

# Pnömocefali

**Mutlu Cihangiroğlu, Birsen Ünal, Hüseyin Özdemir, Hanifi Yıldırım, Erkin Oğur**

M. Cihangiroğlu (E), H. Özdemir, H. Yıldırım, E. Oğur  
Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı,  
Elazığ

B. Ünal  
Hasvak Tıp Merkezi, Ankara

**P**nömocefali, çok ciddi patolojilerin göstergesi olabilen, klinik anamnez ve eşlik eden bulguların değerlendirilmesi sonucunda tanıya yönelik ipuçlarının elde edilebildiği önemli bir radyolojik bulgudur.

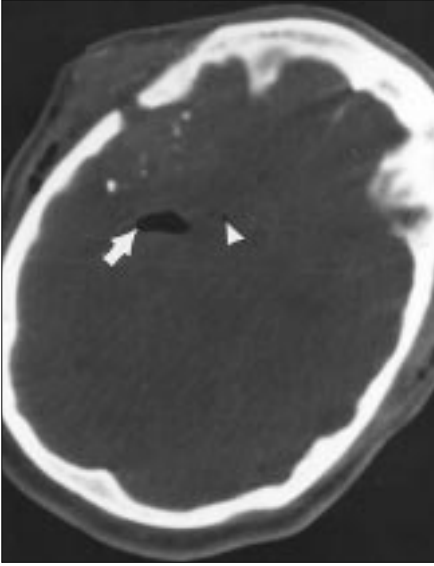
Pnömocefali ilk olarak 1884 yılında Chiari (1) tarafından tanımlanmıştır. 1967 yılında Markham (2) pnömocefaliyi intrakranyal ve ekstrakranyal olmak üzere iki ana gruba ayırmış, intrakranyal pnömocefaliyi epidural, subdural, subaraknoid, ventriküler ve intraserebral olmak üzere sınıflandırmıştır. Pnömocefalinin olguların %74'ünde travmaya, %12.9'unda tümörlere, %8.8'inde enfeksiyonlara bağlı geliştiği, %0.06'sının ise idyopatik olduğu bildirilmiştir (2). Azar Kia ve arkadaşları (3) yaptıkları çalışmada pnömocefali nedenlerini travma, enfeksiyonlar, tümörler, konjenital kranyum anomalileri, tanısal işlemler (pnömoensefalografi, ventrikülografi, lomber ponksiyon) ve intrauterin ölü fetüste intraventriküler hava olarak gruplamışlardır. Buna karşın günümüzde etyolojide iyatrojenik nedenlerin önemli bir yer kapladığı söylenebilir.

## Etyolojik faktörler

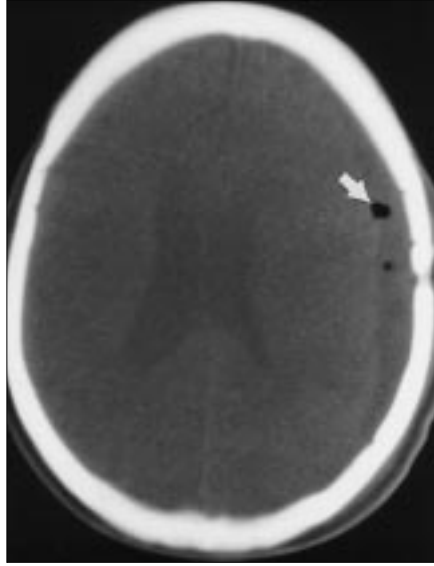
**Travma:** Bilgisayarlı tomografinin (BT) yaygın kullanılmadığı dönemlerde travmaya bağlı pnömocefali gelişme riski farklı çalışmalarda %0.5 ile %0.9 arasında bildirilmiş (4,5) olmasına karşın günümüzde bu oran %5.6 olarak saptanmıştır (6,7). Penetran veya künt kafa travmalarında kranyal kemiklerde ve sinüslerde oluşan kırıklar ve penetran cismin oluşturduğu defekt yolu ile hava direkt olarak intrakranyal kompartmanlara girebilir (Resim 1).

Toraks travmalarında, su altı dalışlarda ya da yüksek irtifada pulmoner damar yırtıkları, bronkopulmoner fistüller veya genişleyen hava parankime zarar vererek bronkovenöz fistül oluşumuna yol açarak serebral hava embolisi kaynağı olabilir (3).

**İyatrojenik nedenler:** Kranyotomi sonrası erken postoperatif BT incelemelerinde sıklıkla az miktarda pnömocefali saptanabilir (Resim 2). Geç dönemde pnömocefali saptanması BOS fistülü veya enfeksiyon varlığını düşündürmektedir (4,5,8). Nadiren ball-valve mekanizması ile subaraknoid boşluğa giren hava beyin omurilik sıvısının drenajını engelleyerek tansiyon pnömocefalus oluşturabilir. Ischiwata ve arkadaşları (8) tansiyon pnömocefalide basınçlı subdural havanın orta hatta uyguladığı basınç nedeniyle frontal lobların ayrılmasını 'Fuji Dağı işareti' olarak tanımlamışlardır (Resim 3).



**Resim 1.** Aksiyal BT kesitinde ateşli silah yaralanmasına bağlı sağ temporal hornunda (ok) ve intraparaknimal pnömosefali (ok başı) ile fragmente kemik parçalarının parankim içerisindeki görünümü.



**Resim 2.** Aksiyal BT kesitinde kemik pencerede sol frontoparyetal kesimde opere kronik subdural hematoma içerisinde pnömosefali (ok).



**Resim 3.** Aksiyal BT kesitinde frontal sinüs fraktürüne sekonder bilateral frontal lob anteriorunda dural defektin de eşlik ettiği subdural pnömotosel.

Kardiyopulmoner resüsitasyon ve açık kalp ameliyatları sonrası ve se-rebral anjiyografi sırasında arteriyel ve venöz hava embolileri oluşabilir (9,10,11-14). Pozitif basınçlı ventilasyon, hemodiyaliz, karotid endarterektomi, subklavyan ven kateterizasyonu, lomber ponksiyon, ventrikülo-peritoneal şant, santral venöz kateterizasyon da benzer nedenlerle emboli kaynağı olabilmektedirler (11,13). Akciğer ince iğne biyopsisi sonrası nadiren se-rebral hava embolisi oluşabilir (15,16).

**Enfeksiyonlar:** Enfeksiyonlara bağlı intrakranyal hava gözlenmesi nadir bir bulgu olup gaz oluşturan mikroorganizmaları veya ekstrakranyal bağlantıyı sağlayan dura defektini düşündürür (Resim 4). Enfeksiyon serebrit, apse, menenjit veya subdural ampiyem şeklinde ortaya çıkabilir ve her durumda farklı kompartmanlarda hava saptanabilir (17,18).

**Tümörler:** Paranasal, nazofarengeal ve intrakranyal tümörler nadiren kranyal kemikleri erode ederek hava girişi sağlayabilirler. Sıklıkla menenjiom ve osteom olmak üzere anjiyofibrom, fibrosarkom ve hipofiz tümörleri pnömosefali nedeni olabilirler (19).

**Kranyum anomalileri:** Ensefalosel ve paranasal sinüslerde hiperaerasyon pnömosefali nedeni olabilir ve bunla-

rın sonucunda spontan epidural hava kolleksiyonu gelişebilir (20) (Resim 5).

### Intrakranyal lokalizasyonlar

Pnömosefali epidural, subdural, subaraknoid, parankimal, ventriküler veya vasküler yerleşimli olabilir. Sık olmamakla birlikte birden fazla kompartmanda hava saptanabilir.

**Epidural pnömosefali:** Nadir olarak görülür ve sıklıkla frontal sinüsün dura yırtığı olmayan kırıklarında ortaya çıkar. Epidural boşluğa hava girişi direkt basınç etkisiyle, ball-valve mekanizmasıyla veya gaz oluşturan bakterilere bağlı gelişen enfeksiyonlara sekonder olabilir. Epidural hava genellikle tek taraflı olup, kafa hareketleri ile yer değiştirmez, subdural ve subaraknoid kolleksiyonlara oranla miktar olarak daha azdır (Resim 6).

**Subdural pnömosefali:** Subdural boşluğa direkt basınç etkisi (öksürmek gibi) ile giren hava basınç düşmesiyle yarı kapanınca geri çıkamaz ve bu boşlukta kafa hareketleri ile yer değiştirebilir. Bu olgularda kranyum defektine eşlik eden dura yırtığı mevcuttur (Resim 2,3).

**Subaraknoid ve ventriküler pnömosefali:** Mekanizma subdural hava birikimine benzer. Ek olarak araknoid de-

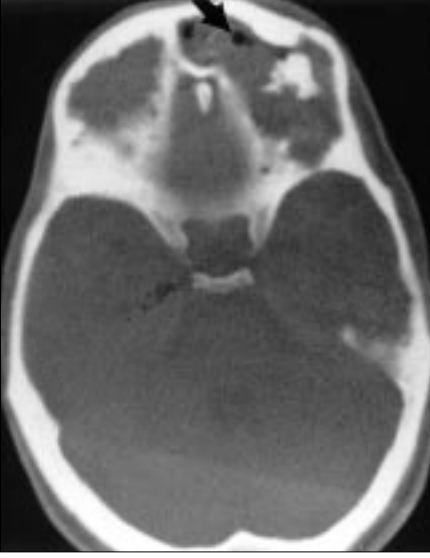
fekti mevcuttur. Sıklıkla orta kranyal fossa kırıklarında oluşur. Hava sulkal paterne uyar ve konkav iç kontura sahiptir. Subaraknoid boşluğa giren hava, kafa hareketi ile foramen Luschka ve Magendie aracılığıyla ventriküllere geçer (Resim 1,7,8,9) (2).

**Intraparaknimal pnömosefali:** Pnömotosel nadiren görülür. Mekanizması dura defektli çevresindeki meningeserebral adezyonlar nedeniyle fistül traktından giren havanın subaraknoid ve subdural boşluk yerine daha az direnç gösteren serebral dokuya girmesi şeklinde açıklanabilir (2). Hemen her zaman frontal bölgede yerleşir ve sınırlıdır (Resim 1).

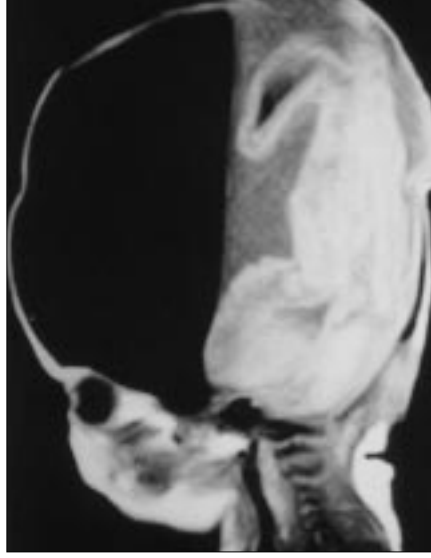
**Vasküler hava:** Hava baloncuklarının çabuk kaybolan yapıya sahip olması radyolojik tanıyı güçleştirir. Mevcut havanın dallanma paterni göstermesi vasküler orijinli olduğunu düşündürür. Dural sinüsler içindeki hava, lokalizasyonu itibarıyla kolaylıkla tanınabilir (Resim 10).

**Tanı:** Direkt grafilerde kırığın varlığı, sinüsler ve mastoid hücrelerle ilişkisi, sinüslerde hava-sıvı seviyesi saptanabildiği gibi farklı pozisyonlarda alınan grafilerde havanın hareketi ve şekli tanı ve lokalizasyon konusunda yardımcı olabilir.

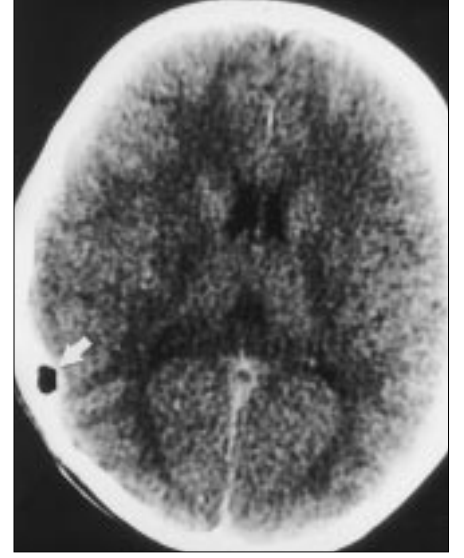
BT tanıda en yararlı yöntem olup pnömosefali yaklaşık -1000 HU dan-



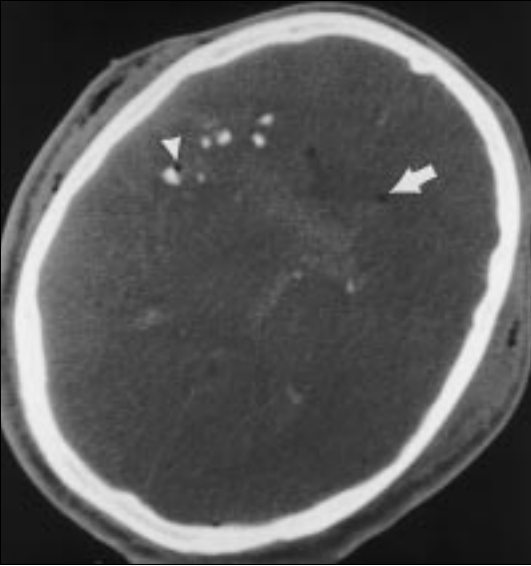
**Resim 4.** Aksiyal BT'de sol frontal sinüs steomyelitine eşlik eden hava görünümü (ok). Olguda sinüsü dolduran apse içerisinde sekestroma eşlik eden havanın varlığı anaerob infeksiyon kaynaklı hava olasılığını desteklemektedir.



**Resim 5.** T1 ağırlıklı sagittal MRG'de ensefalosele eşlik eden pnömatosel görünümü.



**Resim 6.** Aksiyal BT kesitinde travma sonrası epidural hematoma içerisinde pnömosefali (ok).



**Resim 7.** Aksiyal BT kesitinde ateşli silah yaralanması sonucu gelişen bilateral frontal hornlarda (ok) ve muhtemel sağ sylvian sulkusta (okbaşı) pnömosefali.



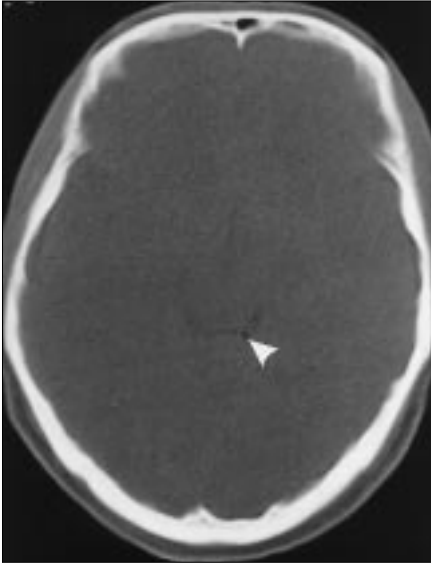
**Resim 8.** Aksiyal BT kesitinde intraventriküler şant operasyonuna bağlı lateral ventriküllerin anterior hornları düzeyinde interventriküler mesafede pnömosefali (ok).

sitesinde hipodens alanlar olarak izlenir. BT ile hava lokalizasyonu, miktarı, varsa basınç artışı bulguları (fuji dağı işareti, frontal loblarda düzleşme, orta hat yapılarında şift, ventriküllere bası) ve eşlik edebilecek kırık, hemoraji, tümör ve enfeksiyon bulguları saptanabilir. BT ile hava embolisi tanısı tetkik zamanı ve emboli miktarı ile ilişkilidir. Travma ve operasyonları takiben erken dönemde inceleme yapılırsa pnömosefali saptama olasılığı yükselir (9,11,12).

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) hava varlığını sinyalsiz alanlar şeklinde gösterir (Resim 5). T2 ağırlıklı görüntülerde epidural, subdural ve subaraknoid hava birikimleri ve gradyent eko sekanslarda da vasküler yapılarıdaki hava saptanabilir. Gradyent eko sekanslarda hava-doku interfazında oluşan diyamanyetik etkileşime bağlı oluşan sinyal kaybı nedeniyle hava belirginleşir. Ancak MRG hava saptamada BT kadar etkili değildir (19).

Doppler US'nin hava embolisini göstermede ve diğer partikül embolilerinden ayırmada yararlı olduğu birçok in-vivo ve in-vitro çalışmada gösterilmiştir (21). Ancak Doppler sinyalleri küçük hava baloncuklarının direkt gözlenmesi için gerekli duyarlılıktan yoksundur.

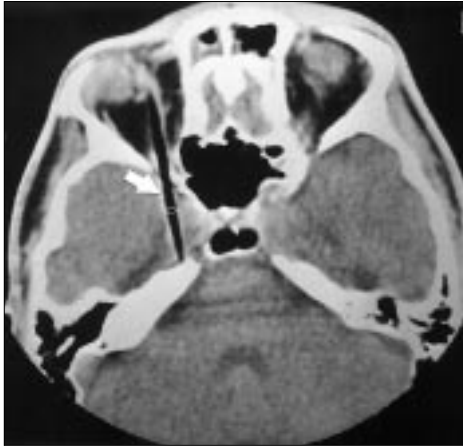
Pnömosefalinin tanısında genellikle zorlukla karşılaşılmamasına rağmen, özellikle çok küçük hacimli lineer uzanımlı intraorbital ya da intrakranial havanın tanısında dikkatli olunma-



**Resim 9.** Aksiyal BT kesitinde sol ambiyent sistern içerisinde fokal hava değerleri (*ok başı*). Olgu travma sonrası başvurduğunda net fraktür izlenmemesine karşın tanımlanan hava sonrası temporal kemiğe yönelik YRBT'de ince lineer fraktür saptanmıştır.



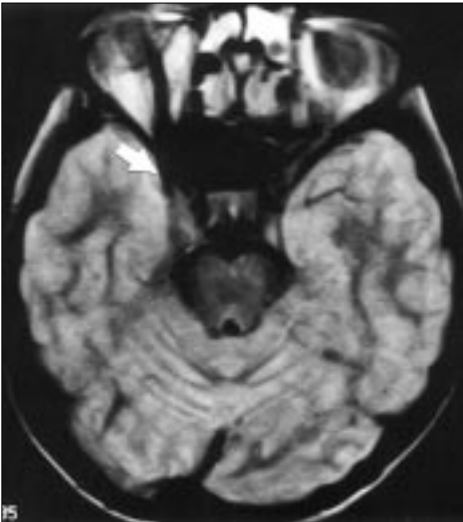
**Resim 10.** Aksiyal BT kesitinde parankim penceresinde sağ transvers sinüs içerisinde hava (*ok*). Verteksi içine alan multipl fraktür sonucu süperior sagital sinüsteki rüptüre sekonder havanın transvers sinüs içerisine girdiği düşünüldü. Tanımlanan görünüme verteks dışındaki daha alt kranyal kesimlerde başka bir patoloji eşlik etmemekteydi (resimde gösterilmedi).



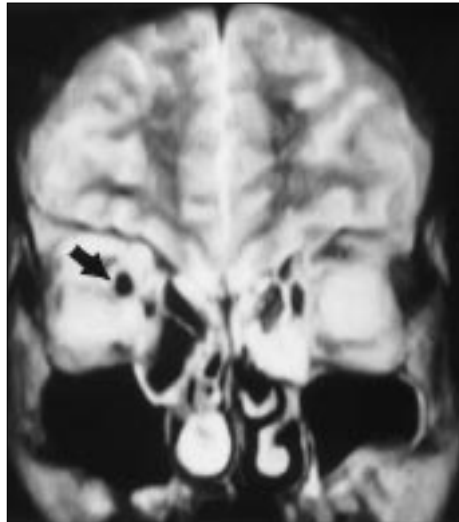
A



B



C



D

sı gereklidir. Özellikle travmaya bağlı intraorbital ve intrakranyal yerleşen tahta, cam gibi yabancı cisimler BT'de hava değeri verirken, MRG'de de tüm sekanslarda sinyalsiz izlenerek yanlışlıkla hava olarak değerlendirilebilirler (22) (Resim 11).

Sonuç olarak, görüntüleme yöntemleri ile pnömosefalinin saptanması olgunun prognozu ve uygun tedavi protokolünün belirlenmesi açısından önem taşımaktadır.

**Resim 11.** 17 yaşında erkek olguda travma sonrası intraorbital yabancı cisim tanısıyla yapılan incelemelerde (A) aksiyal BT kesitinde sağ orbita medial kesiminde fissura orbitalis süperior yoluyla sağ petroz apekse uzanan hava değeri (-326 HU) veren lineer hipodens görünüm (*ok*), (B) aksiyal T1, (C) aksiyal proton ve (D) koronal T2 ağırlıklı MR görüntülerde sağ orbitadan intrakranyal uzanım gösteren tüm sekanslarda sinyalsiz izlenen yabancı cisme ait görünüm (*ok*). Operasyonda olgudan intraorbital yerleşen tahta parçası çıkarıldı.

## PICTORIAL ESSAY: PNEUMOCEPHALUS

Imaging in pneumocephalus aids in the diagnosis and management of this condition, which usually results from trauma, iatrogenic causes, infections, tumors, and cranium abnormalities. The role of computed tomography and magnetic resonance imaging is especially addressed in this article.

Key words: • tomography, x-ray computed • magnetic resonance imaging  
• pneumocephalus

TURK J DIAGN INTERVENT RADIOL 2003; 9:31-35

### Kaynaklar

1. Chiari H. Über einen fall von luftansammlung in den ventrikeln des menschlichen gehirns. Zschr F Heilk 1884; 5:383-90 (Abstract).
2. Markham JW. The clinical features of pneumocephalus based upon a survey of 284 cases with report of 11 additional cases. Acta Neurochir 1967; 16:1-78 (Abstract).
3. Azar-Kia B, Sarwar M, Batnitzky S. Radiology of intracranial gas. AJR 1975; 124:315-23.
4. Gurdjian ES, Webster JE. Surgical management of compound depressed fracture of frontal sinus, cerebrospinal rhinorrhea and pneumocephalus. Arch Otolaryngol 1944; 39:287-306.
5. Coleman CC. Fracture of skull involving paranasal sinuses and mastoids. JAMA 1937; 109:1613-5 (Abstract).
6. Oge K, Akpınar G, Bertan V. Traumatic subdural pneumocephalus causing rise in intracranial pressure in the early phase of head trauma: Report of two cases. Acta Neurochir 1998; 140:655-658.
7. Iwama T, Andoh H, Murase S, Miwa Y, Okhuma A. Diffuse cerebral air embolism following trauma: striking postmortem findings. Neuroradiology 1994; 36:33-4.
8. Ischivata Y, Fujitsu K, Sekino T, Fujino H, Kubokura T. Subdural tension pneumocephalus following surgery for chronic subdural hematoma. J Neurosurg 1980; 68:58-61.
9. Imanishi M, Nishimura A, Tabuse H. Intracranial gas on CT after cardiopulmonary resuscitation: 4 cases. Neuroradiology 1998; 40:154-7.
10. Pugsley W, Klinger L, Paschalis C, Treasure T, Harrison M, Newman S. The impact of microemboli during cardiac surgery and aortography. Ann Neurol 1990; 28:477-486.
11. Hwang T, Fremuax R, Sears ES. Confirmation of cerebral air embolism with computerized tomography. Ann Neurol 1983; 13:214-5.
12. Voorhies M, Fraser R. Cerebral air embolism occurring at angiography and diagnosed by computerized tomography. J Neurosurg 1984; 60:177-178.
13. Bendszus M, Koltzenburg M, Burger R, Warmuth-Metz M, Hofman E. Silent embolism in diagnostic cerebral angiography and neurointerventional procedures: a prospective study. Lancet 1999; 354:1594-1597.
14. Britt PM, Heiserman JE, Snider RM, Shill HA, Bird CR, Wallace RC. Incidence of postangiographic abnormalities revealed by diffusion-weighted MR imaging. AJNR Am J Neuroradiol 2000; 21:55-9.
15. Baker BK, Awward EE. Computed tomography of fatal cerebral air embolism following percutaneous aspiration biopsy of the lung. J Comput Assist Tomogr 1988; 12:1082-1083.
16. Wescott JL. Air embolism complicating percutaneous needle biopsy of the lung. Chest 1973; 63:108-110.
17. Navas E, Millan J. Brain abscess with intracranial gas formation: case report. Clin Infect Dis 1994; 19:219-220.
18. Finelli PF, Bergen R. Spontaneous pneumocephalus with meningitis: CT demonstration. J Comput Assist Tomogr 1991; 15:525.
19. Nakayama Y, Tanak A. Pneumocephalus associated with ethmoid sinus osteoma. Neurol Med Chir 1998; 38:875-819.
20. Park P, Chandler W. Spontaneous chronic epidural pneumocephalus resulting from hyperpneumatization of the cranium causing mass effect: case report. Neurosurgery 1998; 42:1384-1386.
21. Smith JL, Evans DH, Bell PR, Naylor AR. A comparison of four methods for distinguishing Doppler signals from gaseous and particulate emboli. Stroke 1998; 29:1133-1138.
22. Bodne B, Quinn SF, Cochran CF. Imaging foreign glass and wooden bodies of the extremities with CT and MR. J Comput Assist Tomogr 1988; 12:608-611.