

# Magnezyumun Kardiyopulmoner Baypas Cerrahisi Sonrası Nörokognitif Fonksiyonlar Üzerine Etkisi

## The Effect of Magnesium on Neurocognitive Functions After Cardiopulmonary By-pass Surgery

Mehmet YILMAZ,<sup>a</sup>  
Ufuk AYDIN,<sup>b</sup>  
Vildan KILIÇ YILMAZ,<sup>c</sup>  
Yasemin YAVUZ,<sup>d</sup>  
Tarık Buğra DENİZALTI,<sup>e</sup>  
Sevim CANIK<sup>f</sup>

<sup>a</sup>Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği,  
Kocaeli Derince Eğitim ve  
Araştırma Hastanesi, Kocaeli

<sup>b</sup>Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği,  
Bursa Yüksek İhtisas Eğitim ve  
Araştırma Hastanesi, Bursa

<sup>c</sup>Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği,  
Kocaeli Devlet Hastanesi, Kocaeli

<sup>d</sup>Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği,  
Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve  
Araştırma Hastanesi,

<sup>e</sup>Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği,  
Memorial Ataşehir Hastanesi,

<sup>f</sup>Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği,  
Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp ve  
Damar Cerrahisi Eğitim ve  
Araştırma Hastanesi, İstanbul

Geliş Tarihi/Received: 20.08.2014

Kabul Tarihi/Accepted: 07.11.2014

Yazışma Adresi/Correspondence:  
Ufuk AYDIN

Bursa Yüksek İhtisas Eğitim ve  
Araştırma Hastanesi,  
Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, Bursa,  
TÜRKİYE/TURKEY  
nesruf@isnet.net.tr

**ÖZET Amaç:** Postoperatif kognitif fonksiyon bozukluğu kalp ameliyatlarından sonra sık görülür ve önemli bir sorundur. Bu durum multifaktöriyel karakterli olarak bilinmesine rağmen fizyopatolojik süreçleri hâlâ tam olarak açıklanamamıştır. Son yıllarda yaşanan büyük teknolojik değişikliklere rağmen, kalp ameliyatları sonrası postoperatif kognitif disfonksiyon yaygın görülen bir durumdur ve önemli sayıda bireyde bilişsel işlev kaybı değişik derecelerde karakterize şiddetli lezyonlara neden olmaktadır. Bu çalışmada, serebral koruma üzerine olumlu etkileri gösterilmiş olan magnezyumun koroner arter baypas greft ameliyatı sonrası nörokognitif fonksiyonlar üzerine olumlu etkileri araştırılmıştır. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmaya, koroner arter baypas greft ameliyatı planlanan "The American Society of Anesthesiologists (ASA)" III grubu, 97 (77 erkek, 20 kadın; ort. yaş 58,82±8,8 yıl) hasta dâhil edilmiştir. Hastalar grup 1 (ameliyat sırasında magnezyum düzeyi yükseltilen; n=50) ve grup 2 (kontrol; n=47) olarak randomize iki gruba ayrılmıştır. Nörokognitif fonksiyonlar ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası mini mental test, sayı menzili testi, iz sürme testi, "Stroop" renk-keleme, verbal akıcılık testleri kullanılarak değerlendirilmiştir. **Bulgular:** İki grup arasında demografik özellikler bakımından fark saptanmamıştır. Her iki grupta da verbal akıcılık, iz sürme, sayı menzili, "Stroop" testlerinde ameliyat sonrası performanslarda azalma görülmüştür. İz sürme testi-A, verbal akıcılık testi-1 ve sayı menzili ileri testinde magnezyum verilen grupta nörokognitif fonksiyonlarda bozulmanın kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde az olduğu görülmüştür. **Sonuç:** Nöroprotektan özelliği bilinen magnezyumun koroner arter baypas greft ameliyatı geçiren hastalarda nörokognitif fonksiyonlar üzerine olumlu etkileri vardır.

**Anahtar Kelimeler:** Kardiyopulmoner baypas; magnezyum sülfat; biliş bozuklukları

**ABSTRACT Objective:** Postoperative cognitive dysfunction, frequent in cardiac surgeries, leads to major consequences. The physiopathological processes involved in this condition are still not completely elucidated, though its multifactor character is known. Although heart surgery procedures have gone through major technological changes in recent decades, postoperative cognitive dysfunction remains a common event and causes severe lesions characterized by varying degrees of cognitive loss in a significant number of individuals. In the present study, the effects of magnesium, which has beneficial effects to cerebral protection, on neurocognitive functions after coronary artery by-pass surgery were investigated. **Material and Methods:** Coronary artery bypass graft surgery planned 97 ASA III patients (77 male, 20 female, mean. Age 58.82±8.8 years) were included into the study. Patients were randomly divided into two groups; group 1 (n=50) with elevated magnesium levels during surgery, group 2 (n=47) as the control group. In preoperative and postoperative assessment of neurocognitive functions, mini-mental test, digit span test, trail making test, Stroop color-word, verbal fluency tests were used. **Results:** There was no difference in demographic characteristics between the groups. In both groups, after the surgery a reduction in verbal fluency, trail making, number range, a reduction in Stroop test performance was observed. In trail making test-A, verbal fluency test-1 and the advanced range of number test, the deterioration of neurocognitive functions were found significantly less compared to the control group. **Conclusion:** Magnesium, that has known neuroprotectant feature, has positive effects on neurocognitive functions in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery.

**Key Words:** Cardiopulmonary bypass; magnesium sulfate; cognition disorders

Son yıllarda kardiyopulmoner baypas (KPB) sonrası mortalite ve morbiditedeki azalmalara rağmen nörolojik ve nörokognitif fonksiyon bozukluğu gibi komplikasyonlar önemli bir risk oluşturmaktadır.<sup>1</sup> KPB sonrası görülen serebral komplikasyonlar; %3-6 oranında görülen inme, geçici iskemik atak, stupor ve koma gibi ciddi komplikasyonlar ve %60 oranında görülen entelektüel bozukluk, konfüzyon, ajitasyon, oryantasyon bozukluğu, bellek kusuru gibi komplikasyonlardır.<sup>2,3</sup>

Serebellar iskemi sonrası nöron hasarı, nöronlar ve gliadan salınan glutamata atfedilmektedir.<sup>4,5</sup> Glutamat reseptörünün kontrolü, klinik çalışmalarda ve hayvan deneylerinde umut vaat etmektedir ve bir N-metil-D-aspartik (NMDA) asit antagonisti olan remasemidin, kardiyak cerrahi sonrası nöropsikolojik disfonksiyonu azalttığı gösterilmiş, ancak çok sayıda yan etkisi (ataksi, baş dönmesi, yorgunluk, halsizlik, uyuşukluk, baş ağrısı ve karın ağrısı) bildirilmiştir.<sup>6</sup> Nonkompetitif NMDA asit reseptör antagonisti olan magnezyum (Mg) bu tür bir toksisiteye yol açmamakta ve başka yollarla da iskemik beyin hasarını kontrol etmemektedir.<sup>5,7-11</sup> Serebral koruma için gerekli serum Mg seviyesi kesin olarak belirlenmiş olmamasına rağmen, hayvan deneylerinde 3,62 mg/dL'lik konsantrasyonunun iskemik beyin hasarındaki histolojik infarkt hacmini azalttığı gösterilmiştir.<sup>12</sup> Ayrıca, akut inmede, serum Mg seviyelerini normalin 1,5-2 katına kadar artırmanın yarar sağladığı bildirilmiştir.<sup>13</sup>

Bu çalışmada, koroner arter baypas greft (KABG) ameliyatı geçiren, plazma Mg düzeyi iki katına yükseltile ve yükseltilmeyen hastalarda ameliyat öncesi ve sonrası nörokognitif fonksiyonlar karşılaştırılmış ve serebral koruma üzerine olumlu etkileri gösterilmiş olan Mg'nin KABG ameliyatı sonrası nörokognitif fonksiyonlar üzerine olumlu etkileri araştırılmıştır.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmaya, kurumsal değerlendirme ve etik kurulunun tam onayı alınarak KABG ameliyatı planlanan, "The American Society of Anesthesiologists (ASA) III grubu, 97 (77 erkek, 20 kadın; ort. yaş

58,82±8,8 yıl; dağılım 37-75 yıl) hasta dâhil edildi. Hastalar grup 1 (ameliyat sırasında magnezyum düzeyi yükseltile; n=50=, grup 2 (kontrol; n=47) olarak randomize iki gruba ayrıldı. Ameliyat öncesi nörolojik muayene ile nörolojik fonksiyonları normal olarak değerlendirilen, önceden nörolojik olay geçirmemiş, 75 yaş altı, en az ilkökul mezunu olan, okuma yazma bilen, görme kaybı olmayan, renk körlüğü bulunmayan hastalar çalışmaya dâhil edildi. Kalp kapak hastalığı bulunan ve karotis renkli Doppler ultrasonografi sonucu karotis arterler lezyonu olan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Bütün hastalar, operasyondan bir gün önce, uygulanacak ameliyat ve anestezi tekniği hakkında bilgilendirildi. Hastalar kantitatif olarak kognitif fonksiyonları (oryantasyon, hafıza, dikkat, görsel ve motor beceriler) değerlendiren bir tarama testi olan Mini Mental Durum Testi [Mini Mental State Examination (MMSE)] ile değerlendirildi. Bu testten 24 ve üzeri puan alan hastalarla çalışmaya devam edildi. Nörokognitif fonksiyonları değerlendirmek için hastalara sırasıyla sayı menzili, ileri-geri (SMTİ, SMTG), iz sürme A-B, "Stroop" renk-kelime, verbal akıcılık testleri uygulandı. Nörokognitif fonksiyonları değerlendiren testler ve değerlendirdikleri bilişsel işlevler Tablo 1'de görülmektedir.

Bütün hastaların operasyonları standart anestezi protokolü ile beraber standart cerrahi teknik ile gerçekleştirildi. Çalışma grubunun prime solüsyonunun içine ilave olarak 2.000 mg Mg sülfat eklendi. KPB sırasında her 15 dakikada bir arteriyel kan gazı kontrolü yapılarak, Mg düzeylerinin normal plazma düzeyinin iki katı olacak şekilde Mg

**TABLO 1:** Nörokognitif fonksiyonlar ve testler.

Bellek, çalışma belleği ve öğrenme	Mini Mental Durum Testi
Dikkat	Sayı Menzili Testi (Digit Span Test)
Dil işlevleri	İz Sürme Testi (Trail Making Test) "Stroop" Testi
Frontal aks testleri	Verbal Akıcılık Testi "Stroop" Testi İz Sürme Testi
Emosyonel durum	"Beck" Depresyon Ölçeği

sülfat ilavesine devam edildi. Kontrol grubuna ise operasyonun herhangi bir aşamasında Mg sülfat verilmedi.

## İSTATİSTİKSEL ANALİZ

İstatistiksel analizler için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 15.0 programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken, tanımlayıcı istatistiksel metotların (Ortalama, Standart sapma, frekans) yanı sıra normal dağılım gösteren niceliksel verilerin yaş, Mg, PH, PCO<sub>2</sub>, Hct, pompa süresi, kros süresi, hipotermi, MMSE; verbal akıcılık 1 ve 2 ve iz sürme testi A, B ölçümlerinin gruplar arası karşılaştırmalarında Student-t testi; grup içi karşılaştırmalarında ise paired sample-t testi kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen SMTİ, SMTG, "Stroop 1" ve 2 ölçümleri ve değişim farklarının gruplar arası karşılaştırmalarında Mann Whitney U test; grup içi karşılaştırmalarında ise Wilcoxon işaret testi kullanıldı. Niteliksel veri olan cinsiyetin karşılaştırılmasında ki-kare testi, parametreler arasındaki ilişkilerin incelenmesinde ise Pearson korelasyon testi kullanıldı. Sonuçlar %95 güven aralığında, anlamlılık p<0,05 düzeyinde değerlendirildi.

## BULGULAR

Çalışmaya dâhil edilen toplam 97 hastanın 77'si erkek, 20'si kadın; ort. yaş 58,82±8,8 yıl; dağılım 37-75 yıl idi. Gruplar arasında demografik özellikler açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu (Tablo 2). Gruplar arası ek hastalıklar, KPB soğuma ısı'ları ve baypas sayıları arasında fark saptanmadı. Grup 1'deki olguların KPB süreleri ve kros klemp süreleri grup 2'deki olguların sürelerinden anlamlı derecede düşüktü ve Grup 1'deki olguların KPB Mg düzeyleri grup 2'deki olguların düzeylerinden ileri derecede anlamlı yüksek saptandı (Tablo 3).

SMTİ'de her iki grupta da ameliyat öncesi değerler arasında fark saptanmadı. Ameliyat sonrası değerler her iki grupta da ameliyat öncesi değerlere göre daha düşük saptandı. Grup 1'deki ameliyat sonrası değerler grup 2'deki değerlere göre anlamlı derecede yüksek saptandı. SMTG'de her iki grupta da ameliyat sonrası değerlerde anlamlı

**TABLO 2:** Grupların demografik özellikleri.

		Grup 1	Grup 2	p
		Ort±SD	Ort±SD	
Yaş		58,89±9,14	58,76±8,57	0,941
Kilo		76,53±10,38	76,04±9,78	0,811
MMSE		27,57±1,78	27,42±1,81	0,673
		n (%)	n (%)	
Cinsiyet	Kadın	8 (17,0)	12 (24,0)	0,396
	Erkek	39 (83,0)	38 (76,0)	

MMSE: Mini Mental Durum Testi.

**TABLO 3:** Ek hastalıklar ve ameliyat verileri.

		Grup 1	Grup 2	p
		n (%)	n (%)	
Hipertansiyon		15 (31,9)	20 (40,0)	0,407
Diyabet		19 (40,4)	24 (48,0)	0,453
Depresyon		9 (19,1)	7 (14,0)	0,495
Baypas sayısı		2,7±1,0	2,8±0,8	0,527
Pompa ısı		30,47±1,04	30,12±1,24	0,139
KPB süresi (dakika)		73,72±16,69	84,06±23,38	0,014
Kros klemp süresi (dakika)		48,81±10,50	56,50±19,72	0,018
Mg KPB'den önce		1,2±0,15	1,17±0,16	0,211
Mg KPB'de		3,7±2,5	1,5±0,89	0,001

KPB: Kardiyopulmoner baypas süresi.

**TABLO 4:** Sayı Menzili Testi.

		Grup 1	Grup 2	p
		Ort±SD	Ort±SD	
		(medyan)	(medyan)	
SMTİ	Preoperatif	5,85±0,86	5,66±1,06	0,320
	Postoperatif	5,15±0,93	4,70±0,99	
	Grup içi p	0,001	0,001	
SMTG	Preoperatif	4,44±0,90	4,32±0,86	0,317
	Postoperatif	3,85±1,04	3,62±0,85	
	Grup içi p	0,001	0,001	

Ort.±SS: Ortalama ± standart sapma; SMTİ: Sayı Menzili Testi İleri; SMTG: Sayı Menzili Testi Geri.

düşme saptandı, ancak gruplar arasında fark görülmedi (Tablo 4).

Verbal akıcılık testinin 1. aşaması verilerine göre gruplar arasında hem ameliyat öncesi hem de ameliyat sonrası dönem arasında fark saptanmadı. Ancak, her iki grupta da ameliyat sonrası dönemde

anlamli düşme saptandı. Öncesine göre sonrası farkları alınarak yapılan değerlendirmede ise; verbal akıcılık testinin 1. aşamasında grup 2'deki düşüş istatistiksel olarak grup 1'den daha yüksek saptandı. Verbal akıcılık testinin 2. aşaması verilerine göre grup 1'deki ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası değerler grup 2'deki değerlerden anlamlı yüksek saptandı. Her iki grupta da ameliyat sonrası dönemdeki değerlerde anlamlı düşme saptandı. Ancak öncesine göre sonrası farkları alınarak yapılan değerlendirmede ise; verbal akıcılık testinin 2. aşamasında gruplar arasında fark saptanmadı (Tablo 5).

İz sürme testinin 1. aşamasında ameliyat öncesi gruplar arasında fark saptanmadı. Ancak ameliyat sonrası grup 2'de anlamlı yükseklik saptandı. Her iki grupta da ameliyat sonrası artış görüldü. İz sürme testinin 2. aşamasında ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı (Tablo 6).

“Stroop” testinin her iki aşamasında da grupların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası dönem-

**TABLO 5: Verbal Akıcılık Testi.**

		Grup 1	Grup 2	p
		Ort±SD	Ort±SD	
Verbal	Preoperatif	20,42±5,98	19,56±5,78	0,470
Akıcılık-1	Postoperatif	17,62±5,08	15,70±4,95	0,063
	Grup içi p	0,001	0,001	
	Değişim farkı	2,80±2,76	3,86±2,53	0,048
Verbal	Preoperatif	12,02±1,95	11,00±2,31	0,021
Akıcılık-2	Postoperatif	9,51±1,85	8,52±2,59	0,032
	Grup içi p	0,001	0,001	
	Değişim farkı	2,51±1,48	2,48±1,18	0,911

Ort.±SS: Ortalama±standart sapma.

**TABLO 6: İz Sürme Testi.**

		Grup 1	Grup 2	p
		Ort±SD	Ort±SD	
İz Sürme	Preoperatif	51,83±14,29	58,32±19,42	0,063
Testi-A	Postoperatif	60,42±16,62	71,20±30,79	0,034
	Grup içi p	0,001	0,001	
İz Sürme	Preoperatif	99,79±20,52	106,60±30,07	0,194
Testi-B	Postoperatif	111,30±26,28	125,48±46,65	0,063
	Grup içi p	0,001	0,001	

Ort.±SS: Ortalama±standart sapma.

**TABLO 7: “Stroop” Testi.**

		Grup 1	Grup 2	p
		Ort±SD/ (medyan)	Ort±SD/ (medyan)	
“Stroop”-1	Preoperatif	2,27±2,15 (2)	2,42±2,26 (2)	0,779
	Postoperatif	3,32±2,60 (2)	3,68±2,87 (3,5)	0,651
	Grup içi p	0,001	0,001	
“Stroop”-2	Preoperatif	3,68±2,69 (3)	3,74±2,99 (3)	0,939
	Postoperatif	5,08±3,80 (4)	5,36±3,48 (4)	0,558
	Grup içi p	0,001	0,001	

Ort.±SS: Ortalama±standart sapma.

lerdeki hata sayıları arasında fark saptanmadı. Ancak her iki grupta da hata sayılarında ameliyat sonrası dönemde artış saptandı (Tablo 7).

## TARTIŞMA

KPB'ye bağlı nörokognitif fonksiyon bozuklukları hastaların yaşam kalitelerini olumsuz etkilediği için kalp cerrahisinin önemli sorunlarından biridir. KPB cerrahisindeki gelişmelere, nöromonitörizasyondaki ilerlemelere rağmen nörolojik komplikasyonlarla ilgili fazla bir gelişme olmamıştır. İnme veya hipoksik ensefalopatiye bağlı ölüm, ölümle sonuçlanmayan yeni inme, geçici iskemik atak, stupor ve koma gibi komplikasyonlar %3-6 oranda görülmekte iken yeni entelektüel bozukluk, konfüzyon, ajitasyon, oryantasyon bozukluğu, bellek kusuru ve nöbet gibi komplikasyonlar %60 oranında görülmektedir.<sup>2,3,14</sup>

Ameliyat sonrası kognitif fonksiyonda azalmanın patofizyolojik mekanizması kesin olarak bilinmemektedir. Ancak multifaktöriyel olduğu düşünülmektedir. Serebrovasküler hastalık öyküsü, saptanamayan kognitif bozukluk veya demans, hipertansiyon, diyabet veya periferik arter hastalığı kişisel risk faktörleridir. Cerrahi teknik, hipotansiyon, hastalıklı aortanın manipölasyonu, genel anestezinin etkileri ve hipotermi ameliyata ait risk faktörleridir.<sup>15</sup>

Dieler ve ark. KPB'li ve KPB'siz KABG uygulanan olgularda kognitif bozuklukları karşılaştı-

dıkları çalışmada, KPB grubunda %90'a varan oranda bozulma gözlemlerken, KPB'siz grupta hiç bozulma olmamasını direkt KPB'nin etkisine bağlamışlardır.<sup>16</sup> KPB'li hastalarda nörokognitif fonksiyonlardaki bozulmanın KPB'nin süresi ile ilgili olduğunu bildiren çalışmalar vardır.<sup>17,18</sup> Ancak Selnes ve ark., kısa ve uzun süreli kognitif fonksiyonlarda değişikliklerin gelişmesinde KPB ile ilişkili klasik önlemlerin (KPB veya aortik kros klemp sürelerinin) hiçbir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.<sup>19</sup> Vingerhoets ve ark., kardiyak cerrahi sonrası kognitif disfonksiyona neden olabilen hipoperfüzyon veya mikroembolik olayların etkisiz olmadığını, ancak mikroembolik olayların baypas süresi boyunca sabit olmadığını, özellikle KPB'nin başlangıcı esnasında veya aortik klempin kaldırılması gibi belirli cerrahi işlemler sırasında olabileceğini bildirmişlerdir.<sup>20</sup>

Serebellar iskemisi sonrası nöron hasarı, nöronlar ve gliadan salınan glutamata atfedilmektedir. Glutamat reseptörünün kontrolü, klinik çalışmalarda ve hayvan çalışmalarında umut vaat etmektedir. Mg, bilinen bir nonkompetitif NMDA reseptör antagonistidir.<sup>4,5</sup> Remasemid, kardiyak cerrahi sonrası nöropsikolojik disfonksiyonu azaltmıştır, ancak çok sayıda yan etkisi (ataksi, baş dönmesi, yorgunluk, hâlsizlik, uyuşukluk, baş ağrısı ve karın ağrısı) vardır.<sup>6</sup> Mg bu tür bir toksisiteye yol açmamakta ve Mg başka yollarla da iskemik beyin hasarını kontrol etmektedir.<sup>5,7-9</sup>

Hayvan modellerinde, hasar öncesi beyin Mg seviyesinde eksiklik olması fonksiyonel defisitleri alevlendirmekte ve hasar sonrasında Mg seviyelerinde görülen azalmanın önlenmesi beyin hasarı sonrasında gelişen fonksiyonel defisiti azaltmaktadır.<sup>21,22</sup>

Mg hem kalsiyum kanal blokeri hem de NMDA reseptör antagonisti olarak görev almaktadır. Magnezyum sülfat (MgSO<sub>4</sub>)'ın iskemisi ve travma nedeni ile oluşan nöronal hasarı önlediği gösterilmiştir.<sup>10,11</sup> Deneysel omurilik iskemisinden sonra da Mg tedavisi nörolojik disfonksiyonu iyileştirmiştir. Mg'nin nöroprotektif etkisi, kan akımının artışıyla vazodilatasyon yaparak sağlaması ile;

hücre içi kalsiyum birikimini önleyerek hücre ölümünü önlemesi ile ve hiperglisemik etkisiyle nöronları koruması ile açıklanmaktadır.<sup>10,11</sup> Deneysel çalışmalar, hücre yoğunluğunda ortalama %16'lık artış sağlayan Mg'nin glutamatın neden olduğu glial hücre ölümünü tam olarak önleyememekle birlikte olayı etkileyen çok sayıda faktörden biri olabileceğini ortaya koymaktadır. Çalışmalarda Mg'nin santral sinir sistemi üzerine iskemi ve travma nedeni ile oluşan nöronal hasarı önlediği ve Mg'nin nörolojik disfonksiyonu iyileştirici etkilerini göstermek üzere birçok hayvan deneyi yapılmıştır.<sup>10,11,21,22</sup>

Çalışmamızda KABG ameliyatı geçiren hastalarda Mg'nin nörokognitif fonksiyonlar üzerine olumlu etkileri araştırılmıştır. Her iki grupta da ameliyat sonrası nörokognitif fonksiyon testlerinde ameliyat öncesi testlere göre bozulmalar olduğu görülmüştür. Ancak, Mg uygulanan grupta kontrol grubuna göre nörokognitif fonksiyonlarda bozulmanın daha sınırlı kaldığı saptanmıştır. Her iki grupta da verbal akıcılık, iz sürme, sayı menzili, "Stroop" testlerinde ameliyat sonrası performanslarda azalma olduğu görülmüştür. İz sürme testi-A, verbal akıcılık testi-1 ve SMTİ'de Mg verilen grupta nörokognitif fonksiyonlarda bozulmanın kontrol grubuna göre anlamlı az olduğu görüldü. Mg verilen grupta nörokognitif fonksiyonların korunmasında tartışmalı risk faktörleri olan KPB süresi ve kros klemp süresinin anlamlı düzeyde kısa olması Mg'nin nörokognitif fonksiyonlarda bozulmayı sınırladığı sonucunu değiştirmede kanaatindeyiz. Kısa ve uzun süreli kognitif fonksiyonlarda değişikliklerin gelişmesinde KPB ile ilişkili klasik önlemlerin (KPB veya aortik kros klemp sürelerinin) hiçbir etkisinin olmadığını gösteren çalışmalar bizi desteklemektedir.<sup>19</sup>

Sonuç olarak, KABG ameliyatı geçiren hastalarda ameliyat sonrası nörokognitif fonksiyon bozukluğu beklenen bir tablodur. Mg'nin nöroprotektan özelliği çeşitli hayvan deneyleri ile gösterilmiştir. KABG ameliyatı geçiren hastalarda Mg'nin nörokognitif fonksiyonlar üzerine olumlu etkileri olduğu kanaatindeyiz.

## KAYNAKLAR

1. Di Carlo A, Perna AM, Pantoni L, Basile AM, Bonacchi M, Pracucci G, et al. Clinically relevant cognitive impairment after cardiac surgery: a 6-month follow-up study. *J Neurol Sci* 2001;188(1-2):85-93.
2. Kadioğlu HK. [Adult Cardiac Surgery, Neurological Complications of Open Heart Surgery]. Paç M, Akçevin A, Aykut Aka S, Büket S, Saroğlu T, editörler. *Kalp ve Damar Cerrahisi*. 1. Baskı. Ankara: Medikal & Nobel; 2004. p.900-1.
3. Ricksten SE. Cerebral dysfunction after cardiac surgery-are we moving forward? *Curr Opin Anaesthesiol* 2000;13(1):15-9.
4. Obrenovitch TP, Urenjak J. Altered glutamatergic transmission in neurological disorders: from high extracellular glutamate to excessive synaptic efficacy. *Prog Neurobiol* 1997;51(1):39-87.
5. Mayer ML, Westbrook GL, Guthrie PB. Voltage-dependent block by Mg<sup>2+</sup> of NMDA responses in spinal cord neurones. *Nature* 1984;309(5965):261-3.
6. Arrowsmith JE, Harrison MJ, Newman SP, Stygall J, Timberlake N, Pugsley WB. Neuroprotection of the brain during cardiopulmonary bypass: a randomized trial of remacemide during coronary artery bypass in 171 patients. *Stroke* 1998;29(11):2357-62.
7. Ema M, Gebrewold A, Altura BT, Zhang A, Altura BM. Alcohol-induced vascular damage of brain is ameliorated by administration of magnesium. *Alcohol* 1998;15(2):95-103.
8. Iseri LT, French JH. Magnesium: nature's physiologic calcium blocker. *Am Heart J* 1984;108(1):188-93.
9. Kowaltowski AJ, Naia-da-Silva ES, Castilho RF, Vercesi AE. Ca<sup>2+</sup>-simulated mitochondrial reactive oxygen species generation and permeability transition are inhibited by dibucaine or Mg<sup>2+</sup>. *Arch Biochem Biophys* 1998;359(2):77-81.
10. Marinov MB, Harbaugh KS, Hoopes PJ, Pikus HJ, Harbaugh RE. Neuroprotective effects of preischemia intraarterial magnesium sulfate irreversible focal cerebral ischemia. *J Neurosurg* 1996;85(1):117-24.
11. Lee EJ, Ayoub IA, Haris FB, Hassan M, Ogilvy CS, Maynard KI. Mexiletine and magnesium independently, but not combined, protect against permanent focal cerebral ischemia in Wistar rats. *J Neurosci Res* 1999;58(3):442-8.
12. Cosgrove DM, Loop FD, Lytle BW, Baillet R, Gill CC, Golding LA, et al. Primary myocardial revascularization. Trends in surgical mortality. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984;88(5 Pt 1):673-84.
13. Muir KW, Less KR. A randomized, double-blind, placebo-controlled pilot trial of intravenous magnesium sulfate in acute stroke. *Stroke* 1995;26(7):1183-8.
14. Murkin JM. Attenuation of neurologic injury during cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2001;72(5):S1838-44.
15. Heijmeriks JA, Dassen W, Prenger K, Wellens HJ. The incidence and consequences of mental disturbances in elderly patients post cardiac surgery-a comparison with younger patients. *Clin Cardiol* 2000;23(7):540-6.
16. Dieler A, Hirsch R, Schneider F, Schilling LO, Falk V, Rauch T, et al. Neuromonitoring and neurocognitive outcome in off-pump versus conventional coronary bypass operation. *Ann Thorac Surg* 2000;69(4):1162-6.
17. Murkin JM, Martzke JS, Buchan AM, Bentley C, Wong CJ. A randomized study of the influence of perfusion technique and pH management in 316 patients undergoing coronary artery bypass surgery. II Neurologic and cognitive outcomes. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995;110(2):349-62.
18. Roth DLW, Rothstein P, Thomas SJ. Anesthesia for cardiac surgery. In: Barash PG, ed. *Clinical Anesthesia*. 3<sup>rd</sup> ed. New York: Lippincott-Raven; 1996. p.852-3.
19. Selnes OA, Goldsborough MA, Borowicz LM Jr, Enger C, Quaskey SA, McKhann GM. Determinants of cognitive change after coronary artery bypass surgery: a multifactorial problem. *Ann Thorac Surg* 1999;67(69):1669-76.
20. Vingerhoets G, Van Nooten G, Vermassen F, De Soete G, Jannes C. Short-term and long-term neuropsychological consequences of cardiac surgery with extracorporeal circulation. *Eur J Cardiothorac Surg* 1997;11(3):424-31.
21. Saatman KE, Bareyre FM, Grady MS, McIntosh TK. Acute cytoskeletal alterations and cell death induced by experimental brain injury are attenuated by magnesium treatment and exacerbated by magnesium deficiency. *J Neuropathol Exp Neurol* 2001;60(2):183-94.
22. McIntosh TK, Faden AI, Yamakami I, Vink R. Magnesium deficiency exacerbates and pre-treatment improves outcome following traumatic brain injury in rats: 31 P magnetic resonance spectroscopy and behavioral studies. *J Neurotrauma* 1988;5(1):17-31.