

## DERİN YERLEŞİMLİ ARTERİO-VENÖZ MALFORMASYON OLGULARININ GAMMA-KNIFE İLE TEDAVİ SONUÇLARI

Deniz KONYA\*, Türker KILIÇ\*, Selçuk PEKER\*, Saruhan ÇEKİRGE\*\*,  
Feyyaz BALTACIOĞLU\*, M. Necmettin PAMİR\*

Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji ve Radyoloji Anabilim Dalı,\* İSTANBUL  
Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı,\*\* ANKARA

### ÖZET

Derin yerleşim gösteren arteriovenöz malformasyonlar (AVM) cerrahi ulaşım zorluğu ve buldukları anatomik yapıların önemli fizyolojik fonksiyonları nedeniyle diğer AVM'lere göre daha yüksek cerrahi mortalite ve morbidite oranlarına sahiptirler. Mikrocerrahi yaklaşımları için komplikasyon oranlarını arttıran anatomik ulaşım zorluğu faktörü, stereotaktik ışın-cerrahisi için teknik bir zorluk faktörü değildir. Bu özellikleri nedeniyle derin AVM'ler ayrı bir alt grup olarak değerlendirilmişlerdir.

Prospektif bu çalışmada, Gamma-Knife uygulanan derin yerleşimli AVM olgularından en az 2 yıllık anjiyografik kontrolü bulunan ilk 50 olgunun klinik ve nöroradyolojik özellikleri gözden geçirilmiştir. Derin AVM tanılı 50 olgunun tamamında nidus boyutlarında değişme görülmüştür. AVM nidus boyutunda değişiklik görülen 50 olgunun 44'ünde (%88) tam kapanma, 4'ünde (%8) %50-80 küçülme ve 2'sinde (%4) ise sadece venöz dönüş saptanmıştır.

Derin AVM olgularının 6'sında (%12) nidus çevresindeki beyin dokusunda radyasyona bağlı T2 değişiklikleri görülmüş, 3 hastada (%6) bu değişiklikler kalıcı nörolojik kusurların oluşmasına yol açmıştır. Derin AVM'lerde mortalite ile karşılaşmamıştır. İki yıllık izlemi bulunan ilk 50 hastadan yalnızca 1'inde (%2) latent dönem AVM kanaması görülmüştür.

Bu sonuçlarla Gamma-Knife tedavisi derin AVM'lerde, geometrik açıdan uygun olan hastalarda, mikrocerrahiyle birlikte değerlendirilmesi gereken bir tedavi yöntemidir.

**Anahtar Sözcükler:** Arteriovenöz Malformasyon, Gamma-Knife, Radyocerrahi

### RESULTS OF DEEPLY SITUATED INTRACRANIAL AVM'S TREATED WITH GAMMA KNIFE

Deeply situated intracranial arteriovenous malformations have more mortality and morbidity ratios, as they present anatomical difficulties in surgical approaches. On the other hand, technically, deep location is not a complication increasing factor in radiosurgery.

In this prospective study, first 50 patients with deep AVM's who have at least 2 year follow-up after gamma-knife treatment are evaluated. All 50 deep situated AVM's revealed a decrease in their nidus volumes. In 44 (88%) cases AVM occlusion was complete, 4 AVM's (8%) showed 50-80% decrease in their nidus volumes, and 2 other (4%) displayed only venous drainage.

Six (12%) AVM cases demonstrated radiological T2 image changes around the AVM nidus, in the normal brain tissue, in 3 (6%) cases these changes caused neurologically permanent deficits. No mortality was detected in the deeply located AVM's and only one intracranial hemorrhage was detected in the latent period.

**Key Words:** Arteriovenous Malformation, Gamma-Knife, Radiosurgery

### GİRİŞ:

Talamik, ganglionik, hipokampal, perikalozal, pons ve mezensefalik bölge lokalizasyonlu AVM'ler derin AVM'ler olarak tarif edilmiştir (1, 2, 3, 4, 5). Derin yerleşimli AVM'lerin anatomik ulaşım güçlüğü nedeniyle cerrahisi özellik arzemektedir. Günümüzde mikrocerrahi, embolizasyon ve stereotaktik ışın cerrahisi derin AVM'lerin tedavisinde kullanılırlar.

Normal dokulara zarar vermeden anatomik ulaşım cerrahi için olumsuz bir faktör olmasına rağmen, lezyonun derin yerleşimli olup olmaması, teknik özellikleri nedeniyle ışın cerrahisi için

tedaviyi güçleştirici bir faktör değildir (6, 7, 8, 9). AVM nidusunun geometrik özellikleri ve çevre dokunun radyobiyojik nitelikleri tedavinin başarısını belirleyen temel unsurlardır. Bu parametreler Gamma-Knife (GK) tedavisi açısından, derin AVM'ler için özel risk teşkil etmezler.

Marmara Üniversitesi Gamma-Knife Ünitesi'nde GK uygulanan 308 AVM olgusundan 122'sini derin yerleşimli AVM olguları oluşturmaktadır. Bu çalışmada derin yerleşimli 122 AVM olgusundan 2 yıllık anjiyografik kontrolü bulunan ilk 50 olgunun özellikleri ve sonuçları literatür ışığında tartışılmıştır.

## GEREÇ ve YÖNTEM

Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı Gamma-Knife Ünitesi'nde, 27 Ocak 1997 ve 1 Ocak 2002 tarihleri arasında, 308 serebral AVM olgusuna GK ışın-cerrahisi işlemi uygulandı. Tüm AVM'ler GK öncesi nidus lokalizasyonuna göre derin, fonksiyonel bölge (motor-duyusal korteks, Wernicke-Broca, görsel korteks, dominant posterior parietal) ve yüzeysel bölge olarak sınıflandırıldı. GK uygulanan 308 AVM olgusundan 122'sini (%40) derin bölge lokalizasyonlu olgular oluşturmaktadır. GK ile tedavi edilen AVM olgularında tedavinin etkin olabilmesi için gereken süre 2 yıl olduğu için bu çalışmaya 122 derin yerleşimli AVM olgusundan 2 yıllık anjiyografik kontrolü bulunan ilk 50 olgu dahil edildi. GK sonrası 2 yıl latent dönem olarak kabul edildi. İki yıllık anjiyografik kontrolü bulunan 50 olgunun 24'ü (%48) kadın, 26'sı (%52) erkek olup yaşları 9 ve 51 arası (ortalama 27,3±14,7) değişiyordu. Nidus yerleşimine göre; 32 olgu (%64) talamik-ganglionik, 9 olgu (%18) hipokampal, 3 olgu (%6) perikalozal, 3 olgu (%6) mezensefalik ve 3 olgu (%6) da pons lokalizasyonlu idi.

Olgulara, Leksell stereotaktik çerçevenin uygulanması sonrası, T1-T2-PD ağırlıklı aksiyel ve koronal magnetik rezonans (MR) ve dijital subtraksiyon anjiyografi (DSA) incelemeleri yapıldı. Elde edilen nöroradyolojik görüntüler GK ana bilgisayarına yüklenerek, DSA ve MR incelemeleri üzerinde Leksell Gamma-Plan (LGP 5.12; Elekta AG, İsveç) yapıldı. Gamma-Plan, nidus görünümünün her kesitte ekran üzerinde sınırlanarak elde edilen sanal hacim üzerinde yapıldı. Leksell Gamma-Plan'da AVM nidusları; sanal nidus, boyut özelliğine göre belirlenen %49-%80 arasında (ort. % 58) çevresel izodoz çizgisi ile sınırlandırıldı. Bu yapı içine yine her olgunun boyut, komşuluk ve diğer özelliklerine göre nidusa verilecek çevresel ve maksimal ışınım dozu 25,3-52,1 Gray (Gy) (ort. 40,31 Gy) olarak belirlendi. Bu ışın dozu, yine nidus boyutuna göre değişiklik göstererek, 3-16 shot (ışın atışı) (ort. 7.1) olarak nidus üzerine verildi. Olgular tek seansta ışınlandı ve GK cerrahisinden bir gün sonra taburcu edildi.

AVM niduslarının çapları 4-40 mm (ort. 21,2±11,4 mm) arasında bulundu. AVM'ler GK sırasında Spetzler-Martin AVM derecelendirme sistemine göre derecelendirildi (Tablo 1). Spetzler-Martin AVM dereceleme sistemine göre, 37 AVM (%74) Grade(Gr)3, 6 AVM Gr2 (%12), 7 AVM Gr4

Tablo 1: Spetzler-Martin AVM derecelendirilmesi.

Boyut (cm)			Hassas bölge		Venöz dönüş	
<3	3-6	>6	-	+	Yüzeysel	Derin
1	2	3	0	1	0	1

(%14) olarak saptandı. Olguların izlemeleri; 3 ayda bir MR ve 6 ayda bir DSA incelemeleriyle yüzyüze görüşerek yapıldı. İkinci yıl DSA sonuçlarına göre olgular AVM nidus boyutunda değişiklik olan ve olmayanlar olmak üzere 2 gruba ayrıldı. Değişiklik olan AVM'ler AVM nidusunun ve boşaltıcı venöz yapılarının, anjiyografik olarak tüm sekanslarda kaybolduğu tam kapananlar, AVM nidusunun kaybolup sadece boşaltıcı venanın görüldüğü venöz dönüşü bulunanlar ve nidus hacminde %50-80 küçülme görülenler olmak üzere 3 alt gruba ayrıldı. AVM nidus boyutunda %50'den az değişiklik olan veya hiç değişiklik görülmeyen olgular ise nidus boyutunda değişiklik olmayan gruba dahil edildi. İkinci yıl DSA sonuçlarına göre Spetzler-Martin dereceleriyle AVM kapanma oranı arasındaki ilişki karşılaştırıldı. Nöroradyolojik değerlendirmeler kör olarak yapıldı.

## BULGULAR

İki yıllık anjiyografik kontrolü bulunan ilk 50 olgunun tamamında AVM nidus boyutlarında değişiklik görüldü. AVM nidus boyutunda değişiklik görülen 50 olgunun 44'ünde (%88) tam kapanma, 4'ünde (%8) %50-80 küçülme ve 2'sinde (%4) ise sadece venöz dönüş saptandı. İki yıllık kontrolü bulunan olgulardan AVM nidus boyutunda değişiklik görülmeyen olgu saptanmadı.

Olguların 22'sinin GK girişimi öncesinde bir kez AVM'ye bağlı kanayıcı serebrovasküler hastalık (SVH) geçirdikleri öğrenildi. GK öncesinde olguların 8'ine embolizasyon ve 1'ine mikronöroşirürjikal girişim uygulandığı saptandı. Spetzler-Martin Gr2 olguların tamamında (%100), Gr3 olguların 34'ünde (%92) tam kapanma görülürken, Spetzler-Martin Gr4 olan olguların 4'ünde (%57) tam kapanma sağlandı (Tablo 2). AVM'lerin Spetzler-Martin dereceleriyle tam kapanma durumları arasında istatistiksel değerlendirme yapıldı. Gr2 olgularla Gr3 arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (F.Ki-kare:0,523; p=1,00, p>0,05); Gr3 ile Gr4 olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık mevcuttu (F.Ki-kare:6,035; p=0,014, p<0,05) (Tablo 3, Şekil 1-2-3).

Tablo 2: İki yıllık izlemi olan derin AVM olgularının Spetzler-Martin derecelendirme sistemine göre dağılımları ve sonuçları görülmektedir.

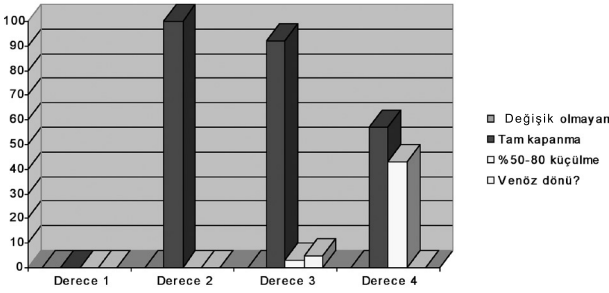
	Derece 1	Derece 2	Derece 3	Derece 4	Derece 5
Değişiklik olmayan	0	0	0	0	0
Değişiklik olan	0	6(%100)	37(%100)	7(%100)	0
Tam kapanma	0	6(%100)	34(%92)	4(%57)	0
% 50-80 küçülme	0	0	1(%3)	3(%43)	0
Venöz Dönüş	0	0	2(%5)	0	0
<b>Toplam</b>	<b>0</b>	<b>6(%100)</b>	<b>37(%100)</b>	<b>7(%100)</b>	<b>0</b>

Tablo 3: Spetzler-Martin dereceleri-GK sonrası AVM'lerdeki değişimin tam kapanma durumuna göre değerlendirilmesi (Fisher exact ki kare kullanıldı).

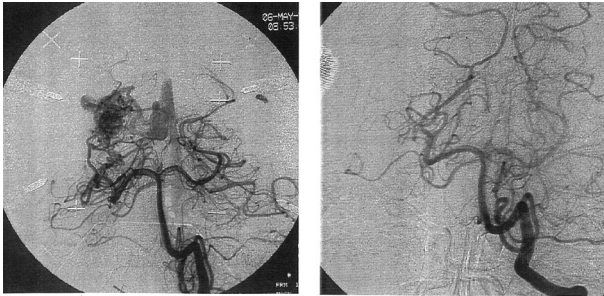
Değişiklik olan	Derece 2	Derece 3	Derece 4
Tam kapanma (+)	6(%100)	34(%92)	4(%57)
Tam kapanma (-)	0	4(%8)	3(%43)

Derece 2-derece 3 (Fisher Ki-kare: 0,523; p= 1,00, p>0,05)

Derece 3-derece 4 (Fisher Ki-kare: 6,035; p= 0,014, p<0,05)

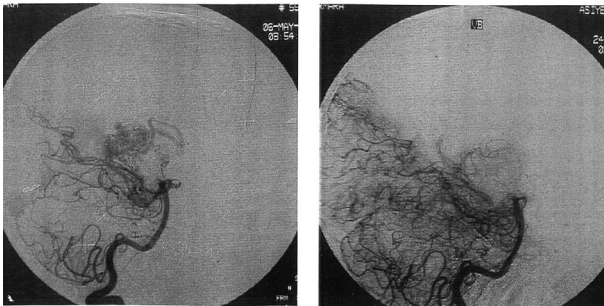


Şekil 1: Derin AVM'lerde Spetzler-Martin dereceleriyle GK sonrası kapanma yüzdeleri karşılaştırmalı olarak görülmektedir.



2 a

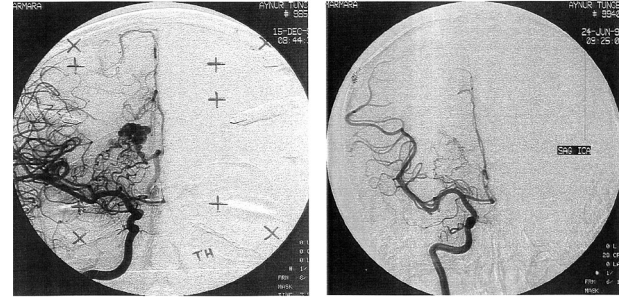
2 b



2 c

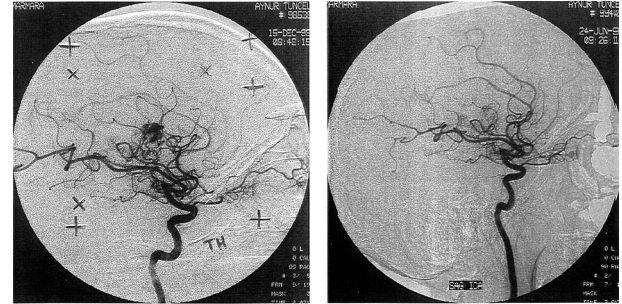
2 d

Şekil 2: Derin yerleşimli bir AVM'nin Gamma-Knife tedavisi esnasında çekilen ön-arka (a) ve lateral (c) vertebral anjiyografileri ve aynı tetkiklerin 2. yıl kontrolleri görülmektedir (b-d).



3 a

3 b



3 c

3 d

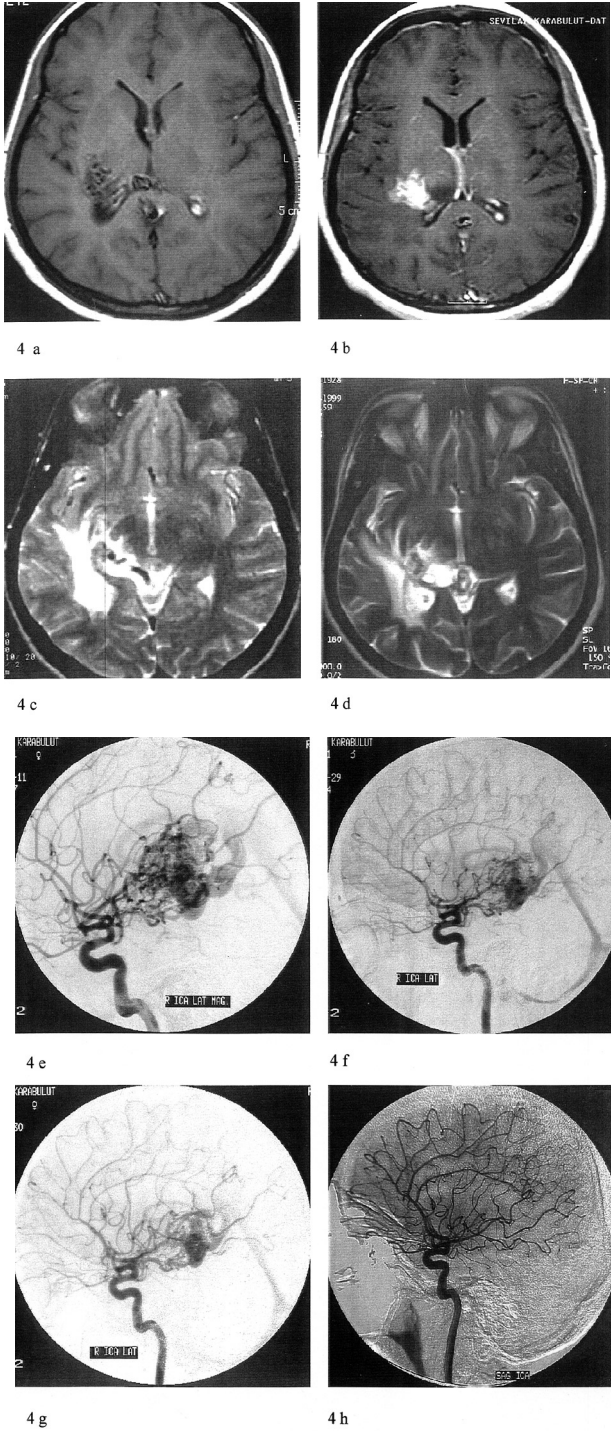
Şekil 3: Derin yerleşimli bir AVM'nin GK tedavisi esnasında çekilen ön-arka (a) ve lateral (c) karotid anjiyografileri ve aynı tetkiklerin 2. yıl kontrolleri görülmektedir (b-d).

Olguların 7'sinde (%14) komplikasyonla karşılaşıldı. Komplikasyon olan olguların 6'sında radyasyona bağlı oluşan radyolojik semptomatik T2 değişikliği ve 1 olguda AVM doğal seyrinde de görülebilen latent dönem kanaması görüldü. Semptomatik-T2 değişikliği olguların 3'ünde geçici, 3'ünde dönüşümsüz (hemiparezi-hemihipoestezi) olarak saptandı. Kalıcı defisit ilerlemesi olan olguların Karnofsky skorlamalarındaki azalma GK öncesine göre 20 birimden fazla değildi. İkinci sene izlemleri olan derin AVM olgularında radyasyona bağlı kalıcı nörolojik kusur oluşması 3 (%6) olguda ve latent dönem kanaması 1 (%2) olguda saptandı. Toplam morbidite %8, mortalite ise 0 olarak bulundu (Tablo 4, Şekil 4).

Komplikasyonlar/Zaman (ay)	0-3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24
Geçici T2 değişikliği	1	1	1					
Kalıcı T2 değişikliği	1	1		1				
Intraserebral kanama				1				

Tablo 4: Karşılaşılan komplikasyonlar ve ortaya çıkış zamanları (ay) görülmektedir.

Komplikasyonla karşılaşılmayan diğer olguların 2 yıllık takiplerinde klinik olarak GK öncesi döneme göre herhangi bir değişiklikle karşılaşılmadı.



Şekil 4: Arka talamik yerleşimli bir AVM'de GK sonrasında birinci yılda hemihipoestezi ve T2 MRI görüntülerinde AVM çevresinde radyasyona bağlı değişiklikler ortaya çıktı. Medikal tedaviyle bu bulgular düzeldi. 4a: GK esnasındaki T1, 4b: GK sonrası 1. yılda kontrastlı T1 ve 4c: GK sonrası 1. yılda ortaya çıkan T2 değişiklikleri, 4d: GK sonrası 2.yıldaki T2 MRI'da kapanmış AVM ve AVM çevresi radyasyona bağlı değişikliklerin çözülmesi. Aynı olgunun anjiyografi serileri AVM'nin bu süre içerisinde tedricen kapandığını göstermektedir. 4e,f,g ve h sırasıyla GK esnasındaki, 6. ay, 1.yıl, ve 2.yıl lateral ön sistem serisini göstermektedir.

Türk Serebrovasküler Hastalıklar Dergisi 2004, 10:1; 51-56

## TARTIŞMA

Talamik, ganglionik, hipokampal, perikallozal, pons ve mezensefalik bölge lokalizasyonlu AVM'ler derin yerleşimli AVM'ler olarak tarif edilmiştir (1, 2, 3, 4, 5). AVM'lerin doğal klinik seyirlerine ait yeterli çalışmalar mevcut olmamasına rağmen senelik %2-4 kanama riskini içerirler. Mortalite oranı %1, major morbidite ve mortalite oranlarının birlikte yıllık insidansları %2.7 olarak bilinmektedir (10). Dolayısıyla uygulanacak tedavi yöntemlerinin doğal seyir risklerine göre anlamlı farklılık göstermesi AVM tedavisinde amaçlanan durumdur. Anatomik lokalizasyonlarından dolayı derin yerleşimli AVM'lere normal dokulara zarar vermeden ulaşım cerrahi olarak zorluk arzemektedir. GK ışın cerrahisinin teknik özellikleri nedeniyle, AVM nidusunun geometrik özellikleri ve çevre dokunun radyobiyojik nitelikleri tedavinin başarısını belirleyen temel unsurlardır. Bu parametreler de GK tedavisi açısından, derin AVM'ler için özel risk teşkil etmezler (4-11). Dolayısıyla lezyonun derin yerleşimli olup olmaması, tedaviyi güçleştirici bir faktör değildir. Günümüzde mikrocerrahi, embolizasyon ve stereotaktik ışın cerrahisi derin AVM'lerin tedavisinde mortalite ve morbiditeyi azaltmak için birlikte veya tek başına kullanılırlar (12, 13, 14).

GK girişimi için uygunluk gösteren ve etkin sonuç beklenen AVM nidus boyutunun 40 mm ve daha altında olmasının gerektiği bilinmektedir (8-15). Anjiyografik tam kapanma (total oklüzyon) oranı AVM nidus boyutuyla ters orantılıdır (16-17). Bu özellik Spetzler-Martin AVM derecelendirilmesinde Gr3 ve daha altındaki AVM'ler için geçerlidir. Kapanan olgularımızın tamamına yakını bu sınır içinde olup Gr4 olguların kapanma oranının daha düşük olduğu bu çalışmada gösterilmiştir. Barrow'un (18) yaptığı çalışmada ventriküler trigon lokalizasyonlu 26 AVM olgusunda mortalite %4, morbidite %16 olarak saptanmıştır. Tew ve arkadaşları (19) 65 derin yerleşimli AVM olgusundan 39'una cerrahi uygulamış olup %3 mortalite ve %13 morbidite ile karşılaşmışlardır. Stein ve arkadaşlarının (20) 25 AVM'lik hipokampal lokalizasyonlu serisinde morbidite %17 olarak saptanmıştır. Lawton ve arkadaşları (21) GK öncesi total oklüzyon-eksizyon oranını %43, GK sonrasında ise %72 olarak bildirmişlerdir, benzer şekilde aynı çalışmada morbidite GK öncesi %7 iken, GK sonrası %2

olarak sunulmuştur. Bu bölgelerde mikrocerrahi girişimin potansiyel morbidite ve mortalite riskleri bulunduğu için, hastalar GK radyocerrahisi için uygun olarak değerlendirilmişlerdir. De Oliveira (22) talamik lokalizasyonlu 18 hastalık cerrahi serisinde 3 parsiyel rezeksiyon, 4 olguda preoperatif döneme göre kötüleşme ve 1 olguda ise mortalite bildirmiştir.

Kliniğimizde yaptığımız çalışmada derin yerleşimli AVM olgularının 2 yıllık tam kapanma oranları, embolizasyon sonrası GK ile tedavi edilen büyük AVM olgularının 2 yıllık tam kapanma oranlarından daha yüksek bulundu (23). Bu oranın yüksek olmasındaki en önemli etken hiç şüphesiz, derin bölge lokalizasyonlu AVM'lerin nidus boyutunun göreceli azlığı ve buna bağlı olarak AVM nidusunun aldığı Gamma Işını miktarının yüksek olmasıdır.

AVM'nin total eksizyonunu, AVM'nin total oklüzyonu ile aynı tedavi edici değerde kabul edersek, geometrik açıdan uygunluk gösteren (40mm'den küçük niduslu) derin yerleşimli AVM'lerde GK tedavisinin başarısı yukarıda sözü edilen mikrocerrahi ile tedavi edilmiş AVM olgularından daha iyidir. Ancak hasta seçimindeki ayırım kriterlerinin aynı olmaması, cerrahi düşünülen AVM'lerin GK serilerindeki AVM'lere göre daha büyük niduslu olmaları bu tür bir karşılaştırmanın güvenilirliğini sorunlu kılmaktadır. Bu nedenle her derin AVM olgusu bireysel değerlendirilmeli ve değerlendirmeyi yapan merkezin bu cerrahi alandaki morbidite ve mortalite oranları da hesaba katılarak karar verilmelidir.

Bu çalışmada sunduğumuz sonuçlara göre GK'ye uygun geometrik yapıda olan derin AVM'lerde radyasyona bağlı komplikasyonlar ve latent dönem kanamalarının neden olduğu kalıcı morbidite %8'dir, mortalite yoktur. Benzer morbidite ile tedavi oranları olan merkezlerde mikrocerrahi, derin AVM'ler için tercih edilmesi gereken yöntem olmalıdır, ancak derin AVM'lerin cerrahisi konusunda en deneyimli yazarlar (18, 19, 20, 21, 22) bile sunulan morbidite ve mortalite rakamlarının üzerinde komplikasyon yüzdesi vermişlerdir. Literatür ve GK'ye ait elimizdeki bulgular derin yerleşimli ve nidus çapı 40 mm'nin altında olan AVM'lerde GK sonuçlarının mikrocerrahi sonuçlarına göre daha az morbidite ve mortaliteye sahip olduğunu göstermektedir.

## KAYNAKLAR

1. Apostolides PJ, Lawton MT, Smith KA, Spetzler RF. Embolization and radiosurgery for AVMs. *J Neurosurg* 1997;86 (2): 318-9; discussion 320-1.,
2. Friedman WA. Radiosurgery for arteriovenous malformations. *Clin Neurosurg* 1995;42: 328-47,
3. Stein BM, Mohr JP, Sisti MB. Is radiosurgery all that it appears to be? *Arch Neurol* 1991;48: 19-20,
4. Steiner L, Lindquist C, Cail W, Karlsson B, Steiner M. Microsurgery and radiosurgery in brain arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 1993;79: 647-52,
5. Stieg PE, Friedlander RM, Loeffler JS, Alexander E, 3rd. Arteriovenous malformations: indications for stereotactic radiosurgery. *Clin Neurosurg* 2000;47: 242-8,
6. Chang SD, Adler JR, Jr. Current status and optimal use of radiosurgery. *Oncology (Huntingt)* 2001;15 (2): 209-16; discussion 219-21,
7. Hall EJ, Brenner DJ. The radiobiology of radiosurgery: rationale for different treatment regimes for AVMs and malignancies. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1993;25: 381-5.,
8. Kondziolka D, Lunsford LD, Flickinger JC. The radiobiology of radiosurgery. *Neurosurg Clin N Am* 1999;10: 157-66,
9. Larson DA, Flickinger JC, Loeffler JS. The radiobiology of radiosurgery. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1993;25: 557-61,
10. Steiner L, Lindquist C, Adler JR, Torner JC, Alves W, Steiner M: Clinical outcome of radiosurgery for cerebral arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 1992;77:1-8,
11. Steiner L, Lindquist C, Steiner M. Radiosurgery. *Adv Tech Stand Neurosurg* 1992;19: 19-102,
12. Bednarz G, Downes B, Werner-Wasik M, Rosenwasser RH. Combining stereotactic angiography and 3D time-of-flight magnetic resonance angiography in treatment planning for arteriovenous malformation radiosurgery. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2000;46: 1149-54,
13. Deruty R, Pelissou-Guyotat I, Amat D, Mottolese C, Bascoulergue Y, Turjman F, Gerard JP. Complications after multidisciplinary treatment of cerebral arteriovenous malformations. *Acta Neurochir* 1996;138: 119-31,
14. Ezura M, Takahashi A, Jokura H, Shirane R, Yoshimoto T. Endovascular treatment of aneurysms associated with cerebral arteriovenous malformations: experiences after the introduction of Guglielmi detachable coils. *J Clin Neurosci* 2000;7: 14-18,
15. Kobayashi S, Hongo K, Bhagwati SN, Rappaport ZH, Lawton MT, Spetzler RF. Management of arteriovenous malformations: Part II. *Surg Neurol* 1997;48: 2-6,
16. Karlsson B, Lax I, Soderman M. Can the probability for obliteration after radiosurgery for arteriovenous malformations be accurately predicted? *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1999;43: 313-9,
17. Karlsson B, Lindquist C, Steiner L. Prediction of obliteration after gamma knife surgery for cerebral arteriovenous malformations. *Neurosurgery* 1997;40: 425-30; discussion 430-1,
18. Barrow DL, Dawson R. Surgical management of arteriovenous malformations in the region of the ventricular trigone. *Neurosurgery* 1994;35: 1046-54,
19. Tew JM, Jr., Lewis AI, Reichert KW. Management strategies and surgical techniques for deep-seated supratentorial arteriovenous malformations. *Neurosurgery* 36: 1065-72, 1995.
20. Stein BM. Arteriovenous malformations of the medial cerebral hemisphere and the limbic system. *J Neurosurg* 1984;60: 23-31,

Konya ve ark.

21. Lawton MT, Hamilton MG, Spetzler RF. Multimodality treatment of deep arteriovenous malformations: thalamus, basal ganglia, and brain stem. Neurosurgery 1995;37: 29-35; discussion 35-6,  
22. de Oliveira E, Tedeschi H, Siqueira MG, Ono M, Rhoton AL, Jr. Arteriovenous malformations of the basal ganglia region:

rationale for surgical management. Acta Neurochir 1997;139: 487-506,

23. Kılıç T, Peker S, Konya D, Baltacıoğlu F, Çekirge S, Pamir MN. Büyük AVM'lerin tedavisinde Embolizasyon ve Gamma Knife tedavisinin birlikte kullanılması. Türk Nöroşirürji Dergisi 2003;13: 157-164,

## TEŞEKKÜR

Doç. Dr. Türker KILIÇ'ın Bilimsel faaliyetleri  
Türkiye Akademisi tarafından desteklenmektedir. (TÜBA)