

# 뇌 사 판 정

## Determining Brain Death

### 강 중 구

울산의대 서울아산병원 신경과

서울 송파구 풍납2동 388-1

**Joong Koo Kang, M.D.**

Department of Neurology

University of Ulsan College of Medicine, Asan Medical Center

E-mail : jkkang@amc.seoul.kr

### Abstract

**B**rain death is a clinical diagnosis. The three cardinal findings in brain death are coma or unresponsiveness, absence of brainstem reflexes, and apnea. The clinical examination of the brainstem includes testing of brainstem reflexes, determination of the patient's ability to breathe spontaneously, and evaluation of the motor response to pain. Spontaneous and reflex movements originating from the spinal cord neurons may occur in brain-dead patients. An awareness of spinal reflexes may prevent delays in and misinterpretations of the brain-death diagnosis. In some countries including Korea, our country, confirmatory tests are required by law when determining brain death. However, a confirmatory test is not usually mandatory except for patients in whom specific components of clinical testing cannot be evaluated reliably.

**Keywords : Brain death; Apnea; Spinal reflexes; Confirmatory tests**

**핵심어 : 뇌사; 무호흡; 척수반사; 확진 검사**

### 서론

**뇌**사판정의 중요한 기준은 각 나라마다 비슷하나 구체적으로 판정에 필요한 요건 및 이를 확인하기 위한 확정 검사(confirmatory test)의 강제 여부 및 종류는 나라에 따라 조금씩 다르다. 뇌사는 뇌간을 포함한 뇌 전체의 모든 기능이 비가역적으로 정지된 것을 의미한다. 임상적으로 뇌사의 진단은 모든 뇌간 기능의 비가역적인 소실과 동일한 의미이다. 따라서 뇌사환자의 신경학적 검사에서 중요한 것은 첫째, 의식소실을 증명 하는 것, 둘째, 통증 자극에 대한 운동 반응(motor response)이 없을 것, 셋째, 뇌간 반사가 없을 것, 넷째, 무호흡이다(1). 우리나라에서의 뇌사판정의 기준은 1999. 2. 8. 제정된 장기 등 이식에 관한 법률에 대략적인 기준이 명시되어 있다(Table 1)(1).

따라서 본 특집의 목적은 우리나라의 뇌사판정 기준에 대해 살펴보고 어른과 어린이에서 뇌사를 판정할 때 필요한 전제 조건을 포함한 뇌사판정 방법 및 몇가지 뇌사 확진 검사의 유용성과 한계에 대해 고찰하고자 한다.

### 뇌사의 흔한 원인과 선행조건

뇌사의 흔한 원인은 심한 뇌손상, 동맥류 파열에 의한

Table 1. Criteria for brain death in Korea (by law)

### 1. 6세 이상인 자에 대한 뇌사판정 기준

다음의 선행조건 및 판정기준에 모두 적합하여야 한다.

#### 1. 선행 조건

- (1) 원인질환이 확실하고 치료될 가능성이 없는 기질적 뇌병변이 있다.
- (2) 깊은 혼수상태로서 자발호흡이 없고 인공호흡기로 호흡이 유지된다.
- (3) 치료 가능한 약물중독(마취제 · 수면제 · 진정제 · 근육이완제 또는 독극물 등에 의한 중독)이나 대사성 또는 내분비성 장애(간성혼수 · 요독성 혼수 또는 저혈당성 뇌증 등)의 가능성이 없어야 할 것
- (4) 저체온상태(직장온도가 섭씨 32° 이하)가 아니어야 할 것
- (5) 쇼크상태가 아니어야 할 것

#### 2. 판정 기준

- (1) 외부자극에 전혀 반응이 없는 깊은 혼수상태일 것
- (2) 자발호흡이 되살아날 수 없는 상태로 소실되었을 것
- (3) 두 눈의 동공이 확대 · 고정되어 있을 것
- (4) 뇌간반사가 완전히 소실되어 있을 것

다음에 해당하는 반사가 모두 소실된 것을 말한다.

- (가) 광반사(light reflex)
- (나) 각막반사(corneal reflex)
- (다) 안구두부반사(oculo-cephalic reflex)
- (라) 전정안구반사(vestibular-ocular reflex)
- (마) 모양체척수반사구역반사(cilio-spinal reflex)
- (바) 구역반사(gag reflex)
- (사) 기침반사(cough reflex)
- (5) 자발운동 · 제뇌강직 · 제피질강직 및 경련 등이 나타나지 아니할 것
- (6) 무호흡 검사 결과 자발호흡이 유발되지 아니하여 자발호흡이 되살아날 수 없다고 판정될 것  
무호흡 검사가 불충분하거나 중단된 경우에는 혈류검사로 추가 확인하여야 한다.
- (7) 재확인: (1)내지 (6)에 의한 판정결과를 6시간이 경과한 후에 재확인하여도 그 결과가 동일할 것
- (8) 뇌파 검사: (7)에 의한 재확인 후 뇌파검사를 실시하여 평탄뇌파가 30분 이상 지속될 것
- (9) 기타 필요하다고 인정되는 대통령령이 정하는 검사에 적합할 것

### 2. 6세 미만인 소아에 대한 뇌사판정 기준

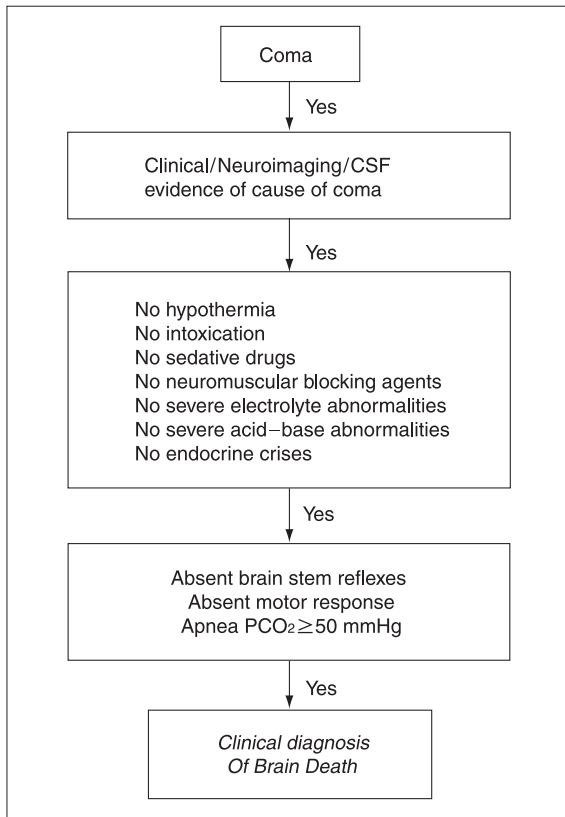
제1호의 선행조건 및 판정기준에 적합하여야 하되, 연령에 따라 재확인 및 뇌파검사를 다음과 같이 실시한다.

#### 가. 생후 2월 이상 1세 미만인 소아

제1호 나목(7)에 의한 재확인을 48시간이 경과한 후에 실시하고, 제1호 나목(8)에 의한 뇌파검사를 재확인 전 · 후에 각각 실시한다.

#### 나. 1세 이상 6세 미만인 소아

제1호 나목(7)에 의한 재확인을 24시간이 경과한 후에 실시한다.



**Figure 1.** Proposed guideline for the clinical diagnosis of brain death

지주막하 출혈, 두개강 내 출혈 등이다. 또한 뇌부종과 이 탈(herniation)을 유발하는 커다란 허혈성 뇌경색, 심장 소생술 후의 허혈성 뇌손상 등도 자주 관찰되는 뇌사의 원인이다.

이와 같이 선행요인이 명확한 환자는 문제가 없으나 원인이 명확하지 않은 환자에서 뇌사판정은 다소 복잡하다. 이런 환자에서의 뇌사판정은 환자의 상태가 뇌사의 임상적 기준에 맞으면서 24시간 이상 관찰하여 뇌사 상태의 변화가 없고 뇌혈류가 없다는 것이 증명되고 아래와 같은 원인이 배제될 수 있으면 뇌사라고 할 수 있다(2). 배제되어야 할 요인은 첫째, 저체온의 여부이다. 뇌간 반사는 직장온도가 32℃ 이하인 경우 둔화되고 직장온도가 27℃

이하인 경우 없어진다. 둘째, 약 중독의 가능성이 없어야 한다. 만약 의식을 감소시키는 원인이 될 수 있는 약의 이름은 알고 있으나 용량을 모르거나 혈중농도의 측정이 불가능할 경우, 병용하는 약에 의한 상호작용과 장기의 기능 이상으로 인해 약의 배설이 지연될 가능성이 없다면 elimination half-life의 4배 이상의 시간을 기다리는 것이 좋다. 하지만 뇌사판정은 barbiturate 혈중농도가 치료농도 이하라면 이러한 시간을 기다리지 않고도 내려질 수 있다. 또 환자의 병력은 알 수 없으나 약 중독이 의심될 때 뇌간 반사의 변화가 있는지를 관찰하면서 48시간 정도를 기다려야 한다. 만약에 일정한 기간의 관찰 후에도 임상적인 뇌사 상태의 변화가 없다면 뇌사판정을 위한 확진 검사(confirmatory test)를 시행한 후 뇌사로 판정한다(3, 4). 셋째, 급성의 대사장애 혹은 내분비적인 기능 저하가 있는 경우에는 뇌사판정의 신빙성이 떨어진다(Figure 1).

## 뇌사판정 기준

현재까지 잘 정리된 뇌사판정의 기준은 American Academy of Neurology(AAN)의 Quality standards subcommittee에서 만들고 AAN Executive Board에 의해 승인된 기준이 있다(2).

이 기준에 따르면 뇌사는 위에서 언급한 뇌사의 선행요건을 만족하면서 반응이 없는 혼수 상태이며, 통증에 대한 반응이 없고 뇌간 반사가 없고 무호흡 상태를 만족하여야 한다.

### 1. 통증에 대한 반응

통증에 대한 반응을 관찰할 때 중요한 것은 안와상 부위(supraorbital area)나 nail-bed를 강하게 눌러 통증

을 줄 때 근육의 움직임(motor response)이 없어야 한다. 일반적으로 안와상 부위에서의 통증자극이 nail-bed에서의 통증자극보다 훨씬 유용하다(3). 뇌사판정기준에는 자발운동 등이 없어야 한다고 명시되어 있으나 뇌사환자에서도 척수신경으로부터 유발되는 자발 혹은 반사운동이 관찰될 수 있다. 따라서 뇌에 의해 발생하는 움직임과 척수반사(spinal reflexes)에 의한 움직임을 감별하는 것이 매우 중요하다. 척수반사에 의한 움직임은 척수신경세포에서 유래하고 뇌사 진단에 영향을 주지 않는다. 연구에 따라서는 뇌사환자의 30~70%에서 척수반사가 관찰될 수 있다고 한다(3, 5). 이때 관찰될 수 있는 척수반사로는 plantar responses, muscle stretch reflexes, abdominal reflexes, plantar withdrawal과 finger jerks, 통증을 주었을 때 상지에 신전(extension)과 회내 운동(pronation) 등이며 이 외에 가장 특징적인 척수반사 중에 하나는 Lazarus sign이다. Lazarus sign은 팔꿈치에서 arms의 굴곡(flexion), 어깨의 외전(abduction), 상지를 올리는 것(lifting), 손의 dystonic posturing으로(2) 이 반응은 자극이 없이 스스로 일어날 수도 있고 통증을 준 후, 때로는 무호흡 검사중에 일어날 수 있다. 또한 이러한 움직임은 인공호흡기를 중단한 후에 더 현저해질 수 있다(3). 임상적으로 뇌사로 판정된 환자 134명 중 18명(13.4%)에서 척수반사에 의한 움직임이 나타났고, 이 중 Lazarus sign은 2명의 환자에서 무호흡 검사 시, 안구두부반사 검사 시, 통각 자극 후, 혹은 호흡기를 제거한 후에 나타났다(6). 따라서 뇌사의 진단을 지연시키지 않기 위해서는 척수반사에 의한 움직임에 대한 정확한 이해가 중요하다.

## 2. 뇌간 반사의 소실

뇌사의 판정에서 뇌간 반사가 없는 것이 중요한데 뇌사환

자에서 소실되어야 하는 뇌간 반사에는 여러가지가 있다(2~4).

첫째, 광반사가 없어져야 한다. 즉 양쪽 눈에 밝은 빛 자극을 주었을 때 동공 수축이 관찰되지 않는 것이다. 뇌사환자에서 동공의 모양은 둥글거나, 난형(oval), 불규칙한 모양을 가질 수 있다. 대부분의 경우 동공의 크기는 4~6mm 정도의 중간 크기이나 때로는 동공을 확대시키는 확장근(dilator muscle)을 지배하는 경추 교감신경계(sympathetic cervical pathways) 기능은 보존되어 있어 동공이 완전히 산동될 수 있다. 하지만 주의할 것은 약들에 의해 동공의 크기가 영향을 받을 수 있다는 것이다.

둘째, 각막반사와 턱 반사(jaw jerk)를 포함한 안면 감각과 근육운동이 없어야 한다. 각막반사는 throat swab으로 검사하는 것이 편하다. 검사 방법은 nail bed, 안와상 융선(supraorbital ridge), 측두하악관절(temporomandibular joint) 부위의 condyles에 센 통증자극을 준 후 얼굴을 찡그리는 것(grimacing)을 검사하며 뇌사에서는 얼굴의 찡그림 등이 없어야 한다. 하지만 얼굴에 심한 외상은 이 검사의 해석을 어렵게 할 수 있다.

셋째, 뇌사환자에서는 머리를 돌리거나(안구두부반사 검사) caloric test(전정 안구반사)를 하더라도 안구운동이 발생하지 않는다. 안구두부반사검사는 경추에 골절이 없고 불안정이 없는 경우에만 시행한다. 안구두부반사는 머리를 중앙위치에서 양측으로 갑자기 빠르게 90° 돌리는 경우 발생하는데, 정상인 경우 눈은 머리 돌리는 방향의 반대쪽으로 향하게 된다. 하지만 뇌사환자에서는 이러한 움직임이 없이 머리를 돌리는 쪽으로 눈동자가 따라 움직인다. 수직의 안구두부반사도 검사를 해야 하며 검사하는 방법은 목을 굽히거나 신전하여 시행하는데, 정상인 경우 고개를 굽히면 눈이 위로, 목을 신전(extension)하면 아래로 향하게 된다. 이때 뇌사환자에서는 안검 개안

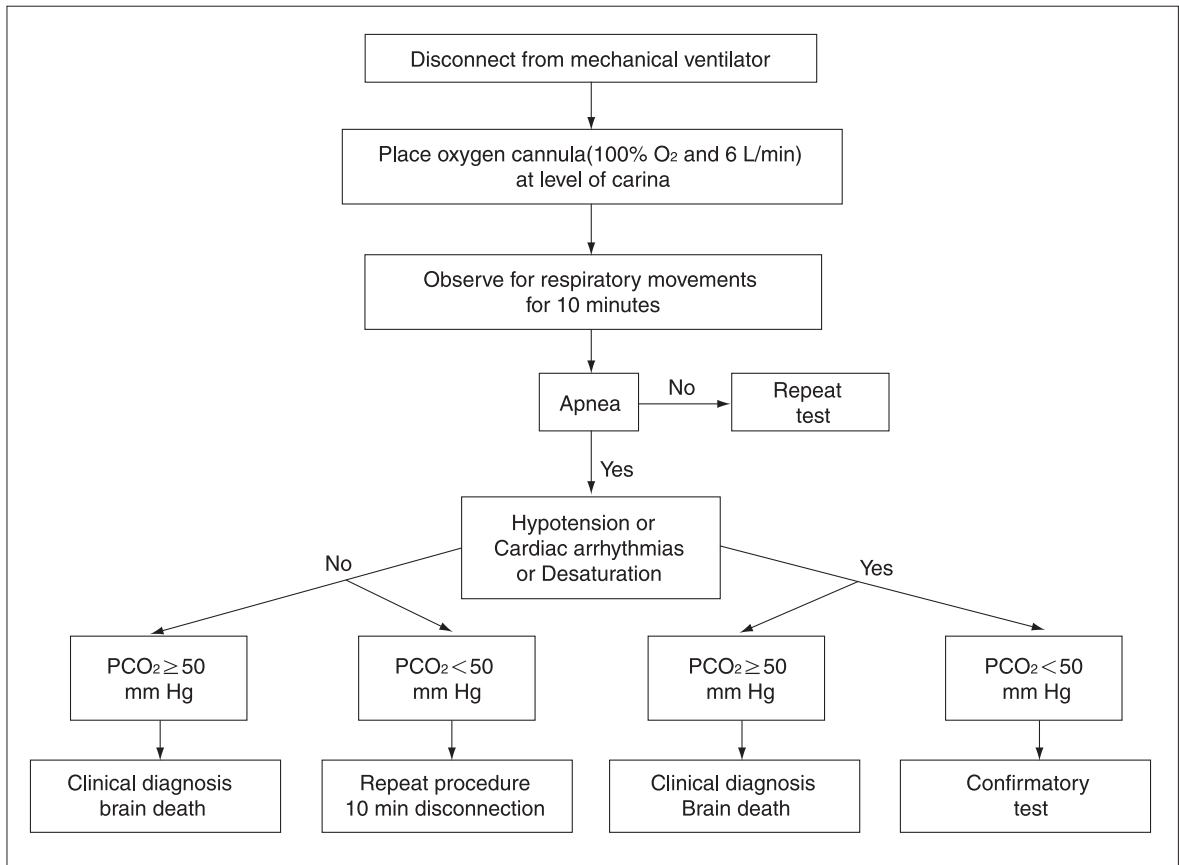


Figure 2. Procedure for the apnea test in brain death

(eyelid opening)과 수직의 눈움직임이 없다. Caloric test, 즉 전정 안구반사는 30° 정도 머리를 올린 상태에서 작은 suction catheter를 이용하여 50ml의 찬물을 외이도를 통해 고막에 넣어 시행한다. 이때 뇌사환자에서는 찬물을 넣은 방향으로 눈의 tonic deviation이 일어나지 않는다. 찬물을 넣은 후 1분 정도는 기다려야 하고 반대쪽 검사는 적어도 5분이 경과한 후 시행한다. Sedatives, aminoglycosides, tricyclic antidepressants, anticholinergic, chemotherapeutic agents는 전정 안구반사를 감소시키거나 없앨 수 있다. 뇌손상 혹은 안면 손상 후 안검 부종(lid edema) 혹은 결막 부종은 안구의 움직

임을 제한 할 수 있다.

넷째, 구역반사(gag reflex)와 기침반사(cough reflex)가 없어야 한다. 구역반사는 tongue blade로 후인두(posterior pharynx)를 자극할 때 유발되며 기침반사는 bronchial suction을 할 때 유발되나 뇌사환자에서는 이러한 반응이 소실된다. 하지만 기관지 삽관이 되어 있는 상태에서 구역반사를 검사하기 어렵다.

### 3. 무호흡(Figure 2)

뇌사의 임상 진단에 중요한 것은 무호흡을 증명하는 것이다. 무호흡 검사는 연수에 위치하는 호흡 중추의 기능

을 검사하는 것이다(7). 뇌간 기능의 소실은 호흡 소실과 혈관운동 조절(vasomotor control)의 소실을 유발하여 무호흡과 혈압저하를 일으킬 수 있다. 따라서 뇌사환자에서는 자주 저혈압이 동반되나 뇌사 임상기준을 만족하는 경우에도 혈압은 정상일 수 있고 요붕증도 동반되지 않을 수 있다(2, 8). 호흡 신경세포(respiratory neuron)는  $\text{PCO}_2$ 와 뇌척수액의 pH 변화를 감지하는 central chemoreceptor에 의해 조절되고 이것은 혈장의  $\text{PCO}_2$  변화를 정확하게 반영한다. 뇌간이 파괴된 과산소화된(hyper oxygenated) 환자에서 어느 정도의 동맥  $\text{PCO}_2$  농도가 호흡 중추의 chemoreceptor를 최대한으로 자극하는지 알려진 것은 없다. 일반적으로 뇌간을 최대한 자극하기 위한  $\text{PaCO}_2$  농도는 60mmHg보다 커야 한다. 하지만 무호흡 검사에서 34~37mmHg 정도의 낮은  $\text{PCO}_2$  농도에서도 정상적 호흡이 이루어졌고 41~51mmHg 정도의 높은  $\text{PCO}_2$ 에서는 respiratory-like movements가 관찰되었다(2). 따라서 나라에 따라서는 무호흡 검사에서  $\text{PaCO}_2$ 의 절대값이 50mmHg를 넘거나 검사를 시행하기 전 상태에 비해 20mmHg 이상 증가했으나 자발호흡이 관찰되지 않는 경우 무호흡 상태로 인정한다. 연수의 호흡 중추가 기능하는 환자에서 진정한 자발 호흡은 복부와 흉부의 excursion을 동반하면서 적절한 1회 환기량(tidal volume)을 만든다(3). 만약에 환자에게 언제라도 이러한 자발호흡이 관찰되면 무호흡 검사는 음성으로 판정된다. 무호흡 검사중에 관찰할 수 있는 respiratory-like movement는 환기를 위해서 효과적인 이지 않고 shoulder elevation, adduction, back arching과 의미있는 일회 환기량이 수반하지 않는 intercostal expansion을 보일 수 있고 결국 효과적인 흡입력(inspiratory force)이 만들어지지 못한다. 무호흡 검사중에 관찰될 수 있는 다른 반응은 심한 발한(profuse sweating),

안면홍조, 빈맥, 혈압의 갑작스런 증가 등이다. 이러한 변화는 목을 굽히는 것에 의해서도 유발될 수 있다(6).

하지만 모든 뇌사환자에서 무호흡 검사를 시행할 수 있는 것은 아니며 무호흡 검사 전 환자의 상태가 다음과 같은 조건을 만족하여야 무호흡 검사를 시행할 수 있다(2~4). 무호흡 검사중 아래의 전제 조건을 만족하는 경우라도 산성 혈증(acidosis)이 증가함으로써 심각한 저혈압, 심한 심장부정맥 등의 활력지수(vital sign) 변화가 자연적으로 발생할 수 있지만 전제 조건을 최대한 지키면 무호흡 검사중에 발생할 수 있는 문제들을 최대한 예방할 수 있다. 무호흡 검사를 시행하려면 ① 중심체온이  $36.5^\circ\text{C}$  이상이 되어야 하고, ② 수축기 혈압이 90mmHg 이상이며, ③ 무호흡 검사를 시행하기 전 6시간 동안의 수액균형이 양성(positive)이거나 수액균형 상태(euvolemia)여야 하고, ④  $\text{PaCO}_2$ 가 40mmHg 이상이고, ⑤  $\text{PaO}_2$ 가 200mmHg 이상이어야 한다.

무호흡 검사를 시행하는 절차는 무호흡 검사 시행 전 100% 산소( $\text{O}_2$ )를 10분 동안 인공호흡기로 흡입시킨 후 인공호흡기를 제거한 상태에서 100% 산소( $\text{O}_2$ ) 6l/min를 기관 내관을 통하여 공급하면서, 10분 이내에 혈압을 관찰하여 혈액의  $\text{PaCO}_2$ 가 50mmHg 이상으로 상승하거나 기본상태에 비해 20mmHg 이상 증가함을 확인하였음에도 불구하고 자발호흡이 유발되지 아니하면 자발호흡이 되살아날 수 없다고 판정한다. 만약 검사가 불충분하거나 중단된 경우에는 뇌혈류검사(Transcranial Doppler)로 뇌사 여부를 추가 확인하여야 한다.

즉, 무호흡 검사 동안 수축기 혈압이 90mmHg 이하이며, pulse oximeter가 심한 desaturation을 나타내거나 심장 부정맥이 관찰되는 경우에는 바로 혈액을 채취한 후 호흡기를 연결하고 혈액의 가스분압을 분석한다. 이 결과가  $\text{PaCO}_2$  50mmHg 이상이거나 혹은 20mmHg 이상 증

가한 경우 무호흡 검사상 호흡이 없는 것으로 판단하나  $\text{PaCO}_2$ 가 50mmHg 이하이거나 증가량이 20mmHg 이하인 경우 결과는 indeterminate로 판단하고 혈류검사를 시행한다. 만약 호흡운동이 일어나지 않았고  $\text{PCO}_2$ 가 50mmHg 이하 혹은  $\text{PCO}_2$ 의 증가분이 20mmHg 이하이면 심한 심장부정맥이나 저혈압이 발생하지 않은 경우 무호흡 검사를 다시 시행한다(1~3).

무호흡 검사중에  $\text{PaCO}_2$  증가는 비직선이고(nonlinear)  $\text{PaCO}_2$ 가 40~60mmHg의 구간에서 4~6mmHg/min의 속도로 증가하고 더 높은  $\text{PaCO}_2$ 의 농도에서는 2mmHg/min로 증가한다. 따라서 호흡기 질환이 없는 경우 40mmHg의  $\text{PaCO}_2$  농도에서 시작하여 5분 정도 무호흡 검사를 시행하여 약 20mmHg 정도  $\text{PaCO}_2$ 가 증가하게 되면 무호흡 상태라고 진단할 수 있다. 호흡기 질환 혹은 수면 무호흡증 환자에서의 무호흡 기준은 정상인보다 절대적인  $\text{PaCO}_2$  기준값이 높으나 상대적인  $\text{PaCO}_2$ 의 증가는 정상인과 마찬가지로 기준 상태보다 20mmHg 이상 높아지면 된다(2, 3).

현재 우리나라에서는 두번의 무호흡 검사를 시행하도록 하고 있으나 연구에 따르면 두번째 뇌사판정을 할 때는 뇌간 반사는 검사하지만 무호흡 검사를 반복할 필요는 없다고 한다(3). 즉 1차 뇌사판정 검사에서 임상적으로 뇌사판정 기준에 맞고 적절한 무호흡 검사에서 호흡이 없던 환자에서 2차 뇌사판정시 다시 무호흡 검사를 하였을 때 호흡이 돌아온 경우는 없었다고 한다(3). 따라서 2차 검사에서까지 다시 무호흡 검사를 반복하는 것의 의미에 대해서는 향후 연구가 필요할 것으로 사료된다.

### 반복적인 신경학적 검사

뇌사는 임상진단이고 일정 시간이 지난 후 반복검사가

필요하다. 그러나 이러한 반복검사에 대한 확실한 근거는 불명확하며 반복검사에 필요한 시간 간격도 임의적이다. 우리나라에서는 6세 이상인 경우 6시간 후 반복검사를 시행하는 것이 법으로 정해져 있다. 하지만 1세 이상, 6세 미만의 소아의 경우 24시간 후 재판정을, 생후 2월 이상 1세 미만인 소아에서는 48시간이 경과한 후에 재판정하도록 되어 있다.

소아에서 어른에 비해 재판정 시간이 긴 것은 소아의 경우 심한 뇌손상 후 혼수상태가 되었을 때 저체온 상태가 되는 경우가 많고 나이가 어린 소아의 경우 뇌신경(cranial nerve)의 반응이 충분히 발달되지 않는 경우가 많아 좀 더 장시간의 관찰이 필요하기 때문이다(3, 4).

### 뇌사의 확정검사와 그 필요성 여부

뇌사는 임상진단으로 확정 검사를 꼭 필요로 하지는 않으나 나라에 따라 임의로 실시할 것을 권고하는 경우도 있고 반드시 법으로 시행할 것을 규정한 경우도 있다. 우리나라에서도 확정 검사로서 뇌파를 시행하게 되어 있으며 만약에 무호흡 검사를 시행하지 못했거나 무호흡 검사에서 결론이 나지 않은 경우 추가적인 확진 검사로서 뇌혈류 검사를 시행하도록 되어 있다(2, 3).

나라에 따라 다르나 일반적으로 유용성이 있다고 인정되는 확진 검사는 뇌파, 뇌혈류 검사(transcranial doppler ultrasonography, TCD), 뇌혈관 조영검사(conventional angiography)이다.

뇌사환자에서 뇌파를 기록하는 방법은 American Electroencephalographic Society에서 기술적인 기준을 자세히 명시하고 있다. 뇌파를 이용한 뇌사판정 기준은 lower frequency filter 0.1 혹은 0.3 seconds와 high frequency filter 70Hz로 2uV/mm의 민감도로 30분 이



상 기록할 때 뇌에서 2uV 이상의 전기적 활동이 기록되지 않는 경우이다. 대부분의 뇌사환자는 평탄뇌파(iso-electric EEG) 소견을 보이거나 임상적으로 뇌사에 해당한 20% 정도의 환자에서 잔여 뇌파 활성을 가질수 있다고 하였다(2). 또한 중환자실같은 곳에서 기록하게 되므로 잡파가 많이 섞이게 되어 판독하기 어려운 경우가 많다.

뇌혈류 검사는 뇌사환자에서 다음과 같은 전형적인 소견을 보인다. 첫째, systolic 혹은 retrograde diastolic flow를 통한 혈류의 흐름을 의미하는 absent diastolic or reverberating flow, 둘째, 두개강 내 내압이 매우 항진된 것에 의한 small systolic peaks in early systole이다. 하지만 Doppler 신호가 없는 경우 뇌사로 확정할 수 없으며 약 10%의 환자에서 측두창(temporal window)이 소실되기 때문에 Doppler 신호가 관찰되지 않을 수 있다. 이 검사의 민감도는 91.3% 정도이고 특이도는 100%이다. 뇌혈류 검사는 임상적으로 뇌사이나 뇌파에 뇌의 활성이 남아 있는 환자에서 brain-dead pattern을 보여 줄 수 있어 매우 유용하다. 하지만 이 검사는 PCO<sub>2</sub>, 적혈구 용적(hematocrit), 심박출량(cardiac output)의 변화에 영향을 받고 검사를 시행할 때 상당한 기술을 요한다.

뇌혈관 조영검사는 anterior와 posterior circulation을 검사하는 것이고 뇌사의 진단은 circle of Willis 혹은 carotid bifurcation 부위에서 intracerebral filling이 없는 것을 확인하면 된다. 외경동맥(external carotid)의 혈류순환은 정상일 수 있고 때로는 superior longitudinal sinus에서 delayed filling이 관찰될 수 있다. 하지만 관찰자 간의 차이에 대한 연구는 없으며 결과를 해석하는 데 명확한 기준이 없으므로 결과를 해석하기가 쉽지 않다.

뇌사환자의 확진 검사로서 체감각 유발전위와 청각 유

발전위를 사용할 수 있고 대부분의 뇌사환자에서는 반응이 나오지 않는다. 체감각 유발전위(somatosensory evoked potential)는 정중신경을 자극하여 사용하고 양측에서 N20-P22가 나오지 않는 것을 확인한다. 양쪽에서 청각유발전위가 전혀 나오지 않고 체감각 유발전위검사에서 Erb's point 근위부의 전위가 나타나지 않는 것이 뇌사환자의 특징이다. 하지만 이 검사들은 아직 확진 검사로서 많이 사용되고 있지 않다.

## 결 론


20세기 중반 뇌사의 개념이 도입된 이래 신경학적인 기준에 의해 뇌사를 판정하는 절차는 갈수록 정립이 되어가고 있다. 따라서 뇌사를 판정하는 의사는 뇌사판정에 필요한 전제 조건 및 기준, 검사 시행방식에 대해 정확히 알고 시행할 수 있어야 할 것으로 생각된다. ㉠

## 참 고 문 헌

1. 뇌사 판정기준. 장기 등 이식에 관한 법률 제 16조 제 2항 관련
2. Wijdicks, Eelco FM. Determining brain death in adults. Neurology 1995 ; 45 :1003 - 11
3. Morenski JD, Oro JJ, Tobias JD, Singh A. Determination of Death by Neurological Criteria. Journal of Intensive Care Medicine 2003; 18: 211 - 21
4. Wijdicks EFM. The Diagnosis of Brain Death. N Engl J Med 2001; 344: 1215 - 21
5. Jorgensen EO. Spinal man after brain death. The unilateral extension-pronation reflex of the upper limbs as an indication of brain death. Acta Neurochirurgica 1973; 28: 259
6. Dosemeci M, Cengiz M, Yilmaz M and Ramazanglu A. Fre-



- quency of Spinal Reflex Movements on Brain—Dead Patients. Transplantation Proceedings 2004; 36: 17 - 9
7. Bruce EN, Cherniack NS. Central Chemoreceptors. J Appl Physiol 1987; 62: 389 - 402
8. Ropper AH, Kennedy SK, Russell L. Apnea testing in the diagnosis of brain death: clinical and physiological observations. J Neurosurg 1981; 55: 942 - 46



| 의료사고분쟁의 해결책 |

## 의료배상공제 4차년 가입안내

**■ 가입개시 :** 2005. 6. 5.~  
**가입호력 :** 수시가입 가능  
**호력발생 :** 은행계좌로 해당 공제료의 입금이 확인된  
 익일 0시부터  
(단, 가입신청서의 기재사항과 공제료 입금내역이 일치하여야 함)

**■ 납입방법 :**  
 일시납이 원칙, 공제료가 100만원 이상인 경우 2회분납,  
 300만원 이상인 경우 4회분납가능  
 분납시 공제료 할증 적용 : 2회분납(2% 할증),  
 4회분납(3% 할증)

대한의사협회 공제회 | TEL 02,794,2480, 6587, 2474(ARS 8) Fax 02,792,1361