

## 뇌사 판정의 임상적 Procedure

김승민\*

1950년대 후반에 유럽의 신경과 학자들은 인위적인 방법에 의하여 호흡과 심장 기능은 유지되나 뇌가 비가역적 손상을 받아 뇌 기능이 정지되어 지속적인 혼수 상태를 보이는 경우에 대하여 관심을 가지게 되었다. Mollaret와 Goulon은 이러한 상태를 coma depasse(혼수를 넘어선 상태, a state beyond coma)라고 기술하였다.<sup>1)</sup>

이와 같은 상태는 비가역적 혼수(irreversible coma)라는 용어로 지칭되기도 하였다. 1968년 Beecher 등에 의하여 뇌사(brain death)라는 용어가 도입됨과 함께 임상적 기준이 제시되면서 이 분야는 널리 인식되기 시작하였다.<sup>2)</sup>

뇌 기능의 정지는 인간의 사망과 같으며 뇌사가 전통적인 사망인 심장 정지에 선행한다는 개념이 이때부터 본격적으로 도입되면서 의학적인 측면은 물론 윤리적, 법적, 사회적 측면에서 많은 반향을 불러일으켰다.<sup>3)</sup>

뇌사의 다양한 측면이 몇몇 전문적인 위원회에서 밀착적으로 다루어지면서 뇌 사망을 결정하는 대부분의 척도가 이 시점에서 이루어졌다고 볼 수 있다.

뇌 기능이 정지되면 어떠한 인위적인 노력을 하더라도 전통적인 심 정지 사망으로 이어지는 것이 의학적으로 입증되어 있다. 인위적인 기계 호흡과 혈압을 유지시켜 주는 약물 투여, 영양 관리 및 감염 치료를 지속함에도 쇼크 상태에 빠져 심 정지로 이어진다. 이에 대해서는 여러 가설이 있으나 뇌간부의 호흡 및 혈압을 관장하는 자율 조절 중추 기능이 완전히 소실되면 심장에 과부하 상태가 지속되어 결국은 심장이 정지한다는 것이 지배적인 견해이다.

뇌사를 진단하는 핵심적인 고려점은 1) 뇌 기능의 정지(무반응과 무감지, unre-

\* 연세대학교 의과대학 신경과학교실

1) Mollaret P, Goulon M. Le coma depasse. Rev Neurol 1959; 101: 3

2) Beecher HK, Adms RD, Sweet WH. A definition of irreversible coma. Report of the committee of Harvard Medical School to examine the definition of brain death. JAMA 1968; 205: 85

3) Raymond DA, Maurice V, Allan HR. Principles of neurology. 6th ed. New York: McGraw-Hill, 1997: 348-349



## 1. 뇌 기능의 정지

뇌 기능의 정지란 아주 깊은 혼수, 자발적 운동의 완전한 소실 및 청각, 시각, 피부감각 등 모든 자극을 통한 운동 및 성대 반응이 전혀 유발되지 않는 상태를 의미한다.

드물게 척수반사는 일부에서 유지되는 경우도 있어, 발바닥을 자극하였을 때 엄지발가락이 서서히 굽는 반응을 보이는 경우도 있다. 이러한 경우 다른 조건이 다 맞으면 뇌사로 판정하여도 무리가 없다. 척수의 반사 기능이 조금 남아 있다고 해도 뇌 기능이 소실되었다면 생명은 어떠한 보조 장치를 시행하더라도 유지되지 않기 때문이다.

## 2. 뇌간 기능의 소실

인체의 대뇌와 척수(등골) 사이에 있는 중뇌, 교, 연수를 통합하여 뇌간부라고 부른다. 이러한 뇌간부에는 인체의 생명 활동에 있어 가장 기본적인 각성 중추와 호흡 및 혈압을 유지시켜 주는 자율 조절 중추가 내장되어 있다. 전술한 바와 같이 뇌간부 기능이 소실되면 심장의 과부화로 이어져서 시간이 경과하게 되면 쇼크 및 심 정지로 직결된다. 그러므로 뇌간부의 임상적 평가가 뇌사 판정에 있어 다른 무엇보다 더 중요한 핵심적 요소라 할 수 있다.

뇌간 기능의 소실은 자발적인 안구운동의 소실 및 안구가 가운데로 고정된 상태로 유지되는 것, 안구두부 반사(oculocephalic reflex)와 안구전정 반사(oculovestibular reflex, caloric test)의 소실, 광 반사의 소실 및 안구 중앙부에 확장된 채로 고정되어 있는 동공, 구개 근육의 마비(안면 근육의 수축, 구역 반사, 기침 반사, 각막 반사, 흡인 반사가 완전 소실된 상태), 강한 통각 자극에 대한 제뇌강직(decerebrate rigidity) 반응 소실 및 호흡 운동의 완전 소실로 특징지워진다.

### 1) 광 반사

인체의 동공을 통하여 강한 빛이 망막으로 전달되면 누구나 자기도 모르게 양측 동공이 수축하는 반응을 나타낸다. 이러한 현상을 광 반사라고 부르며 의식이 없다고 해도 중뇌 부위의 기능이 남아 있는 경우 동공이 수축하는 현상을 관찰할 수 있다. 뇌사 판정 시에는 강한 광 자극을 가하여 동공 수축 현상이 관찰되지 않으면 광 반사 소실로 간주한다. 광 반사는 혼수 환자의 예후 판정에 가장 중요한 반사 중의 하나이므로 아주 미세한 수축이 조금이라도 의심되면 판정을 유보하여야 한다.

## 2) 각막 반사

안구는 아주 섬세한 장기이므로 이물질이 눈꺼풀 안쪽으로 들어가지 않도록 눈을 감는 것에 의해 보호받고 있다. 면봉으로 안구의 흰자위 부분 결막을 자극하면 반사적으로 눈을 감는 현상이 관찰된다. 각막 반사는 광 반사와 같이 한쪽을 자극하여도 양측에서 반응이 관찰된다. 면봉으로 환자의 한쪽 결막을 자극하여 양안에서 눈을 감는 현상이 나타나는지 여부로 반사를 판정한다.

## 3) 안구두부 반사(oculocephalic reflex)

어린이들이 가지고 노는 장난감 인형 중에 인형을 들어올리면 눈이 떠지고 눕히면 눈이 감기는 종류가 있는 것처럼 인체의 눈은 머리 위치 변화에 따라 반사적으로 안구의 위치가 변화하여야 한다. 이러한 안구 운동을 유발하는 감지기는 경부의 고유수용체 감각신경과 속귀의 전정신경이 관여하며 안구 운동을 나타내는 운동 중추는 모두 뇌간부에 들어 있다. 따라서 뇌간부 기능이 정상인 경우에는 고개를 오른쪽으로 돌려서 이러한 감지기가 자극되면 눈은 수평 방향에서 모두 왼쪽을 향하며, 고개를 왼쪽으로 돌리면 눈은 모두 고개 회전 방향의 반대편인 오른쪽을 향해야 한다. 마찬가지로 고개를 들어올리면 눈은 모두 위쪽(이마쪽)을 향하며, 고개를 뒤로 젖히면 안구는 양안 모두 아래쪽(코쪽)을 향하는 것을 관찰할 수 있다. 뇌간부 기능이 소실되면 모든 반사 중추가 작동되지 않기 때문에 어떠한 방향으로 고개를 움직여도 안구가 편위되지 않고 중앙부에 고정되어 있는 것이 관찰된다.

## 4) 전정안구 반사(oculovestibular reflex, caloric test)

안구두부 반사와 유사한 반사이다. 속귀에 위치하여 회전감각 감지기 역할을 하는 삼반고리관을 직접 자극하면 정상에서는 안구가 한쪽으로 편위되는 현상이 유발되어야 한다. 혼수 환자에서는 머리에 베개를 고여 30도 정도 올려놓은 상태에서 한쪽 귓구멍(외이도)에 섭씨 30도의 물을 천천히 주입함으로써 이러한 반사를 관찰한다. 뇌간부 기능이 보존된 경우 우측 귀에 체온보다 낮은 물을 주입하면 안구가 모두 반대편인 왼쪽으로 수평 방향에서 편위되는 현상을 관찰할 수 있다. 마찬가지로 왼쪽 귀에 주입하면 안구는 모두 오른쪽으로 편위되어야 한다. 이와 같은 안구전정 반사는 아주 강력하게 전정신경을 자극하는 방법이기 때문에 뇌간부 기능을 평가하는 데 유용하게 사용된다. 뇌사 환자에서는 여러 번 반복하여 안구전정 반사를 시행하여도 안구의 움직임이 관찰되지 않는다.

## 5) 모양체척수 반사(cilio-spinal reflex)

강한 통각 자극이 인체에 가해질 때 교감신경의 흥분 현상에 의해 동공이 확대되는 반사를 의미한다. 통상적으로 목 부위의 피부를 강하게 꼬집어서 동공이 커지는지 관찰함으로써 이러한 반사가 유지되는지 확인한다. 뇌사 환자에서는 아무리 강하게 목 근처의 피부에 통각 자극을 가하여도 동공의 크기에는 변화가 없어야 한다.

## 6) 구역 반사(gag reflex)

정상 인체의 구강 후벽, 즉 목젖 뒷부분을 자극하면 구역질이 유발되면서 이후 근육이 수축하는 현상이 관찰된다. 이것을 구역 반사라 부르며 구역 반사의 중추는 연수 내에 위치한다. 따라서 뇌사 환자에서는 인후에 자극을 가하여도 특별한 수축 반응이 관찰되지 않는다. 뇌사 판정을 받는 시기의 대부분의 환자들은 인공호흡기를 연결하기 위하여 기관지 내로 구강을 거쳐서 기도관 도관을 삽입한 상태이므로 구역 반사를 관찰하기가 용이하지 않으나 구강을 잘 벌려서 구역 반사의 유무를 확인하여야 한다.

## 7) 기침 반사(coughing reflex)

정상인에서 비강 및 기관지를 자극하면 재채기나 기침이 유발됨은 상식적으로 누구나 알고 있는 생체 현상이다. 이러한 기침 반사의 중추도 역시 연수에 있기 때문에 뇌사 환자에서는 기침 반사가 소실된다. 통상적으로 가래를 뱉아내기 위하여 기도나 비강으로 흡인관을 삽입하게 되는데 연수가 마비된 경우에는 특별한 반응이 관찰되지 않으므로 연수 기능을 확인할 수 있다.

## 8) 양안 동공 확대 및 고정

신경계의 기능을 유추하는 데 있어 동공은 매우 중요하다. 혼수의 정도가 깊어지면서 뇌간부 기능이 점차 저하되면 동공이 확대되어 빛에 전혀 반응하지 않는 상태로 고정된다. 뇌사 환자에서는 동공이 완전히 확대되어 반응하지 않는 상태로 고정되어 있음이 확인되어야 한다.

## 9) 자발 운동, 제뇌강직, 제피질강직 및 경련

뇌사 환자에서는 척수 반사를 제외한 외부 자극에 대한 운동 반응이나 자발 운동을 관찰할 수 없다. 제뇌강직이란 강한 통각 자극을 환자에게 가하였을 때 사지의 모든 근육이 신전(extension)되면서 손목이 바깥쪽으로 회전되는 현상과 발목이 펴지는 운동 반응이 관찰되는 것을 의미한다.

제피질강직도 이와 유사하나 손목이 바깥쪽으로 돌아가지 않고 팔이 굽는 현상이 관

찰되는 것이 체뇌강직과 다를 뿐이다. 따라서 통각 자극에 이러한 운동 반응이 나타나면 뇌 기능이 잔존함을 의미하므로 뇌사 상태로 볼 수 없다.

경련 현상은 신경계의 세포가 전기적 흥분 현상에 의해 발화될 때 운동 신경 경로를 통해 이러한 과전류가 전파되면서 근육 수축으로 이어지는 것으로 유발된다. 그러므로 경련이 나타난다는 것은 아직 신경계의 전기적 흥분 현상이 전파될 수 있다는 가능성을 의미하므로 뇌사 환자에서는 경련이 관찰될 수 없다.

상기와 같은 뇌간부 기능 검사는 두 명의 뇌사 판정의에 의하여 6세 이상의 연령층에서는 30분 간격으로 독립적으로 행해진다. 1세 이상 6세 미만의 소아에서는 24시간 간격으로, 2개월 이상 1세 미만의 소아에서는 48시간 간격으로 검사할 것을 법률로 정하고 있다. 판정 과정 중 어느 한 가지 항목이라도 위배되면 계속해서 진찰하여 반사 반응이 소실됨을 확인하여야 한다.

### 3. 검사

신경학을 전공하지 않은 일반인들이 뇌사 판정 과정에서 시행되는 검사를 모두 이해한다는 것은 불가능하다고 생각하기 때문에 가장 기본적인 요소만 설명하고자 한다.

#### 1) 무호흡 검사

완전한 무호흡을 규명하기 위하여 100% 산소를 기도에 삽입된 도관을 통하여 충분히 투여하여 산소포화도를 높인 다음 수분간 인공호흡기를 환자로부터 탈착한 다음 이산화탄소의 혈중 농도가 50-60 mmHg로 상승하는지를 확인하여야 한다. 이러한 검사를 시행하는 근거는 연수에 위치한 호흡 중추의 기능이 잔존하는 경우에는 이산화탄소의 농도가 50-60 mmHg로 상승하게 되면 호흡이 유발될 수 있기 때문이다.

이와 같은 무호흡 검사에도 호흡 반응이 관찰되지 않으면 무호흡이 입증될 수 있다. 간혹 무호흡 검사 도중 호흡기 탈착과 더불어 아주 심한 저산소증이 유발되면서 예기치 않던 자발운동이 관찰되는 경우가 있는데, 척추 전체가 뒤로 젖혀지는 구궁반장(opisthotonus), 팔을 들어올리는 운동, 양팔이 가슴에서 교차되는 현상(Lazarus sign), 고개가 돌아가는 운동, 어깨를 들먹이는 운동(shoulder shrugging) 등의 다양한 이상 운동에 대한 보고가 있다.<sup>5)</sup>

이러한 이상 운동 때문에 호흡기를 탈착한 직후에는 환자의 가족이 지켜보지 않도록

5) Ropper AH. Unusual spontaneous movements in brain-death patients. Neurology 1984 ; 34 : 1089

배려하는 것이 바람직하다.

무호흡 검사는 뇌간 기능 검사와 같이 뇌사 판정의가 독립적으로 2회씩 실시하도록 규정되어 있다.

## 2) 뇌파 검사

뇌파 검사는 뇌사를 확인하는 데 중요한 근거를 제시하기 때문에 아직도 많은 나라에서 뇌사를 진단하는 보조 수단으로 사용되고 있다. 뇌파 검사로 뇌사를 확인하기 위하여는 평탄뇌파(flat EEG, electrocerebral silence)가 확인되어야 하는데, 뇌파 감지도를 2V 이상으로 높여서 30분 이상 기록한 뇌파 기록지 상에 특별한 활동 전위가 없이 지속적인 평탄한 등전위를 보여야 한다.

뇌의 무반응 상태 및 평탄 뇌파는 항상 뇌사를 의미하는 것은 아니며 뇌 기능이 가역적으로 회복 가능한 저체온증,<sup>6)</sup> 진정제에 의한 약물 중독 상태<sup>7)</sup> 및 심장마비로 인한 저산소성 뇌증<sup>8)</sup> 직후 상태에서도 관찰될 수 있으므로 주의를 요한다.

American Electroencephalographic Society에서 규정한 뇌사 판정을 위한 뇌파 검사 시 요구되는 최소한의 기술적 지표는 다음과 같다.<sup>10)11)12)</sup> 이러한 기술적 지표는 비교적 엄격하기 때문에 우리나라에서는 뇌사 판정의 확실한 보조 검사로 뇌파 검사를 시행하는 것을 규정하고 있다.

### 1. Minimum of 8 scalp electrodes and 2 earlobe reference electrodes following an initial study using all 21 electrodes of the 10-20 system.

- 
- 6) Arfel G, Weiss J. Electroencephalogramme et hypothermie profonde. Am Chir Thoac Cardiovasc 1962 ; 1 : 666-674
  - 7) Powner DJ. Drug-associated isoelectric EEGs — A hazard in brain death certification. JAMA 1976 ; 236 : 1123
  - 8) Kirschbaum RJ, Carollo VJ. Reversible isoelectric EEG in barbiturate coma. JAMA 1970 ; 212 : 1215
  - 9) Walker AE. Cerebral death. 3rd ed. Baltimore : Urban & Schwarzenberg, 1985 : 206
  - 10) American Electroencephalographic Society. Guideline Three : Minimum technical standards for EEG recording in suspected cerebral death. J Clin Neurophysiol 1986 ; 3 : 144-149
  - 11) Jorgensen ED, Malch MA. Natural history of global and critical brain ischemia. Part III. Cerebral prognostic signs after cardiopulmonary resuscitation : Cerebral recovery courses and dates during the first year after global and critical ischemia monitored and predicted by EEG and neurological signs. Resuscitation 1981 ; 9 : 175
  - 12) Guideline for the determination of death. Report of the medical consultants of the diagnosis of death to the president's commission for the study of ethical problems in medical and biomedical and behavioral research. JAMA 1981 ; 246 : 2184-2186

2. Interelectrode impedances under 10,000 but over 100 ohms.
3. Tests of integrity of the entire recording system.
4. Interelectrode distances of at least 10 cm.
5. Instrumental sensitivities of 2 V/mm for at least 30 min.
6. Low- and high-frequency filter cutoffs must be no higher than 1 Hz and no lower than 30 Hz, respectively.
7. Monitoring of artifacts, especially the electrocardiogram, and elimination of EMG artifacts by neuromuscular blocking agents.
8. Tests of EEG reactivity to intense noxious, auditory, and, whenever possible, photic stimuli.
9. Performance of the records by a qualified technologist experienced in recording EEGs in intensive care units and working under the supervision of qualified electroencephalographer.
10. Repetition of the whole test after an interval whenever electrocerebral inactivity is doubtful.

### 3) 뇌혈류 검사

뇌사 판정에 있어 일부 기관들은 뇌혈류가 소실된 것을 입증하기 위하여 방사성동위원소 뇌주사검사(nuclide brain scan)나 뇌혈관조영술(cerebral angiography)을 보조적 진단 방법으로 사용하나 이러한 방법을 모든 환자에게 적용하기 어려운 단점이 있다.<sup>13)14)</sup>

### 4) 경두개초음파 뇌혈류 검사(transcranial Doppler sonography)

초음파를 이용하여 경동맥에서 뇌로 향하는 혈류를 간접적으로 측정이 가능하며 이러한 검사를 경두개초음파 뇌혈류 검사라 부른다. 뇌사 환자에서 두개 기저부 경동맥에서 혈류를 측정하면 뇌로 향하는 혈류가 지속적으로 보이지 않으며 대신 심장의 수축과 이완 시기에 부합하여 심장에서 박출된 혈류가 경동맥까지만 오르락내리락하는 혈류(to-and-fro pedulous blood flow)가 관찰된다. 진단적 가치는 전술한 검사들과 비슷한 정도이다.<sup>15)</sup> 결국 뇌사 판정에 있어 검사실 소견보다는 숙련된 임상가의 임상적 판정이

13) Facco E, Zucchetto P, Munari M et al. 99mTc-HMPAO SPECT in the diagnosis of brain death. Intensive Care Med 1998 ; 24(9) : 911-917

14) Braum M, Ducrocq X, Huot JC, Audibert G, Anxionnat R, Dicard L. Intravenous angiography in brain death : report of 140 patients. Neuroradiology 1997 ; 39(6) : 400-405



더 중요하다고 본다.

## 5) 유발전위 검사

특정한 부위의 말초신경을 자극하여 그 말초신경의 흥분 전위가 도달되는 대뇌 피질의 영역에서 유발되는 전위를 검출하는 것을 유발 전위검사라 한다. 뇌사 환자에서는 뇌간부 기능이 마비되어 있기 때문에 말초에서 어떠한 자극을 하여도 대뇌 피질에 흥분 전위가 전달되지 않아 특정 전위가 검출되지 않는다. 유발전위 검사가 뇌사 환자에서 다양한 이상을 보일 수 있다.<sup>15)</sup>

## 4. 뇌사 판정의 시기

뇌사의 진단은 뇌 손상이 유발된 시점으로부터 상당 시간이 경과한 후에 시행함을 원칙으로 하며 응급실과 같은 절박한 상황에서는 검사를 진행하지 않는 것이 추천되고 있다.

뇌 손상 시기로부터 6시간 경과하거나 뇌사의 가장 흔한 원인인 외상이나 뇌출혈 등이 명백히 밝혀진 경우에는 뇌사 판정을 진행하여도 별 무리는 없다.

만약 일시적인 심장정지로 인한 저산소성 뇌 손상이나 뇌 손상 기전이 불명확한 경우 혹은 뇌간부 기능의 억제를 초래하는 약물이나 알코올 중독 같은 상황이 의심되면 24시간 이상 기다린 후에 뇌사 판정을 진행하는 것이 원칙이다. 약물 중독의 가능성이 있으면 혈청이나 소변의 약물 반응 검사가 병행되어야 함은 당연하다.

소아 연령의 뇌사 판정에 있어 대체적으로 성인과 유사한 조건의 판정 기준이 권장되고 있다.

그러나 신생아의 경우 신경계의 기능을 평가하기에는 어려운 점이 많기 때문에 출생 후 7일까지는 판정이 유보되어야 하며 뇌사 판정에 필요한 관찰 시간도 48시간 이상의 충분한 시간이 필요하다. 성인의 경우와 같이 뇌 기능의 가역적인 억제를 유발하는 약물, 독소, 저체온증, 저혈압 등의 선행 요인이 있는지 확인하는 과정이 포함되어야 한다.

## 5. 뇌사 판정의 윤리적 측면

실제 뇌사 판정에 있어 야기되는 중요한 문제점은 진단에 필요한 단순한 의료 기술적

15) Hadarri M, Bruk B, Ram Z, Knoller N, Spiegelmann R, Segal E. Application of transcranial ultrasonography for the diagnosis of brain death. Intensive Care Med 1999 ; 25(8) : 822-828

16) Gurit JM. Medical technology assessments EEG and evoked potentials in the intensive care unit. Neurophysiol Clin 1999 ; 29(4) : 301-317

인 면이 아니라 환자 가족과 다른 의료인들을 어떻게 섬세하게 다루느냐에 달려 있다. 이러한 우울한 역할은 주로 신경과 의사에게 책임이 부과되고 있는 것이 현실이다.

뇌사 판정에 이어서 장기 이식이 요구되는 상황이나 호흡기 탈착을 책임지는 주치의의 명확한 의도가 없는 한 뇌사 판정을 위한 신경학적 진찰이나 뇌파 검사가 진행되는 것은 바람직하지 못하다.

뇌사 판정 과정이나 야기되는 결과에 대하여는 환자 가족들에게 충분히 설명되어야 하며 환자 가족들로 하여금 호흡기를 탈착하는 결정에 영향을 미치는 암시를 주어서는 안 된다. 비극적인 상황에서 조금이나마 회복된 상태를 유지할 수 있는 일정 시간이 경과한 시점에서 환자 가족들에게 장기 이식 의사가 있는지 타진하여야 한다.

뇌사 판정에 참여하는 신경과 의사는 뇌사 판정을 재촉하는 다양한 압력에 절대적인 의지를 보여야 한다. 뇌사 판정 의사는 임상적인 소견이 전체적으로 보아 뇌 기능의 정지 상태를 보이는 것을 확인하여야 하는데 동공의 아주 미약한 반사 반응이 유지된다거나 안구전정 검사 상 경미한 안구 편위가 관찰되는 것과 같은 아주 미세한 소견을 기능 소실의 근사치로 평가하지 말아야 한다.<sup>17)</sup>

## 맺음말

뇌사 판정은 윤리적, 법적, 의학적 책임이 뒤따르기 때문에 뇌사 판정에 경험이 많은 전문가로 구성된 위원회에서 결정되어야 한다. 뇌사 판정은 한 인간의 사망과 직결되므로 판정 과정에 있어 한치의 오차도 허용될 수 없으므로 뇌사 조사서에 명시된 규정에 조금이라도 미진한 점이 있으면 판정을 유보하는 것이 원칙이다. 그리고 뇌사 판정을 의뢰한 가족들에 대한 배려가 선행되어야 하며 장기이식을 전제로 뇌사 판정이 진행되는 것보다는 뇌사 판정 후 장기이식이라는 개념이 확고히 정립되어야 할 것이다.

색인어 : 뇌사 · 진단 · 임상적 프로토콜

17) Raymond(1997). 앞의 책.

=ABSTRACT=

## The Strategy of Clinical Procedure for Determining Brain Death

KIM Seung Min\*

The various aspects of brain death have been subjects of close study by several professional committees, which have for the most part confirmed the 1968 guidelines and clinical protocols for determining that the brain is dead. The central considerations in the diagnosis of brain death are 1) absence of cerebral functions(unreceptivity and unresponsivity); 2) absence of brain stem functions including spontaneous respiration; 3) irreversibility of the state. To these is usually added evidence of catastrophic brain diseases.

The absence of cerebral function is judged by the presence of deep coma and total lack of spontaneous movement and motor and vocal response to all visual, auditory, and cutaneous stimulation. The absence of brain stem function is judged by absence of spontaneous eye movements, midposition of the eye, and lack of response to oculocephalic and caloric (oculovestibular) testing; presence of dilated or midposition fixed pupils; paralysis of bulbar musculature(no facial movement or gag, cough, corneal, or sucking reflexes); absence of decerebrate responses to noxious stimuli; and absence of respiratory movements. As a final test of complete apnea, the patient can be disconnected from the respirator for a few minutes, allowing the PCO<sub>2</sub> to rise to 50 to 60 mmHg, as a stimulus to the medullary respiratory centers. The EEG provides confirmation of cerebral death, and most institutions still demand proof of electrocerebral silence, which be considered to be present if there is no electrical potential of more than 2 V during a 30-min recording. Other variable laboratory tests including cerebral angiography, isotope brain scan, transcranial Doppler, and evoked potential studies are occasionally performed as an ancillary procedure when the results of the apnea test or the EEG are equivocal. The main difficulties that arise in relation to brain death are not the purely technical issues, but those involving the sensitive management of the family and other medical professionals. It is best not to embark on.

*Key Words* : Brain Death, Diagnosis, Clinical Protocols

---

\* *Department of Neurology, College of Medicine, Yonsei University*