

# Miyelografide Kullanılan Kontrast Maddelerin Medulla Spinalis Üzerine Etkileri\*

Yrd. Doç. Dr. Sait POLA T\*\*  
Prof. Dr. Sebahattin HACIYAKUPOĞLU\*\*\*  
Yrd. Doç. Dr. Ufuk Ö. METE\*\*  
Yrd. Doç. Dr. Bahar KAYA\*\*\*\*  
Prof. Dr. Mehmet KAYA\*\*

Miyelografi amacıyla bugüne kadar pek çok çeşit ajan kullanılmış bu kullanıma bağlı olarak ortaya çıkan zararlı etkiler geniş olarak incelenmiştir (4,5,7,9,12,14,16-19,21-23). Baş ağrısı, bulantı, baş dönmesi, genel ya da lokal konvülsiyonlar, akut mental semptomlar, disorientasyon ve hallüsinasyonlar en sık rastlanan bulgular olarak rapor edilmiştir (7,18,20,22,23). Shapiro (1975) (18) iyi bir mediumda bulunması gereken özellikleri; 1 serebrospinal sıvı ile karışabilmeleri, 2 tam olarak resorbe edilebilmeleri, 3 lokal ve sistemik toksik etkilere sahip olmamaları, 4 inert olmaları ve 5 güçlü radyo-opak özellikte olmaları şeklinde belirtmiştir. Tomografi ve magnetik rezonans uygulamaları sonucunda (3,21) myelografi bugün için serebral ve spinal yapısal bozuklukların değerlendirilmesinde eski önemini yitirmesine rağmen, hala oldukça önemli bir kullanım alanına sahiptir. Kontrast maddelerin kullanımına bağlı olarak meydana gelen yapısal değişikliklerle ilgili çalışmaların çoğunluğu ışık mikroskopik seviyede yapılmış olup (11,13) bu konuda yapılan ultrastrüktüel çalışmalar az sayıdadır (2,13). Bu çalışmada yaygın kullanım alanına sahip olan kontrast maddelerin tek başlarına ve steroidle birlikte verilmesinin kedi medulla spinalisi üzerine etkilerini ayrı ayrı ve karşılaştırmalı olarak ince yapı düzeyinde araştırmayı amaçladık.

## MATERYEL VE METOD

Bu çalışmada ağırlıkları 3-4 kg. arasında 40 erişkin erkek kedi kullanıldı. 1. grupta 16 kedi bulunuyordu. Denekler 0.5'er cc radyo-opak maddenin (lipiodol, amipaque, conray ve myodil) tek tek verildiği 4'er kediden oluşan 4 subgruba ayrıldı. 2. grupta da 16 kedi bulunuyordu. Bu gruba 0.5 cc radyo-opak maddeye ilave olarak 0.3 cc dexamethason ve conray+dexamethason) verildiği 4'er kediden oluşan dört subgruba ayrıldı.

\*\* Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Histoloji-Embriyoloji BD,

\*\*\* Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji ABD

\*\*\*\* Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji ABD,  
Balcalı-ADANA

\* Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi 91-4 notu  
Elektron Mikroskopi altyapı projesi kapsamında yapılmıştır.

Kediler 35mg/kg pentobarbital ile uyutularak L<sub>3-4</sub> mesafelerine 8 no'lu iğne ile girilerek 3-4 damla BOS alınımını takiben radyo-opak maddeler intratekal olarak verildiler. Eşit diyetle beslenen kedilerden myelografiden 15 gün sonra aynı yöntemle uyutulduktan sonra medulla spinalis biopsileri elde edildi. Her bir alt gruptan bir kedi olmak üzere 8 denek de çalışmada kontrol grubu olarak değerlendirildiler.

Dokular alındıktan hemen sonra Millonig fosfat tamponu (10) ile hazırlanmış (pH:7.4) %5 glutaraldehit solüsyonu ile 4 saat süreyle tespit edildiler. Daha sonra 2 saat süreyle %1'lik Osmik asit ile ikinci kez tesbit edilen doku parçaları, etil alkolde dehidrate edildi ve araldit içerisine gömüldüler. Elde edilen bloklardan alınan ince kesitler uranyl asetat ve lead sitrat ile boyandı. Zeiss E.M 10 B mikroskobu ile incelendi.

## BULGULAR

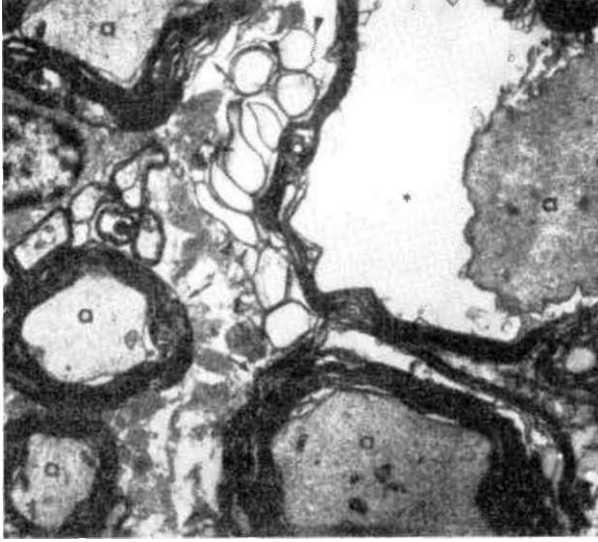
### 1. GRUP

#### Lipiodol verilerek yapılan myelografiden sonra:

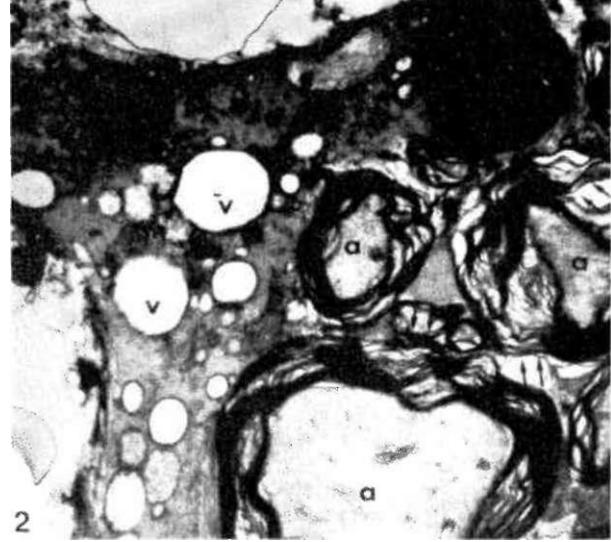
Sinir lifleri myelin kılıflarının çoğu alanlarda normal konsentrik düzenlenmelerinin kaybolduğu, myelin lamellerinin parçalanmaları ve birbirinden ayrılmaları sonucu myelin kılıf içerisinde geniş, düzensiz boşlukların oluştuğu dikkat çekmekteydi. Bu tip alanlarda aksonların büzüşmesi sonucu akson ile myelin kılıf arasında geniş boşluklar oluşmuştu. Ek: Dejenerasyonun belirgin olduğu liflerde myelin kılıfın çevresinde myelinle çevrili boşluklar şeklinde bulundukları izlenmekteydi (Şekil 1).

#### Amipaque verilerek yapılan myelografiden sonra:

Bu grupta özellikle geniş çaplı aksonlarda myelin kılıf lamellerinin konsentrik düzenlenmelerinin bozulduğu, myelin lamellerinin parçalanmaları ile myelin kılıfta fokal yapısal bozuklukların oluştuğu izlenmekteydi.



Sekili. Sinir lifleri myelin kılıfların çoğunlukla parçalandıkları (oklar), aksonların (a) büzüşmelerine bağlı olarak akson ile myelin kılıf arasında geniş aralıkların oluştuğu izlenmektedir (\*). Ayrıca dejenerasyonun belirgin olduğu liflerde myelin kılıf periferindeki bozulmalar görülmektedir (ok başları). X 8.838.



Şekil 2. Sinir lifleri myelin kılıflarında yapısal bozukluklar dikkati çekmektedir (oklar). Glia hücrelerinde (Gh) çekirdeklerinde (Ç) heteokmatin artışları, sitoplazmada fibriler yapılarda artış, (f) mitokondriyonlarda (m) genişleme ile sitoplazmada vakuollerin (V) varlığı izlenmektedir. Akson (a). X 10.850.

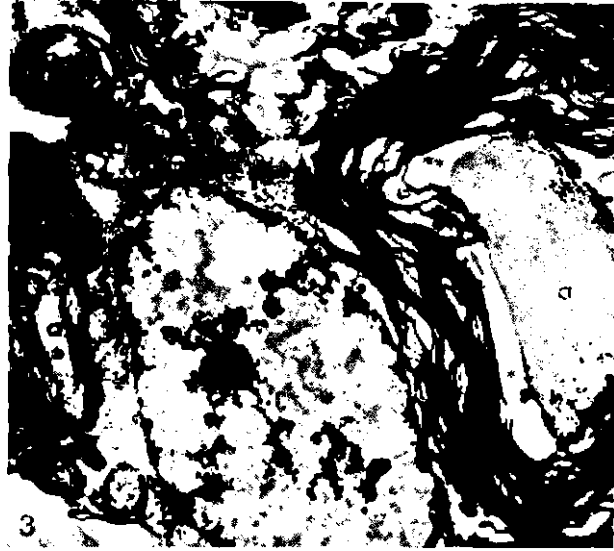
Aksoplazma içerisinde nörofibril ve nörofilamanların varlığı belirgindi. Nöroglial hücrelerde sitoplazmada fibriler yapılarda artma, mitokondriyonlarda şişme ve kristallerinde parçalanmalar ile geniş vakuollerin varlığı dikkat çekiciydi (Şekil 2).

Conray verilerek yapılan myelografiden sonra: Çoğu alanlarda myelin kılıf lamellerinin birbirlerinden ayrılmaları sonucunda myelin kılıfta geniş boşlukların oluştuğu izlenmekteydi. Muhtemelen myelin kılıf yapısında meydana gelen bozukluğa bağlı olarak, aksonlar etrafında yer yer anormal myelin yapılarına rastlanmaktaydı. Sinir lifleri arasında filamentöz materyallerin aşırı miktarda arttıkları ve demetler oluşturarak aksonlar arasına uzanmaları ilgi çekiciydi. Myelin kılıfta dejenerasyonunun belirgin olduğu alanlarda myelin kılıf lamelleri iç içe kıvrılarak akson içerisine doğru invaginasyon yapmışlardı. Bu liflerde akson çapı da daralmış akson ile myelin kılıf arasında geniş aralıklar oluşmuştu (Şekil 3).

Myodil verilerek yapılan myelografiden sonra: Myelin kılıf normal yapısının ileri derecede bozulduğu, kılıftaki myelin lamellerinin çoğunlukla birbirlerinden ayrılmaları sonucu lameller arasında boşlukların oluştuğu dikkat çekiciydi. Komşu sinir lifleri myelin kılıflarının normal düzenlenmelerinin ileri derecede bozuldukları ve birbirlerine sıkıca yapıştıkları izleniyordu (Şekil 4). Akson içerisinde bazı mitokondriyonların ileri derecede dejenere oldukları görülmekteydi.

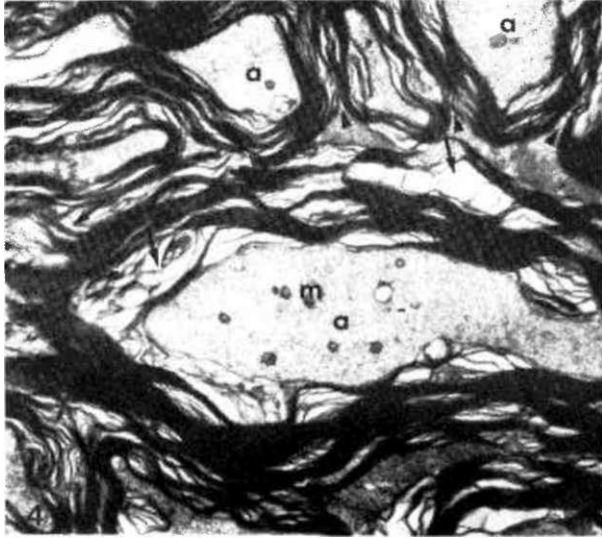
## 2. GRUP

Lipiodol+Steroid verilerek yapılan myelografiden sonra: Bu grupta özellikle küçük çaplı aksonlarda

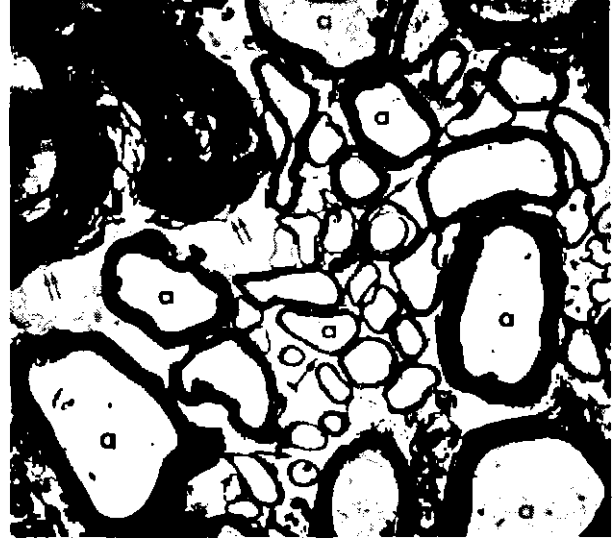


Şekil 3. Myelin kılıf lamellerinde ayrışmalar, akson (a) ile myelin kılıf arasında geniş boşluklar (\*) ve akson içerisine doğru myelin kılıf invaginasyonları gözlenmektedir (oklar). Ayrıca sinir lifleri arasında yer alan glia hücresi (Gh) ile komşu alanlarda anormal myelin lamelleri (ok başları) ve filamentöz yapılarda (f) artışlar izlenmektedir. Çekirdek (Ç). X 10.850.

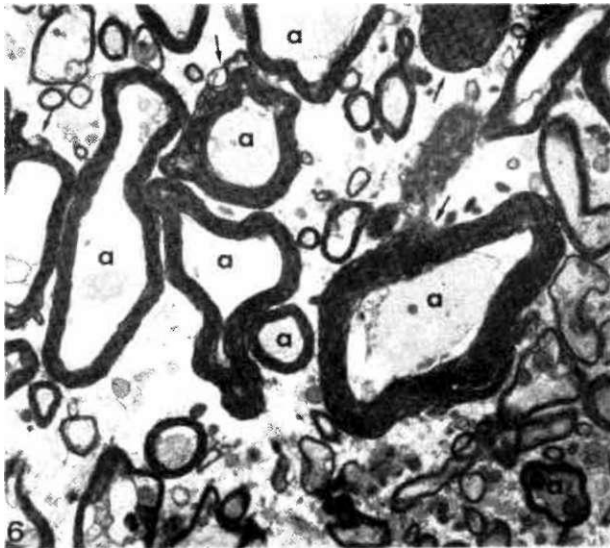
hafif myelin kılıf dejenerasyonlarına rağmen, normal yapının nisbeten korunduğu izlenmekteydi. Büyük çaplı sinir liflerinde myelin kılıf lamellerinin bazı alanlarda birbirinden ayrılmaları ve konsentrik halde iç içe geçerek dışa doğru protrüzyon oluşturdukları dikkat çekmekte



Şekil 4. Sinir liflerinin çoğunluğunda myelin lamellerinin birbirlerinden ayrıldıkları (oklar) ve düzensiz bir görünümde oldukları dikkati çekmektedir. Bazı liflerde myelin kılıf periferik lamellerin birbirlerine sıkıca yapıştıkları izlenmektedir (ok başları). Akson (a), mitokondriyon (m). X 10.850.



Şekil 5. Geniş çaplı sinir liflerinden bazılarında myelin kılıf dejenerasyonları izlenmekle beraber (çift oklar), sinir liflerinin önemli bir kısmında normal yapının nisbeten korunduğu dikkati çekmektedir (oklar). Ayrıca sitoplazmasında az sayıda vakuol (V) ve genişlemiş mitokondriyonlara (m) sahip bir glia hücresi (Gh) görülmektedir. Akson (a), çekirdek (Ç). X 4 375.



Şekil 6. Özellikle geniş çaplı sinir liflerinde fokal myelin kılıf dejenerasyonları ile (oklar), akson (a) çapında daralmalar gözlenmekle birlikte liflerin çoğunda normal yapının korunduğu izlenmektedir. X 7.088.

di. Aksoplazmada nörofil ve nörofilamentler normal dağılımlıydılar ve organellerin yapıları da normal görünümdeydi. Sinir lifleri arasında bulunan nöroglial hücrelerde sitoplazmada vakuolizasyon izlenmekteydi (Şekil 5).

Amipaque+Steroid verilerek yapılan myelografiden sonra: Geniş çaplı aksonların bazı alanlarda mye-

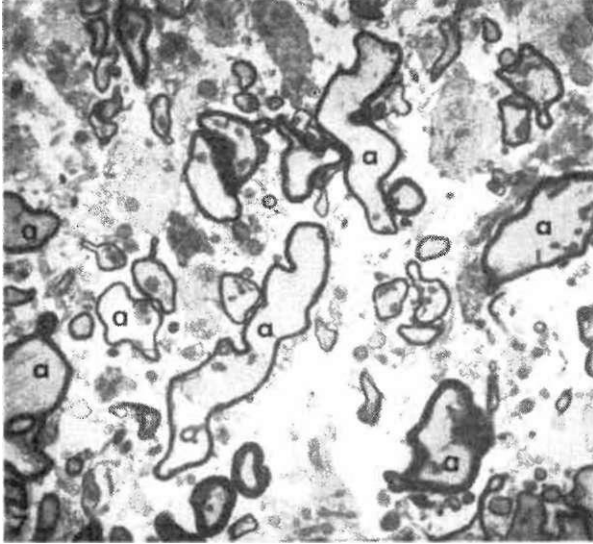
lin kılıf yapıları bozulmuş ve lameller konsentrik halde dışa doğru çıkıntılar yapmışlardı. Bu tip liflerde akson çapı da daralmış ve akson ile myelin kılıf arasında geniş boşluklar oluşmuştu. Küçük çaplı sinir lifleri nisbeten normal görünümdeydi. Aksoplazmada organeller yapısal bütünlüğünü korumaktaydılar. Nöroglial hücreler ve myelinsiz sinir lifleri de yapısal olarak normal görünümdeydiler (Şekil 6)..

Conray-Steroid verilerek yapılan myelografiden sonra: Mikrografların çoğunda myelinli sinir liflerinin normal yapılarını korudukları izlenmekteydi (Şekil 7). Sinir liflerinin bazılarında akson ile myelin kılıf arasında akson çapının daralmasına bağlı olarak oluşan küçük boşluklara rastlanmaktaydı. Bu grupta glia hücreleri normal görünümünü korumaktaydılar.

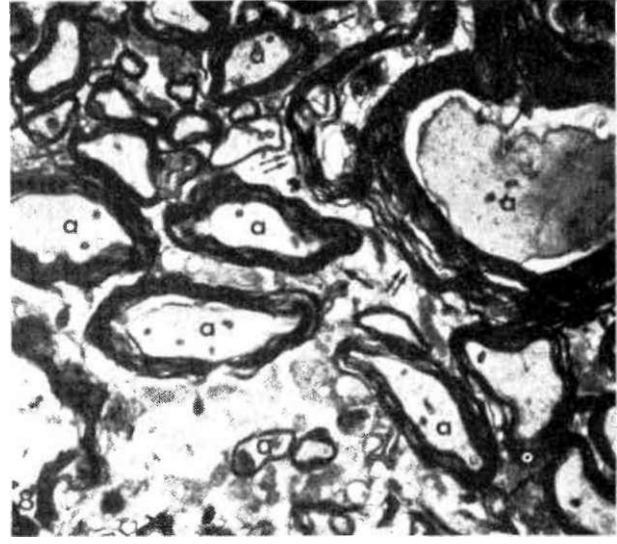
Myodil+Steroid verilerek yapılan myelografiden sonra: Geniş çaplı myelinli sinir liflerinde aksonlarda büzüşme ve akson ile myelin kılıf arasında çeşitli büyüklükte boşluklar ve fokal myelin dejenerasyonlarının varlığı izlenmekle birlikte (Şekil 8), liflerin önemli bir kısmında yapısal bütünlük korunmuştu. Küçük çaplı myelinli aksonlar ve myelinsiz sinir lifleri ile glia hücreleri de yapısal olarak normal görünümdeydiler.

## TARTIŞMA

Tanı amacıyla kullanılan kontrast maddeler yaygın bir uygulama alanına sahiptirler. Kontrast maddelerin kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan zararlı etkilerin patogenezi henüz tam olarak bilinmemektedir. Bu patogenezi (a) serum kompleman ve koagülasyon sistemlerinin aktivasyonu (b) antijen-antikor reaksiyonlarında



Şekil 7. Myelinli sinir liflerinin çoğunda normal yapının nisbeten korunduğu izlenmektedir. Akson (a). X 5.513.



Şekil 8. Geniş çaplı sinir liflerinin bazılarında myelin kılıf lamellerinde ayrışmalar, fokal myelin kılıf dejenerasyonları izlenmekle beraber (çift oklar) küçük çaplı liflerde normal yapının korunduğu dikkati çekmektedir (oklar). Akson (a). X 7.088.

haptenerin etkileri (c) indüksiyona bağlı olarak mast hücreleri ve bazofillerden histamin salınması ve (d) hastalarda meydana gelen aşırı endişelerin etken olabilecekleri ileri sürülmüştür (7,8,12). Klinik semptomların oluşmalarındaki bu reaksiyonlar dışında kontrast maddelerin dokular üzerindeki zararlı etkilerinde mediyumun kimyasal yapısı, katyonik özellikleri, fizikokimyasal özellikleri ve verilme şekillerinin de büyük önem taşıdığı kabul edilmektedir (2).

Myelografi amacıyla kontrast maddelerin intratekal olarak verildiği bu çalışmada medulla spinalis ultrastrüktüründe önemli yapısal değişiklikler saptandı. Sinir lifleri myelin kılıflarında kalınlaşma, fokal myelin dejenerasyonları, akson içeri doğru myelin kılıf invaginasyonları, akson ile myelin kılıf arasında geniş boşlukların varlığı ile glia hücrelerinde oluşan yapısal değişiklikler dikkat çeken bulgularıdır (Şekil 1-2). Bu bulguların oluşmasında yukarıda belirtilen kontrast madde özelliklerinin etken olabileceği açıktır. Kontrast maddelerin aksonlar arasında birikmesi ve uzun süreli resorbe olmamaları sonucunda muhtemelen sinir liflerinin beslenmeleri bozulmakta ve buna bağlı olarak da yapısal değişiklikler oluşmaktadır.

Merkezi sinir sisteminde kontrast maddelere bağlı olarak oluşan dejenerasyonlarda kullanılan maddenin osmolaritesi yanında, direk toksik etkisinin de oldukça önemli olduğu kabul edilmektedir (7). intravasküler olarak verilen kontrast maddelerin merkezi sinir sisteminde kan-beyin barieri üzerine mekanik etki yaparak bariyerdeki sıkı bağlantıların açılmasına sebep oldukları ve bu bölgelere geçimleri ile de yapısal dejenerasyonlara sebep oldukları bildirilmiştir (15). Nitekim bu maddelerin merkezi sinir sisteminde kan-beyin barie-

rine sahip olmayan alanlarda kan damarlarından bölgeye geçmeleri ile bulantı ve kusmaların olduğu rapor edilmiş bu klinik tablo maddenin direkt toksik etkisi ile açıklanmıştır (7). Kontrast maddelerin intratekal olarak verildiği bu çalışmada myelin kılıf dejenerasyonları ile birlikte aksonlarda ve glia hücrelerinde de dejenerasyonların bulunması kontrast maddenin mekanik etkilerinin yanında, toksik etkilerinin de varlığını düşündürmektedir.

Mikrografların çoğunda aksonlarda büzüşme, akson ile myelin kılıf arasında geniş aralıkların bulunması, aksoplazmada organel değişikliklerin varlığı (Şekil 1,4), kontrast maddelerin verilmesinden sonra tam olarak reabsorbe olamadıklarını, intersitisyumda birikerek osmotik dengeyi bozdukları, bu yolla aksonlarda büzüşmeye sebep oldukları ileri sürülebilir. Ayrıca maddelerin sinir lifleri aralıklarında uzun süreli kalmalarına bağlı olarak bölgede madde ve gaz transportunun da etkilenebileceği açıktır. Ultrastrüktürel değişikliklerin yağda eriyen kontrast maddelerin verilmesinden sonra daha belirgin olmaları bu görüşümüzü desteklemektedir (Şekil 1,4). Gerçekten yağda eriyen kontrast maddelerin kuvvetli radyo-opak özellikte olmalarına karşın dokularda geç reabsorbe oldukları yaygın olarak kabul edilmektedir (1,13).

Merkezi sinir sisteminin kontrast maddelerin verilmesinden sonra primer olarak etkilenen organlar olduğu bilinmektedir (6,7). Yağda eriyen kontrast maddelerin bu dokularda daha fazla hasara neden olmalarına değer bir nedenin de bu maddelerin kimyasal yapısı ile ilişkili olabileceği ileri sürülebilir. Sinir lifleri myelin kılıflarının çoğunlukla lipidlerden oluştuğu bilinmektedir. Dolayısıyla myelin kılıf yapısındaki lipidlerle kolaylıkla

kimyasal reaksiyona giren yağda eriyen kontrast maddeler, muhtemelen myelin kılıf yapısına katılarak veya kılıfa adsorbe olarak myelin kılıfın normal yapısını bozmaktadır. Yağda eriyen maddeler olan lipiodol ve myodil verilmesinden sonra myelin kılıf dejenerasyonlarının daha belirgin olmasının bu açıdan yorumlanması yanlış olmayacaktır. Lipiodolün, lipid içeriğinden dolayı beyin omurilik sıvısı ile karışmadığı, leptomenenjlere iritan ve oldukça yavaş resorbe olma özelliğine sahip olduğu ve geç dönemde de araknoiditise sebep olabileceği yapılan çalışmalarda rapor edilmiştir (1,11,13,18).

Gospoş ve arkadaşları (1983) (2) sıçanlarda intravasküler kontrast madde verilmesinden sonra aorta endotelinde meydana gelen yapısal değişikliklerin enjeksiyondan on gün sonra tekrar düzelmeye gösterdiğini rapor etmişlerdir. Sunulan çalışmada myelografiden on beş gün sonra alınan medulla spinalis biopsilerinde oldukça önemli yapısal değişikliklerin bulunması kontrast maddelerin etkilerinin merkezi sinir sisteminde daha şiddetli ve daha uzun süreli olduğunu düşündürmektedir. Suda çözölen kontrast maddelerin verilmesinden BOS ile karışabilmeleri ve bölgeden daha çabuk uzaklaştırılmaları ile açıklanmaktadır (1,13,18).

Patogenezi ne olursa olsun klinik ve deneysel olarak kontrast maddelerin kullanımını takiben çeşitli zararlı reaksiyonlar oluşmaktadır (8,12). Bu reaksiyonların zararlı etkilerinin daha az düzeye indirgenebilmesi amacıyla çalışmanın 2. grubunda hayvanlara kontrast madde ile birlikte steroid enjekte edildi. Steroid verilen

gruplarda ultrastrüktürel değişikliklerin daha minimal seviyede olması ilgi çekici bulundu (Şekil 5,8).

Lasser ve arkadaşları (1977) (8) in vitro ve in vivo koşullarda yaptıkları çalışmalarda steroidlerin kontrast maddelerin zararlı etkilerini azalttıklarını bildirmişler, bu etkilerini kompleman sistemi ve immün ve non-immün hemoliz sistemleri üzerine inhibitör etkileri ile gerçekleştirdiklerini rapor etmişlerdir. Özellikle yağda eriyen kontrast maddelerin verilmelerinden sonra geç dönemde hastalarda granülatöz reaksiyonların ortaya çıktıkları bilinmektedir (1,3,18). Steroidlerin kontrast madde ile birlikte verilmelerinin bu reaksiyonları azaltabileceği ileri sürülebilir. Hernekadar bazı çalışmalarda steroidlerin koruyucu etkileri tespit edilmemişse de (11), steroidlerin, kontrast maddelerin verilmesinden önce kullanımının bu maddelerin koruyucu etkilerini artırdıkları rapor edilmiştir (8). Sunulan çalışmada kontrast madde ile birlikte steroid verilen gruplarda tam bir korumanın olmaması bu maddelerin steroidle aynı anda verilmesinden kaynaklanabilir.

Sonuç olarak radyodiagnostik alanda yaygın bir kullanım alanına sahip olma lipiodol, amipaque, conray v emyodil maddelerinin kullanımını takiben merkezi sinir sisteminde belirgin ultrastrüktürel değişiklikler oluşmaktadır. Yağda eriyen kontrast maddeler olan lipiodol ve myodil verilmesinden sonra değişikliklerin daha belirgin oldukları dikkat çekicidir. Bu morfolojik değişikliklerin steroidlerin kontrast madde verilmesinden önce uygulanması ile daha az düzeye indirgenebileceği kanısına varıldı.

## KAYNAKLAR

- Alper MM, Farner PR, Spence JEH, Quarrington AM. Pregnancy rates after hysterosalpingography with oil- and water-soluble contrast media. *Obstet Gynecol* 1986; 68:6-9.
- Gospoş C, Freudenberg N, Staubesand J, Mathias K, Papacharlampas X. The effect of contrast media on the aortic endothelium of rats. *Radiology* 1983; 147:685-88.
- Hackney DB, Grossman RI, Zimmerman RA, Joseph PM, Goldberg HI, Bilaniuk LT. MR characteristics of iophendylate (pantopaque). *J Comput, Assists Tomogr* 1986; 10:401-403.
- Haughton VM, Ho KG, Unger GF. Arachnoiditis following myelography with water-soluble agents. The role of contrast medium osmolality. *Radiology* 1977; 125:731-33.
- Haughton VM, Ho KC. The risk of arachnoiditis from experimental nonionic contrast media. *Radiology* 1980; 136:395-97.
- Hayakawa K, Morris TW, Katzberg RW, Fisher HW. Cardiovascular responses to the intravertebral artery injection of hypertonic contrast media in the dog. *Invest Radiol* 1985; 20:217-21.
- Katzberg RW, Morris TW. Hypotensive shock associated with bradycardia after intravenous injection of contrast medium. *Radiology* 1987; 165:877-8.
- Lasser EC, Lang J, Sovak M, Kolb W, Lyon S, Hamlin E. Steroidis: Theoretical and experimental basis for utilization in prevention of contrast media reactions. *Radiology* 1977; 125:1-9.
- Miller DL, Chang R, Wells WT, Dowjat BA, Malinosky RM, Doppman JL. Intravascular contrast media; Effect of dose on renal function. *Radiology* 1988; 167:607-11.
- Millonig G. Advantages of a phosphate buffer for O<sub>5</sub>O<sub>4</sub> solutions and fixations. *J Appl. Physics* 1961; 32:1637.
- Pasaoglu A, Gok A, Patiroglu TE. An experimental evaluation of response to contrast media: Pantopaque, iopamidol, and iohexol in the subarachnoid space. *Invest Radiol* 1988; 23:762-66.
- Poulsen J, Rasmussen F, Gorgsen J. Hypotensive shock associated with bradycardia after intravenous injection of contrast media. *Radiology* 1987; 164:275-6.
- Qwarnstrom E. Experimental sialography: The effects of retrograde infusion of radiographic contrast media on salivary gland morphology and function. *Oral surg, Oral med, Oral pathol* 1986; 62:668-81.

14. Rao AK, Rao VM, Willis J, Beckett C, Steiner RM. Inhibition of platelet function by contrast media: Lopamidol and ioxaglate versus iohalamate. *Radiology* 1985; 156:311-13.
15. Rapport SI, Bacman DS, Thompson HK. Chronic effect of osmotic opening of the blood-brain barrier in monkey. *Science* 1972; 176:1243-45.
16. Ratcliff G, Sandler S, Latchaw R. Cognitive and affective changes after myelography: A comparison of metrizamide and iohexol. *Am J Roentgen* 1986; 147:777-81.
17. Robertson HJ, Smith RD. Cervical myelography: Survey of modes of practice and major complications. *Radiology* 1990; 174:79-84.
18. Shapiro R. *Myelography*. Year book medical publishers. Chicago: Third ed 1975; pp.1-17.
19. Shehadi WH, Toniolo G. Adverse reactions to contrast media. *Radiology* 1980; 137:299-302.
20. Simon JH, Ekholm SE, Kido DK, Utz R, Erickson J. High-dose iohexol myelography. *Radiology* 1987; 163:455-58.
21. Siström CL, Gay SB, Peffley L. Extravasation of iopamidol and iohexol during contrast enhanced CT: Report of 28 cases. *Radiology* 1991; 180:707-710.
22. Skälpe IO. *Myelography. Textbook and atlas*. Ore Sortland Tono, second ed 1986.
23. Sortland O, Nestvold K, Kloster R, Aandahl MH. Comparison of iohexol with metrizamide in myelography. *Radiology* 1984; 151:121-2.