대한방사선의학회지 1999;40:1071-1076

안구의 자기공명영상: 해부학과 병리[1]

김동훈 · 이호규 · 윤영희[2] · 최충곤 · 서대철

안구는 각막과 수정체로 경계지워지는 전절(anterior compartment)과 그 후방의 후절(posterior compartment)로 나뉘며, 안구벽은 크게 공막, 맥락막, 망막의 3막으로 이루어져있다. 이런 해부학적 차이에 따라 발생하는 질병에도 차이가 있다. 본 화보에서는 수정체 및 포도막(lens and uvea), 초자체(vitreous chamber), 망막 및 안구벽(retina and ocular wall)의 안구구획에 따라 발생하는 안구질환의 MR 영상의 특성을 정리하여 질병의 이해를 돕고자 하였다.

안구내 병변은 침습적인 생검이 어렵기 때문에 비침습적 영상 진단이 중요하다. 안구영상 진단 방법으로 초음파가 보편적이나 병변의 특성을 파악하거나 안구밖으로의 이환을 파악하기에는 제약이 많다. MR영상과 CT의 도입으로 안구 병변의 진단에 도움을 줄 수 있는데, CT의 경우 조직-병변의 대조도가 떨어지고 반복적 방사선조사에 의한 위해성, 및 특히 소아에서 수정체에 반복적인 조사로 백내장을 유발할 수 있다. 반면 MR영상은 이러한 위해성이 없고 대조도 및 해상도가 높아 안구질환의 진단에 중요한 위치를 차지하고 있다.

이에 저자들은 본 화보에서 안구의 정상 MR해부학을 알아보고 해부학적 부위에 따른 안구병변의 MR 영상을 보여주어 질병의 이해 및 진단에 도움을 주고자 하였다.

정상 안구 MR 해부학

수정체는 양면이 볼록한 형태의 반투과성막으로 수분, 단백질로 구성되어있고 수정체섬유(lentiform fiber)로 서로 단단하게 부착되어있다(1). 중심은 수정체핵으로, 주변부는 수정체외피(lens cortex)로 이루어져 있다. 굴절기능을 담당하며 모양체에 의해 조절된다. 수정체의 경우 긴T1, 짧은T2이완으로 주위보다 낮은 신호강도를 보인다(2).

포도막은 반달형의 안구전방과 후방사이의 홍채(iris)와 모양체(ciliary body), 맥락막(choroid)으로 구성되어있고 공막과 망막사이와 수정체 주위에 위치한다. 모양체는 수정체를 지지하는 역할을 하며 소대섬유(zonular fiber)로 연결되어 있다. MR영상에서 잘 확인되며 T1-강조영상에서 수정체외피보다 약간 높은신호강도를 보인다. 모양체는 T2-강조영상에서 저신호강도를 보인다. 초자체는 안구체적의 2/3를 차지하고 98-99%가 수분으로 구성되어 있다. 혈관조직이 없이 주위에서 영양공급을 받고 투명한 매체의 역할을 한다. MR신호강도는 물과 같은 신호를 보이며 T1-, T2-강조영상에서 각각 저신호, 고신호강도로 나타난다. 망막은 안구후방 2/3의 맥락막 내면을 덮는 투명한 신경조직이며 안구벽은 후방에서 공막(sclera), 맥락막(choroid)및 망막(retina)으로 되어있다. 공막의 밖과 안와 지방조직 사이에 Tenon씨 캡슐이 있다. 이들 세층은 구분이 용이하지 않으나 T1-강조영상에서 맥락막이 중등도의 신호강도를 보여 어느 정도 구분이 가능하다. 조영제 주입후에는 맥락막에 조영증강이 있다. T2-강조영상에서는 세층 모두 낮은 신호강도를 보여 구분이 어렵다(Fig. 1A,B,C).

안구의 MR영상은 고해상도를 얻기 위해 매트릭스를 높이고 얇은 절편으로 얻어야 한다. 그리고 안와 지방조직의 높은 신호를 억제하기 위하여 지방억제 방법을 추가하여야 한다. 특히 안구병변의 특성과 주위로의 이환을 알기위해 조영제를 사용하는 T1 강조영상이 중요하다. 통상적으로 안와 MR영상시에 head coil을 사용하지만 해상도를 높이기 위해 surface coil을 사용하기도 한다(Fig. 1B,C). 주로 3 인치의 작은 코일을 사용하는데 단점으로 안와의 깊은 부위에서 신호가 현저히 감소하고 운동 인공물(motion artifact)에 민감하다.

안구 병리

수정체와 포도막(Lens and uvea) 질환

백내장 (Cataract)

선천성 백내장은 대부분 원인 불명 또는 유전성, 태아감염으로 수정체가 액화된 후 수분이 흡수되어 막상백내장(membranous cataract)이나 환상, 석회화 또는 화골화(calcareous cataract)를 일으킨다. 후천성 백내장은 나이에 따른 노인성

[1]울산대학교 의과대학 서울 중앙병원 진단방사선과
[2]울산대학교 의과대학 서울 중앙병원 안과
이 논문은 1999년 2월 10일 접수하여 1999년 3월 26일에 채택되었음.

백내장이 가장 많고 그외에 외상, 전신질환, 안내염등에 의해 발생한다. 노인성의 경우 수정체 섬유단백의 분자량 증가에 의해 투명성이 사라지고 외상성의 경우에는 수정체의 파열과 관계없이 발생한다(3). MR영상에서는 특이 신호강도가 없으나, T1 및 T2 이완시간의 연장과 수정체용적이 커지거나, 수분상실로 다시 작아지는 형태적 변형이 있다(Fig. 2A,B).

변형수정체 (Deformed lens)

선천성 수정체이상에는 수정체결손증(coloboma of the lens)과 구형수정체증(spherophakia)및 소수정체증(microphakia), 원추수정체(lenticonus)등이 있다(3). 후천적 수정체의 변형은 속발성 광우각 녹내장(secondary open angle glaucoma)인 수정체융해성 녹내장(phacolytic glaucoma), 백내장 미숙기의 수정체 섬유의 수분함량증가로 오는 팽창 수정체와 전방 협소의 수정체증대성 녹내장(phacomorphic glaucoma), 외상으로인한 수정체 파열후에 오는 수정체성 포도막염(lens induced uveitis)등이 있다(3). MR영상은 특이 신호강도보다는 형태적 특성으로 나타난다(4) (Fig. 3).

포도막염(Uveitis)

포도막에 발생한 염증을 말하며 침범된 부위에 따라서 홍채염(iritis), 모양체염(cyclitis), 맥락막염(choroiditis)등으로 불리며 톡소플라즈마증(toxoplasmosis), Behcet씨병(Behcet's disease), 결핵, 매독등의 포도막 침범시 국소성 혹은 미만성 망막염을 일으킬 수 있다(3). MR영상은 T2-강조영상에서 신호강도가 올라가고 조영제주입후 조영증강및 포도막의 비후가 있다(4,5)(Fig. 4).

초자체 (Vitreous body) 질환

소안구증, 무안구증과 우안(Microphthalmos, anophthalmos and buphthalmos)

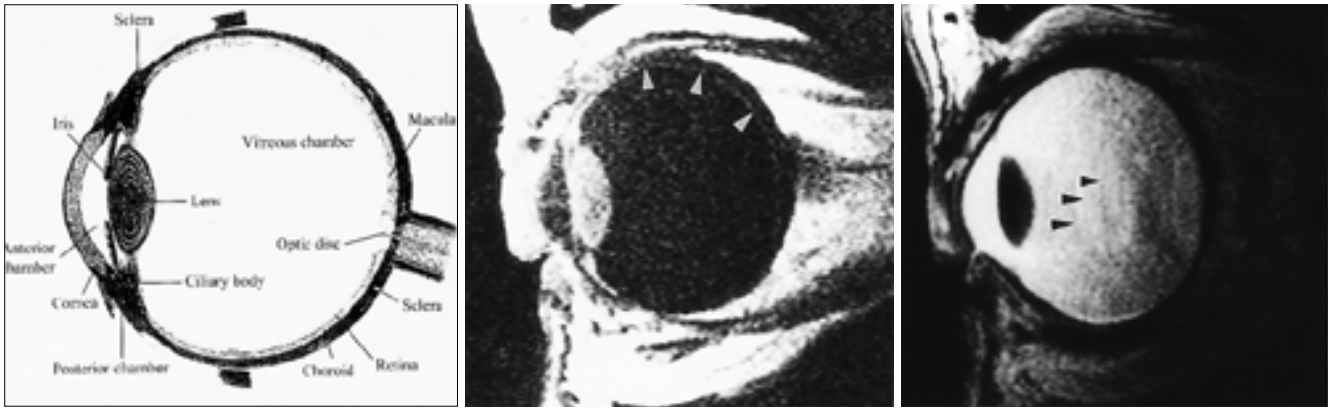
소안구증(microphthalmos)은 안구자체가 작고 변형되어있으며, 보통 결손증(coloboma), 낭성종양과 연관성이 있으며(7), MR영상에서 다른 유착성, 낭성병변 또는 망막모세포종(retinoblastoma)과 감별이 중요하다(4)(Fig. 5, 9A,B). 무안구증(anophthalmos)은 매우 드문 선천성 안구 이상으로 보통 양쪽이 이환된다. 우안(buphthalmos)은 거대안구(macrophthalmos)의 한 형태로 보통 선천성 녹내장에서 많이 보이며, Sturge-Weber 증후군, 일형 신경섬유종증(neurofibromatosis type 1)에서도 종종 동반된다. 임상적으로 안와 용적증대, 고도근시에 의한 가성안구돌출(pseudoproptosis), 안검후퇴(lid retraction)에 의한 안구돌출(exophthalmos)과 감별이 필요하다. 녹내장의 경우에는 MR영상에서 특이 신호강도 없이 전방의 확장과 거대안구의 형태적 변화가 동반된다(4)(Fig. 6).

초자체출혈(Vitreous hemorrhage)

망막, 맥락막, 모양체의 혈관조직에서 발생하며 외상, 당뇨병성 망막증, 혈액 질환, 지주막하출혈이 원인이 된다. 또한 안구종양의 출혈에의한 이차적 변화로 발생할 수 있다. 보통 자연흡수되고 초자체의 액화, 응축이 온다. MR 영상은 출혈의 시기에 따라 다른 신호강도를 보인다(4). 급성기에는 T1, T2강조영상에서 균등, 저신호강도로 각기 나타나며 아급성기에는 고신호, 저신호 또는 균등신호로(Fig. 7A,B) 만성기에는 균등, 저신호강도로 나타난다.

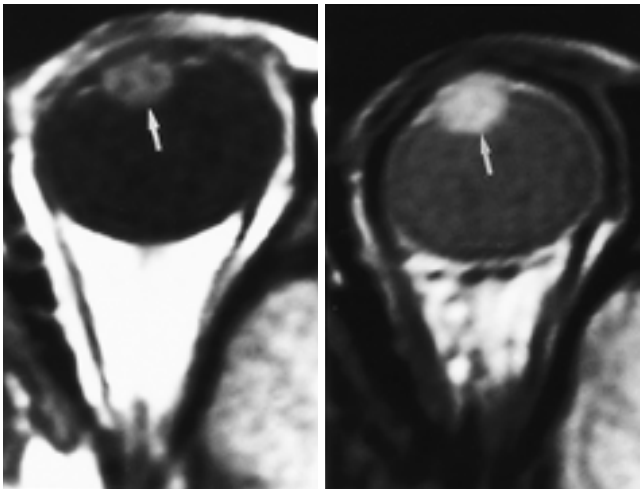
증식성일차초자체잔류(Persistent hyperplastic primary vitreous:PHPV)

선천성 기형으로 보통 일측에 생기며 망막모세포종과의 감별이 중요하다. 태생기 초자체 혈관계(hyaloic vascular system)의 퇴화 장애로 일어난다. 시신경 유두부와 수정체 후면 사이에 S자 모양의 초자체 동맥(hyaloid artery)이 남는다. 출생 후 수일내 소안구증과 백안구증(leukocoria)이 있고 수정체 후방 종양을 형성한다. MR 영상은 섬유혈관성 수정체 후방 종양이 T1, T2 강조영상에서 저신호강도를 보이며 초자체는 고신호강도를 보인다(4,8). 망막 박리로 망막하 액체저류(subretinal fluid collection)가 생길수 있고 조영제 주입후에는 수정



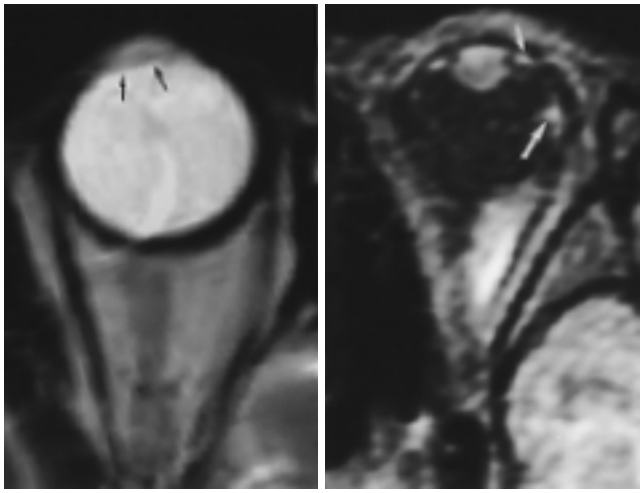
A B C

Fig.1.Normal MR anatomy of the eyeball.
A. Schematic drawing of eyeball explains anatomic subunits compared with continuing MR images. Ocular MR imaging using a 3inch surface coil shows details of the eyeball.
B. T1WI differentiates the inner layers of the wall of the globe. Choroidal layer(arrowheads) is seen as linear high signal. Lens and ciliated body represent high signal intensity that is caused by field inhomogeneity(i.e. magnified signal intensity close to the coil).
C. On T2WI , biconvex lens is well seen. Motion artifact is seen(arrowheads)



A B

Fig.2.A 3-year-old boy with congenital cataract.
A. T1WI shows a slightly hyperintense global lens(arrow).
B. Proton density weighted image shows higher signal intensity of lens(arrow) with globular shape.



3 4

Fig.3. A 62-year-old man with intraocular lens implantation.
On T2WI, the innate lens was replaced with flat artificial lens of low signal intensity(arrows).
Fig.4.A 40-year-old man with chronic uveitis.
On contrast enhanced T1WI with fat suppression, the linear enhancement in the anterior chamber suggests anterior synechia (small arrow). Another nodular enhancement along inner wall of eyeball(choroid) suggests granulation tissue(large arrow). Additionally, MR scan shows microphthalmos.

체 후방 종양의 조영증강이 있다(Fig. 8).

Coats씨병

특발성 망막 혈관질환으로 망막내삼출과 삼출성망막 박리가 발생하며 망막혈관 확장을 보이는 질환이다. 90%이상이 단측성이며 남아(4-8세)에 많고 망막모세포종과의 감별이 중요하다. 초자체는 고단백질성 내용물로 차 있고 반대측 초자체와 비교하여 T1,T2 강조영상에서 균일한 고신호를 보인다. 망막의 완전 박리가 있으면 T1,T2 강조영상에서 V-형의 박리와 조영제 주입 후 조영증강을 보인다(4).

수정체후방 섬유증식(Retrolental fibroplasia or retinopathy of prematurity)

미숙아에서 고농도의 산소공급 후에 수정체후방으로 지속적인 혈관외피가 섬유화증식을 일으키는 질환으로 심화될 경우 망막박리와 안구성장의 장애로 소안구증이 초래된다. 질환은 크게 급성기(active phase), 퇴행기(regressive phase), 반흔기(cicatrical phase)의 3기로 나뉜다. MR영상의 특징은 없으나 초자체 혈관계가 남아있고, 소안구증과 얕은 전방, 드물게 석회화가 나타날 수 있다. 대부분 양안이 이환된다. 증식성일차초자체잔류(persistent hyperplasia primary vitreous), 망막모세포종(retinoblastoma), 내안구염(endophthalmitis)과의 감별이 중요하다.

색소실증(Incontinentia pigmenti)

신생아기에 사지와 체간에 홍반과 수포성병변을 동반하는 X-염색체이상을 갖는 질환으로 안구병변으로 소안구증, 시신경위축, 사시, 백내장, 증식성 일차 초자체잔류 등을 동반한다(Fig. 9 A,B). 그외에 간질, 정신 지체, 골격계이상, 잦은 수막염 등이 온다(6).

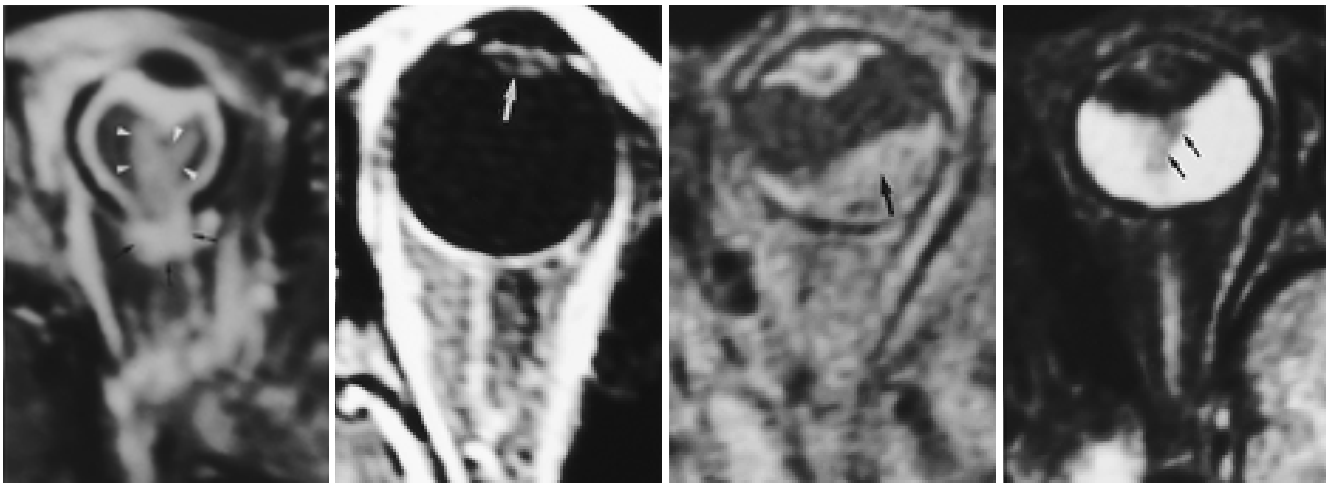
안구벽(Ocular wall) 질환

맥락막박리(Choroidal detachment)

Bruch층의 파열로 생기며 고이는 물질에 따라 장액성 또는 삼출성 맥락막박리(serous or exudative choroidal detachment), 출혈성 맥락막박리(hemorrhagic choroidal detachment)로 나뉜다(3). 염증성질환에 의한 장액성 맥락막박리는 넓은 부위의 안구벽이 두꺼워지고 출혈성일 경우에는 국소적으로 이환된다. 보통 T1강조영상에서 균등 또는 고신호강도, T2 강조영상에선 저신호강도를 보이며 출혈의 시기에 따라 다른 신호강도를 보이지만 조영되지는 않는다(4)(Fig. 10A,B). 망막박리와의 차이는 박리가 시신경유두를 이환하지 않는 점이다.

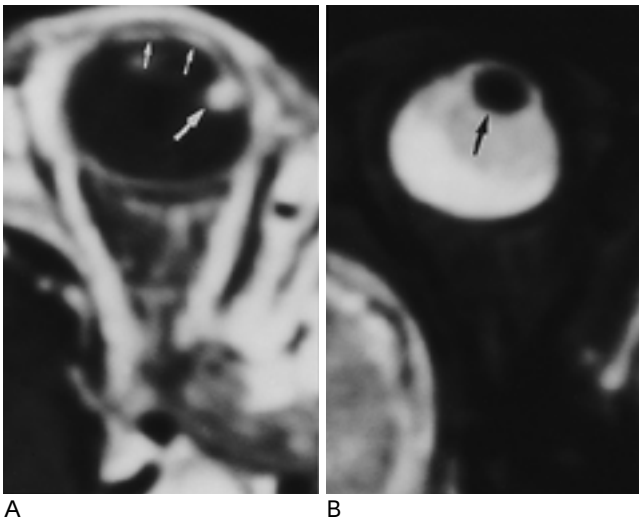
망막박리(Retinal detachment)

망막 색소 상피(retinal pigment epithelium)와 신경 감각층(neurosensory retina)의 분리와 망막하층에 액체저류가 있다. 크게 열공성 망막박리(rhegematogenous retinal detachment), 견인성 망막박리(tractional retinal detachment), 혼합형 망막박리(combined tractional and rhegematogenous), 삼출성 망막박리(hemorrhagic or serous detachment) 4가지 형태가 있고 가장 흔한 열공성 망막박리의 형태는 전층의 망막공 또는 균열이 있고 시간이 지나면서 단백물질의 함량이 증가 한다. MR영상은 시신경유두(optic disc)를 중심으로 V-형의 박리와 초자체와 비교하여 T1강조상에서 균등 또는 고신호, T2 강조상에서는 균등신호와 조영제 주입 후에는 조영증강이 없다(Fig. 11A,B). 반면 맥락막 또는 망막염증, 종양등에의한 액체가 고이는 삼출성 망막박리는 MR영상에서 T1,T2 강조상에서 모두 고신호강도를 보인다. 외상, 종양, 항응고제 사용 등에 의



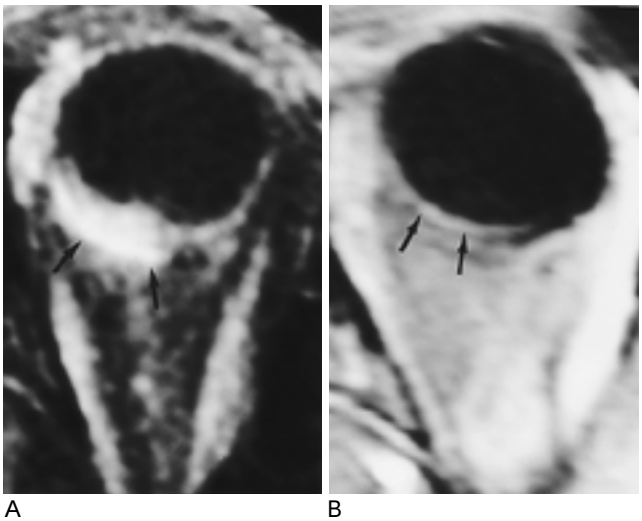
5 6 7 8

Fig.5.A 3-year-old girl with persistent hyperplastic primary vitreous and coloboma.
Contrast enhanced T1WI with fat suppression shows microphthalmos and posterior global defect(arrows). Triangular increased signal in vitreous may suggest the persistence of fetal tissue in Cloquets canal(arrowheads).
Fig.6.A 48-year-old man with glaucoma and cataract.
T1WI with fat suppression shows slightly increased signal intensity of lens(arrow) and buphthalmos. Increased size of globe represents increased intraocular pressure.
Fig.7.An infant with subhyaloid hemorrhage.
T1WI with fat suppression shows increased signal intensity (arrow)in the vitreous chamber along the ocular wall. This hyperintense fluid is thought as subhyaloid hemorrhage.
Fig.8.A 5-year-old boy with persistent hyperplastic primary vitreous.
T1WI with fat suppression shows S-shaped linear hypointensity(arrows) of fibrovascular retrolental mass. The intravitreal tubular intensity is compatible with a remnant of primary vitreous along the hyaloid canal. Hyperintensity in vitreous suggests hemorrhage either in the subretinal space or subhyaloid space in the absence of retinal detachment.



A B

Fig.9.An infant with incontinentia pigmenti.
A. Contrast enhanced T1WI with fat suppression shows linear enhancement of the cornea(small arrows) and nodular enhancement of the ciliary body(large arrow) suggesting anterior synechia.
B. T2WI shows a globular lens(arrow). This patient has bilateral microphalmos, which occurs in the neonate.



A B

Fig.10.A 35-year-old woman with choroidal detachment with hemorrhage.
A. Contrast enhanced axial T1WI with fat suppression. The lesion (posterior pole) shows unenhanced crescent hyperintense signal(arrows) along the occular wall. The associated high signal intensity surrounding the globe means artifact and subretinal hemorrhage.
B. After 3months, the choroidal hemorrhage subsided(arrows).

한 출혈성 망막박리시 출혈시기에 따른 다른 신호강도를 보인다(4).

시신경유두결손(Coloboma of the optic disc)

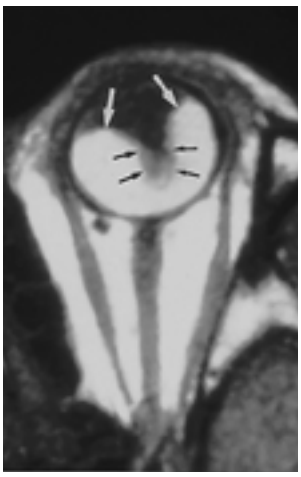
태아열(fetal cleft)의 불완전 폐쇄로 발생하는 선천적 또는 후천적 조직결손 병변이다. 망막모세포종, 선천성 백내장과 더불어 백안구증(leukokoria)의 한 원인이다. 또한 이 질환은 다른 동반기형이 많은데 심장기형, 이형성 귀, 안면마비 등이 있다. MR영상(9)은 시신경판(optic disc)의 결손과 안구후방의 낭종발견시 임상적특징(검안경검사상 깔때기모양)과 결부시켜 비교적 쉽게 진단할 수 있다(4)(Fig. 5).

망막모세포종(Retinoblastoma)

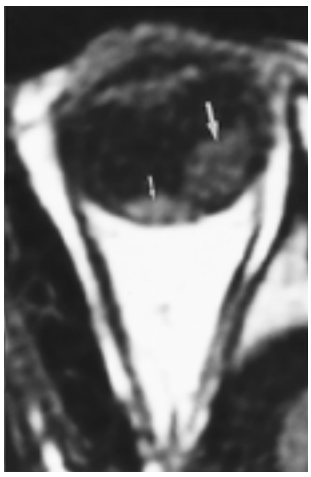
소아에 있어서 가장 흔한 악성 안구 종양으로 1/15,000 ~ 1/20,000에서 발생하며 양측성이 25 ~ 50%에서 발생한다. Coats씨병, PHPV, 망막박리, 아급성 출혈성 망막박리 등과의 감별이 중요하다(4). 영상에서 특징적 소견은 종양내의 석회화이고 CT에서 잘 관찰된다. MR영상은 석회화를 찾아내기가 어렵지만 T1강조영상에서 고신호강도와 T2 강조영상에서는 저신호강도를 보인다. 조영제 주입 후에는 종양을 쉽게 찾아낼 수 있다. 보통 중등도의 조영증강이 있고 종양괴사가 진행할 경우 비균질성 조영증강이있다(Fig. 12A,B). 또한 MR영상은 종양의 진단외에도 안신경, 안구조직침범에 대해 매우 민감한 검사이며 다른 부위로의 전이를 확인하기위해 조영증강이 필요하다(4).

악성흑색종(Malignant melanoma)

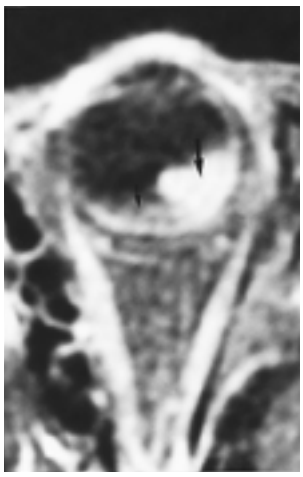
모양체와 맥락막(후방포도막) 흑색종은 성인에 있어서 안구내에 발생하는 가장 흔한 1차성 악성종양으로 중년 또는 노년층에 가장 많다. 고령, 15mm이상의 직경, 모양체 전방의 종양, 상피양(epitheloid)세포 존재, 종양의 안구밖 침범 등은 좋지 않은 예후인자이다(4). 감별진단이 필요한 병으로 색소상피세포와 망막의 출혈성 박리, 맥락막박리, 모양체염과 색소상피증식, 혈종, 전이성 병소 등이 있다. MR영상은 멜라닌의 상자성으로 특징적 영상을 보이는데 T1강조영상에서 초자체와 비교하여 고신호강도를, T2강조영상에서는 저신호강도를 보이는데(2,4) 반해, 무색소성 흑색종(amelanotic melanoma)은



11



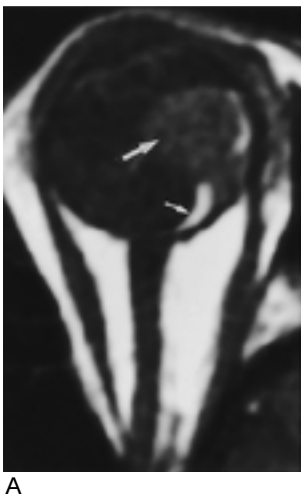
12A



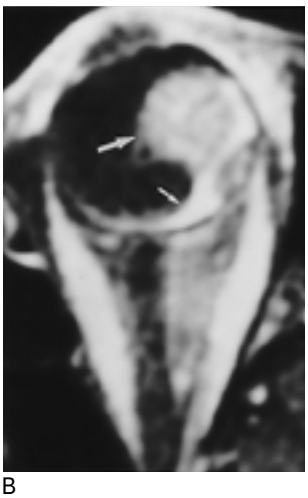
B

Fig.11. A boy with retinal detachment and subretinal hemorrhage.
T1WI shows high signal intensity of subretinal hemorrhage(white arrows). The retina cannot be detached from the optic disc. Characteristic folding of retinal leaves(black arrows) toward to optic disc is seen.

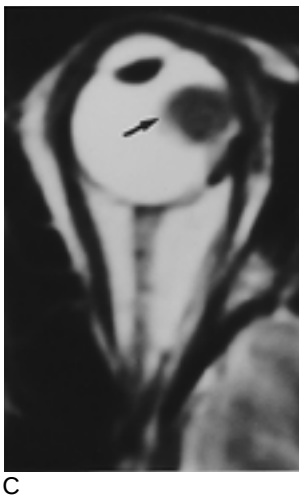
Fig.12.A 2-year-old girl with retinoblastoma.
A. T1WI shows a slightly hyperintense mass(large arrow) and retinal hemorrhage
(small arrow). The differentiation of a mass and associated retinal hemorrhage is difficult.
B. Contrast enhanced T1WI with fat suppression shows a strong enhancement of retinoblastoma that has strong enhancement(large arrow) compared to the high signal intensity of the surrounding hemorrhage(small arrow).



A

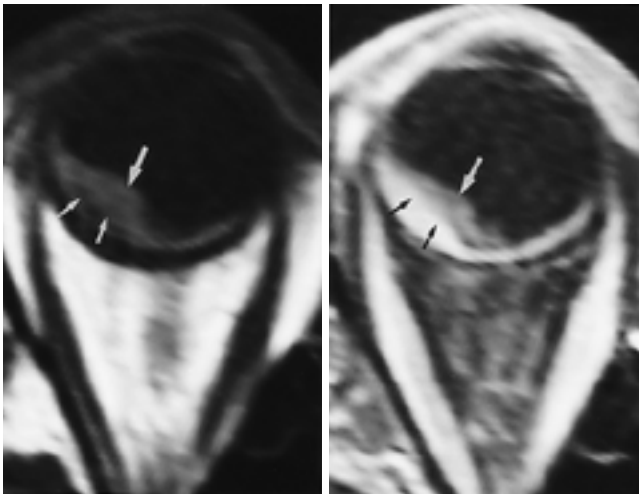


B



C

Fig.13.A 39-year-old woman with primary malignant melanoma.
A. T1WI shows mushroom morphology of the choroidal melanoma(large arrow).This tumor is proved as amelanotic melanoma. Subretinal hemorrhage(small arrow) is associated.
B. Contrast enhanced T1WI with fat suppression shows strong enhancement of tumor(large arrow) compared to high signal intensity of retinal hemorrhage(small arrow).
C. T2WI shows a hypointense tumor (arrow).



A B

Fig.14.A 53-year-old man with choroidal metastasis from lung cancer.
A. T1WI shows a crescentic slight hypointense mass(small arrows) with choroidal hemorrhage(large arrow).
B. Contrast enhanced T1WI with fat suppression shows strong enhancement of a choroidal mass(small arrows) compared to nonenhanced choroidal hemorrhage(large arrow).

T1강조영상에서 저신호강도를 보인다. 보통 종양 내부의 비균질 신호강도는 괴사나 출혈 등에의한 변화(Fig. 13A,B,C)이다. 조영제 주입 후에는 비교적 조영증강이 잘되며, 안구내 전이암과의 감별이 필요하다.

맥락막 전이성암(Choroidal metastasis)

안구 및 안와의 전이성암은 전체 안와암의 10%에 달한다. 1/3에서 양안을 침범한다. 유방과 폐에서 대부분 전이되며 그 다음으로 비뇨생식계와 위장계암이 있다. 소아에선 신경아세포종(neuroblastoma), Ewing씨육종과 Wilms씨종양에서 안구전이가 많다(2,9). 안구 전이종양의 MR영상은 외막형성이 적고 경계가 불분명하며 침윤성의 특징이 있다. 대부분 맥락막에 국한되며 일부에서 망막에 발생한다(Fig. 14A,B).

참 고 문 헌

1. Clemente CD. *Organs of the special senses. Gray`s Anatomy.* 30th ed. Philadelphia : Lea and Febiger, 1985 : 1290-1303
2. Valvassori GE, Mafee MF, Carter BL. *Imaging of the head and neck.* New York : Thieme, 1995 : 157-245
3. 윤동호, 이상욱, 최억. *안과학.* 서울 : 일조각, 1994 : 129-152
4. Potter PD, Shields JA, Shields CL. *MRI of the eye and orbit.* Philadelphia : B.Lippincott Company, 1995 : 31-34, 55-62, 93-98
5. Hardjasudarma M, Ganley JP, McClellan RL et al. Non neoplastic chorioretinal enhancement patterns in magnetic resonance imaging of the eye. *Cannad Assoc Radiol J* 1995 ; 46 : 183-188
6. Wolpert SM, Barness PD. *MRI in pediatric neurology.* St. Louis : Mosby Year Book, 1992 : 326
7. Vaughan DG, Asburg Taylor, Paul Riordan-Eva. *General ophthalmology.* 13th ed. Norwalk : Appleton and Lange, 1992 : 169 212
8. 김옥화, 정흥준, 최병길, 안보영, 정성근. 증식성일차초자체잔류의 CT와 MR소견. *대한방사선의학회지* 1994 ; 30 : 1141-1146
9. Som PM, Bergerson RT. *Head and neck imaging.* 3rd ed. St. Louis : Mosby Year Book, 1996 : 1009 1059

J Korean Radiol Soc 1999;40:1071-1076

MR Imaging of the Eyeball : Anatomy and Pathology[1]

Dong Hun Kim, M.D., Ho Kyu Lee, M.D., Young Hee Yoon, M.D.[2],
Choong Gon Choi, M.D., Dae Chul Suh, M.D.

[1]*Department of Diagnostic Radiology, Asan Medical Center, University of Ulsan, College of Medicine*
[2]*Department of Ophthalmology, Asan Medical Center, University of Ulsan, College of Medicine*

The eyeball can be divided into the anterior and posterior compartment bordering on the lens. The ocular wall is composed of three layers, namely the sclera, choroid and retina. Different pathologic conditions can occur, depending on the anatomic location. This paper illustrates the anatomical features of normal eyeball, as seen on MRI, and a variety of pathologic conditions of the compartments. An understanding of the MR features of various intraocular lesions is thus facilitated.

Index words : Eye, MR
Orbit, neoplasms

Address reprint requests to : Ho Kyu Lee, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Asan Medical Center College of Medicine University of Ulsan
#388-1 Poongnap-dong, Song pa-Gu, Seoul 138-736, Korea.
Tel. 82-2-2224-4371 Fax. 82-2-476-4719