çalışmada beyin SPECT'te perfüzyon defekti olan hastaların değerlendirmeye alındığı unutulmamalı ve SPECT'in serebral iskeminin tanısında radyolojik yöntemlerden daha değerli olduğu gibi bir düşünceye kapılmamalıyız. Çünkü SPECT'in duyarlılığı laküner veya küçük subkortikal infarktlarda veya spontan rekanalizasyon olduğunda belirgin olarak düşmektedir (9,23). Bu yüzden serebral iskeminin tanısında radyolojik ve radyonüklid tetkikler beraber yapılmalıdır.

İleri perfüzyon kaybı olup da hafif veya orta dereceli motor defisiti olan hastalarda perfüzyon kaybı olan alanların sensorimotor korteksten geride ve uzakta olduğu görülmüş ve bu hastalarda da düzelme gözlenmiştir. Sensorimotor korteksi tutup da ileri perfüzyon kaybı olanlarda ise fonksiyonel bir düzelme saptanmamıştır.

Dolayısıyla sensorimotor korteksi kapsayan alanda ileri perfüzyon defekti olan hastalarda düzelmeme oranı %79'dan %100'e çıkmaktadır. %60 ve altında hipoperfüzyonu olduğu halde hafif-orta derecedeki motor defisiti düzelmeyen 4 hastanın birine hasta yakınları kabul etmediği için anjiyografik tetkik yapılmamış, kalan 3'üne ise dört damar serebral anjiyografi yapılmış ve hepsinde internal karotid arter oklüzyonu saptanmıştır. Bu hastaların 2'sinde orta serebral arter posterior kommunikan arter yoluyla, 1'inde ise anterior kommunikan arter yolu ile kısmen dolmaktaydı. Bu hastalarda intrakranial-ekstrakranial (IK-EK) by-pass cerrahisinin, serebral kan akımını arttırarak, faydalı olabileceğini ummaktayız. Bu konuyla ilgili yurtdışı yayınlar bulunmaktadır (24,25,26).

Tek başına nörolojik muayene de prognoz hakkında fikir verebilir ancak ileri nörolojik defisiti olup da düzelen (27) veya bizim serimizde olduğu gibi hafif-orta dereceli motor defisiti olup da düzelmeyen vakaları göz önüne aldığımızda SPECT ve BT/MRG gibi yardımcı inceleme yöntemlerine de gerek olduğunu görmekteyiz.

Sonuç olarak bu çalışmada; Strok geçiren hastalarda beyin SPECT tetkikinde görülen perfüzyon defektinin volümü ve derecesinin motor defisitinin şiddeti ile uyumlu olduğu ve volüm ile perfüzyon kaybının fazla olmasının (%60'ın üstünde) ise prognozu olumsuz olarak etkilediğini gözlemledik.

Akut dönem geçtikten sonra lezyon yeri ve volümü açısından SPECT'in BT ve MRG'ye göre belirgin bir farkının olmadığını, ancak SPECT'in gerek BT/MRG'de saptanamayan lezyonları göstermesi, gerekse perfüzyon defektinin derecesinin, motor defisitinin şiddeti ve prognoz ile korelasyon göstermesi SPECT lehine olumlu bulgulardır. Dolayısıyla SPECT tetkiki akut dönemin yanı sıra, akut dönem geçtikten sonra da özellikle hafif-orta dereceli nörolojik defisiti olan hastalarda IK-EK by-pass cerrahisinden faydalanabilecek hastaların seçiminde faydalı olabilir.

KAYNAKLAR

1. Bose A, Pacia SB, Fayad P. Cerebral blood flow imaging compared to CT during the initial 24 hours of cerebral infarction. *Neurology* 1990, 40: 190-195.
2. Petrella JR, Provenzale JM. MR perfusion imaging of the brain Techniques and applications. *American Roentgen Ray Society* 2000, 175: 207-219.

3. Mountz JM, Modell JG, Foster NL, DuPree ES, Ackermann RJ, Petry NA, Bluemlein KDE. Prognostication of recovery following stroke using the comparison of CT and technetium-99m HMPAO SPECT. *J Nucl Med* 1990, 31: 61-66.
4. Bowler JV, Wade JP, Jones BE, Nijran K, Steiner TJ. Single-photon emission computed tomography using hexamethylpropyleneamine oxime in the prognosis of acute cerebral infarction. *Stroke* 1996, 27: 82-86.
5. Alexandrov AV, Black SE, Ehrlich LE, Bladin CF, Snwrawska LT, Pirisi A, Caldwell CB. Simple visual analysis of brain perfusion on HMPAO SPECT predicts early outcome in acute stroke. *Stroke* 1996, 27: 1537-1542.
6. Christopher JW, Alison AB, Sharon T. Prognostic value of single photon emission tomography in acute stroke. *Eur J Nucl Med* 1997, 24: 21-26.
7. Costa DC, Ell PJ. Tc-99m-HMPAO washout in prognosis of stroke. *Lancet* 1989, 213-214.
8. Karonen JO, Nuutinen J, Kuikka JT, Vanninen EJ, Vanninen RL, Partanen PLK, Vainio PA, Roivainen R, Sivenius J, Aronen HJ. Combined SPECT and Diffusion-Weighted MRI as a Predictor of Infarct Growth in Acute Ischemic Stroke. *J Nucl Med* 2000, 41: 788-794.
9. Holman BL, Hellman RS, Goldsmith SJ. Biodistribution, dosimetry and clinical evaluation of technetium-99m ethyl cysteinate dimer in normal subjects and in patients with chronic cerebral infarction. *J Nucl Med* 1989, 30: 1018-1024.
10. Hartmann A, Dettmers C, Lagreze H, Tsuda Y. Blood flow and clinical course in patients with ischemic stroke without cerebrospesific therapy. *Acta Neurochir Suppl (Wien)* 1993, 57: 130-135.
11. Pappata S, Fiorelli M, Rommel T. PET study of changes in local brain hemodynamics and oxygen metabolism after unilateral middle cerebral artery occlusion in baboons. *J Cereb Blood Flow Metab* 1993, 13:416-426.
12. Touzani O, Young AR, Derlon JM. Sequential studies of severely hypometabolic tissue volumes after permanent middle cerebral artery occlusion: a positron emission tomographic investigation in anesthetized baboons. *Stroke* 1995, 26: 2112-2119.
13. Minematsu K, Li L, Sotak CH, Davis MA, Fisher M. Reversible focal ischemic injury demonstrated by diffusion-weighted magnetic resonance imaging in rats. *Stroke* 1992, 23:1304-1310.
14. Davis SM, Chua MG, Lichtenstein M, Rossiter SC, Binns D, Hopper JL. Cerebral hypoperfusion in stroke prognosis and brain recovery. *Stroke* 1993, 24:1691-1696.
15. Mohr JP, Biller J, Hilal SK, Yuk WT, Tatemichi TK, Hedges S, Tali E, Nguyen H, Mun I, Adams HP. Magnetic resonance versus computed tomographic imaging in acute stroke. *Stroke* 1995, 26: 807-812.
16. Alberts MJ, Faullstich M, Gray L. Sensitivity of magnetic resonance imaging in patients with acute stroke. *Ann Neurol* 1990, 28: 57-61.
17. Bryan RN, Levy LM, Whitlow WD, Killian JM, Preziosi TJ, Rosario JA. Diagnosis of acute cerebral infarction: comparison of CT and MR imaging. *AJNR* 1991, 12:611-620.
18. Yuh WT, Crain MR, Loes DJ, Greene GM, Ryals TJ, Sato Y. MR imaging of cerebral ischemia: findings in the first 24 hours. *AJNR* 1991, 12:621-629.
19. Baird AE, Warach S. Magnetic resonance imaging of acute stroke. *J Cereb Blood Flow Metab* 1998, 18:583-609.
20. Oxbury JM, Greenhall RCD, Grainger KMR. Predicting the outcome of stroke: acute stage after cerebral infarction. *Br Med J* 1975, 3: 125-127.
21. Baird AE, Austin MC, McKay WJ, Donnan GA. Changes in cerebral tissue perfusion during the first 48 hours of ischemic stroke: relation to clinical outcome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1996, 61: 26-29.
22. Swanson RA, Morton MT, Tsao-Wu G, Savalos RA, Davidson C, Sharp FR. A semiautomated method for measuring brain infarct volume. *J Cereb Blood Flow Metab* 1990, 10:290-293.
23. Ueda T, Hatakeyama T, Kumon Y. Crossed cerebellar of hemorrhagic transformation in local intraarterial thrombolysis in acute ischemic stroke by initial SPECT. *Stroke* 1994, 25: 298-303.
24. Iwama T, Hashimoto N, Takagi Y, Tsukahara T, Hayashida K. Predictability of extracranial/ intracranial bypass function: a retrospective study of patients with occlusive cerebrovascular disease. *Neurosurgery* 1997, 40: 53-60.
25. Piepgras A, Leinsinger G, Kirsch CM, Schmiedek P. STA-MCA bypass in bilateral carotid artery occlusion: clinical results and long-term effect on cerebrovascular reserve capacity. *Neurol Res* 1994, 16: 104-107.
26. Yamashita T, Nakano S, Ishihara H, Kitahara T, Kashiwagi S, Katoh S, Takasago T, Wakuta Y, Abiko S, Ito H. Surgical modulation of the natural course of collateral circulation in chronic ischemic patients. *Acta-Neurol-Scand-Suppl* 1996, 166: 74-78.
27. Furlan M, Marchal G, Viader F, Derlon JM, Baron JC. Spontaneous neurological recovery after stroke and the fate of the ischemic penumbra. *Ann Neurol* 1996, 40:216-226.