

## Çocuklarda beyin ölümü

### Brain death in children

Burak Tatlı, Barış Ekici

İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Çocuk Nörolojisi Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

#### Özet

Çocuklarda beyin ölümü kavramı yeni ve giderek önem kazanan bir konudur. Beyin ölümü, tüm beyin ve beyin sapı işlevlerinin geri dönüşümsüz olarak kaybedilmesidir. Çocuklardaki beyin ölümü hakkında yasal bir düzenleme olmayıp, bu konuda yetişkinler için yapılan düzenlemeler kullanılmaktadır. Oysaki özellikle küçük çocuklar, hipoksik beyin hasarına yetişkinlerden daha dirençli olup, uzun süreli komaya rağmen önemli derecede iyileşmeler gösterebilmektedir. Bu derleme ve çocuklarda beyin ölümü kontrol listesinin amacı yaşa uygun beyin ölümü tanısının konulmasına yardımcı olmaktır. (*Türk Ped Arş 2011; 46: 99-103*)

**Anahtar sözcükler:** Apne testi, beyin ölümü, beyin sapı refleksi

#### Summary

Brain death in pediatric patients is new concept and becoming more important. The definition of brain death is the irreversible cessation of all functions of the entire brain, including the brainstem. There are no definitive legal regulations in determining brain death in children as compared with adults. However, small children are more resistant to hypoxic brain damage and can show significant improvement despite the long-term coma. The purpose of this review and checklist for pediatric brain death is to provide a guide for appropriate diagnosis of brain death in children. (*Turk Arch Ped 2011; 46: 99-103*)

**Key words:** Apnea test, brain death, brain stem reflex

#### Giriş

Ölümün geleneksel tanımı kalp işlevlerinin ve solunumun kalıcı olarak durmasıdır. Beyin ölümü ise solunum dahil tüm beyin sapı işlevlerinin ve bilincin geri dönüşümsüz olarak kaybedilmesi olarak tanımlanmaktadır (1). Beyin ölümü tanısı, bu konuda yetkin hekimler tarafından klinik bulgular ve kabul görmüş ölçütler göz önüne alınarak konulabilir. Çocukluk çağında da yetişkinlerde olduğu gibi beyin ölümü, nörolojik muayeneye dayanan ve laboratuvar incelemeleri ile desteklenen klinik bir karardır.

Ülkemizde beyin ölümü ile ilgili yasal düzenleme Sağlık Bakanlığının 01/06/2000 tarih 24066 nolu resmi gazetede yayınlanan Organ ve Doku Nakli Hizmetleri Yönetmeliği ile düzenlenmektedir (2). Bu düzenleme erişkin hastalar için beyin ölümü ölçütlerini belirlerken çocuk hastalar için bir düzenleme içermemektedir. Artan çocuk

yoğun bakım yatağı sayısı ve çocukluk çağındaki organ nakli uygulamaları çocuk hekimlerini sıklıkla beyin ölümü kararı ile karşı karşıya getirmektedir. 1979 yılında yayınlanan 2238 sayılı Transplantasyon Kanununda Tıbbi Ölüm'ün varlığı ve tespiti tanımlanmıştır (3). Burada tıbbi ölüm hali; bilimin ülke düzeyindeki kuralları ve yöntemleri uygulamak sureti ile biri kardiyolog, biri nörolog, biri nöroşirurjiyen ve biri de anesteziyoloji ve yoğun bakım uzmanından oluşan dört kişilik hekimler kurulunca oy birliği ile saptanır denilmektedir. Günümüzde dört kişilik hekimler kurulunun üç üyesi artık çocuk kardiyologları, çocuk nörologları ve çocuk yoğun bakım uzmanlarıdır.

#### Beyin ölümünün klinik tanısı

Beyin ölümünün klinik bulguları; koma ve yanıtızlık ile beyin sapı işlevlerinin kaybidir. Çocuklarda beyin hipoksik

hasara daha dirençlidir ve uzun süreli komaya rağmen önemli derecede iyileşmeler gözlenebildiğinden beyin ölümü tanısında erişkine göre belirgin farklılık ve güçlükler bulunmaktadır. Bu düşüncelerle 1987'de uluslararası çalışma grubu çocuklarda uygulanabilecek beyin ölümü ölçütlerini belirlemiştir (4). Bu ölçütler aşağıda belirtilmektedir:

1. Beyin hasarına yol açan nedenin belirlenmesi
2. Fizik muayenedeki bulgular
3. Yaş gruplarına göre gözlem süresi ve laboratuvar testleri

## Fizik Muayenede

### Koma ve yanıtızlık olmalı

Beyin ölümü tanısı için ilk ölçüt, kendiliğinden ya da uyarıyla herhangi tetiklenen hareketin saptanmadığı beyin yanıtızlık durumudur. Merkezi vücut ısısı 32 °C'den yüksek olmalıdır. Deserebre, dekortike duruş veya beyin sapı aktivitesini gösteren hareketleri olan hastalarda beyin ölümü tanısı konulamaz. Buna karşılık uyarı ile ayağın çekilmesi gibi spinal kord reflekslerinin görülmesi beyin ölümü tanısından uzaklaştırılmaz (5,6).

### Beyin sapı refleksleri olmamalı

Beyin sapı işlevleri; pupil ve göz hareketleri, fasyal duyu ve motor yanıtlar, faringeal-trakeal refleksler ve solunum ile değerlendirilir.

- I. Pupiller geniş ve/veya sabit, ışık tepkisinin alınmaması,
- II. Okülosefalik refleks yokluğu,
- III. Vestibülo-oküler refleks yokluğu,
- IV. Kornea refleks yokluğu, palatal ve trakeal refleks yokluğu,

### V. Apne Testi

I. Pupiller, beyin ölümünde parlak ışığa yanıtız, hareketsiz ve geniştir (4-9 mm arasında olabilir).

II. Okülosefalik refleks, boyun vertebralalarında kırık ya da "instabilite" yoksa değerlendirilebilir. Bu test başın hızlı bir şekilde orta hattan her iki yana 90° çevrilmesi (yatay) ve çenenin aniden aşağı-yukarı hareket ettirilmesi (dikey) ile uygulanır. Yatar pozisyonundaki hastalarda başın çevrilmesi ile labirentin semisirküler kanalları ve boyun kaslarının derin duyu reseptörleri (almaçları) uyarılır. Bilinci kapalı olan hastalarda başın çevrilmesi sonucu oluşan göz hareketleri ise yalnızca "semisürküler" kanalların etkilenmesine bağlıdır. Sağlıklı bireylerde başın çevrildiği tarafın tersine doğru göz hareket eder, daha sonra göz yavaş yavaş başlangıç durumuna döner. Ancak beyin ölümünde gözlerin yatay ve dikey hareketleri yoktur, gözler baş ile birlikte aynı yöne hareket eder ve orbita içinde göz hareketi saptanmaz.

III. Vestibülo-oküler refleks, hastanın başı 30° yükseltildikten sonra her bir kulak en az 20 ml buzlu suyla yıkanarak uygulanır. Ancak test öncesi kulak zarının sağlamlığı ve dış kulak yolunun herhangi bir nedenle tıkanmış olup olmadığı kontrol edilmelidir. Normalde gözler yıkanan tarafa doğru döner, beyin ölümünde ise bu hareket görülmez. Doğru sonuç alınması için su verildikten sonra bir dakika gözlenmeli ve ilk kulağa uygulandıktan sonra beş dakika beklenerek diğer kulağa da uygulanmalıdır.

IV. Fasyal duyu ve motor yanıtların muayenesinde:

- a) Pamukla korneaya dokunulduğunda göz kırpmaya hareketinin (kornea refleksi) olmadığı,
- b) Çeneye parmakla vurma sonucu çiğneme şeklindeki yanıtın (Jaw refleksi) olmadığı,
- c) Tırnak yatağına, supraorbital veya temporomandi-büler ekleme derin bası uygulandığında yüzde buruşma, ekşime olmadığı tesbit edilir.

V. Apne testi: En önemli beyin sapı refleksi solunumun kontrolüdür. Beyin sapı işlevinin kaybı solunum ve vazomotor kontrolün kaybı ile apneye neden olur. Bu nedenle beyin sapı işlevlerinin değerlendirilmesinde apne testinin çok önemli bir yeri vardır. Apne testinin uygulanabilmesi için bazı ön koşullar gereklidir (7).

- a) Vücut ısısı 35,5 °C'nin üzerinde olmalı,
- b) Sistolik kan basıncı 90 mmHg'nin üzerinde olmalı,
- c) Hipovolemi olmamalı,
- d) PaCO<sub>2</sub> ve PaO<sub>2</sub> değerleri normal olmalı, (tercihen teste başlarken PaCO<sub>2</sub> 40 mmHg ve üzeri olmalı, hasta test öncesi 10-30 dakika süreyle %100 O<sub>2</sub> ile ventile edilerek PaO<sub>2</sub> 200 mmHg'nin üzerine çıkarılmalı).

Bu koşullar sağlandıktan sonra hastanın periferik O<sub>2</sub> doyumluğu aletlerle izlenir ve ventilatörden ayrılır. Endotrakeal tüp ya da trakeostomi kanülünden trakea içine veya tercihen karına üzerine kadar yerleştirilen bir kanül ile 6 L/dak'dan %100 O<sub>2</sub> uygulanır (apneik oksijenasyon). Dikkatli bir şekilde yeterli "tidal" hacim sağlayan karın ya da göğüs hareketlerinin olup olmadığı izlenir. Çeşitli çalışmalarda apneik oksijenasyon ile PaCO<sub>2</sub>'nin dakikada 1-3 mmHg yükseldiği ve genellikle 8 dakika sonunda PaCO<sub>2</sub>'nin 60 mmHg'ya çıktığı bildirilmiştir. Bu nedenle yaklaşık 8 dakika sonra kan gazları için kan örneği alınır ve hasta ventilatöre bağlanır. Eğer PaCO<sub>2</sub> 60 mmHg veya üzerinde ise ve solunum hareketleri yoksa apne testi pozitifdir ve bu bulgu beyin ölümünü destekler. Eğer solunum hareketleri gözlenirse test negatifdir ve tekrar uygulanması gerekir. PaCO<sub>2</sub> 60 mmHg'dan az ise hasta ventilatörden 10 dakika ayrılarak test tekrar uygulanır. Ancak test sırasında yeterli tidal hacim sağlamayan spinal refleks hareketleri ile kendiliğinden solunum hareketlerinin iyi ayırt edilmesi gerekir (8).

Apne testi sırasında sistolik kan basıncı 90 mmHg'nin altına düşer veya O<sub>2</sub> desatürasyonu gelişirse (O<sub>2</sub> doyumluğu %90'ın altına düşerse) hemen kan gazı için kan örneği alınır ve hasta ventilatöre bağlanır. Eğer PaCO<sub>2</sub> 60 mmHg veya üzerinde ise apne testi yine pozitifdir. Ancak PaCO<sub>2</sub> 60 mmHg'nin altında ise destekleyici testler uygulanmalıdır. Hipoksi, apne testi sırasında sık gelişen ve organ hasarına yol açabilen bir ameliyattır. Test sırasında yeterli oksijenasyonun sağlanması özellikle ciddi solunum yetersizliği olan hastalarda (erişkinin sıkıntılı solunum sendromu (ARDS), kronik obstrüktif akciğer hastalığı, bronşektazi vb) oldukça güç olabilmektedir. Bu nedenle solunum yetersizliği olan hastalara apne testi esnasında sürekli pozitif basınç ile O<sub>2</sub> verilmesi (10 cmH<sub>2</sub>O) gerekebilmektedir.

Hangi PaCO<sub>2</sub> düzeyinde (hiperoksijene ve beyin hasarı olan hastalarda) solunum merkezi almaçlarının uyarıldığı kesin olarak bilinmemektedir. Ancak beyin sapının en

yüksek düzeyde uyarılması için genellikle PaCO<sub>2</sub>'nin 60 mmHg ve üzerinde olması önerilmektedir. Kronik hiperkapnili hastalarda apne testi için hedef CO<sub>2</sub> düzeyi daha yüksek olabilir ve bu hastalarda beyin ölümü tanısı için ek destekleyici testlerin uygulanması gerekebilir (9).

Apne testine ek olarak atropin testi de uygulanabilmektedir. Hastaya 2 mg atropin İV olarak verildikten sonra bir dakika içinde kalp ritminde %10 dan fazla bir artış olmuyorsa test pozitifdir ve beyin ölümü tanısını destekler.

Hasta hipotermik ve hipotansif olmamalı, flask tonus, spinal kord dışında spontan hareket olmamalı, klinik bulgular gözlem süresi boyunca değişmemeli.

### Yaş gruplarına göre gözlem süresi ve laboratuvar testleri

a. 7 gün-2 ay: 48 saat ara ile iki klinik değerlendirme ve iki ansefalogram (EEG).

b. 2 ay-1 yaş: En az 24 saat arayla iki klinik değerlendirme ve iki EEG veya iki klinik değerlendirme ve elektroserebral sessizlik gösteren başlangıç EEG'si ile beyin anjiyografisinde beyin kan akımının durduğunun tespiti.

c. > 12 ay: 12-24 saat arayla iki klinik değerlendirme. Ansefalogram ve izotop anjiyografi isteğe bağlıdır. Hipoksik iskemik ansefalopatide gözlem süresi 24 saate çıkarılmalıdır.

Beyin ölümü tanısı için klinik tabloyu taklit edebilecek elektrolit, asit-baz ve endokrin bozukluk olmamalıdır. Tanı öncesi bu kliniğe neden olabilecek zehirlenme, hipotermi, sedatif, analjezik ve nöromusküler blokaj ajan kullanımı dışlanmalıdır.

Beyin ölümü tanısı konulan hastaların bazılarında kendiliğinden ve refleks hareketler görülebilir. Ancak bu durum hem hasta yakınlarında hem de sağlık ekibinde beyin ölümü tanısına ilişkin kuşku yaratabilir. Bu kas hareketlerinin oluşmasına yol açan hücreler beyin veya beyin sapı nöronları değil, spinal kordda bulunan nöronlardır. Bu refleks hareketler arasında; parmak hareketleri, tekrarlayıcı ayak parmağı fleksiyonu, plantar fleksör yanıt, yüzde tek taraflı kas titreşimleri, Lazarus işareti, kafa sallama, üst ekstremitede ekstansör postür, diz refleksi, ayak bileği çekilmesi, karın refleksi, siliyospinal yanıt yer almaktadır. Ekstremitelerin patolojik fleksiyon ya da ekstansiyon dışındaki kendiliğinden hareketleri, omuzun kaldırılması ve addüksiyonu, sırtın yay şeklini alması, interkostal genişlemeler, terleme, kızarma, taşikardi, normal veya artmış kan basıncı, derin tendon refleksleri ve Babinski refleksi olabilir (6).

Beyin hasarının birincil nedenine ilişkin bir şüphe varsa, komanın geri döndürülebilir nedenleri düşünülüyorsa, klinik testlerin iyi değerlendirilemediği veya hipoksi gelişmesi nedeniyle apne testinin yapılamadığı durumlarda bazı destekleyici testler yapılabilir.

1. Elektrofizyolojik değerlendirmeler (EEG, sensoriyel uyarılmış potansiyeller.vb.)

2. Beynin kan akımı ölçümleri (anjiyografi, transkraniyal doppler USG.vb.)

3. Beynin metabolizma ölçümleri (oksijen beyin metabolik hızı, juguler venöz oksijen doygunluğu.vb.)

4. Patomorfolojik ölçümler (bilgisayarlı beyin tomografisi (BBT), manyetik rezonans inceleme.vb.)

5. Atropin testi

Ansefalogram bize beyin korteksi hakkında bilgi verir, beyin sapı hakkında bir fikir vermez. Ayrıca yoğun bakımlarda elektriksel donanımın fazlalığı nedeniyle sağlıklı bir çizgi elde etmenin zorluğu ve hipotermi gibi durumlarda yalancı negatif çizgi verebilmesi nedeniyle çok güvenilir bir yöntem değildir (10). Ansefalogram bulguları, tek başına beyin ölümü tanısını koyduramaz. Ancak gerekli durumlarda farklı yöntemlerle birlikte tanıya yardımcı olabilir, klinik değerlendirme ve diğer testler ile birlikte değerlendirildiğinde EEG beyin ölümünü göstermede anlamlıdır. Aşağıdaki teknik şartların sağlanması gerekmektedir (11).

- En az sekiz kafa derisi elektrodu kullanılmalıdır.
- Elektrot arası direnç 100 ila 10 000 Ω arası olmalıdır.
- Kayıt sisteminin bütünlüğü test edilmelidir.
- Elektrotlar arası mesafe en az 10 cm olmalıdır.
- Duyarlılık 30 dakika için en az 2 mikrovolta çıkarılmalıdır ve uygun ayarlama yapılmalıdır.
- Yüksek frekans filtresi ayarı 30 Hz'in altında yapılmalıdır ve düşük frekans ayarı 1 Hz'in üzerinde olmamalıdır.
- Ansefalogram ağır somatosensoryel ya da odiyovizüel uyarılara yanıtızlık göstermelidir.

Günümüzde beyin sapı uyarılmış potansiyel kayıtlarının beyin ölümü tanısını desteklemek için EEG'ye tercih edilecek bir test olduğu görüşü ağırlık kazanmaktadır (12). Eldeki yöntemler arasında beyin sapı nöron aktivitesi hakkında en iyi fikri, koklear sinirin beyin sapındaki nöronlarının uyarılması ile elde edilen yanıtların incelenmesi vermektedir. Kulağa belirli desibel şiddetinde uyarı verildikten sonra beyin sapındaki işitme yollarında ortaya çıkacak dalgaların kaydedilmesi yöntemine dayanan bu test hasta başında rahatlıkla uygulanabilir ve alınan kayıtların değerlendirilmesinde büyük bir zorlukla karşılaşılmaz. Ayrıca barbitürat ve diğer merkezi sinir sistemi baskılayıcı ilaçların etkilerine de duyarsızdır. Beyin sapı işitsel uyarılmış yanıtların kaydı yapılırken hastaların koklear iletim yolunda daha önceden var olan patolojik bir durum, sekizinci sinirin travma sonucu kesilmesi, pontin kanaması veya arka çukurda geçirilmiş bir cerrahi müdahale olmaması gerekir (13). Bu durumlarda kayda vereceği negatif sonuç yanıltıcı olabileceğinden başka bir testin kullanılması zorunludur.

Beyin ölümünün varlığını gösterecek en kesin bilgi, beyin kan akımının olmadığı gösterilmesi ile elde edilmektedir. Dış karotis arterinde dolaşım devam ederken büyük bir olasılıkla artmış kafa içi basıncı ve serebrovasküler otoregülasyon dolayısı ile iç karotis arterinde kafa kaidesinden ileriye kan akımı durmuştur. Beyin kan akımını ölçmek amacıyla uygulanan çeşitli yöntemler vardır. Ancak bunların her birinin klinik ve teknik özelliklerinin iyi bilinmesi gerekir. Örneğin "konvansiyonel" dört damar anjiyografisi hastanın bir radyoloji birimine naklini gerektirir ve uygulanması uzun süre almaktadır. Subintimal enjeksiyon veya arteriyel tromboz durumlarında da beyin kan akımı olmadığı görüleceğinden yanıltıcı olur. Ayrıca kontrast madde enjeksiyonu ile film çekme zamanlamasının iyi yapılması gerekmektedir. Tekrarlayan

kontrast madde enjeksiyonlarının nefrotoksisite riski yaratabileceği, intraarteriyel olarak enjekte edilen kontrast maddenin özellikle zedelenmiş beyin dokusunda bilinen histotoksik etkisinin, hayatta kalma şansı olabilecek bir hasta-da ek harabiyete sebep olabileceği unutulmamalıdır (14).

Tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi (single photon emission computerized tomography=SPECT), beyin kan akımı ve beyin perfüzyonunun belirlenmesinde konvansiyonel dört damar anjiyografisine oranla daha güvenilir bulunmaktadır.

Ksenon ve teknesyum-99 kullanılarak yapılan radyonükleid anjiyografide arka çukur ve beyin sapı kan akımının değerlendirilmesi güvenilir değildir. Bu nedenle kan-beyin engelini geçebilen Tc-HMPAO ile uygulanan radyonükleid sintigrafi yöntemi önerilmektedir (15). Radyonükleid tetkikler beyin ölümü tesbitinde kullanılabilen, girişimsel olmayan ve güvenilir yöntemlerdir. Bu tetkiklerin olumsuz tarafı ise yoğun bakımdan nükleer tıp bölümüne hastanın nakledilmesi gerekliliğidir.

Transkraniyal doppler ultrasonografi (TDU) ise, beyin dolaşımı hakkında bilgi veren değerli bir testtir. Bu yöntemle her iki karotid arter ile baziller arter akımı hakkında bilgi edinilebilir. Bu yöntemin girişimsel olmaması, hızlı uygulanabilmesi, yatak başına taşınabilir olması ve göreceli ucuz olması gibi üstünlükleri vardır. Özelliği ve duyarlılığının %91-100 arasında olduğu bildirilmiştir (16). Bu yöntemde yanlış pozitifliği en aza indirmek için her iki hemisferde hem ön hem de arka dolaşımın gösterilmeye çalışılması gerekir. Transkraniyal doppler ultrasonografi sistolik kan basıncı 100 mmHg'nin üzerinde ise uygulanmalıdır.

Zamanında ve erken doğmuş yenidoğanlarda beyin ölümü konusunda az sayıda yayın vardır ve ölçütler diğer yaş gruplarına göre daha tartışmalıdır. Beyin ölümü tanısı zamanında doğmuş bebeklerde; postgestasyonel yaşı yedi gün ile iki ay olanlarda en az 48 saat ara ile yapılan klinik değerlendirme ve destekleyici laboratuvar tetkiklerinin kullanılması zorunludur. Klinik değerlendirmenin erken doğmuş bebeklerde uygulanabilirliği şu an için tartışmalıdır. Özellikle çok küçük doğmuş bebeklerin beyin sapına ait bulgular henüz oluşmadığından yokluğunu değerlendirmek mümkün değildir (17) (ışık reaksiyonu 30-32 gestasyon haftasında, okülösefalik yanıt 28-32 gestasyon haftası, emme-arama, öğürme 32-34 gestasyon haftasında ortaya çıkabilir).

Anensefalik yenidoğanların beyin ölümü kararı oldukça tartışmalıdır. Bilindiği gibi bu bebeklerde yüksek kortikal yapılar gelişmemiş ancak beyin sapı işlevini yerine getirebilmektedir. Bu nedenle, bugünkü beyin ölümü ölçütlerinin bu çocuklarda uygulanabilmesi mümkün değildir.

Beyin ölümünün tanılandırılması süreci gelişmiş ülkelerde de sorgulanmakta ve ölçütlere uyumun düşük olduğu düşünülmektedir. Mudit ve ark'ları. (18) Amerika Birleşik Devletlerinde 2007 yılında yaptıkları çalışmada bir yaşın üzerindeki hastaların sadece %18'inde klinik değerlendirmeler arasında uygun sürenin bulunduğunu saptamış, hastaların %60'ına apne testinin yapılmadığı ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar beyin ölümü kararının verilmesinde izlenecek basamakları doktorlara hatırlacak bir kontrol listesinin oluşturulması gerekliliğini vurgulamaktadır.

İngiltere'deki iki büyük çocuk hastanesinde yerel ölçütleri içeren kontrol listesinin gündelik uygulamaya sokulması, uygun beyin ölümü kararının verilme oranlarını %50'lerden %90'ların üzerine çıkarmıştır (19).

İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Nörolojisi Bilim Dalı olarak 2005 yılından beri yoğun olarak organ nakli uygulanan üniversitemizde çocuklarda beyin ölümü kararının verilmesi sürecine katılmaktayız. Bu alandaki bilgi eksikliğinin giderilmesi ve etkin karar verilebilmesinin organ nakli sayısını artıracağını düşünüyoruz.

## Kaynaklar

1. A definition of irreversible coma. Report of the Ad Hoc Committee of the Harvard Medical School to Examine the Definition of Brain Death. JAMA 1968; 205: 337-40.
2. Organ ve Doku Nakli Hizmetleri Yönetmeliği T.C. Resmi Gazete 24066 01/06/2000.
3. 2238 sayılı Transplantasyon Kanunu T.C. Resmi Gazete 16665 03/06/1979.
4. American Academy of Pediatrics Task Force on Brain Death in Children. Report of special task force: guidelines for the determination of brain death of children. Pediatrics 1987; 80: 298-300.
5. Han SG, Kim GM, Lee KH, Chung CS, Jung KY. Reflex movements in patients with brain death: a prospective study in a tertiary medical center. J Korean Med Sci 2006; 21: 588-90.
6. Saposnik G, Bueri JA, Mauriño J, Saizar R, Garretto NS. Spontaneous and reflex movements in brain death. Neurology 2000; 54: 221-3.
7. Yee AH, Mandrekar J, Rabinstein AA, Wijdicks EF. Predictors of apnea test failure during brain death determination. Neurocrit Care 2010; 12: 352-5.
8. Lang CJ, Heckmann JG. Apnea testing for the diagnosis of brain death. Acta Neurol Scand 2005; 112: 358-69.
9. Tibballs J. A critique of the apneic oxygenation test for the diagnosis of "brain death. Pediatr Crit Care Med 2010; 11: 475-8.
10. Meinitzer A, Kalcher K, Gartner G, Halwachs-Baumann G, März W, Stettin M. Drugs and brain death diagnostics: determination of drugs capable of inducing EEG zero line. Clin Chem Lab Med 2008; 46: 1732-8.
11. Alvarez LA, Moshé SL, Belman AL, Maytal J, Resnick TJ, Keilson M. EEG and brain death determination in children. Neurology 1988; 38: 227-30.
12. Ruiz-López MJ, Martínez de Azagra A, Serrano A, Casado-Flores J. Brain death and evoked potentials in pediatric patients. Crit Care Med 1999; 27: 412-6.
13. Firsching R, Frowein RA, Wilhelms S, Buchholz F. Brain death: practicability of evoked potentials. Neurosurg Rev 1992; 15: 249-54.
14. Quesnel C, Fulgencio JP, Adrie C, et al. Limitations of computed tomographic angiography in the diagnosis of brain death. Intensive Care Med 2007; 33: 2129-35.
15. Conrad GR, Sinha P. Scintigraphy as a confirmatory test of brain death. Semin Nucl Med 2003; 33: 312-23.
16. Monteiro LM, Bollen CW, van Huffelen AC, Ackerstaff RG, Jansen NJ, van Vught AJ. Transcranial Doppler ultrasonography to confirm brain death: a meta-analysis. Intensive Care Med 2006; 32: 1937-44.
17. Gotay-Cruz F, Fernández-Sein A. Pediatric experience with brain death determination. P R Health Sci J 2002; 21: 11-5.
18. Mudit M, LuCyndi P, Maria S, et al. Variability in pediatric brain death determination and documentation in Southern California. Pediatrics 2008; 121: 988-93.
19. Kafrawy U, Stewart D. An evaluation of brainstem death documentation: the importance of full documentation. Paediatr Anaesth 2004; 14: 584-8.

## ÇOCUKLARDA BEYİN ÖLÜMÜ KONTROL LİSTESİ

Çocuklarda beyin ölümünün saptanması hakkındaki çalışma raporu temel alınarak hazırlanmıştır (Report of special task force: Guidelines for the determination of brain death in children. Pediatrics Aug 1987; 80 (2): 298-300). Beyin ölümü kararı farklı zamanlarda iki ayrı hekim tarafından yapılan iki değerlendirme ile verilir. (Lütfen işaretleyin)

Hastanın yaşına göre iki değerlendirme arasında geçmesi gerekli süre	Anoksi dışı beyin	Anoksik beyin hasarında
7 günlük ile 2 aylık arası	En az 48 saat	En az 48 saat
2 aylık ile 12 aylık arası	En az 24 saat	En az 24 saat
1 yaşından büyük	En az 12 saat	En az 24 saat

Hastanın beyin ölümü değerlendirmesine uygunluğunu saptanması					
<b>A. Geri dönüşümsüz komanın nedeni</b>					
Travmatik beyin hasarı Anoksik beyin hasarı Bilinen metabolik hastalık			Diğer nedenler _____		
<b>B. Değerlendirmeyi etkileyecek durumların varlığı</b>					
Vücut ısısı < 35.5 C		Evet	Hayır	Evet	Hayır
Kan basıncı yaşa göre <2 SD		Evet	Hayır	Evet	Hayır
İlaç intoksikasyonu veya paralizi, metabolik bozukluk1		Evet	Hayır	Evet	Hayır

Fizik Bakı	İlk değerlendirme		İkinci değerlendirme	
Not: Spinal refleksler değerlendirme dışındadır				
Flask ton, hasta ağırlı uyaran yanıtsızdır	Evet	Hayır	Evet	Hayır
Pupiller genişlemiş, ışık refleksi yoktur	Evet	Hayır	Evet	Hayır
Korneyal, öksürük, öğürme, emme ve arama refleksleri yoktur	Evet	Hayır	Evet	Hayır
Okülovestibüler refleks yoktur. (timpanik zarların sağlam olduğu saptandıktan sonra en az 20 ml soğuk suyun dış kulak yoluna verilmesine rağmen)	Evet	Hayır	Evet	Hayır
Okülosefalik refleks yoktur	Evet	Hayır	Evet	Hayır
Beyin ve beyin sapı fonksiyonları geri dönüşümsüz kaybedilmiştir	Evet	Hayır	Evet	Hayır
Spontan solunum eforu yoktur	Evet	Hayır	Evet	Hayır
<b>Fizik Bakıda _____</b>	<b>(belirtiniz) değerlendirilememektedir, (neden) dolayısıyla EEG veya serebral akım testi yapılmıştır</b>			

APNE testi <sup>2</sup>	İlk değerlendirme		İkinci değerlendirme	
Apne testinde spontan solunum hareketi gözlenmedi	Test öncesi PaCO <sub>2</sub> :	Test sonrası PaCO <sub>2</sub> :	Test öncesi PaCO <sub>2</sub> :	Test sonrası PaCO <sub>2</sub> :
	_____	_____	_____	_____
<b>Apne testinin kontraendike olduğu yada tamamlanamadığı neden: dolayısıyla EEG veya serebral akım testi yapılmıştır.</b>				

Destekleyici testler (1 yaşından büyük çocuklarda zorunlu olmamakla beraber gözlem süresinin kısaltılması istenen durumlarda kullanılabilir)	İlk değerlendirme		İkinci değerlendirme	
EEG'de elektroserbral sessizliği göstermektedir.	Evet	Hayır	Evet	Hayır
Serebral Kan Akımı testinde <sup>3</sup> serebral dolaşım saptanmamıştır.	Evet	Hayır	Evet	Hayır

İlk değerlendirme				
Değerlendirmem beyin ve beyin sapı fonksiyonlarının mevcut olmadığını göstermektedir. İkinci değerlendirmeye ihtitaç vardır.				
(Ad-Soyad)	(İmza)			
(Uzmanlık Branşı)	(Tarih)		(Saat)	
İkinci değerlendirme				
Değerlendirmem beyin ve beyin sapı fonksiyonlarının mevcut olmadığını, hastanın beyin ölümünün gerçekleştiğini göstermektedir.				
Ölüm tarihi ve saati:				
(Ad-Soyad)	(İmza)			
(Uzmanlık Branşı)				

**1. İlaç veya metabolik intoksikasyon:** Tüm sedatif ilaçlar beyin ölümü değerlendirmesinden ilacın yarılma ömrünün 4 katı kadar süre önce kesilmelidir. Koma nedeni olabilecek ilaç intoksikasyonları dışlanmalıdır. Değerlendirme öncesinde metabolik bozukluklar düzeltilmelidir.

**2. Apne testi:** Hastaya test öncesi %100 FiO<sub>2</sub> oksijen ile ventilasyon yapıp kan gazı alınır. Hastaya, ventilatörden ayırarak endotrekeal veya ventilatörde CPAP modunda 4-12 lt/dak. oksijen 5-10 dakika süreyle verilir. Test süresinde spontan solunum hareketi aranır. Test kan gazı alınarak bitirilir. Hipotansiyon, ciddi hipoksi veya aritmi gelişmesi durumunda test hemen sonlandırılır. Doğrulayıcı apne testinde hastanın test sırasında solunum hareketinin gözlenmemiş olması, ikinci kan gazında PCO<sub>2</sub> > 60 mmHg veya ilk kan gazına göre 20 mmHg yükselme saptanması gereklidir.

**3. Serebral Kan Akımı:** Serebral kan akımının yokluğu radyonüklid tarama veya 4 arter anjiyografi ile gösterilir. Metabolik veya ilaca bağlı komalarda bu testler beyin ölümünü saptamada kullanılabilir.