

Travmatik Beyin Hasarı

Koray Kılıç, Ali Can Yalçın

ÖĞRENME HEDEFLERİ

- Travmatik beyin hasarında tetkik gerekliliğini belirleyen klinik yönergeler
- Uygunluk kriterleri doğrultusunda modalite seçimi
- Travmatik beyin hasarında ekstra-aksiyal lezyonlar
- Travmatik beyin hasarında intra-aksiyal lezyonlar

Giriş

Travmatik beyin hasarı (TBH) dünya çapında morbidite ve mortalitesi yüksek bir acil durumdur [1, 2]. Hastaneye başvuran hastaların çoğuna hafif beyin hasarı tanısı konmakla birlikte hastalarda uzun dönemde kalıcı hasarlar bırakabilmektedir. Uzun sürebilen tedavi süreci, üretkenliğin de azalması ile toplumun mali yükünü arttırmaktadır [3]. Gelişmekte olan ve gelişmiş ülkelerde farklı oranlarda olmakla birlikte TBH'nin büyük kısmı düşmeler ve taşıt kazalarından kaynaklanmaktadır. Yaşlara göre bakılacak olursa; 1 yaş altında kaza dışı travmalar, çocukluk yaş grubunda düşmeler, gençlerde spor yaralanmaları, erişkinlerde taşıt kazaları ve yaşlılarda düşmeler önde gelen kafa travması nedenleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Erkekler TBH'ye kadınlardan daha fazla maruz kalmaktadır [4].

Travmatik beyin hasarı geçirmiş hastaya klinik yaklaşımda durumun ciddiyetini belirlemek üzere hafif, orta ve ağır olarak sınıflama

yapılmaktadır. Bunun için en sık kullanılan sınıflama sistemi Glasgow Koma Skalasıdır [5, 6]. Glasgow Koma Skalasında göz açma, motor cevap ve sözel cevap test edilir. Hastalar 3-8 ağır, 9-12 orta, 13-15 hafif olacak şekilde sınıflanır. Başlangıç GKS'nin bilinmesi, diğer klinik değerlendirme yöntemleri olan bilinç kaybı süresi ("loss of consciousness", LOC) ve travma sonrası amnezi süresi ("post-traumatic amnesia", PTA) ile birlikte prognoz tahmininde, tanı ve tedavi yöntemini belirlemede yardımcı olmaktadır [4].

Kafa travmasında Amerikan Radyoloji Koleji'nin uygunluk kriterleri ("American College of Radiology ACR Appropriateness Criteria®") modalite seçiminde yol gösterici olabilir [7]. Burada kafa travması 9 ayrı senaryo varyantı ile değerlendirilmiştir. Her modaliteye, her durum için en uygun olanı en yüksek olacak şekilde 1 ile 9 arasında puan verilmektedir. Özetlemek gerekirse:

- Hafif travmatik beyin hasarında, tetkik gereksinimini belirleyen klinik kriterler

Tablo 1: New Orleans Kriterleri ("New Orleans Criteria")**Kabul etme kriterleri:**

- GKS 15
- Yaş >18
- 24 saat içinde meydana gelmiş, bilinç kaybına, amneziye ya da oryantasyon bozukluğuna neden olmuş künt kafa travması

Aşağıdakilerin hiçbirisi yoksa Beyin BT incelemesine gerek yoktur:

- Baş ağrısı
- Kusma
- Yaş >60
- Alkol ya da ilaç/uyuşturucu intoksikasyonu
- Yakın dönem hafıza kaybı
- Klavikula üstü seviyede görülebilir travma
- Nöbet

olan New Orleans Kriterleri ("New Orleans Criteria", NOC), Kanada Kriterleri ("Canadian CT Head Rule", CCHR) ya da Amerikan Ulusal Acil X-ışını Kullanım Çalışmasına ("National Emergency X-Ray Utilization Study", NEXUS-II) göre tetkik gerekmeyen durumlarda ACR tetkik önermemektedir (Tablo 1-3) [8-10].

- **Hafif, orta ya da ağır TBH bulunan olguda ve takip görüntülemeye (nörolojik bozulma olsun ya da olmasın) ilk seçenek olarak "kontrastsız beyin bilgisayarlı tomografi (BT) incelemesi" önerilmektedir.**
- Subakut ya da kronik TBH bulunan olguda yeni ortaya çıkan bilişsel ve/veya nörolojik defisit varlığında ilk seçenek olarak ve beyin BT incelemesinin açıklayamadığı nörolojik bozulmanın geliştiği akut durumlarda alternatif olarak "kontrastsız beyin MR incelemesi" önerilmektedir.
- İntrakraniyel arteriyel hasar şüphesinde merkez tercihinine göre "beyin ve boyun BT anjiyografi incelemesi" ya da "kontrastsız ve kontrastlı beyin ve boyun MR anjiyografi incelemesi" önerilmektedir. Vasküler yaralanma şüphesi uyandıran durumlar arasında şunları sayabiliriz: Radyolojik-klinik uyumsuzluk, arteriyel

kaynaklı epistaksis, GKS ≤ 8 kafa tabanı kırığı, travmatik aksonal hasar, C1-C3 servikal vertebra kırığı, Le Fort 2 ya da Le Fort 3 kırığı.

- İntrakraniyel venöz hasar şüphesinde merkez tercihinine göre "BT venografi incelemesi" ya da "kontrastsız beyin MR venografi incelemesi" ya da "kontrastsız ve kontrastlı beyin MR venografi incelemesi" önerilmektedir.
- Travma sonrası BOS kaçağı şüphesinde, rinorede "kontrastsız maksillofasyal BT incelemesi", otorede "kontrastsız temporal kemik BT incelemesi" ve bunlara ek olarak gerekirse "kontrastlı beyin BT sisternografi incelemesi" önerilmektedir.

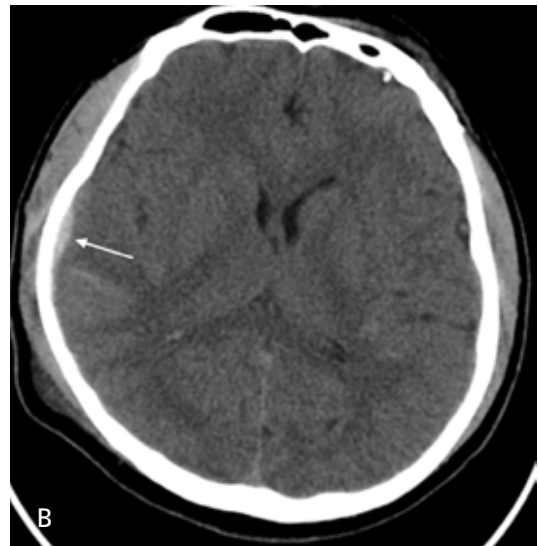
Beyin BT incelemesi yumuşak doku ve kemik algoritması kullanılarak rekonstrükte edilmeli, üç boyutlu ve multiplanar reformat imajların oluşturulabilmesi için mümkün olan en ince kesit kalınlığı kullanılmalıdır. İnceleme öncü imaj, aksiyal, koronal ve sagittal kesitler ve üç boyutlu imajlar ile birlikte değerlendirilmelidir. Değerlendirme yapılırken pencerelemeye özel önem verilmelidir. Kemik ve beyin penceresi yanı sıra küçük ekstra-aksiyal kanamaları araştırmak için ara pencere (subdural penceresi) mutlaka kullanılmalıdır (Resim 1A, B).

Tablo 2: Kanada kriterleri ("Canadian CT Head Rule")**Dışlama kriterleri**

- Yaş <16
- Minimal kafa travması (Bilinç kaybı, oryantasyon bozukluğu ya da amnezi olmadan)
- Primer olay olarak travma olmaması
- Belirgin penetran kafa hasarı ya da çökme kırığı
- Akut fokal nörolojik defisit
- Major travma ile ilgili stabil olmayan bulgular
- Acil bölümünde değerlendirme öncesi nöbet geçirme öyküsü
- Kanama bozukluğu bulunması ya da antikoagulasyon kullanımı
- Aynı kafa travması nedeni ile acil servise ikinci başvuru
- Hamilelik

Aşağıdakilerin hiçbirisi yoksa Beyin BT incelemesine gerek yoktur:

- Travma sonrası 2. saatte GKS <15
- Açık ya da çökme kırığı şüphesi
- Kafa tabanı kırığı bulgusu varlığı (hemotimpaniyum, rakun gözü, BOS otore ya da rinore, Battle işareti)
- İki ya da daha fazla kez kusma
- Yaş ≥65
- Darbe öncesi amnezi ≥30dk
- Tehlikeli travma şekli (araç dışı trafik kazası, motorlu araçtan dışarı fırlama, 1m ya da 5 basamak yüksekten düşme)



Resim 1. A, B. Sağ temporoparietal bölgeye darbe almış olguda iki farklı pencerede elde edilen aksiyal beyin BT görüntüleri. Beyin penceresinde (A) sağ temporalde subaraknoid kanama (kısa ok) ve aynı seviye kesitte subdural pencerede (B) görünür hale gelen küçük epidural hematoma (uzun ok).

Tablo 3: NEXUS-II kriterleri ("National Emergency X-Ray Utilization Study")**Aşağıdakilerden hiç biri yoksa Beyin BT incelemesine gerek yoktur**

- Yaş ≥ 65
- Önemli kafa kırığı gösteren bulgu
- Skalp hematoma,
- Nörolojik defisit
- Uyanıklık durumunda bozulma (GKS <15 , oryantasyon bozukluğu, amnezi, dış uyarana uygunsuz ya da geç cevap)
- Anormal davranış
- Koagülopati
- Tekrarlayan ya da kuvvetli kusma

Beyin MR incelemesinde T1 ağırlıklı, T2 ağırlıklı ve FLAIR ("Fluid attenuated inversion recovery") sekanslara ek olarak difüzyon ağırlıklı görüntüleme (DAG) ve duyarlılık görüntüleme ("susceptibility weighted imaging", SWI) sekansları da kullanılmalıdır.

Bilgisayarlı tomografinin avantajları hızlı olması, kırıklarda duyarlılığının yüksek olması ve acil bölümünde hayat destek sistemleri ile uyumlu olmasıyla, iyonizan radyasyon içermemesi, posterior fossada artefaktlardan etkilenmemesi, hemorajik olmayan küçük lezyonları da saptayabilmesi MR incelemesinin üstünlükleri olarak sayılabilir.

Travmatik beyin hasarı klinik durumun yanı sıra hasarın meydana geliş zamanı ve lokalizasyonuna göre de sınıflanmaktadır.

Travmatik beyin hasarı, zamanlamasına göre primer ve sekonder olarak ayrılabilir [11, 12]. Primer hasar travma sırasında meydana gelir, saatler içinde gelişir. Aksonlar, glial hücreler ve damarlar geri dönüşümsüz hasar alırlar. Görüntüleme bulguları bir sonraki bölümde tartışılacak olan ekstra-aksiyal hasarlar ve intra-aksiyal hasarlar primer hasarlardır. Sekonder hasar, ilk hasar sonrasında tetiklenen olaylar ile ortaya çıkar, saatler ile günler sürer. Primer hasarın aksine önlenemez. İskemi, ödem, kanama ve kafa içi basınç artışıyla gelişen herniasyonlar görüntüleme yöntemleri ile saptanabilen sekonder hasarlar olarak sayılabilir.

Lokalizasyonlarına göre TBH ekstra-aksiyal ve intra-aksiyal olarak ikiye ayrılır:

Ekstra-Aksiyal Travmatik Hasarlar

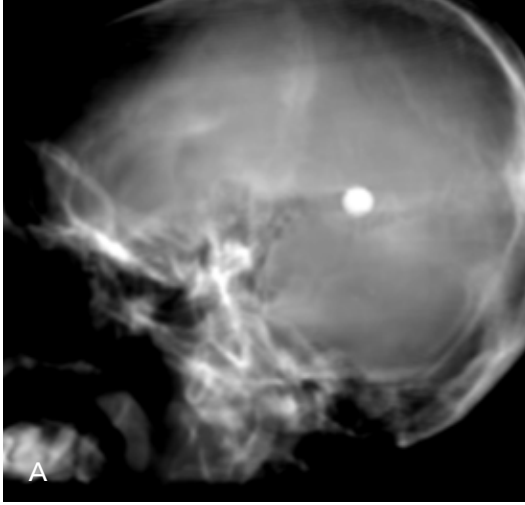
- Yumuşak doku hasarı ve kırıklar
- Epidural hematoma (EDH)
- Subdural hematoma (SDH)
- Subaraknoid kanama (SAK)

Yumuşak doku hasarı ve kırıklar

Kafada travma sonrası yumuşak dokuda kan birikimi şişlik şeklinde izlenir. Kan subgaleal ya da subperiosteal alanda birikebilir. Subgaleal hematomda oksipitofrontalis kasının aponörozu altında kan birikir. Gevşek bir bağ dokusu olması nedeni ile geniş bir alana yayılabilir. Dış tabularının periosteumu altında kan birikmesi sefal hematoma olarak adlandırılır. Sefal hematoma epidural hematoma gibi sütürlerle sınırlanır.

Kırık araştırırken öncü imajlar mutlaka değerlendirilmelidir. Yüz kırıkları, mandibula kırıkları ve dislokasyonları, servikal vertebra patolojileri ve yabancı cisimler açısından araştırılmalıdır (Resim 2A, B). Gerekirse servikal vertebralara yönelik BT incelemesi hasta cihazdan kalkmadan eklenmelidir. Üç boyutlu incelemelerde aksiyal kesitlerde gözden kaçabilecek kırıklar ve sütürlerde ayrılmalar daha kolay saptanabilmektedir.

Kırıklar şekillerine göre; lineer (Resim 3A-C), çökme (Resim 4A, B), ayrılma kırıkları (Resim 5A, B) şeklinde sınıflanabilir. Ayrıca dış ortamla ilişkilerine göre açık ya da kapalı



Resim 2. A, B. Ateşli silah yaralanması ile gelen olguda beyin BT incelemesinde artefaktlar oluşturan metalik dansitede yabancı cisim, cismin izlediği yolda parankimal hematoma ve milimetrik kemik fragmanlar. (A) Öncü görüntü (B) Metalik cismin izlediği yola paralel oblik reformat BT görüntüsü.

olarak değerlendirilebilirler.

Kırık komşuluklarında epidural hematoma araştırılmalıdır. Çökme kırıklarına kontüzyon ve dural yırtık eşlik edebilir. **Pnömoşefali kırığın dış ortamla, mastoid hücreler ya da paranasal sinüslerle ilişkili olabileceğini düşündürür. Ayrıca mastoid hücreler ve paranasal sinüsler içerisindeki seviye veren yüksek dansiteli sıvı birikimleri kırık şüphesi uyandırmalıdır.**

Kafa tabanı kırıkları önemlidir. Uzanımları ve kat ettikleri yapılar dikkatle değerlendirmelidir. Temporal kemik kırıkları; longitudinal, transvers ve oblik olarak sınıflanabilmekle birlikte özellikle kırığın otik kapsülle ilişkisi raporlanmalıdır. Ek olarak internal akustik kanal, fasiyal kanal, kemikçik zincir dizilimi, tegmen timpani değerlendirilmelidir [13]. Kafa tabanı kırıkları lokalizasyonlarına göre; körlük, kraniyel sinir yaralanmaları, işitme kaybı ve damar yaralanmalarına neden olabilmektedir. Karotid kanala uzanan kırıkların varlığında BT ya da MR anjiyografi [14], venöz sinüslere uzanımları durumunda BT ya da MR venografi tetkiki endikasyonu bulunmaktadır [15].

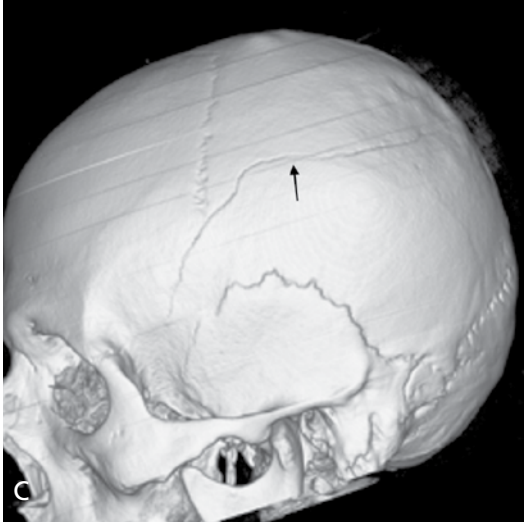
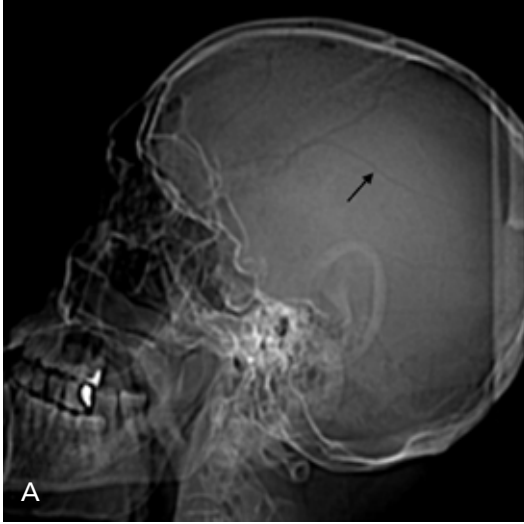
Epidural hematoma

Kanamının dış dura yaprağı ile kemik arasında birikmesidir. Dış dura yaprağı aynı zamanda

kemiğin periostu olup kemiğe sıkıca yapışmıştır. Bu alanda biriken kan kolayca ilerleyemeyeceği için lens şekli alır (Resim 6). Çocuklarda kraniyumun esnek olması ve yaşlılarda ise duranın kemiğe daha sıkı yapışıyor oluşu nedeni ile çocuk ve yaşlılarda erişkinlere göre daha az sıklıkta görülür. Epidural hematoma SDH'a göre daha benign seyirlidir.

Epidural hematoma sutureleri geçmez. Dural refleksiyonlarla sınırlı olmayıp falksin ve tentoriumun diğer tarafına geçebilir. Sıklıkla darbe tarafında, kırık sonucu komşu vasküler yapıların zedelenmesiyle oluşur. En sık zedelenen vasküler yapı, orta meningeal arter olup temporal kemik ve parietal kemik kırıkları sonucu görülür [16]. Kanama boyutu hızla artabilir. Vasküler yapıları kateden kırıkların varlığında başka bir lokalizasyonda uygulanacak dekompresyon cerrahisi sonrasında dikkatli olunmalıdır (Resim 7). Basının ortadan kalkması sonucu, var olan ancak büyümesi sınırlanmış küçük EDH boyutu birden artabilir. Bu gibi durumların erken safhada tanınabilmesi için operasyonun hemen sonrasında beyin BT kontrolü yapılması önerilmektedir [17].

Glasgow Koma Skoru ≤ 8 ve anizokori ya da EDH hacmi $>30\text{cm}^3$ olması cerrahi endikasyonu kabul edilmektedir [18].



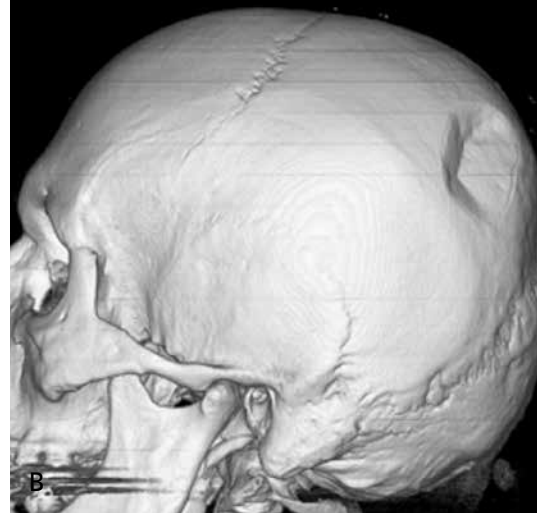
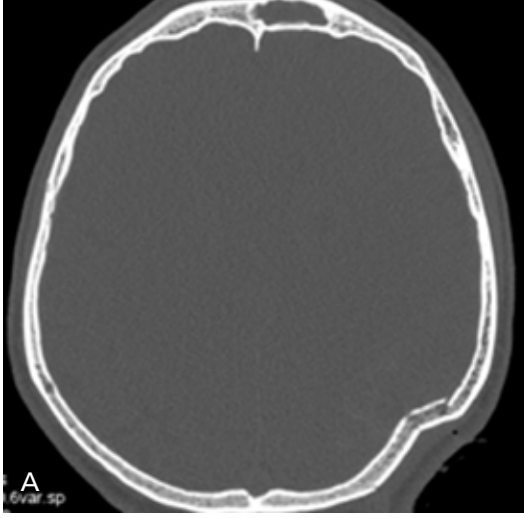
Resim 3. A-C. Sol temporoparietalde lineer deplase olmayan kırık (oklar). (A) Öncü görüntü. (B) Kemik pencerede aksiyal beyin BT kesiti. (C) Kemik yapıya yönelik üç boyutlu görüntü.

Venöz tip EDH daha az sıklıkta görülmekte olup orta kraniyel fossa anteriorunda sfenoid kemik kırıkları sonucu sfenoparietal sinüs zedelenmesine ya da posterior fossada oksipital kemik kırıkları sonucu transvers ya da sigmoid sinüs zedelenmesine sekonder gelişebilir (Resim 8) [19]. Venöz tip EDH'ler fatal olmayıp konservatif takip edilebilirler.

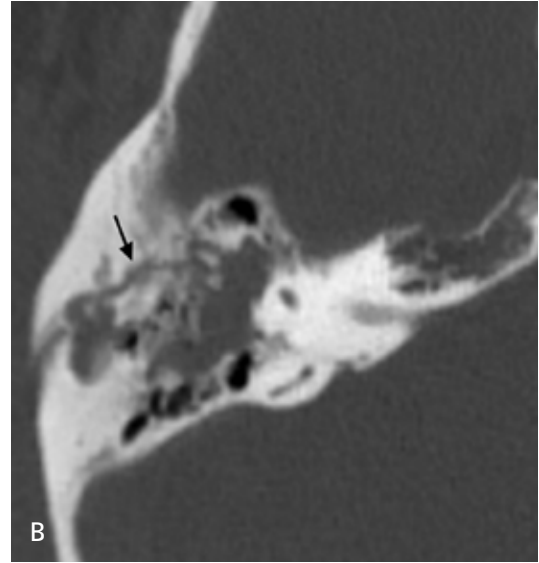
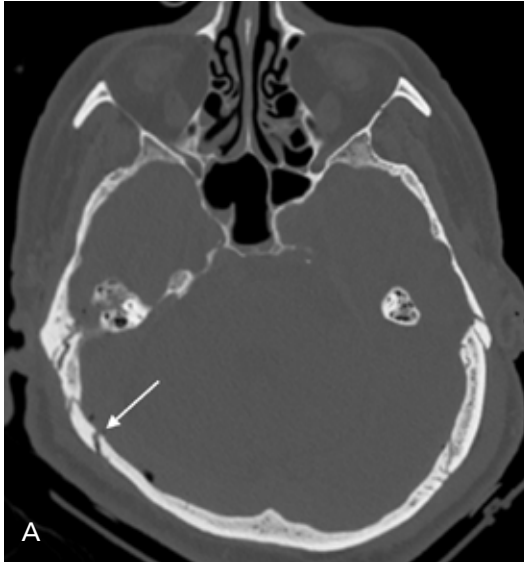
Bilgisayarlı tomografi incelemesinde hiperdens olarak izlenir. Bazı durumlarda içerisinde hipodens alanlar saptanabilir. Bu alanlar pıhtılaşmamış kanamayı işaret eder (Girdap işareti, "swirl sign") (Resim 7) [20]. Aktif kanama ya da koagülopati durumlarında izlenir.

Subdural hematoma

Subdural hematomda kan, duranın iç yaprağı ile araknoid membran arasında birikmektedir. Bu ikisi arasındaki boşluk gevşek olup biriken kan epidural hematomda olduğundan daha kolay yayılır ve hilal şeklini alır (Resim 9). Çocuk ve yaşlılarda daha fazla oranda görülür. Subdural hematom falks ve tentoriyum gibi refleksiyonlar boyunca yayılır. Orta hattı geçmez. Sütürler tarafından sınırlanmaz. Darbe tarafında ve daha sık olarak darbenin karşı tarafında ("contre-coup") görülür. Köprü venlerin zedelenmesi sonucu gelişir. Kanama geliştikçe subdural mesafe artar ve köprü venlerde uzama



Resim 4. A, B. Sol paryetal kemikte çökme kırığı. (A) Kemik pencerede aksiyal beyin BT kesiti. (B) Kemik yapıya yönelik üç boyutlu görüntü.



Resim 5. A, B. Kemik pencerede beyin BT görüntüleri. Sağda lambdoid suture uzanan (ok) diastatik kırık (A) ve devamında mastoid hücreleri katederek timpanik kaviteye uzanan longitudinal temporal kemik kırığı (siyah ok) (B). Ayrıca, sağda kırık komşuluğunda milimetrik boyutlu intrakraniyel hava dansitesi (pnömosefali) ve mastoid hücrelerde sıvı mevcut.

ve gerilme olur. Bu, venospazma neden olur. Sonuçta venlerde yırtılma riski artar. Subdural hematomda prognoz eşlik eden beyin ödeminin miktarına bağlıdır. Subdural hematom epidural hematoma göre daha sık cerrahi gerektirir ve mortalite daha yüksektir. Subdural hematom kalınlığının 10 mm'yi geçmesi ya da orta hat şiftinin 5 mm üstünde olması cerrahi endikasyonu olarak sayılmaktadır [21].

Subdural hematom BT incelemesinde akut fazda (1. haftada) hiperdens olarak izlenir [22]. Bu aşamada hematom içerisinde hipodens alanlar izlenebilir. Bu alanlar aktif kanama odakları, koagülopati, yeniden kanama ya da beyin-omurilik sıvısı (BOS) kaçağına ait olabilir. İnceleme kontrastlı yapılacak olursa fokal kontrast ekstrevasasyon alanları noktasal şekilde görülebilir ("spot" işareti) [23]. Subakut fazda (2-3. haftalarda) he-



Resim 6. Beyin BT incelemesinde sol parietal homojen hiperdens epidural hematoma (düz ok) ve komşu sefal hematoma (kırık ok).

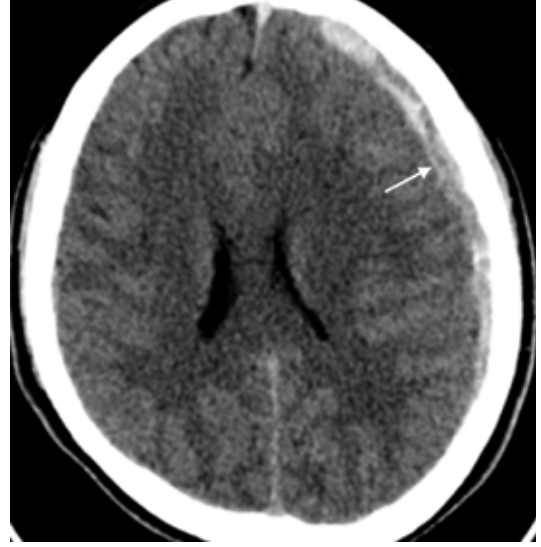


Resim 8. Beyin BT incelemesinde sol temporal lob anterior komşuluğunda venöz epidural hematoma (ok).



Resim 7. Sol parietal subdural hematoma için yapılan dekompresyon cerrahisi sonrası elde edilen beyin BT incelemesinde sol parietal kemik defekti ve orta hatta minimal sola şift ile birlikte içerisinde aktif kanama düşündüren “girdap bulgusu” (kırık ok) barındıran, cerrahi sonrası yeni gelişen sağ parietal epidural hematoma (ok).

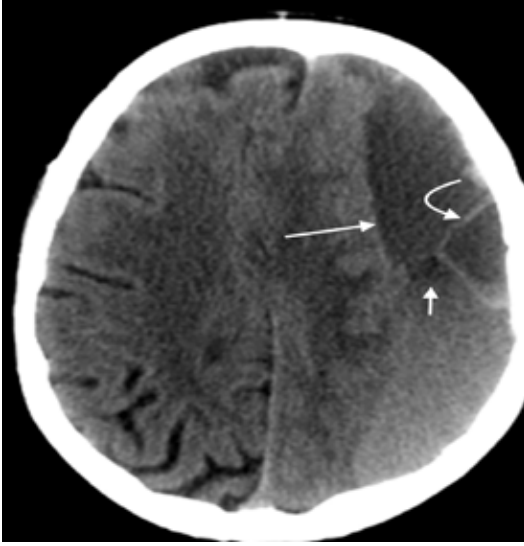
matom dansitesi azalıp parankim ile izodens hale gelir. Bu sırada parankim ile ayrımı güçleşebilir. Kalın kortikal gri cevher, sulkusların periferi kadar uzanmaması, gri-beyaz cevheri hattının mediale yer değiştirmesi, ventrikül basısı ve orta hat şifti gibi bulgular subakut hematoma varlığı



Resim 9. Beyin BT incelemesinde sol serebral hemisfer boyunca uzanan heterojen hipodens alanlar içeren subdural hematoma (ok) ve orta hatta minimal sağa şift.

işaretleri olabilir. Kronik fazda hematoma içeriği hipodens hale gelir. Sıklıkla septasyonlar ve bunların oluşturduğu cepler görülebilir (**Resim 10**). Yeniden kanamalar hematoma içerisinde seviyelemelere neden olabilir (sedimentasyon etkisi).

Subdural hematoma, MR incelemesinde hemoglobinin oksijenizasyon durumuna göre farklı sinyallerde görülür (**Tablo 4**) (**Resim 11A, B, Resim 12A, B**).

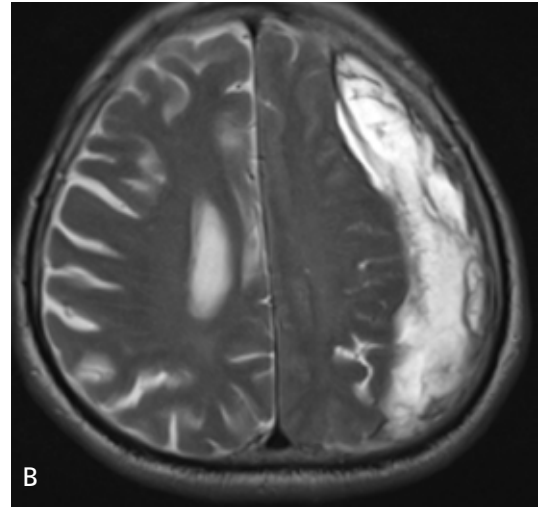
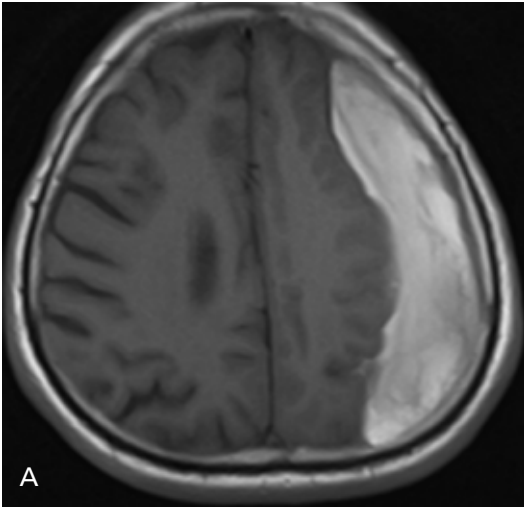


Resim 10. Beyin BT incelemesinde solda seviyelenme (kısa ok) ve septasyonlar (kırık ok) içeren kronik subdural hematoma (uzun ok), parankim basısı, orta hatta sağa shift ve subfalsiyan herniasyonu.

Subaraknoid kanama

Subaraknoid kanama (SAK) araknoid membran ile pia arasına kanama ile gelişir. Küçük pial ve subaraknoid damarların zedelenmesi, parankimal hematomun subaraknoid aralığa açılması ile ya da ventrikül içi kanamanın subaraknoid alana uzanımı ile gelişir. Sulkusların arasında ve bazal sistemlerde saptanır (**Resim 13**). Özellikle silvian fissür posterioru ve interpedinküler fossa dikkatle incelenmelidir (**Resim 14**). Beyin sapı çevresinde saptanan SAK beyin sapı lezyonlarını akla getirmelidir. Subaraknoid kanama darbenin şiddetinin yüksek olduğunu gösterir.

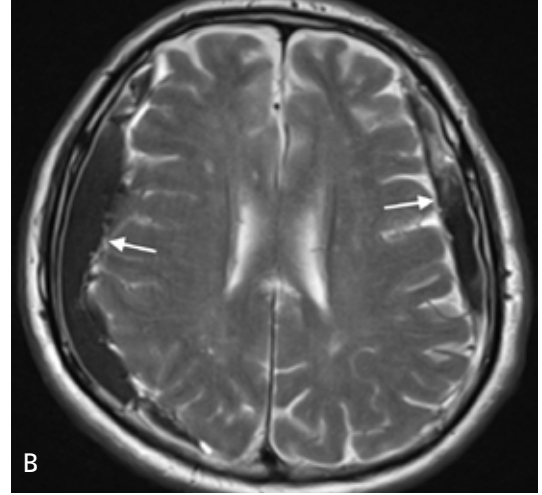
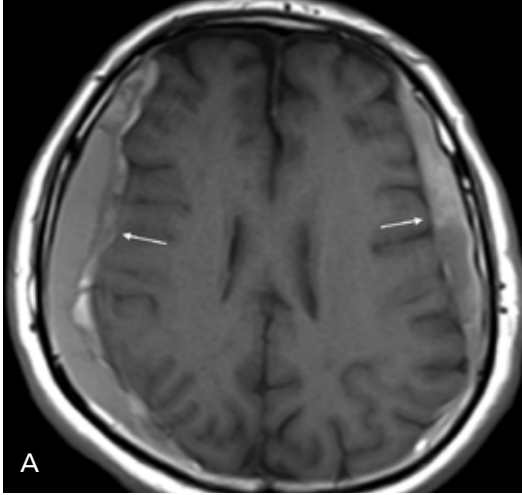
Akut fazda beyin BT incelemesinde, sulkuslar arasına uzanan hiperdens kanama saptanır. Beyin MR incelemesinde FLAIR sekansı kanamaya konvansiyonel T1 ve T2 ağırlıklı sekanslara göre daha duyarlıdır [24]. Subakut fazda kan beyin BT



Resim 11. A, B. Kontrastsız beyin MR incelemesinde, solda T1 (A) ve T2 (B) ağırlıklı sekanslarda hiperintens olarak izlenen, septasyonlar içeren geç subakut subdural hematoma.

Tablo 4: Magnetik rezonans görüntülemelerde T1 ve T2 ağırlıklı sekanslarda kanama evresine göre intensite değişiklikleri

Dönem	Süre	Hemoglobin (Hb)	T1	T2
Hiperakut	<1 g	Oksi-Hb	İzointens	Hiperintens
Akut	1-3 g	Deoksi-Hb	İzointens	Hipointens
Erken Subakut	3-7 g	Met-Hb hücre içi	Hiperintens	Hipointens
Geç Subakut	>7 g	Met-Hb hücre dışı	Hiperintens	Hiperintens
Kronik	>14 g	hemosiderin	İzo-Hipointens	Hipointens



Resim 12. A, B. Kontrastsız beyin MR incelemesinde, T1 (A) ağırlıklı sekansta izointens ve T2 (B) ağırlıklı sekansta hipointens olarak izlenen, bilateral kronik subdural hematom (oklar).

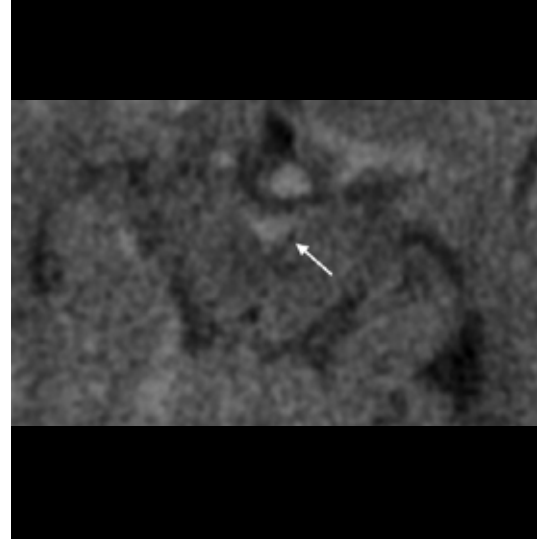


Resim 13. Verteks düzeyinden geçen Beyin BT kesitinde bilateral frontal subaraknoid kanama (oklar).

incelemesinde beyin parankimi ile izodens hale gelir ve kolaylıkla gözden kaçabilir. Bu fazda FLAIR kanama BT'ye göre daha duyarlıdır. Kronik fazda hemosiderin pigmentinin yüzeysel birikimi gerçekleşirse gradient eko (GRE) ve SWI sekanslarında hipointens odaklar halinde saptanır.

Intra-Aksiyal Travmatik Hasarlar

Intra-aksiyal travmatik hasarlar olarak kontüzyonlar, travmatik aksonal hasar (TAH) ve beyin sapı hasarları sayılabilir.



Resim 14. Beyin BT incelemesinde interpedinküler sisternin hemorajisi (ok).

Kontüzyonlar

Kontüzyon terimi beyin parankiminin ezilmesi ya da yırtılmasını ifade etmek için kullanılır. Fokal ya da multifokal olabilir. Uygulanan güç arttıkça daha derin lokalizasyonlar etkilenir. Lezyonlarda hemoraji ve ödem görülebilir. Lezyon darbe tarafında ya da harekete geçmiş beynin kemiğe çarpması ile karşı tarafa ("contre-coup") yer alabilir [25]. **Üzerinde kaydıkları yüzeyin düzensiz olması nedeni ile özellikle ön ve orta fossa yerleşimli frontal ve**



Resim 15. A-C. Yüksek enerjili kafa travmasına maruz kalmış, koagülopatisi bulunan olgunun ardışık beyin BT incelemelerinin ilkinde bilateral frontal küçük boyutlu kontüzyonlar (kırık oklar) ve frontal loblar komşuluğunda subdural hematoma (oklar) (A), takip incelemelerinde kontüzyonların (kırık oklar) boyutlarında ve subdural hematoma (oklar) kalınlığında artış (B) ve intraparakinkimal hematomun ventrikül içerisine açılması (oklar) (C) izleniyor.

temporal loblarda kontüzyon sık görülür. Aksiyal kesitlerde gözden kaçabilecek bu lokalizasyonlar için koronal kesitler ek olarak incelenmelidir.

Hemorajik lezyonlar BT incelemesinde hiperdens olarak izlenmektedir. Ödem eşlik ederse “tuz-biber manzarası” olarak adlandırılan görünüm ortaya çıkar. Hemoraji boyutları takip incelemelerde artabilir (Hemorajinin progresyonu) (Resim 15A-C) [26]. Lezyonlar gliozis ile iyileşir. Hemorajik olmayan lezyonların bir kısmı (%15) takipte kanar. Bu gecikmiş travmatik intraparakinkimal kanamadan vazokonstriksiyon sonrasında gelişen reperfüzyonun

sorumlu olduğu düşünülmektedir. Kontüzyonlar birleşip intraparakinkimal hematoma halini alabilir.

Hemoraji eşlik etmiyorsa tanıda ek görüntüleme yöntemi olarak beyin MRG incelemesi yol gösterici olmaktadır. Akut fazda difüzyon ağırlıklı görüntüleme (DAG) ile hücre ölümüne sekonder kısıtlama saptanırken, T2 ağırlıklı ve FLAIR (“Fluid attenuated inversion recovery”) sekanslarda subakut fazda vazojenik ödeme, kronik fazda ise gliozise ait hiperintensite görülür. Hemorajik lezyonlarda GRE ve SWI sekansları daha duyarlıdır.



Resim 16. Beyin BT incelemesinde beyin sapı düzeyinden geçen kesitte; bilateral frontal gri-beyaz cevher bileşkesinde ve mezensefalonda küçük hemorajik travmatik aksonal hasar lezyonları (oklar).

Travmatik aksonal hasar

Direkt ya da indirekt travmada gri cevher ile beyaz cevher farklı yoğunlukları ve ağırlıkları nedeni ile farklı hızlarda harekete geçerler. Oluşan rotasyonel ivmelenme gri-beyaz cevher bileşkesinde kayma (makaslama, kesme, “shear”) gerilimine neden olur. Bu gerilim aksonun elastik limitini aşarsa aksonal kopma meydana gelir [27]. Damarlarda kopma olursa lezyona hemoraji eşlik eder. Travma sonrasında sekonder hasar gelişmeden koma izlenebilir. Geç dönemde Wallerian dejenerasyon gelişir.

Lezyonlar en sık gri-beyaz cevher ayrımında, korpus kallozumda ve beyin sapında görülürler. Diğer görülebildiği lokalizasyonlar parasagittal korteks, derin periventriküler beyaz cevher, bazal ganglionlar, internal kapsül, parahipokampal alanlar ve serebellumdur.

Travmatik aksonal hasar kanamalı ise beyin BT incelemesinde hiperdens küçük ovoid lezyonlar şeklinde görülür (Resim 16). Beyin BT incelemesinde tek bulgu interpedinküler sistemde az miktarda hemoraji olabilir. Komadaki bir hastada, açıklayıcı başka bulgu yoksa interpedinküler sistemdeki kanama bulgusu beyin sapında olası travmatik aksonal hasarı akla getirmelidir [28].

Kanama yoksa BT incelemesinde lezyonlar saptanamayabilir. Bu gibi hemorajinin bulunmadığı durumlarda erken dönemde sitotoksik ödem nedeniyle DAG’de kısıtlama izlenir [29]. Daha sonraki dönemde gelişen vazojenik ödem ile T2 ağırlıklı ve FLAIR sekanslarda lezyonlar hiperintens olarak saptanır. Hemorajik fazda GRE ve SWI gibi duyarlılık yöntemlerinde lezyonlar hipointens olarak izlenir ve yıllar boyunca bu şekilde sebat edebilir (Resim 17A-C).

Beyin sapı yaralanması

Beyin sapında görülen lezyonlar darbenin ilk aşamasında gelişenler (primer hasar) ve darbenin tetiklediği olaylar zinciri sonucu oluşan (sekonder hasar) lezyonlar olarak incelenebilir. Beyin sapı tutulumu ağır TAH bulgusudur [30].

Primer lezyonlar, rotasyonel ivmelenme sonucu gelişen TAH ve beyin sapının dorsolateral kısmının travma anında tentoriyumun serbest kenarına doğru basılanmasıyla oluşan kontüzyondur.

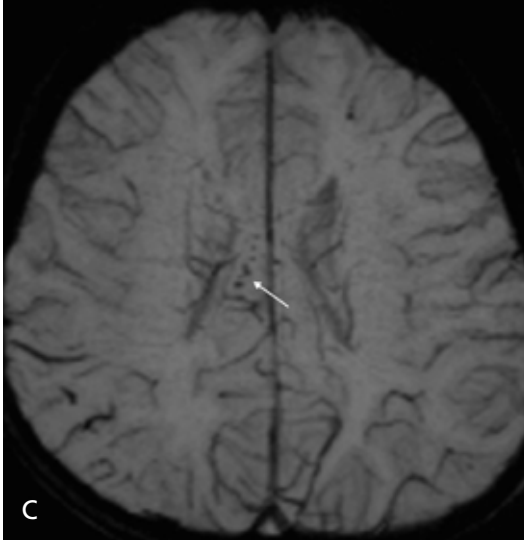
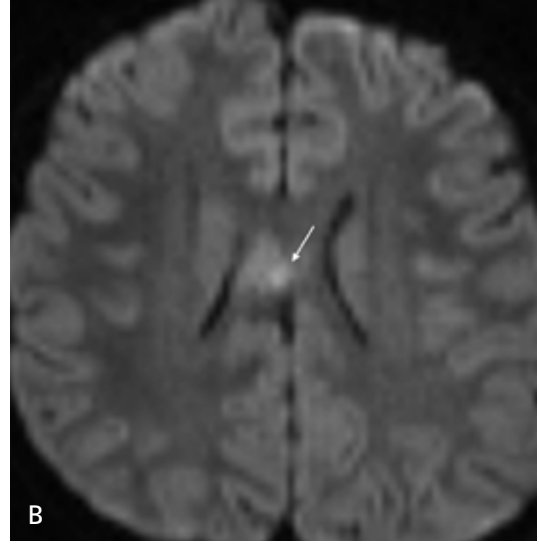
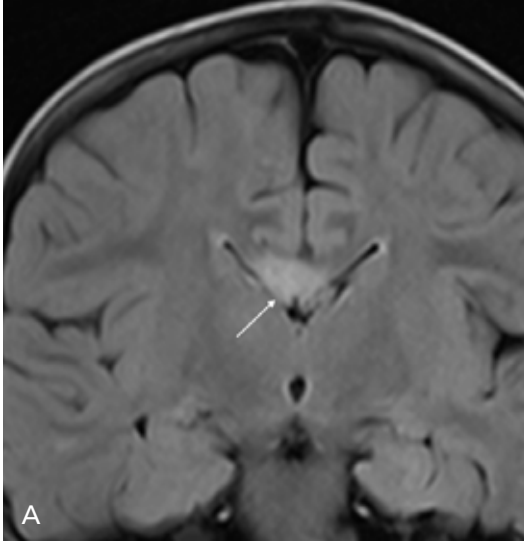
Beyin sapı sekonder lezyonları, kafa içi basınç artışı sonucu gelişen inen tentoriyal herniasyon ile oluşurlar. Suprasellar ve baziler sisternlerde silinme izlenir (Resim 18).

İnen tentoriyal herniasyon “santral” (diensefalon ve her iki temporal lobun bir kısmı) ya da “unkal” (temporal lobun unkuşu) olabilir. Unkal herniasyon durumunda beyin sapı karşı taraftaki tentoriyum kenarına doğru itilir ve burada basılır. Buna “Kernohan’s notch” fenomeni ya da “yanlış lokalizasyon bulgusu” denir [31]. Yanlış lokalizasyonun nedeni, pozitif fizik muayene bulgusunun beyin sapında karşı tarafın basılanması nedeni ile kanama ile aynı tarafta saptanmasıdır.

Diğer bir sekonder lezyon, ani gelişen herniasyonun baziler arterin ponsu besleyen perforan dallarını zedelemesi ile gelişen pons kanamalarıdır (Duret kanaması) [32]. Genellikle ventral kısımda görülür. Kötü prognoz işaretidir.

Tentoriyal herniasyon sonucu posterior serebral arter basılıp sulama alanında enfarkt gelişebilir (Resim 19A, B) [33].

Transtentoriyal herniasyon kötü prognoz işaretidir. Travmatik beyin hasarında prognozu öngö-



Resim 17. A-C. Kontrastsız beyin MR incelemesinde korpus kallozum genusu ve singulat girus düzeyinde travmatik aksonal hasar. (A) Koronal FLAIR kesitte hiperintens (ok) (vazojenik ödem), (B) Aksiyal difüzyon ağırlıklı sekansta difüzyon kısıtlanmasına (sitotoksik ödem) bağlı hiperintens (ok), (C) Duyarlılık sekansında (SWI) hipointens (ok) (hemoraji) görünümde izlenmektedir.

rebilmek için BT bulgularını kullanan Rotterdam skorlama sisteminde bazal sisternlerin tamamen silinmesine yüksek puan verilmektedir (Tablo 5) [34]. Rotterdam skorlama sistemi orta ve ağır travmatik beyin hasarında, travma sonrası 4 saat içinde yapılmış BT incelemesinde saptanan bulguları ile 6 aylık mortalite riskini ortaya koymak için kullanılır. Bu sistem hafif travmatik beyin hasarında kullanılamaz. Ayrıca sistem mortalite riskini vermekte olup morbidite öngörüsünde bulunmamaktadır. Rotterdam çalışmasında hesaplanan puanlara karşılık gelen mortalite oranları şu şekilde bulunmuştur: 1 puan %0, 2 puan %6,8, 3 puan %16, 4 puan %26, 5 puan %53,

6 puan %61. Burada dikkat çekilmesi gereken noktalardan biri de epidural hematoma varlığına “0” puan veriliyor oluşudur. Rotterdam çalışmasında orta ve ağır TBH olgularında tek başına EDH varlığında fatal seyreden olgu saptanmamış olup bu bulgular literatür ile uyumludur [35, 36].

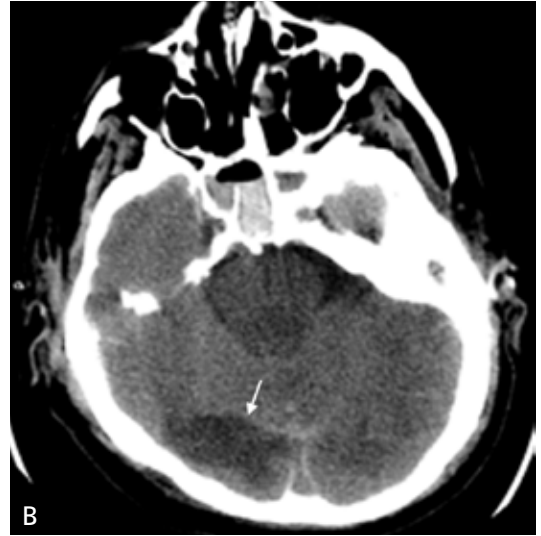
Travma sonrası artmış kafa içi basıncına sekonder gelişebilecek diğer herniasyon tipleri olarak; singulat girusun falks altından orta hattın karşısına yer değiştirmesiyle oluşan ve anterior serebral arter oklüzyonuna ve enfarkta neden olabilen “subfalsin herniasyon” (Resim 20), “yükselen (“ascending”) tentoriyal herniasyon”, “tonsiller herniasyon” ve dekompres-

Tablo 5: Rotterdam Skorlama Sistemi

BT bulgusu	Skor
Bazal sistemler	
Normal	0
Basılanmış	1
İzlenmiyor	2
Orta hat şifti	
Şift yok ya da ≤ 5 mm	0
Şift >5 mm	1
Epidural yer kaplayan lezyon	
Var	0
Yok	1
Intraventriküler kan ya da tSAH	
Yok	0
Var	1
Toplam Skor	+1



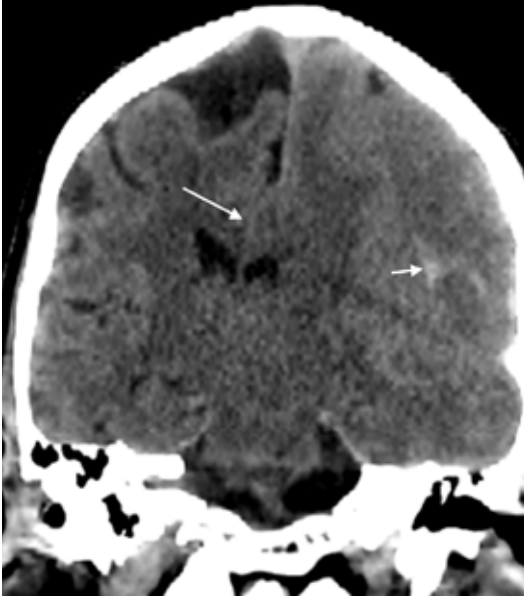
Resim 18. Beyin BT incelemesinde artmış kafa içi basıncına sekonder gelişmiş inen tipte transtentoriyal herniasyon ve tamamen silinmiş bazal sisternler (yıldız) (kötü prognosis). Ayrıca bilateral sefal hematoma, sağ temporal parankimal hematoma, bilateral venöz tipte epidural hematoma, solda ince subdural hematoma ve sol lateral ventrikül oksipital boynuzu içinde seviyelenen intra-ventriküler hemoraji mevcut.



Resim 19. A, B. Beyin BT incelemesinde inen tipte transtentoriyal herniasyon ve tamamen silinmiş bazal sisternler (yıldız) (A) ile takipte posterior serebral arter sulama alanında sağ oksipital lobda (ok) enfarkt gelişimi izleniyor (B).

yon kraniyektomisi defektinden dışarı beyin herniasyonu şeklinde izlenen “eksternal herniasyon” sayılabilir [37].

Bu yazıda, görüntülemenin acil travmatik beyin hasarlı olgularda yeri ve önemi özetlenmiştir. Beyin travması sonrasında acile başvuran hastada tetkik gereksinim kurallarının bilinmesi, doğru modalite seçimi, olası hasarın zamanında, eksiksiz ve doğru tespiti, hasarın



Resim 20. Koronal reformat yapılmış beyin BT incelemesinde subfalsiyon herniasyon (uzun ok) ve solda subaraknoid kanama (kısa ok).

ciddiyetinin belirlenmesi, özellikle sekonder hasar gelişiminin yakın takibi ve prognozün ön görülmesi morbidite ve mortalitenin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Konumuz sınırlarında bahsedilmeyen beyin travmasının uzun dönem kalıcı hasarlarının tespitinde görüntüleme yöntemleri kullanımı üzerinde çalışmalar devam etmekte olup yakın gelecekte klinikte yerlerini almaları beklenmektedir.

Kaynaklar

- [1]. Peeters W, van den Brande R, Polinder S, Brazinova A, Steyerberg EW, Lingsma HF, et al. Epidemiology of traumatic brain injury in Europe. *Acta Neurochir (Wien)* 2015; 157: 1683-96. [\[CrossRef\]](#)
- [2]. Ghajar J. Traumatic brain injury. *Lancet* 2000; 356: 923-9. [\[CrossRef\]](#)
- [3]. Thornhill S, Teasdale GM, Murray GD, McEwen J, Roy CW, Penny KI. Disability in young people and adults one year after head injury: prospective cohort study. *BMJ (Clinical research ed.)* 2000; 320: 1631-5. [\[CrossRef\]](#)
- [4]. Corrigan JD, Selassie AW, Orman JA. The epidemiology of traumatic brain injury. *J Head Trauma Rehabil* 2010; 25: 72-80. [\[CrossRef\]](#)
- [5]. Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet* 1974; 2: 81-4. [\[CrossRef\]](#)
- [6]. Sternbach GL. The Glasgow Coma Scale. *The Journal of Emergency Medicine* 2000; 19: 67-71. [\[CrossRef\]](#)
- [7]. Shetty VS, Reis MN, Aulino JM, Berger KL, Broder J, Choudhri AF, et al. American College of Radiology ACR Appropriateness Criteria® Head Trauma. Erişim linki: URL: <https://acsearch.acr.org/docs/69481/Narrative/>. American College of Radiology. Son erişim Nisan 20, 2016.
- [8]. Haydel MJ, Preston CA, Mills TJ, Luber S, Blau-deau E, DeBlieux PM. Indications for computed tomography in patients with minor head injury. *N Engl J Med* 2000; 343: 100-5. [\[CrossRef\]](#)
- [9]. Stiell IG, Wells GA, Vandemheen K, Clement C, Lesiuk H, Laupacis A, et al. The Canadian CT Head Rule for patients with minor head injury. *Lancet* 2001; 357: 1391-6. [\[CrossRef\]](#)
- [10]. Mower WR, Hoffman JR, Herbert M, Wolfson AB, Pollack CV, Jr, Zucker MI, et al. Developing a decision instrument to guide computed tomographic imaging of blunt head injury patients. *J Trauma* 2005; 59: 954-9. [\[CrossRef\]](#)
- [11]. Bodanapally UK, Sours C, Zhuo J, Shanmuganathan K. Imaging of Traumatic Brain Injury. *Radiol Clin North Am* 2015; 53: 695-715. [\[CrossRef\]](#)
- [12]. Kubal WS. Updated imaging of traumatic brain injury. *Radiol Clin North Am* 2012; 50: 15-41. [\[CrossRef\]](#)
- [13]. Little SC, Kesser BW. Radiographic classification of temporal bone fractures: clinical predictability using a new system. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2006; 132: 1300-4. [\[CrossRef\]](#)
- [14]. Biffi WL, Cothren CC, Moore EE, Kozar R, Coccour C, Davis JW, et al. Western Trauma Association critical decisions in trauma: screening for and treatment of blunt cerebrovascular injuries. *J Trauma* 2009; 67: 1150-3. [\[CrossRef\]](#)
- [15]. Khandelwal N, Agarwal A, Kochhar R, Bapuraj JR, Singh P, Prabhakar S, et al. Comparison of CT venography with MR venography in cerebral sinovenous thrombosis. *AJR. AJR Am J Roentgenol* 2006; 187: 1637-43. [\[CrossRef\]](#)
- [16]. Young RJ, Destian S. Imaging of traumatic intracranial hemorrhage. *Neuroimaging Clin N Am* 2002; 12: 189-204. [\[CrossRef\]](#)
- [17]. Su TM, Lee TH, Chen WF, Lee TC, Cheng CH. Contralateral acute epidural hematoma after decompressive surgery of acute subdural hematoma: clinical features and outcome. *J Trauma* 2008; 65: 1298-302. [\[CrossRef\]](#)
- [18]. Bullock MR, Chesnut R, Ghajar J, Gordon D, Hartl R, Newell DW, et al. Surgical management of acute epidural hematomas. *Neurosurgery* 2006; 58: S7-15. [\[CrossRef\]](#)
- [19]. Gean AD, Fischbein NJ, Purcell DD, Aiken AH, Manley GT, Stiver SI. Benign anterior temporal epidural hematoma: indolent lesion with a characteristic CT imaging appearance after blunt head trauma. *Radiology* 2010; 257: 212-8. [\[CrossRef\]](#)
- [20]. Al-Nakshabandi NA. The swirl sign. *Radiology* 2001; 218: 433. [\[CrossRef\]](#)
- [21]. Bullock MR, Chesnut R, Ghajar J, Gordon D, Hartl R, Newell DW, et al. Surgical management of acute subdural hematomas. *Neurosurgery* 2006; 58: S16-24. [\[CrossRef\]](#)

- [22]. Lee KS, Bae WK, Bae HG, Doh JW, Yun IG. The computed tomographic attenuation and the age of subdural hematomas. *J Korean Med Sci* 1997; 12: 353-9. [\[CrossRef\]](#)
- [23]. Dalfino JC, Boulos AS. Visualization of an actively bleeding cortical vessel into the subdural space by CT angiography. *Clin Neurol Neurosurg* 2010; 112: 737-9. [\[CrossRef\]](#)
- [24]. Noguchi K, Ogawa T, Inugami A, Toyoshima H, Sugawara S, Hatazawa J, et al. Acute subarachnoid hemorrhage: MR imaging with fluid-attenuated inversion recovery pulse sequences. *Radiology* 1995; 196: 773-7. [\[CrossRef\]](#)
- [25]. Drew LB, Drew WE. The contrecoup-coup phenomenon: a new understanding of the mechanism of closed head injury. *Neurocrit Care* 2004; 1: 385-90. [\[CrossRef\]](#)
- [26]. Alahmadi H, Vachhrajani S, Cusimano MD. The natural history of brain contusion: an analysis of radiological and clinical progression. *J Neurosurg* 2010; 112: 1139-45. [\[CrossRef\]](#)
- [27]. Hammoud DA, Wasserman BA. Diffuse axonal injuries: pathophysiology and imaging. *Neuroimaging Clin N Am* 2002; 12: 205-16. [\[CrossRef\]](#)
- [28]. Beretta L, Anzalone N, Dell'Acqua A, Calvi MR, Gemma M. Post-traumatic interpeduncular cistern hemorrhage as a marker for brainstem lesions. *J Neurotrauma* 2010; 27: 509-14. [\[CrossRef\]](#)
- [29]. Huisman TA, Sorensen AG, Hergan K, Gonzalez RG, Schaefer PW. Diffusion-weighted imaging for the evaluation of diffuse axonal injury in closed head injury. *J Comput Assist Tomogr* 2003; 27: 5-11. [\[CrossRef\]](#)
- [30]. Gentry LR, Godersky JC, Thompson BH. Traumatic brain stem injury: MR imaging. *Radiology* 1989; 171: 177-87. [\[CrossRef\]](#)
- [31]. Dammers R, Volovici V, Kompanje EJ. The History of the Kernohan Notch Revisited. *Neurosurgery* 2016; 78: 581-4. [\[CrossRef\]](#)
- [32]. Chew KL, Baber Y, Iles L, O'Donnell C. Duret hemorrhage: demonstration of ruptured paramedian pontine branches of the basilar artery on minimally invasive, whole body postmortem CT angiography. *Forensic Sci Med Pathol* 2012; 8: 436-40. [\[CrossRef\]](#)
- [33]. Mirvis SE, Wolf AL, Numaguchi Y, Corradino G, Joslyn JN. Posttraumatic cerebral infarction diagnosed by CT: prevalence, origin, and outcome. *AJR. American journal of roentgenology* 1990; 154: 1293-8. [\[CrossRef\]](#)
- [34]. Maas AI, Hukkelhoven CW, Marshall LF, Steyerberg EW. Prediction of outcome in traumatic brain injury with computed tomographic characteristics: a comparison between the computed tomographic classification and combinations of computed tomographic predictors. *Neurosurgery* 2005; 57: 1173-82. [\[CrossRef\]](#)
- [35]. Gennarelli TA, Spielman GM, Langfitt TW, Gildenberg PL, Harrington T, Jane JA, et al. Influence of the type of intracranial lesion on outcome from severe head injury. *J Neurosurg* 1982; 56: 26-32. [\[CrossRef\]](#)
- [36]. Bricolo AP, Pasut LM. Extradural hematoma: toward zero mortality. A prospective study. *Neurosurgery* 1984; 14: 8-12. [\[CrossRef\]](#)
- [37]. Johnson PL, Eckard DA, Chason DP, Brecheisen MA, Batnitzky S. Imaging of acquired cerebral hemiations. *Neuroimaging Clin N Am* 2002; 12: 217-28. [\[CrossRef\]](#)

Travmatik Beyin Hasarı

Koray Kılıç, Ali Can Yalçın

Sayfa 212

Hafif, orta ya da ağır TBH bulunan olguda ilk ve takip görüntülemeye (nörolojik bozulma olsun ya da olmasın) ilk seçenek olarak “kontrastsız beyin bilgisayarlı tomografi (BT) incelemesi” önerilmektedir.

Sayfa 215

PNömoşefali; kırığın dış ortamla, mastoid hücreler ya da paranasal sinüslerle ilişkili olabileceğini düşündürür. Ayrıca mastoid hücreler ve paranasal sinüsler içerisindeki seviye veren yüksek dansiteli sıvı birikimleri kırık şüphesi uyandırmalıdır.

Sayfa 215

Epidural hematoma sutureleri geçmez. Dural refleksiyonlarla sınırlı olmayıp falksın ve tentoriumun diğer tarafına geçebilir. Sıklıkla darbe tarafında, kırık sonucu komşu vasküler yapıların zedelenmesiyle oluşur. En sık zedelenen vasküler yapı, orta meningeal arter olup temporal kemik ve parietal kemik kırıkları sonucu görülür. Kanama boyutu hızla artabilir.

Sayfa 216

Subdural hematoma falks ve tentorium gibi refleksiyonlar boyunca yayılır. Orta hattı geçmez. Sutureler tarafından sınırlanmaz. Darbe tarafında ve daha sık olarak darbenin karşı tarafında (“contre-coup”) görülür. Köprü venlerin zedelenmesi sonucu gelişir.

Sayfa 220

Üzerinde kaydıkları yüzeyin düzensiz olması nedeni ile özellikle ön ve orta fossa yerleşimli frontal ve temporal loblarda kontüzyon sık görülür. Aksiyal kesitlerde gözden kaçabilecek bu lokalizasyonlar için koronal kesitler ek olarak incelenmelidir.

Sayfa 222

Direkt ya da indirekt travmada, gri cevher ile beyaz cevher farklı yoğunlukları ve ağırlıkları nedeni ile farklı hızlarda harekete geçerler. Oluşan rotasyonel ivmelenme, gri-beyaz cevher bileşkesinde kayma (makaslama, kesme, “shear”) gerilimine neden olur. Bu gerilim, aksonun elastik limitini aşarsa aksonal kopma meydana gelir.

Travmatik Beyin Hasarı

Koray Kılıç, Ali Can Yalçın

- Orta-ağır travmatik beyin hasarı düşünülen bir olguda ilk seçilecek radyolojik tetkik hangisidir?
 - Dört yönlü kafa grafisi
 - Kontrastsız beyin BT incelemesi
 - Kontrastlı beyin BT incelemesi
 - Difüzyon beyin MR incelemesi
 - Kontrastlı beyin MR incelemesi
- Travmatik beyin hasarında aşağıdaki durumlardan hangisi vasküler yaralanma şüphesi uyandıran bulgulardan biri değildir?
 - C1-3 vertebra kırığı.
 - Travmatik aksonal hasar
 - Radyolojik-klinik uyumsuzluk
 - Le Fort 1 kırığı
 - Kafa tabanı kırığı
- Epidural hematoma ile ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi yanlıştır?
 - Hematoma kraniyal suture sınırlarını geçemez.
 - Epidural hematoma dural refleksiyonlar ile sınırlı kalıp falksin ve tentoriumun diğer tarafına geçemez.
 - Sıklıkla darbe tarafında oluşur.
 - En sık orta meningeal arter zedelenmesi sonucu oluşur.
 - Kanama boyutu hızla artabilir.
- Aşağıdakilerden hangisi anterior serebral arter basısına neden olabilir?
 - Eksternal herniasyon
 - Tonsiller herniasyon
 - Subfalsiyan heniasyon
 - Unkal transtentoriyal herniasyon
 - Santral transtentoriyal herniasyon
- Rotterdam Skorumla Sistemi ile ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi yanlıştır?
 - Epidural hematoma varlığı kötü prognostik işaret kabul edilir.
 - Travma sonrası ilk 4 saat içinde çekilmiş beyin BT değerlendirilir.
 - Morbidite hakkında bilgi vermez.
 - Altı aylık mortalite riskini ortaya koymak için kullanılır.
 - Hafif travmatik beyin hasarında kullanılamaz.