TECHNICAL NOTE

The Usefulness of Fluorescein Angiography and Alternative Tests for Assessment of Fundus Hemorrhage

Je-Jin Yeon¹, Bon-Kyeong Koo², Sang-Ku Park³¹Department of Ophthalmology, Seoul National University Bundang Hospital, Seongnam, Korea²Department of Laboratory Medicine, Samsung Medical Center, Seoul, Korea³Department of Neurosurgery, Konkuk University Medical Center, Seoul, Korea

안저 출혈 시 형광안저혈관조영술 및 대체 검사의 유용성

연제진¹, 구본경², 박상구³¹분당서울대학교병원 안과, ²삼성서울병원 진단검사의학과, ³건국대학교병원 신경외과

ARTICLE INFO

Received June 11, 2021
Revised 1st June 17, 2021
Revised 2nd June 20, 2021
Accepted June 21, 2021

Key words

Electroretinography
Fluorescein angiography
Ophthalmic ultrasonography
Optical coherence tomography
Ultra-wide-field fluorescein angiography

ABSTRACT

Fundus hemorrhage refers to abnormalities in the retinal tissue and blood vessels. Therefore, when a hemorrhagic change in the fundus occurs, the ophthalmologist orders various ophthalmic tests to evaluate the degree of hemorrhage and determine the progress of the lesion before, during, and after treatment to accordingly establish a treatment plan. Currently, the most useful and universal fundus examination includes optical coherence tomography (OCT), fundus photography (FP), and fluorescein angiography (FAG). Existing fluorescein angiography test methods for establishing a treatment plan for severe fundus bleeding have limitations. The authors propose that peripheral pupil and the 5-quadrant method should be performed using ultra-wide-angle fluorescence fundus angiography (UWFFA). Using this method, it is possible to quickly determine the area to be described, avoid the radius of bleeding as much as possible, and provide the ophthalmologist with a range of damaged tissue and abnormal blood vessels. Nevertheless, there are cases in which ophthalmologists judge that fundus bleeding is so severe that ultra-wide-angle fluorescence fundus angiography is meaningless. In such cases, ophthalmic ultrasound and electroretinogram may be used in that order as alternative methods of examination. Therefore, some clinical situations require the use of ophthalmic ultrasound and electroretinogram and should be performed accurately.

Copyright © 2021 The Korean Society for Clinical Laboratory Science. All rights reserved.

서론

눈은 시각 정보를 뇌에 전달하는 기관으로 시각 정보가 들어 오면 각막과 수정체를 통과하여 망막에 투영되어 뇌에서 인지하게 된다. 그뿐만 아니라 눈을 통하여 복합적인 감각 및 운동기능이 관여하게 되고, 인체의 균형을 잡는 역할도 한다[1]. “몸이 천

냥이면 눈이 구백 냥”이라는 속담이 결코 과한 말이 아니다. 이러한 눈에서 안저(안구의 안쪽)에 문제가 발생하면 망막의 신경 세포로 전달되는 물체를 인식할 수 없게 된다. 안저에는 망막과 시신경 유두, 황반, 맥락막 등으로 구성되어 있으며, 이 부분을 특수한 검사 카메라로 관찰하는 방법을 안저검사(fundus examination)라고 한다[2]. 이때 가장 유용하고, 보편적인 안저검사로는 빛간섭단층촬영(optical coherence tomography, OCT), 안저촬영(fundus photography, FP), 형광안저혈관조영술(또는 형광안저촬영; fluorescein angiography, FAG) 등이 있다. 각각의 검사는 환자의 안저 출혈의 정도에 따라 선택적

Corresponding author: Sang-Ku Park
Department of Neurosurgery, Konkuk University Medical Center, 120-1
Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul 05030, Korea
E-mail: sk39.park@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0546-9014>

혹은 단계적으로 시행되며 이는 안과 의사가 안저 소견을 작성한 후 발행되는 검사 처방에 따른다. 1961년 Novoty and Alvis [3]에 의해 처음 기술된 이후로 형광안저혈관조영술은 망막과 맥락막의 질환을 진단하고 연구하기에 유용한 가치가 있음이 입증되었다. 형광안저혈관조영술은 안구의 내부(망막, 맥락막 순환계)의 미세한 변화를 파악하기 위하여 안저를 관찰하는 검사이다. 망막혈관의 구조와 형태 이상, 누출 등의 기능 이상을 관찰하기에 유용한 검사이며 영상에서 혈관에 형광물질이 도달하는 시간을 활용하여 다양한 망막 혈류 지표를 정의하고 순환장애를 가늠하는 도구로도 활용되어 왔다[4-6]. 형광안저혈관조영술은 현재 다양한 안저 출혈 환자에게 검사를 시행하고 있으나, 출혈이 심한 경우 안구의 내부 관찰이 어려워 출혈의 정도나 비수술적 치료에 대한 정보를 제공하기 어렵다[7, 8]. 저자들은 안과에 근무하는 임상병리사와 예비 임상병리사들을 위해 기본적인 안저 출혈의 개념과 정확한 진단을 위해 형광안저혈관조영술 검사와 대체 검사들을 효율적으로 수행할 수 있는 지침을 제시하고자 한다.

본 론

1. 안저 출혈의 이해

안저의 출혈은 망막조직의 이상을 시사한다. 따라서 안과 의사는 망막의 출혈성 변화에 따른 치료계획 수립에 앞서 혈관성 변화의 정도를 평가하게 된다. 안저 출혈이 동반되었을 때 검사자로서 어떻게 검사를 정확하게 수행하여 진단적 도움을 주느냐는 것이 매우 중요하다. 그러므로 검사를 수행하기에 앞서 검사를 위한 안저 출혈에 대한 기본 개념으로 망막의 출혈 원인, 안저 출혈의 종류, 안저 출혈을 일으키는 원인 혈관에 대하여 기술하였다.

1) 망막 출혈의 원인

망막에 질환이 있거나 혈액 순환장애가 발생하였을 때 망막에 출혈이 발생하게 되고 주로 합병증에 의하여 더 많이 발생한다. 당뇨병, 고혈압, 전신성 홍반성 루프스, 다발성 골수증, 안저 혈증후군, 전자간증, 백혈병, 빈혈, AIDS, 베세트병 등에 의한 합병증으로 발생한다. 안과의 진단적 관점에서의 출혈은 당뇨병 망막병증(diabetes mellitus retinopathy, DMR), 고혈압성 망막병증(hypertensive retinopathy, HRT), 망막정맥폐쇄증(retinal vein occlusion, RVO), 망막동맥폐쇄증(retinal artery occlusion, RAO), 미숙아망막병증(retinopathy of prematurity, ROP), 황반변성(macular degeneration), 망

막혈관염(retinal vasculitis), 망막혈관종(retinal hemangioma), 망막열공(reinal hole), 코우츠병(Coats' disease), 외상성 망막혈관종(angiopathia retinae traumatica), 급성 망막괴사(acute retinal necrosis, ARN) 등을 의미한다[9].

2) 안저 출혈의 종류

안구의 해부학적인 명칭 및 위치는 단순 단면도로 알기 쉽게 표현했다(Figure 1). 안저 내 망막은 모두 10개의 층으로 구성되고, 가장 안쪽부터 ILM(internal limiting membrane), RNFL(retinal nerve fiber layer), GCL(ganglion cell layer), IPL(inner plexiform layer), INL(inner nuclear layer), OPL(outer plexiform layer), ELM(external limiting membrane), PRL(photoreceptor layers), RPE(retinal pigment epithelium)로 나누어 진다. RPE층을 제외한 9개 층에 시세포가 분포되고, 이 시세포들은 각각의 역할에 따라 망막의 시각 경로에 도움을 준다. 망막의 10개 층을 혈관의 분포 영역과 matching 하면 SVC(superficial vascular plexus), DVC(deep vascular complex), avascular complex, chorio-capillaris, choroid층으로 matching할 수 있고, SVC는 NFLVP(nerve fiber layer vascular plexus), SVP(superficial vascular plexus)로 DVC는 ICP(intermediate capillary plexus), DCP(deep capillary plexus)로 나누어 구분된다(Figure 2A). 이를 망막의 10개 층과 비교하여 (a)~(f)까지 안저 출혈의 발생 위치를 표시하였다(Figure 2B).

(1) 유리체 출혈(vitreous hemorrhage)

유리체 출혈의 흔한 원인으로 증식성당뇨망막병증, 망막열

Figure 1. The eyeball of anatomical name and location.

Figure 2. Schematic figure of the layers and vessel networks in the human retina and fundus hemorrhage location (a~f). (A) Schematic figure of the layers and vessel networks in the human retina (www.he-academy.com/Retinal-Layers-Interactive). A vascular complex: choriocapillaris, choroidal vessels. (B) Vitreous interface (a) vitreous hemorrhage, (b) pre-retinal or sub-hyaloid hemorrhage, (c) superficial Retinal hemorrhage, (d) deep retinal hemorrhage, (e) sub-retinal hemorrhage, (f) sub-RPE hemorrhage. Abbreviations: NFLVP, Nerve Fiber Layer Vascular Plexus (part of SVC); SVP, Superficial Vascular Plexus (part of SVC); DVC, Deep Vascular Complex; ICP, Intermediate Capillary Plexus (part of DVC); DCP, Deep Capillary Plexus (part of DVC); RPE, retinal pigment epithelium.

공을 동반하거나, 혹은 동반하지 않은 후유리체 박리, 안외상, 망막정맥폐쇄, 그리고 연령관련성 황반변성 등이 있다[10~14].

망막에서의 출혈이 유리체로 확산되면 사진과 같이 출혈로 인해 안저의 모습을 명확하게 확인하기가 어려운 경우가 있다 (Figure 3A).

(2) 유리막하 출혈, 망막전 출혈(pre-retinal or sub-hyaloid hemorrhage)

유리체와 망막 사이에 생기는 출혈로 망막의 혈관이 출혈로 인하여 가려지고 한정된 공간에서 고인 출혈이기 때문에 혈액을 시험관에 담아놓은 것처럼 고형 혈액성분과 혈장성분이 분리되어 있는 것처럼 보이게 된다(Figure 3B) [15].

(3) 망막표층 출혈(superficial retinal hemorrhage)

망막표층의 출혈은 시신경섬유층을 따라서 퍼지기 때문에 불꽃 모양으로 보이거나 방추모양으로 보이게 된다. 출혈반의 중심부가 하얗게 보이면 로트반점(Roth spots)이라 하고 이는 염증 세포나 삼출물이 고여서 나타나는 현상이다(Figure 3C) [15].

(4) 망막심층 출혈(deep retinal hemorrhage)

망막심층에 생기는 출혈은 망막신경세포들의 조직열개(배열 구성연결)에 따라서 전후 측으로 퍼지기 때문에 2차원적 단면상인 형광안저혈관조영술에서는 저형광 반점으로 나타나고 안저 촬영 검사는 적색 반점으로 나타나기 때문에 소동맥류와 구분하

기 어렵다. 따라서 형광안저혈관조영술을 통해 저형광 반점의 망막심층의 출혈과 하얀 형광점으로 보이는 소동맥류를 감별한다(Figure 3D) [15].

(5) 망막하 출혈(sub-retinal hemorrhage)

삼출성 황반변성의 진행에 따라 다양한 양상의 출혈을 보이며 안저촬영에서는 밝은 적색반점으로 보인다[13]. 형광안저혈관조영술에서의 출혈의 모습은 검은 반점과 혈관 생성으로 인한 주위의 형광 누출을 보이며 빛간섭단층촬영에서는 신생혈관에 의한 출혈이 망막의 색소 상피층을 뚫고 들어와 명확하게 용기된 모습을 볼 수 있다(Figure 3E).

(6) 망막색소상피하 출혈(sub-retinal pigment epithelial hemorrhage)

망막하 출혈과는 출혈의 위치가 구분되고 색소상피층 아래에 고이므로 색소상피층에 가려져 보이기 때문에 암갈색으로 보이게 된다. 망막색소상피층과 맥락막층 사이에 한정되어 출혈의 경계가 뚜렷하고 표면이 올라와 보인다(Figure 3F) [15].

3) 안저 출혈을 일으키는 원인 혈관

(1) 소동맥류(microaneurysms)

주로 당뇨망막병증, 망막정맥폐쇄, 코우츠병 등에서 주로 볼 수 있고, 후극부에 생기며 아주 작은 출혈반과 구분하기 힘들다. 출혈

Figure 3. (A) Vitreous hemorrhage: Inferior fundus invisible (yellow arrow) with Optomap 200T× (Optos, Dunfermline, UK). (B) Pre-retinal or sub-hyaloid hemorrhage (yellow arrow): A, Conventional fundus photography with VX-10 alpha (Kowa, Hamamatsu, Japan); B, OCT image with Spectralis OCT (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany). (C) Roth's spot (yellow arrow1, White box), Superficial retinal hemorrhage (yellow arrow2): A, Conventional fundus photography with VX-10 alpha; B, Conventional fluorescein angiophotography with VX-10 alpha. (D) Deep retinal hemorrhage (yellow arrow, white box): A, Conventional fundus photography with VX-10 alpha; B, Conventional fluorescein angiophotography with VX-10 alpha. (E) Sub-retinal hemorrhage (yellow arrow): A, Multi color fundus photography with Spectralis HRA (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany); B, OCT image with Spectralis OCT; C, Fluorescein angiography with Spectralis HRA. Abbreviation: OCT, Optical coherence tomography. (F) Sub-RPE hemorrhage (yellow arrow): A, Conventional fundus photo with Spectralis HRA; B, OCT image with Spectralis OCT hyperreflective white dots is sub-retinal hemorrhage; C, Indocyanine green angiography with Spectralis HRA; D, 3D image with Spectralis OCT.

반에 비해 안저촬영에서 더 균일하고 표면이 매끄러워 보이며 정확한 감별은 형광안저혈관조영술로 할 수 있다(Figure 4A) [15].

(2) 신생혈관(neovascularization)

망막표면이나 유리체강내로 신생혈관이 자라서 붉은 줄의 망이나 덩어리를 형성한다. 당뇨망막병증, 망막정맥폐쇄, 미숙아

Figure 3. Continued.

망막병증, 망막혈관염 등에서 볼 수 있다(Figure 4B) [15].

(3) 망막혈관종(retinal hemangioma)

망막혈관종은 붉은색을 띤 노르스름한 덩어리로 망막 표면에 생기고 혈관종에 들고나는 혈관이 많이 확장된 양상을 보인다(Figure 4C) [15].

2. 안저 출혈에서 시행하는 검사

1) 형광안저혈관조영술(fluorescein angiography, FAG) 검사

형광안저혈관조영술은 안저 내에 출혈이 발생한 상태를 쉽게 판단할 수 있는 검사로서 안저 출혈 Grade 0부터 Grade 3까지는 측정이 원활하여 조기 치료의 역할로 더 큰 출혈을 예방할 수 있다. 그러므로 범망막광응고술 및 항체주사치료를 시도하여 수술로의 진행을 최대한 늦추는 데 기여할 수 있다. 하지만 안저 출혈 Grade 4는 유리체 내에 출혈이 심하게 생성되어 사실상 형광안저혈관조영술로는 판단하기 어렵다. 안저 출혈은 다음과 같은 등급으로 분류한다(Table 1, Figure 5) [16].

2) 광각형광혈관조영술(또는 광각형광안저촬영; ultra-wide-field fluorescein angiography, UWFFA) 검사

형광안저혈관조영술 검사를 하기 위한 안저카메라는 안저의 영상이 보이도록 조사되는 빛의 범위가 60도 이하이다. 그러므로 좁은 범위의 안저카메라로는 Grade 3에서 Grade 4의 안저 출혈 시 혼탁한 모습의 안저만이 획득된다. 안저카메라로 안저 관찰이 불가능한 혼탁한 영상이 획득되면 혼탁 범위를 피하기 위해 135도에서 200도의 스캔 범위가 가능한 광각안저카메라를 사용해야만 안저 출혈로 가려지는 부분을 최소화 할 수 있다. 검사과정은 2단계로 수행되며 형광염료 투입 전 광각안저촬영으로 영상을 획득하는 1단계와 형광염료 투입 후 광각형광혈관조영술로 영상을 획득하는 2단계가 있다.

(1) 1단계 광각안저촬영 영상을 획득하는 방법

환자는 정면 주시 상태이고, 주시 확인 스크린을 검사자가 보면서 검사자의 영상 획득 표시점의 이동 위치를 동공의 정면, 동공의 상측 끝, 동공의 하측 끝, 동공의 좌측 끝, 동공의 우측 끝으로 옮겨가며 총 5장의 영상을 획득한다. 이를 “동공주위촬영법”이라고 하기도 한다. Grade 3 이상의 중증 출혈이 발생한 안저

Figure 4. (A) Microaneurysm (yellow arrow, white box): A, Conventional fundus photography with VX-10 alpha; B, Conventional fluorescein angiophotography with VX-10 alpha. (B) Neovascularization (yellow arrow, white box): Conventional fundus photo with VX-10 alpha. (C) Hemangioma (yellow arrow): A, Conventional fundus photo with VX-10 alpha; B, Conventional fluorescein angiophotography with VX-10 alpha.

에서 동공주위를 통해 망막을 촬영하는 이유는 불투명한 안저를 발생시키는 백내장과 같은 수정체 혼탁과 구분하여 안저 출혈임을 빠르게 확인하는 과정이기 때문이다. 안저 출혈이 심한 경우는 출혈의 위치가 광범위하기 때문에 안저에서의 움직임이 거의 없고, 백내장과 같은 수정체 혼탁의 경우는 안저의 내부와 전혀 상관이 없기 때문에 동공주위촬영법을 시도하면 안저의 관찰이 가능하다. 즉 출혈이 심한 경우 동공주위촬영을 통해 안저 출혈임을 확인한 후 최소한의 영역만 확보하여 신속히 촬영하고, 2단계인 광각형광혈관조영술을 진행하는 것이 검사에 소요되는

시간을 절약할 수 있고, 환자의 눈의 피로도를 낮추어 다음 단계 진행을 수월하게 할 수 있다(Figure 6A).

(2) 2단계 광각형광혈관조영술 영상을 획득하는 방법

신속한 광각안저촬영 후 광각형광혈관조영술을 통해 형광염료의 누출 및 신생혈관의 위치와 비관류 부위를 확인하도록 한다.

검사를 위해 환자의 주시 방향을 알려주는 주시 확인 스크린을 실시간으로 보면서 대상 환자가 장비 내부의 주시 타겟 정면을 주시하게 한다. 주시가 가능하다고 판단되면 대상 환자의 시선을 중심으로 망막의 주변부를 확인한다. 검사자는 검사 시 환

Table 1. Vitreous hemorrhage density grading scale

Grade	Vitreous hemorrhage density grading scale
Grade 0	No blood present in the vitreous, the entire retina is visible
Grade 1	Some hemorrhage present, which obscures between a total of 4 to 6 clock hours of retina. Laser photocoagulation (PRP) can be successfully performed
Grade 2	Hemorrhage obscures between a total of 3 to 10 clock hours of central and/or peripheral retina, or a large hemorrhage is located posterior to the equator, with varying clock hours of anterior retina visible. Laser is feasible, but a full panretinal photocoagulation (PRP) can not be placed
Grade 3	A red reflex is present, with no retinal detail seen posterior to the equator, precluding any photocoagulation
Grade 4	Dense VH with no red reflex present

Figure 5. A, Clear retinal tissue and vascular abnormalities are found on wide-angle fluorescent fundus photographs (Grade 1); B, Significant retinal tissue and vascular abnormalities are found on fluorescein angiograms (Grade 2); C, It is possible to see peripheral leakage on the wide-angle fluorescein angiogram (Grade 3); D, There is no significance in wide-angle fundus photographs (Grade 4). A~D: Captured by Optomap 200Tx.

자가 보는 내부 주시점을 정면, 상측, 하측, 비측, 이측으로 이동시키며 각각의 과정에 맞게 환자의 협조를 유도하며 진행한다 (Figure 6B).

3. 안저 출혈이 매우 심각할 때 대체할 수 있는 검사

1) 안 초음파(ophthalmic ultrasonography) 검사

Grade 4 이상의 매우 심각한 안저 출혈이 발생하여 형광안저 혈관조영술과 광각형광혈관조영술에 의의가 없을 때 안 초음파 검사를 시행한다. 안 초음파는 고주파인 10 MHz를 사용하여 1초에 1,000만 번의 파장 주기로 조직에 투사하여 공막 또는 얇은 안구의 눈꺼풀 조직을 원활하게 투과하도록 한다[17]. 형광안저혈관조영술은 안구에 빛을 투과하여 검사하는 것으로 출혈이 심할 경우 불투명해진 안구의 매질 때문에 빛이 투과하지 못

하여 안저 영상을 획득하지 못한다. 이것은 어두운 방 안에서 사물의 사진을 촬영하는 것과 같은 현상이다. 하지만 초음파는 소리에너지의 파장을 매질에 투과하여 검사하는 것으로 불투명해진 안구의 매질과 상관없이 목표 조직에 도달할 수 있는 특성을 활용하는 것이다.

안 초음파 검사는 A스캔과 B스캔으로 구분된다. A스캔은 초음파를 1차원적으로 발사하고 받아들인 것으로 스파이크 형태의 그래프로 나타난다. A스캔은 매질과 매질 사이가 액체에 가까우면 반사가 작아 낮은 파형, 고체에 가까우면 반사가 커서 높은 파형을 보인다. 반향 반사가 강할수록 진폭이 커지고, 스파이크가 튀는 고점에서의 거리는 초음파의 반향 반사가 진행한 거리에 비례함을 나타내므로 병변의 모양을 나타내지는 못하지만 병변의 특징을 알거나 크기를 측정하는데 사용할 수 있다. B스

Figure 6. (A) How to acquire a wide-angle fundus image, the first step; (B) the second step. Captured by Optos P200Dtx (Optos, Dunfermline, UK).

캔은 초음파를 2차원적으로 발사하여 받아들이는 것으로 조직의 단면을 평면 위의 점으로 표시한다. 점의 밝기는 반사의 세기를 나타내고, 여러 개의 점이 모여 2차원적인 조직의 모양을 나타내게 된다[17]. 안 초음파 검사는 구조물과 구조물 사이를 흑점과 백점으로 표현하는 B-mode 사용한다. 흑점으로 표시되는 경우는 초음파가 매질을 잘 통과하는 경우로 저에코(hypoechoic)라 하며 초음파의 반사량이 적어 약한 신호를 보내기 때문에 까맣게 표시된다. 백점으로 표시되는 경우는 초음파가 매질을 잘 통과하지 못하는 경우로 고에코(hyperechoic)로서 초음파의 반사량이 많아 강한 신호를 보내기 때문에 하얗게 표시된다. 예를 들면 고체제 가까운 안구 조직인 각막, 홍채, 모양체, 수정체, 망막, 황반, 시신경, 맥락막은 하얗게 보이고, 빈 공간이나 액

체 성분에 가까운 전방, 후방, 수정체, 초자체, 시신경 후면 그림자는 까맣게 보인다(Figure 7).

안 초음파를 검사할 때 중요한 것은 안저 영상의 시신경과 황반의 위치를 기준 삼아 안구의 내부를 스캔 하는 것이 중요하다. 안저의 시신경 귀 방향 아래에 황반이 위치하므로 코 방향으로 프로브의 마커가 위치하면 표출되는 화면의 위는 코 방향이므로 시신경을 기준으로 검사자가 보는 화면의 아래에 황반이 위치하게 된다. 수직 스캔 시 대상 환자의 머리 쪽으로 프로브의 마커를 향하기로 한 것은 일종의 약속이다. 수직 스캔 시 안구가 수직으로 잘라진 위 쪽이 대상환자의 안구의 위 쪽이고, 아래 쪽은 안구의 아래 쪽 방향이다.

수직 방향 스캔은 프로브 마커를 각막의 가장자리와 수직이

Figure 7. Photography of ophthalmic ultrasonography examination. (a) Anterior chamber, (b) lens, (c) vitreous body, (d) optic disc black shadow, (e) cornea, (f) iris, (g) ciliary body, (h) lens capsule, (i) macular, (j) optic disc, (k) retina, (l) choroid, (o) vertical inferior, (n) vertical superior; yellow arrow, probe maker line with vertical; (a~d) hypoechoic, (e~l) hyperechoic. Ultrasonography image is captured by Eyecubed (Ellex Medical, Southport, UK).

Figure 8. (A) Horizontal inferior; (B) Horizontal; (C) Horizontal superior; (D) Vertical nasal; (E) Vertical; (F) Vertical temporal. Ultrasonography image is captured by Eyecubed.

되도록 프로브를 배치하고 안구 내 병변의 전후 범위를 보여주며(Figure 8A~C), 수평 방향 스캔은 프로브 마커를 각막의 윤부와 평행하도록 프로브를 배치하고 안구 내 병변의 측면 범위를 보여주는데 유용하다(Figure 8D~F). 관례상 프로브의 마커의 위치는 수직 방향은 머리 쪽, 수평 방향은 코 쪽으로 한다. 다만 각 기관마다 수평 스캔에서 프로브의 위치는 각 병원마다 약

속하여 정하는 경우가 많다.

2) 망막전위도(electroretinography, ERG) 검사

망막전위도는 자극에 대한 망막의 반응을 전기적 신호의 파형으로 기록하는 것으로 자극에 의한 모든 망막 세포들의 반응은 양성파와 음성파의 전위도로 표현하며 이러한 망막전위도의 파형

Figure 9. Fluorescent fundus examination flow for patients with grade 3 and 4 fundus hemorrhage.

을 비교 분석하여 정상과 비정상의 망막의 기능을 파악하고 나아가 특징적인 망막 세포의 병변을 알 수 있는 검사이다. 망막전위도 검사는 광 수용체, 뉴런 세포(수평, 양극성, 무 축삭 세포), 아교 세포 및 이들의 상호 작용을 평가하는 데 사용되고 있고 매체 혼탁이 있어도 망막 조직내 세포의 기능을 평가하는 데 유용하다[18]. 검사에 있어 표준적인 광자극은 국제임상시각전기생리학회(International Society for Clinical Electrophysiology of Vision, ISCEV)에서 권장하는 망막전위도 검사에 대한 국제 표준에 따라 전체 필드를 측정해야 하며 Standard for full-field clinical electroretinography (2020 update)가 업데이트 되어 있다.

결론

안과검사에서 안저 출혈 시에 보편적으로 활용되고 있는 형광안저혈관조영술에 대하여 살펴보았다. 심한 안저 출혈 때문에 형광안저혈관조영술로 관찰이 불가능한 경우는 Grade 3 이상의 안저 출혈이 있을 때가 해당되며, 대체 검사로서 보다 넓은 각도로 검사하는 광각안저카메라의 4분면 촬영법에 대하여 알아 보았다. 안과검사에 Grade 3, 4의 안저 출혈환자를 대상으로 형광안저혈관조영술을 할 때 검사소요시간을 줄이고, 검사의 질을 향상시킬 수 있도록 다음과 같은 업무지침을 숙지

하면 효율적일 것이다(Figure 9).

하지만 안저 출혈 정도가 매우 심각한 수준에서는 광각형광 혈관조영술로도 안저 상태를 파악하기 어려운 경우가 존재하였고, 이러한 경우 대체할 수 있는 검사 방법으로 안 초음파 검사와 망막전위도 검사가 있다. 안저가 출혈로 가득 차 있는 상태에서 수술적 치료를 위해 안저의 상태를 평가하는 검사로는 안 초음파 파검사가 간접적이거나 평가가 유효하며 현재까지는 출혈상태 가려져 있는 망막의 조직학적 모양을 보기 위한 최적의 검사이다. 그러나 안 초음파 검사는 사용빈도가 낮다. 그러한 이유는 매체 혼탁이 없을 때에는 안구 속의 관찰이 가능하기 때문에 심한 백내장, 출혈 등과 같은 매체 혼탁에서 대체 검사로 시행하는 경우가 많고 꼭 필수적인 경우에만 실시하기 때문이다. 그리고 망막전위도 검사는 빛의 자극을 이용하여 망막의 세포가 반응하는 정도를 평가할 수는 있겠으나 의료수가(또는 건강보험수가, 상대가치×환산지수[점수 당 단위])가 검사의 시간과 노력에 비해 너무 낮게 설정되어 있고, 이로 인하여 검사가 필수적인 질병 군에서의 진단 또는 장애진단서 발급이 필요한 경우 등에서 드물게 시행되고 있다.

안과검사에서 안저의 출혈이 있는 경우에서 실시하는 안저촬영, 형광안저혈관조영술 검사에 대하여 자세히 살펴보았고, 참고로 빛간섭단층촬영 영상을 함께 제시하여 출혈의 위치를 간략히 언급하였다. 심한 안저 출혈이 있어 안저의 관찰이 불가능한

경우 대체하는 검사법으로 안 초음파 검사와 망막전위도 검사가 있으며 안 초음파의 기본 술기와 원리를 소개하였다.

요 약

안저 출혈은 망막 조직과 혈관의 이상을 의미한다. 따라서 안과 의사는 안저의 출혈성 변화가 발생하면 이에 따른 치료 계획을 수립하기 위해 치료 전과 치료 중간, 치료 이후 등 병변의 진행 상황을 파악하기 위해 여러 가지 안과 검사의 출혈 성 정도의 평가를 위해 오더를 지시한다. 현재 가장 유용하고 보편적인 안저 검사에는 빛간섭단층촬영(OCT), 안저촬영(FP), 형광안저혈관 조영술(FAG) 등이 있다. 중증 안저 출혈에 대한 치료 계획을 수립하기 위한 기존의 형광안저혈관조영술 검사에는 한계가 있다. 저자들은 광각형광혈관조영술을 이용하여 동공주위촬영과 5-quadrant 방법을 수행할 것을 제안한다. 이 방법을 사용하면 신속히 검사 부위를 결정하고 최대한 출혈의 반경을 피해 안과 의사에게 손상된 조직과 이상 혈관의 범위를 제공할 수 있다. 그런데도 불구하고 안과 의사가 안저 출혈이 매우 심각하여 광각형광혈관조영술이 무의미하다고 판단하는 경우가 있다. 이런 경우 대체검사로 안과초음파 및 망막전위도의 오더가 발생한다. 따라서 우리는 안 초음파 및 망막전위도 검사 필요성에 대해 당위성을 인정해야 하고, 정확하게 수행해야 한다.

Acknowledgements: None

Conflict of interest: None

Author's information (Position): Yeon JJ¹, M.T.; Koo BK², M.T.; Park SK³, M.T.

REFERENCES

1. Lee HS, Choi HS, Kwon OY. A literature review on balance control factors. *Physical Therapy Korea*. 1996;3:82-91.
2. Bae SH, Cho BL, Son KY, Han MK, Kim MK, Han NR, et al. Interpretation of ophthalmoscopy. *Korean J Fam Pract*. 2013;3: 415-421.
3. Novotny HR, Alvis DL. A method of photographing fluorescein circulating blood in the human retina. *Circulation*. 1961;24: 82-86. <https://doi.org/10.1161/01.cir.24.1.82>
4. Yang YS, Kang P, Hwang JY, Kim JD. A study on microcirculation time including retinal periphery in diabetic retinopathy using the fluorescein angiography. *J Korean Ophthalmol Soc*. 2000;41:931-937.
5. Sinclair SH. Macular retinal capillary hemodynamics in diabetic patients. *Ophthalmology*. 1991;98:1580-1586. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(91\)32084-0](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(91)32084-0)
6. Wolf S, Arend O, Toonen H, Bertram B, Jung F, Reim M. Retinal capillary blood flow measurement with a scanning laser ophthalmoscope preliminary results. *Ophthalmology*. 1991;98:996-1000. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(91\)32192-4](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(91)32192-4)
7. Guillermo SV, Manuel TA, Catalina BR, Estefanía IE, Mariana M, Raul VM, et al. A proposed method to quantify vitreous hemorrhage by ultrasound. *Clin Ophthalmol*. 2019;13:2377-2384. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S229857>
8. Fekih O, Abdeljelil A, Zgolli H, Nacef L. Vitreous hemorrhage secondary to sickle cell trait. *J Fr Ophtalmol*. 2020;43:147-149. <https://doi.org/10.1016/j.jfo.2019.09.007>
9. Shukla UV, Kaufman EK. Intraocular hemorrhage. *Treasure island: Stat Pearls Publishing*; 2021.
10. Butner RW, McPherson AR. Spontaneous vitreous hemorrhage. *Ann Ophthalmol*. 1982;14:268-270.
11. Dana MR, Werner MS, Viana MA, Shapiro MJ. Spontaneous and traumatic vitreous hemorrhage. *Ophthalmology*. 1993;100:1377-1383. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(93\)31472-7](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(93)31472-7)
12. Lean JS, Gregor Z. The acute vitreous hemorrhage. *Br J Ophthalmol*. 1980;64:469-471. <https://doi.org/10.1136/bjo.64.7.469>
13. Lindgren G, Sjodell L, Lindblom B. A prospective study of dense spontaneous vitreous hemorrhage. *Am J Ophthalmol*. 1995; 119:458-465. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(14\)71232-2](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)71232-2)
14. Spraul CW, Grossniklaus HE. Vitreous hemorrhage. *Surv Ophthalmol*. 1997;42:3-39. [https://doi.org/10.1016/s0039-6257\(97\)84041-6](https://doi.org/10.1016/s0039-6257(97)84041-6)
15. Lee JH. Differential diagnosis by fundus examination. Seoul: Seoul National University Publishing; 1997. p41-46.
16. Lieberman RM, Gow JA, Grillone LR. Development and implementation of a vitreous hemorrhage grading scale 2006 [Internet]. Doylestown, PA: Penta Vision; 2021 [cited 2021 Jun 08]. Available from: <https://www.retinalphysician.com/issues/2006/may-2006/development-and-implementation-of-a-vitreous-hemor>
17. Korean Ophthalmological Society. Ophthalmic examination. Seoul: Korean Ophthalmological Society; 2002. p277-281
18. Hood DC, Bach M, Brigell M, Keating D, Kondo M, Lyons JS, et al. ISCEV standard for clinical multifocal electroretinography (mfERG) (2011 edition). *Doc Ophthalmol*. 2012;124:1-13. <https://doi.org/10.1007/s10633-011-9296-8>