PEDİATRİK BEYİN BT'DE KRİTİK NOKTALAR

Acil serviste sistematik yaklaşım • Travmatik ve non-travmatik aciller •

DOÇ.DR.SERKAN ÜNLÜ
Malatya Eğitim Ve Araştırma Hastanesi/Radyoloji Kliniği



Amaç ve öğrenim hedefleri

Çocuğun yaşa bağlı normal BT anatomisini patolojiden ayırmak

Travmada BT endikasyonunu ve kritik acil bulguları hızlı tanımak

Kanama, ödem, herniasyon, hidrosefali ve şant komplikasyonlarını sistematik değerlendirmek

İstismar şüphesinde görüntüleme yaklaşımını bilmek

Neden pediatrik beyin BT farklı?

İyonizan radyasyona yaşam boyu daha uzun süre maruz kalma nedeniyle risk/yarar dengesi daha önemlidir

Yaşa göre beyin su içeriği, miyelinizasyon ve sulkal görünüm değişir

Açık fontaneller ve sütürler normal anatomik çizgiler oluşturur

Küçük çocuklarda hareket artefaktı görüntü kalitesini etkileyebilir

Travma mekanizması ve klinik bulgular BT kararının ayrılmaz parçasıdır

Kaynak: ACR Appropriateness Criteria® Head Trauma-Child; Maguire et al. Pediatrics. 2009.

İlk soru: BT gerçekten gerekli mi?

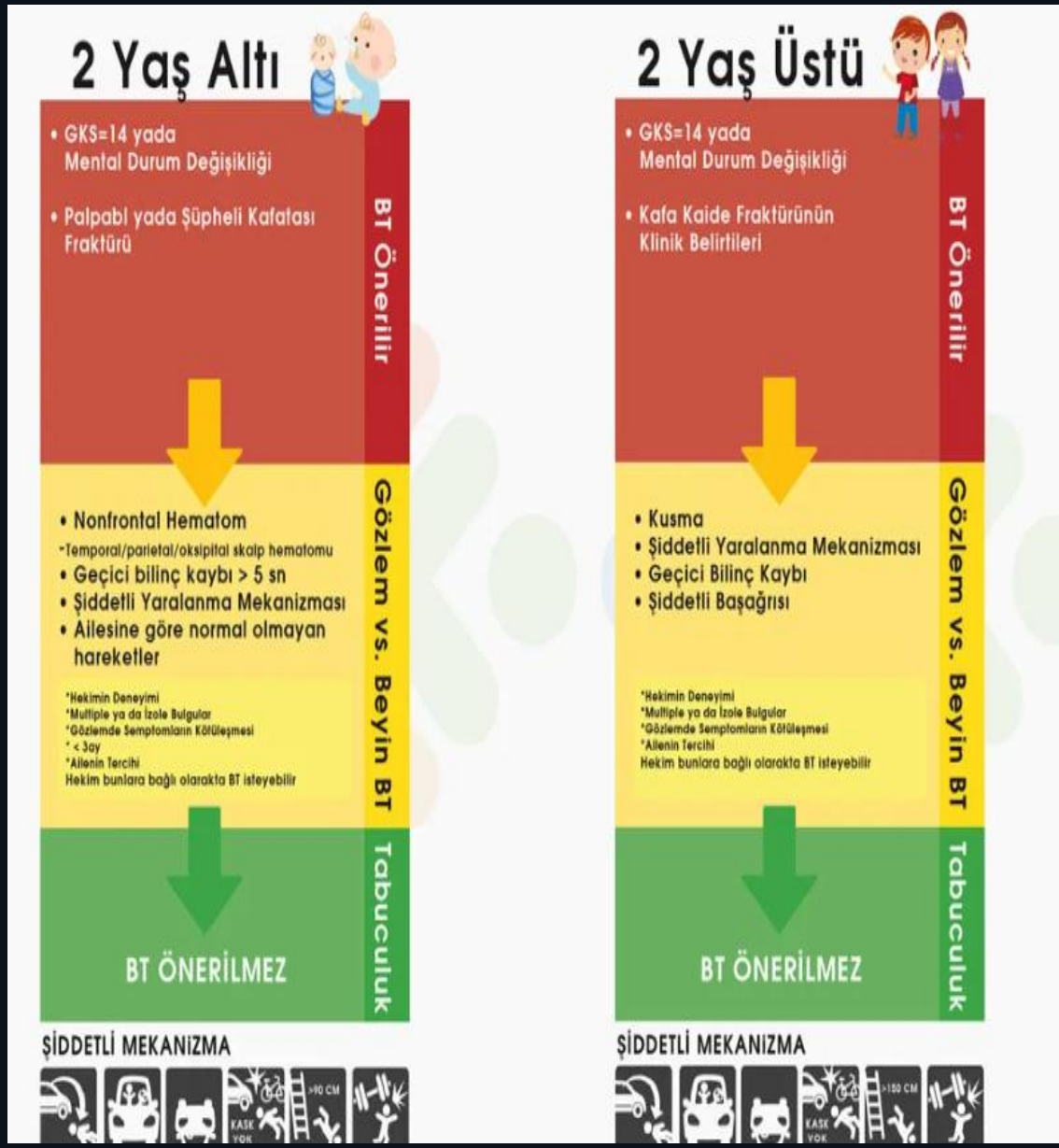
Minör künt kafa travmasında düşük riskli çocuklarda rutin BT önerilmez

PECARN(Pediatric Emergency Care Applied Research Network); <2 yaş ve ≥2 yaş için ayrı risk katmanları kullanır

Orta riskte klinik gözlem veya BT; yüksek riskte BT önceliklidir

ACR: PECARN'a göre çok düşük riskli çocukta başlangıç görüntüleme genellikle uygun değildir

BT kararı klinik değerlendirme yerine geçmez



Kaynak: Kuppermann et al. Lancet. 2009;374:1160-1170.

PECARN: <2 yaş

Yüksek risk: GKS <15, mental durum değişikliği, palpabl kafatası kırığı

Orta risk: non-frontal skalp hematomu, bilinç kaybı ≥5 sn, ağır mekanizma, ebeveyn tarafından anormal davranış

Yüksek riskte BT; orta riskte gözlem–BT kararı klinik bağlamla verilir

Normal nörolojik muayene ve düşük risk kriterleri BT'den kaçınmayı destekler

Kaynak: Kuppermann et al. Lancet. 2009;374:1160-1170.

PECARN: ≥2 yaş

Yüksek risk: GKS <15, mental durum değişikliği, bazal kafatası kırığı bulguları

Orta risk: bilinç kaybı, kusma, şiddetli baş ağrısı, ağır mekanizma

Yüksek risk → BT; orta risk → gözlem veya BT

Klinik kötüleşme, yeni nörolojik bulgu veya tekrarlayan kusma yeniden değerlendirme gerektirir

Kaynak: ACR Appropriateness Criteria® Head Trauma-Child; Image Gently.

ALARA ve doz optimizasyonu

Çocuk için 'rutin erişkin protokolü' kullanılmamalıdır

Tarama alanı klinik soruya göre sınırlandırılmalı; gereksiz fazlardan kaçınılmalıdır

Çocuk boyutu/yaşı ve cihazın otomatik doz modülasyonu kullanılmalıdır

Kontrast yalnızca uygun klinik endikasyonda

Önceki BT/MR incelemeleri gereksiz tekrarları azaltabilir



Pediatrik beyin BT: teknik kontrol

Kontrastsız aksiyel BT çoğu akut travmatik kanama için ilk incelemedir

Yüksek çözünürlüklü kemik algoritması kırık değerlendirmesinde kritik

Multiplanar rekonstrüksiyon özellikle kafatası tabanı ve sutür değerlendirmesinde değerlidir

Çocuklarda hareket artefaktı; yalancı düşük dansite ve bulanıklık yaratabilir

Çekim kalitesi yetersizse 'normal' demek yerine sınırlılığı belirtin



Sistematik okuma algoritması

1) Klinik bilgi ve travma mekanizması

2) Ekstraaksiyel kanama/sıvı

3) İntraaksiyel kanama ve kontüzyon

4) Gri-beyaz cevher, ödem ve iskemi

5) Ventriküller, bazal sisternler ve herniasyon

6) Kafatası, sütürler, mastoidler, orbita ve sinüsler

7) Şant/cihazlar ve önceki incelemeyle karşılaştırma

Normal yaşa bağlı görünüm: yenidoğan–infant

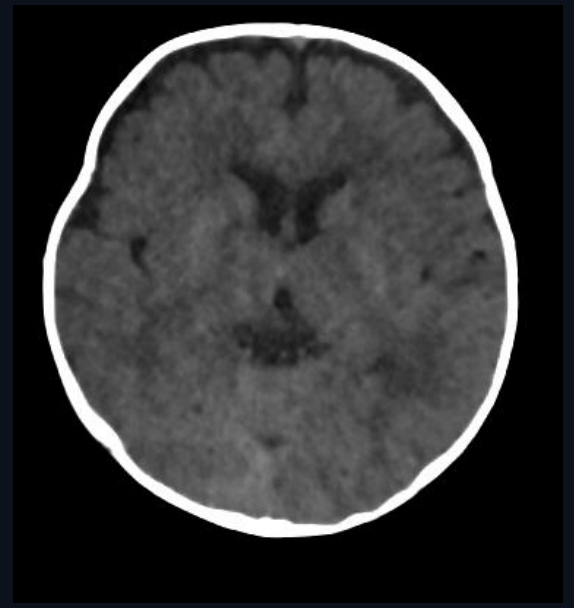
Yenidoğanda relatif yüksek su içeriği gri-beyaz kontrastını azaltabilir

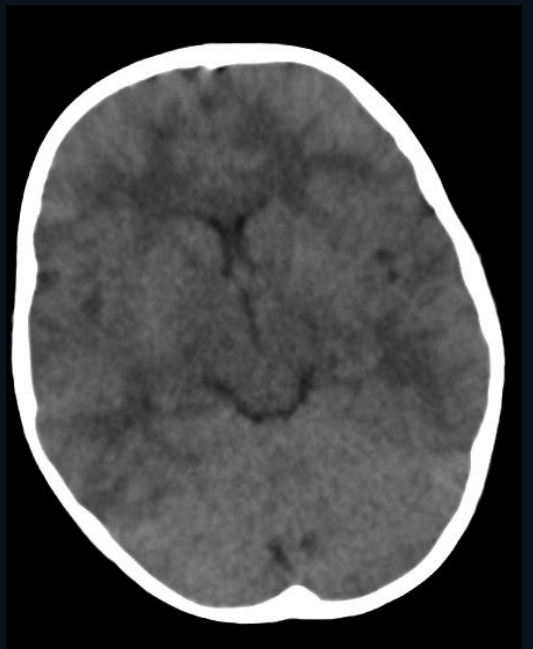
İnce kortikal sulkuslar yaşla belirginleşir

Fontaneller ve sütürler açık olabilir; patolojik ayrışma ile karıştırılmamalıdır

Periventriküler görünüm miyelinizasyon sürecinden etkilenir

Prematüre ve term bebek görünümü aynı değildir



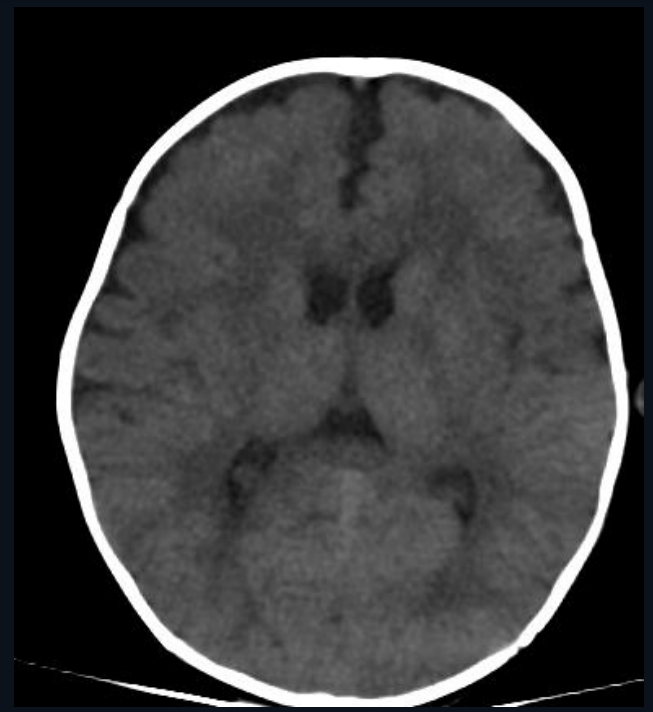


Miyelinizasyon: kritik tuzak

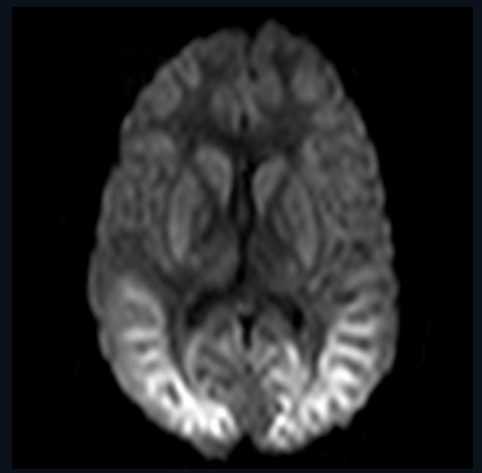
BT'de beyaz cevher kontrastı yaşla değişir; erişkin paternini çocuğa uygulamayın

Özellikle küçük çocukta düşük gri-beyaz ayrımı patoloji olarak yorumlanmamalıdır

Şüpheli hipoksik-iskemik hasarda MRI daha duyarlıdır







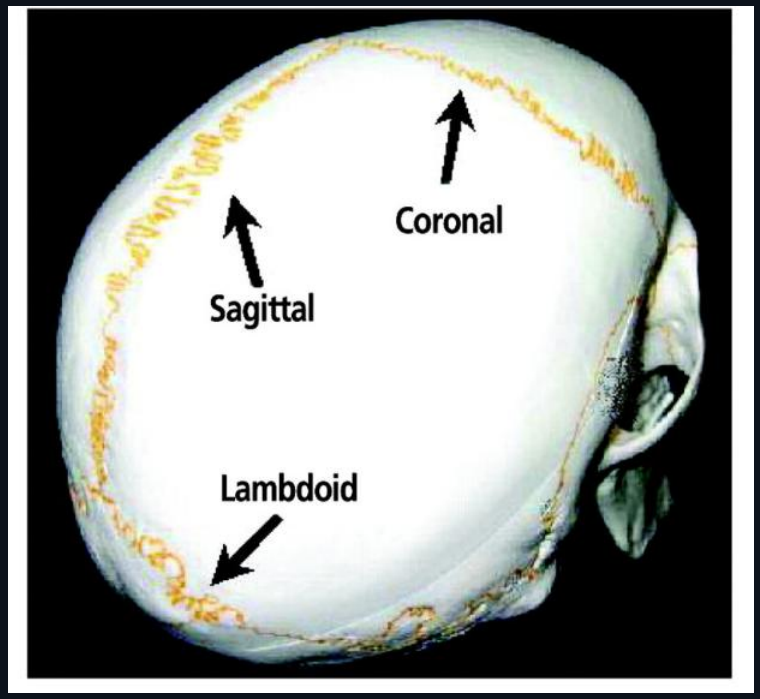
Sütürler ve fontaneller

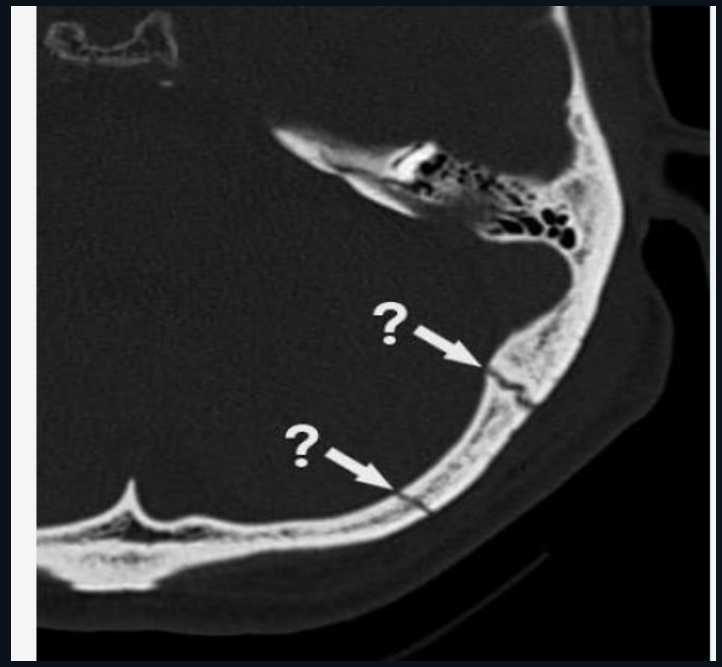
Koronal, lambdoid ve sagittal sütürler düzgün, anatomik yerleşimli lucent çizgilerdir

Sütürler travmatik kırıkla karışabilir

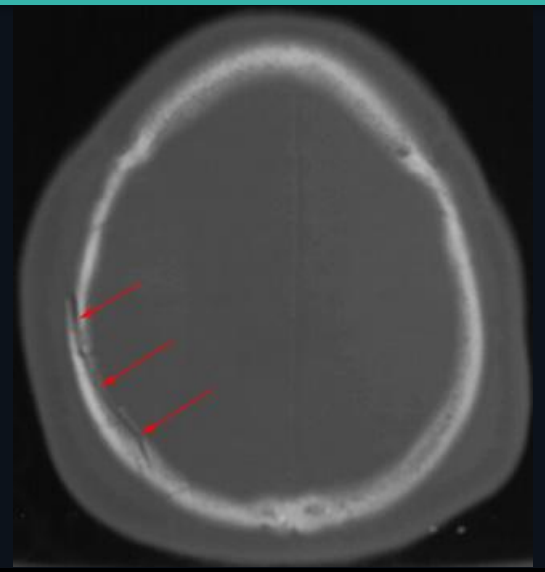
Kırık genellikle sütürleri çaprazlayabilir; sutürler anatomik sınırda sonlanır

Diastatik sütür ile normal sütür ayrımı yaş ve klinik bağlamla yapılır



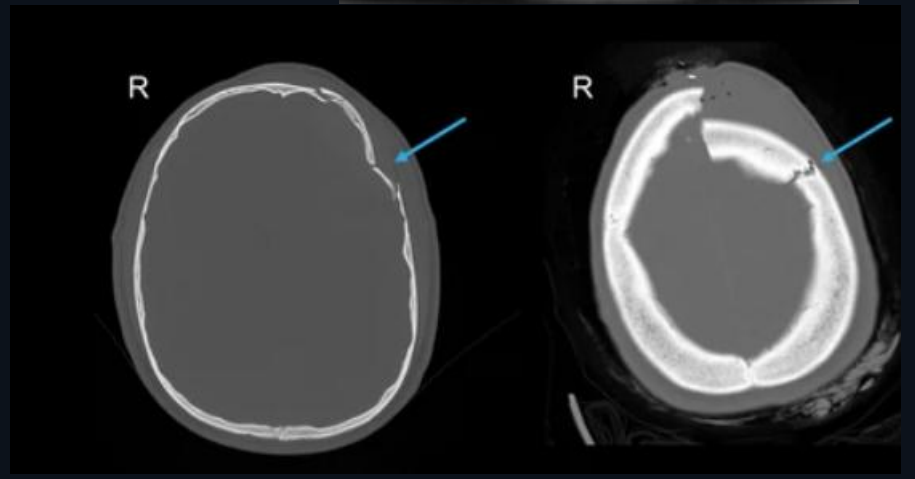


Kafatası kırığı: neyi kaçırmamalı?



Linear kırık: ince, keskin lucent hat; kemik algoritmasında en iyi değerlendirilir

Deprese kırık: kortikal kontinuitenin içe doğru bozulması



Bazal kırık: temporal kemik, sfenoid, oksipital kemik ve pnömosefali bulgularına dikkat

Koronal/sagittal MPR ve kemik penceresi kritik

Altta yatan epidural hematom veya vasküler yaralanma varsa acil bildirim

Kaynak: Revels et al. Emerg Radiol. 2022;29:279-292.

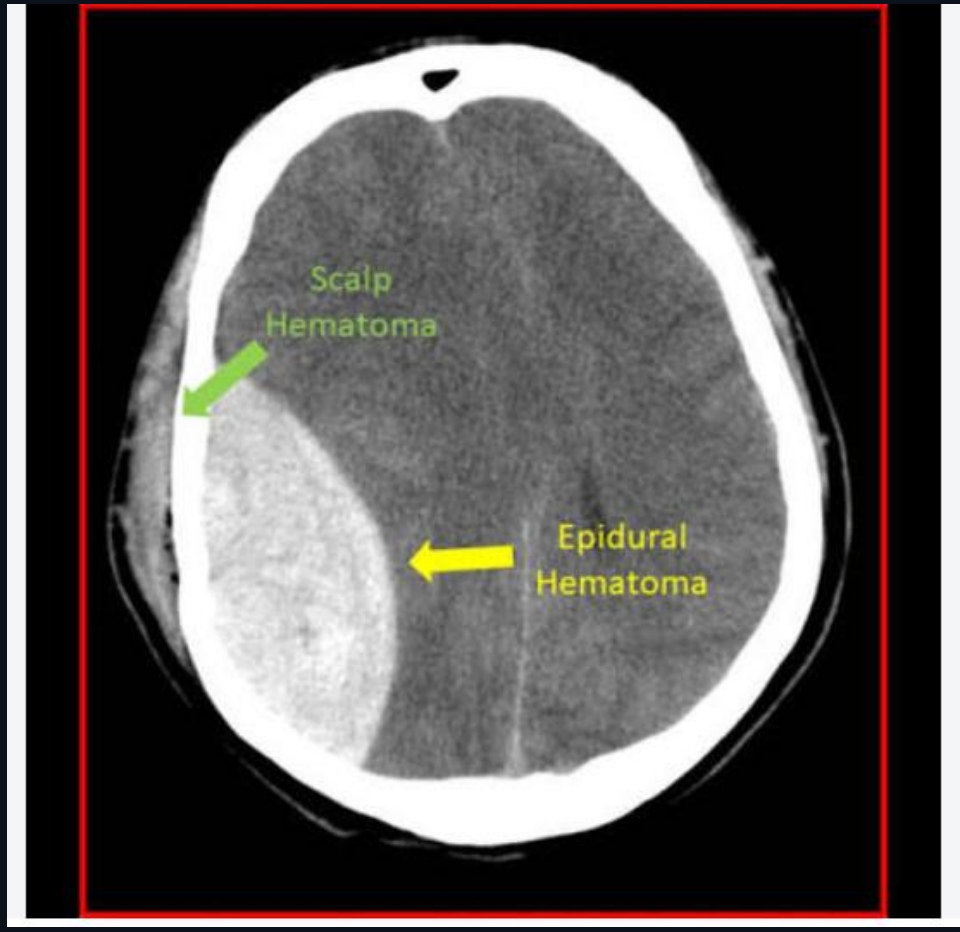
Epidural hematom:

Tipik olarak bikonveks/lens biçimli hiperdens ekstraaksiyel koleksiyon

Sütürleri genellikle geçmez

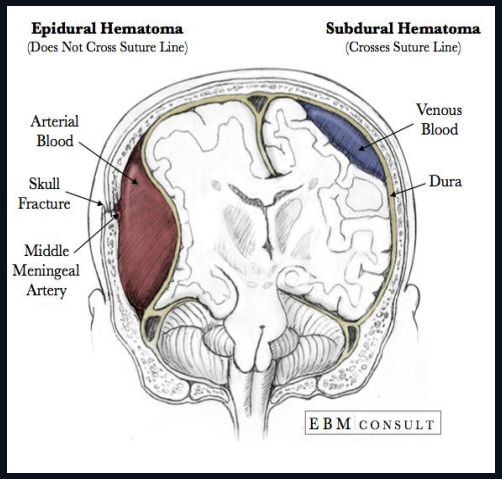
Çocukta temporal kemik kırığı ve orta meningeal arter ilişkisi önemli

Hacimden çok kitle etkisi, midline shift ve herniasyon riski aciliyeti belirler



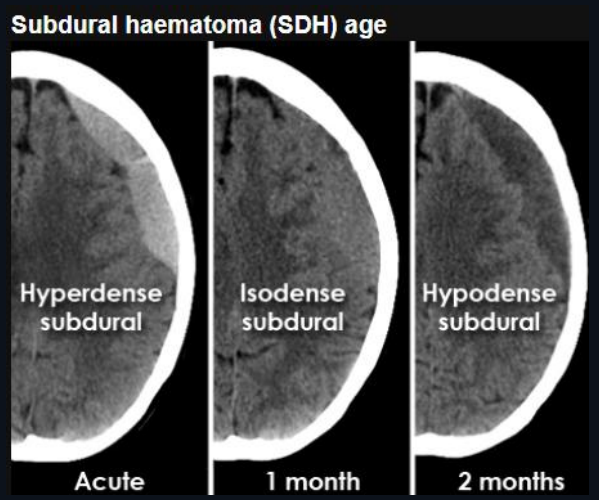
Kaynak: Revels et al. Emerg Radiol. 2022;29:279-292.

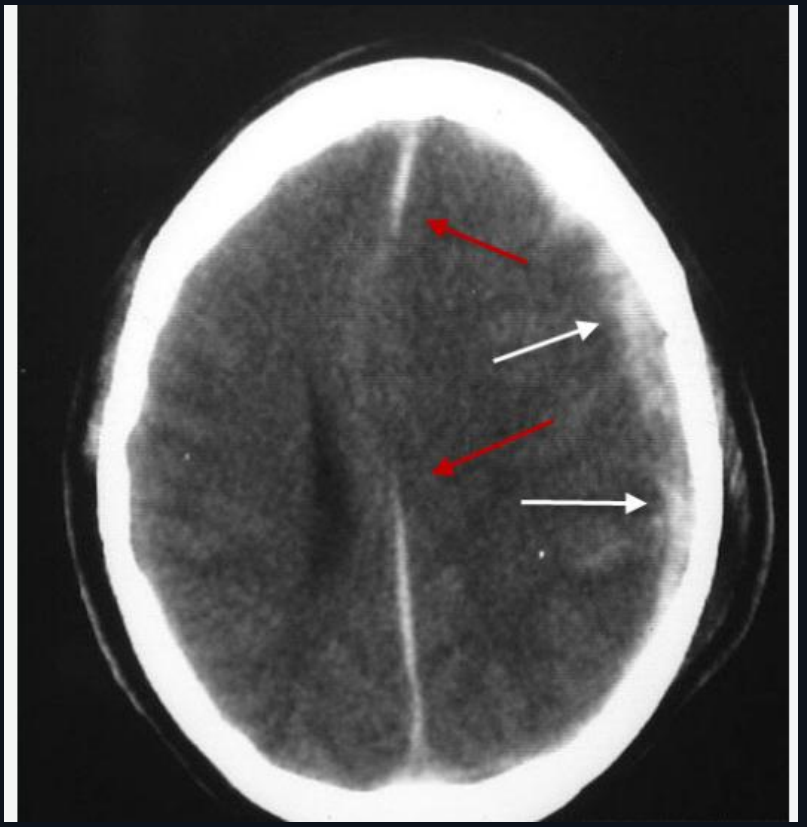
Subdural hematom





- Yarımay biçimli ekstraaksiyel koleksiyon; konveksite boyunca uzanabilir
- Sütürleri geçebilir
- Akut kanama hiperdens; yaşlandıkça dansite değişebilir
- Çok küçük çocukta interhemisferik ve tentoryal uzanım dikkat çekicidir
- Tek taraflı/çok katmanlı hematom ve ek bulgular travma mekanizmasıyla birlikte değerlendirilmelidir





Kaynak: Revels et al. Emerg Radiol. 2022;29:279-292.

Subaraknoid kanama

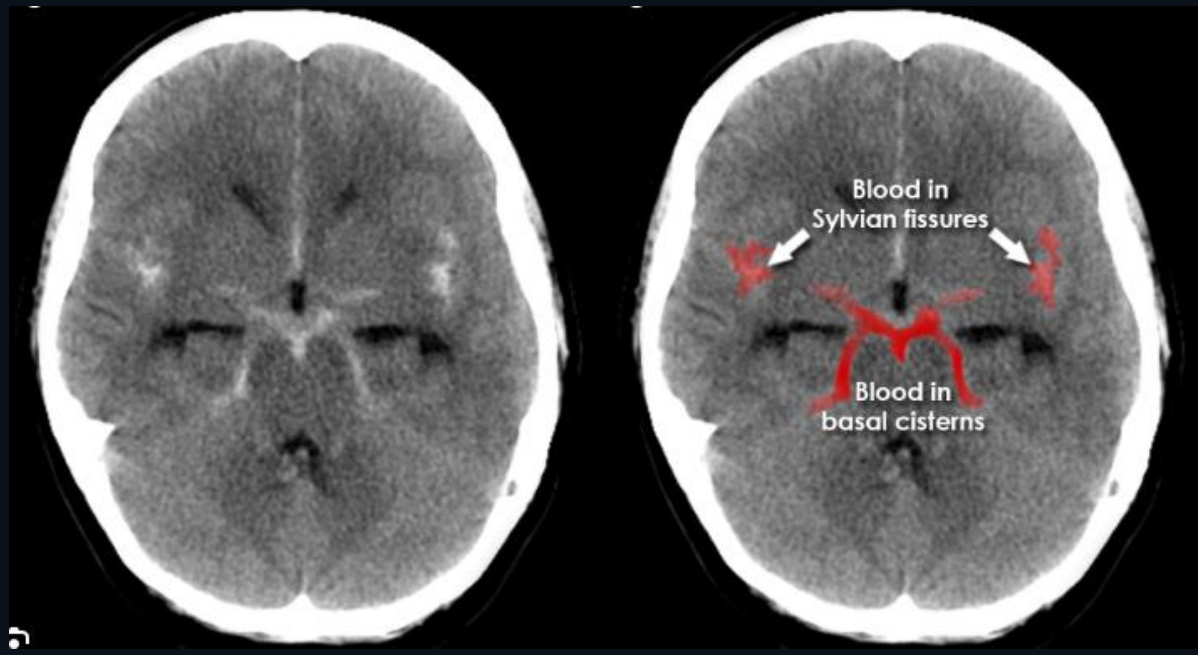
Sulkuslarda, fissürlerde ve bazal sisternlerde hiperdensite

Travmada kontüzyonlarla birlikte görülebilir

Dağılım travmatik ve non-travmatik nedenlerin ayrımında yardımcıdır

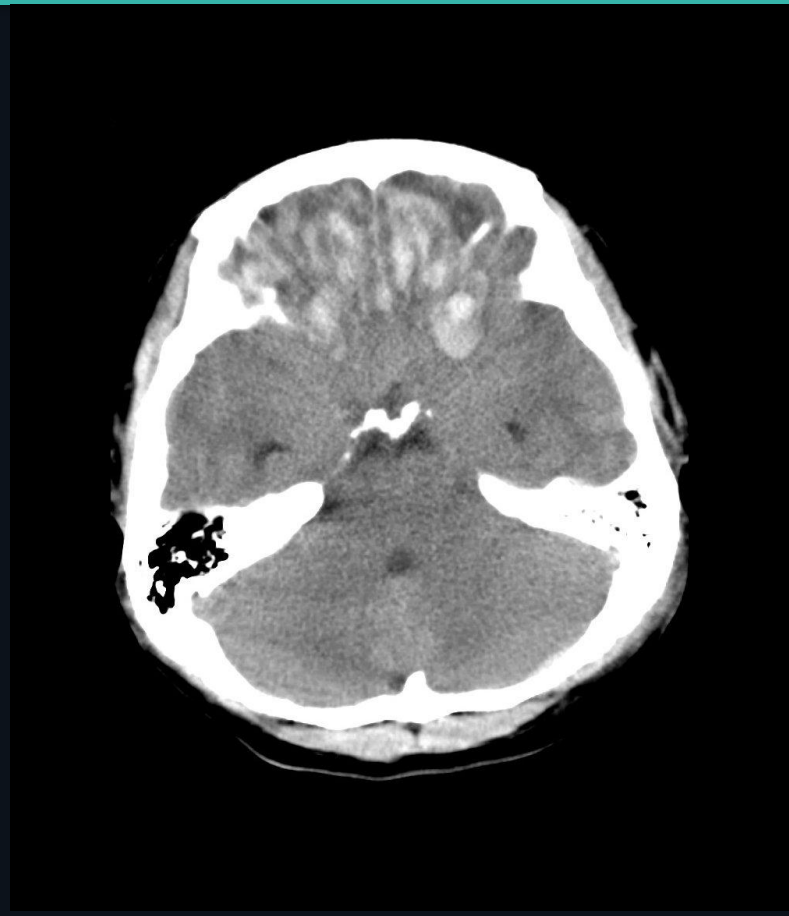
Çocukta vasküler neden düşünülüyorsa BTA/MRA klinik bağlamda değerlendirilir

BT negatif fakat güçlü klinik şüphe varsa MRG/LP gibi ileri değerlendirme gündeme gelebilir



İntraparenkimal kanama ve kontüzyon

- Kontüzyonlar sıklıkla frontal ve temporal loblarda, özellikle coup/contrecoup bölgelerinde
- Kanama + ödem heterojen görünüm oluşturabilir
- İlk BT normal olup takipte lezyon belirginleşebilir
- Posterior fossa küçük hacimli kanamalarda bile ciddi kitle etkisi oluşturabilir
- Kanama, ödem ve herniasyon birlikte raporlanmalıdır



İntraventriküler kanama

Ventrikül içinde hiperdens materyal; oksipital horn ve üçüncü ventrikülde dikkat

Akut hidrosefali gelişebilir

Ventriküler genişleme ile birlikteyse acil nörolojik değerlendirme önemlidir

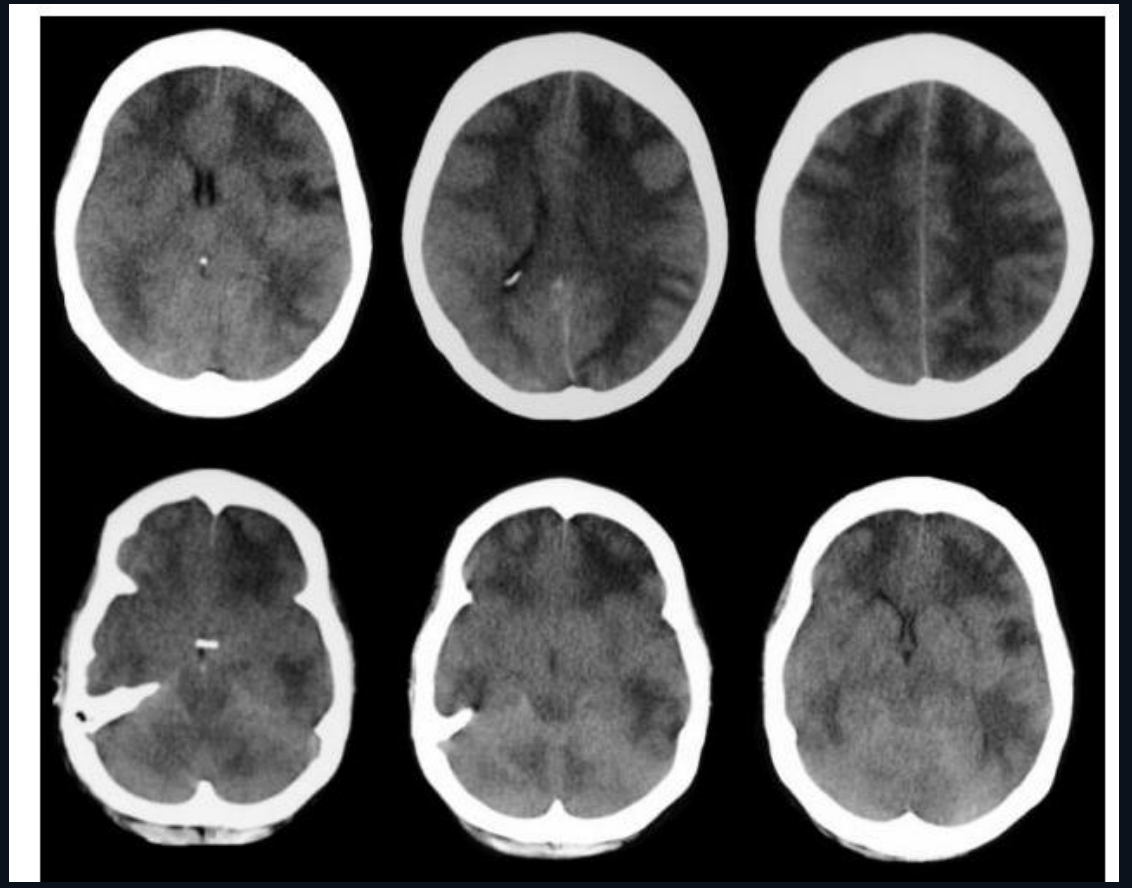
Prematürelerde germinal matriks/IVH bağlamı farklıdır

Kanama miktarı ve ventriküler obstrüksiyon birlikte değerlendirilmelidir



Diffüz serebral ödem

- Sulkus ve sisternlerde silinme
- Gri-beyaz cevher ayrımında azalma
- Ventriküllerde kompresyon
- İleri olguda bazal sistern obliterasyonu ve herniasyon
- BT bulgusu klinik hipoksi/iskemi veya travma ile birlikte yorumlanmalıdır



Herniasyon: ölümcül kırmızı bayrak

Subfalksian herniasyon: midline shift ve singulat girus deplasmanı

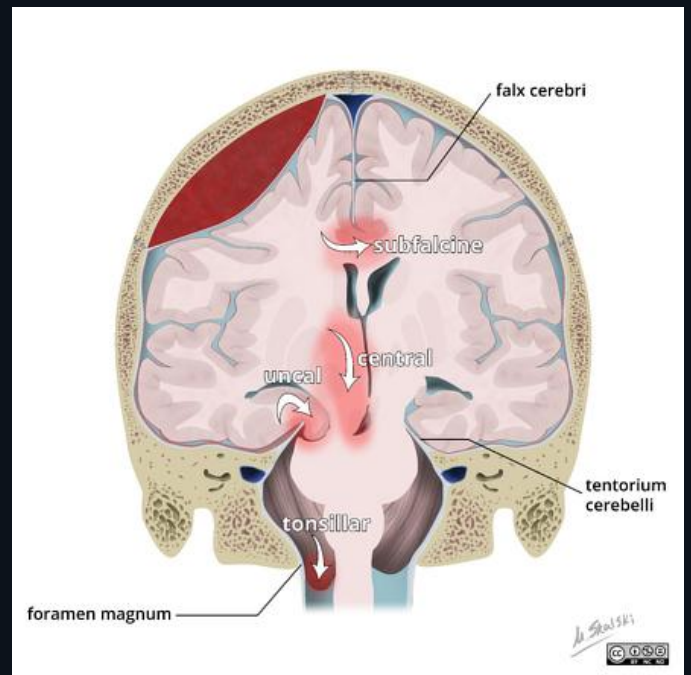
Unkal herniasyon: temporal uncus–tentoryal ilişki, bazal sistern kaybı

Downward tonsillar herniasyon: posterior fossa/foramen magnum düzeyinde değerlendirme

Bazal sisternlerin kapanması ve ciddi midline shift acil bildirim gerektirir

Ventrikül asimetrisi tek başına herniasyon anlamına gelmez





Midline shift nasıl değerlendirilir?

Septum pellucidum veya üçüncü ventrikül gibi orta hat yapıları referans alınabilir

Shift mm cinsinden ölçülebilir; ancak klinik etkisi yalnız sayıya indirgenmemelidir

Karşı hemisfer kompresyonu, sulkal silinme ve sistern durumu birlikte değerlendirilir

Çocuklarda küçük kranium hacmi nedeniyle kitle etkisi hızla kötüleşebilir

Hidrosefali: obstrüktif mi kommunikan mı?

Ventriküler genişleme paterni tıkanıklık seviyesine ipucu verir

Transependimal BOS geçişi periventriküler düşük dansite şeklinde görülebilir

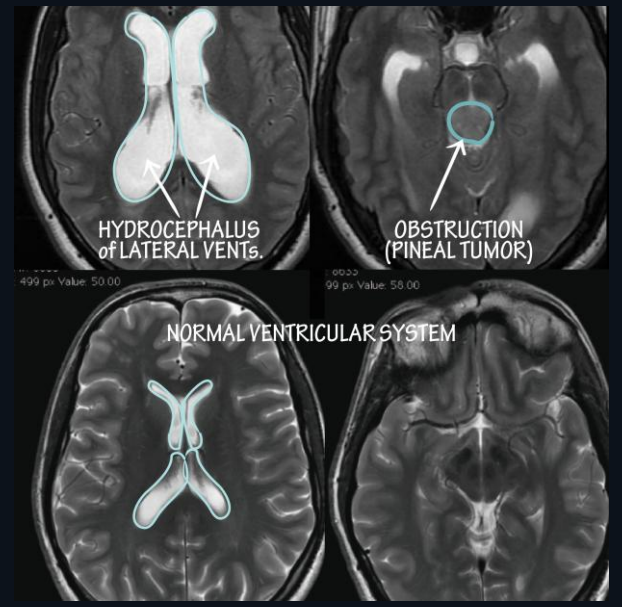
Üçüncü ventrikül, aqueduct ve dördüncü ventrikül ilişkisi incelenmelidir

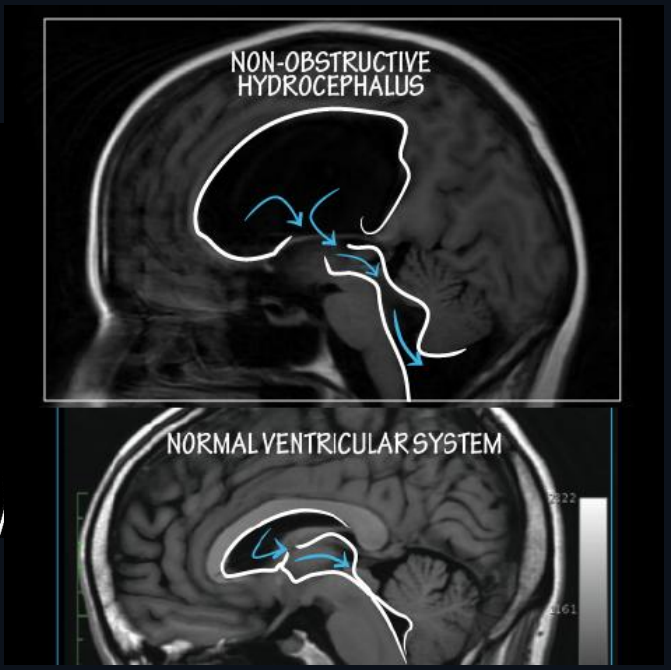
Posterior fossa kitleleri akut obstrüktif hidrosefali yapabilir

Akut hidrosefali + bilinç değişikliği → acil iletişim









VP şant: 5 kritik soru

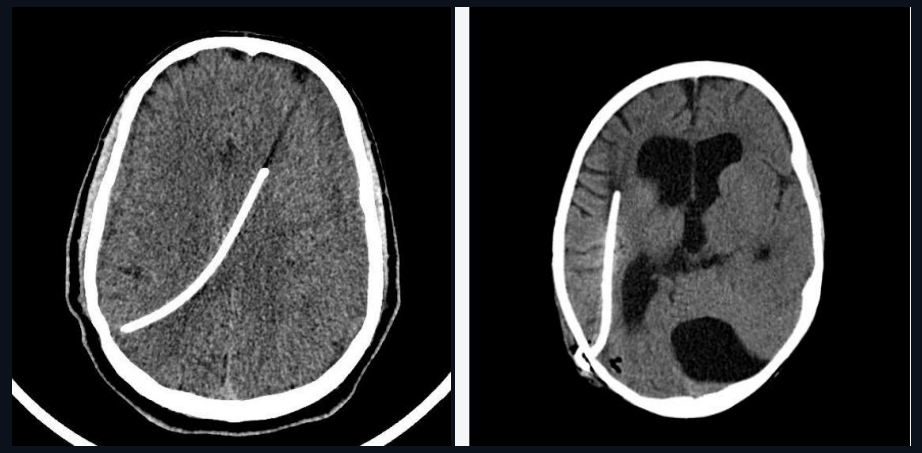
Şant kateteri doğru konumda mı?

Ventriküller önceki incelemeye göre genişledi mi?

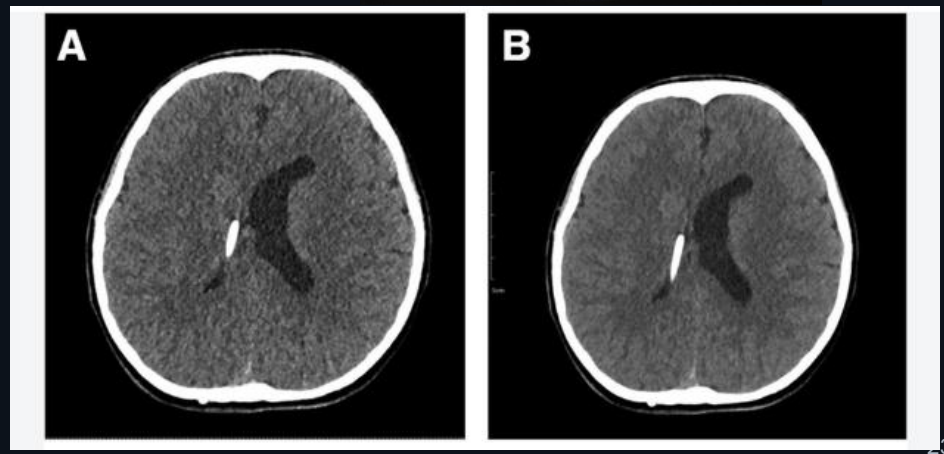
Kateter çevresinde hemoraji/ödem var mı?

Subdural koleksiyon veya slit ventrikül görünümü var mı?

Kateter boyunca kırılma, disconnection veya mekanik komplikasyon bulgusu var mı?







Şant disfonksiyonunda karşılaştırma

Tek bir BT'yi izole yorumlamak yerine önceki görüntülerle kıyaslama çok değerlidir

Ventrikül boyutu semptomlardan bağımsız olarak her zaman obstrüksiyonu dışlamaz

Yeni transependimal akım, sulkal değişiklik veya kateter pozisyon değişikliği önemlidir

Şantlı çocukta klinik kötüleşme varsa 'ventriküller normal' ifadesi tek başına yeterli değildir

Kaynak: Frush DP et al. Imaging of Suspected Stroke in Children. AJR. 2022.

Akut iskemik inme: BT'nin rolü

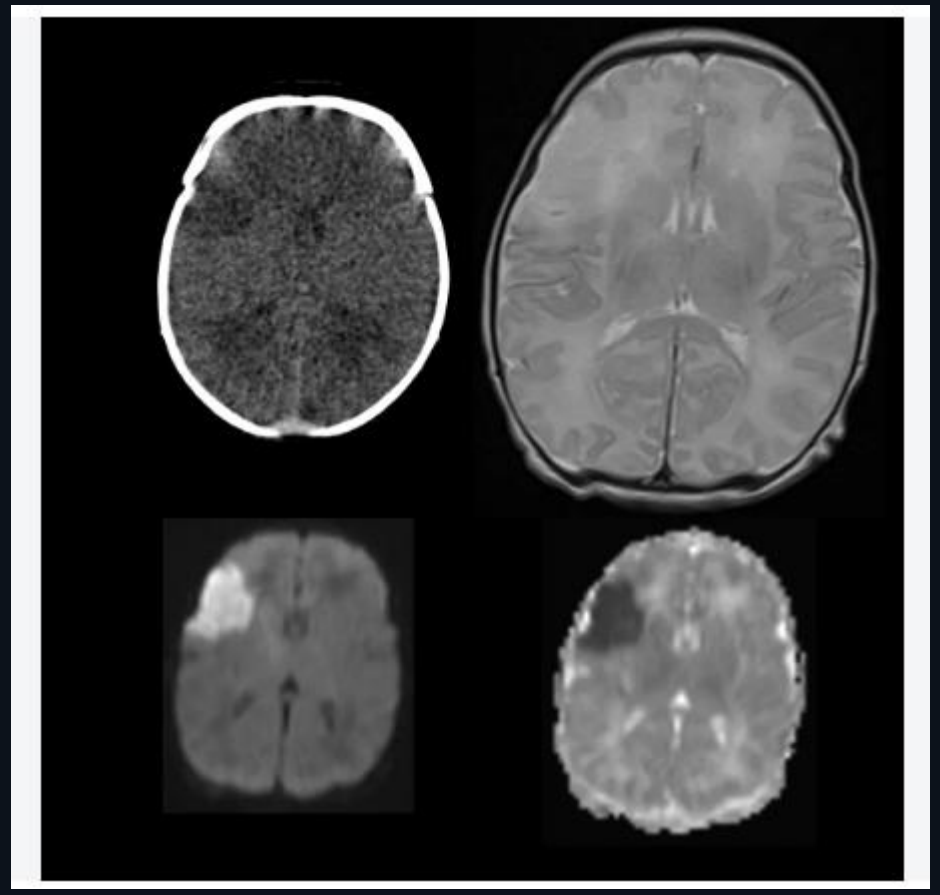
Kontrastsız BT öncelikle kanamayı dışlar

Erken iskemi BT'de silik olabilir

Gri-beyaz cevher ayrım kaybı, sulkal silinme ve fokal hipodensite aranır

Şüphede BTA/MRA ve DWI klinik protokole göre değerlendirilir

Çocukluk çağı inmesinde damar hastalıkları ve kalp kaynaklı nedenler erişkinden farklıdır



Serebral venöz sinüs trombozu

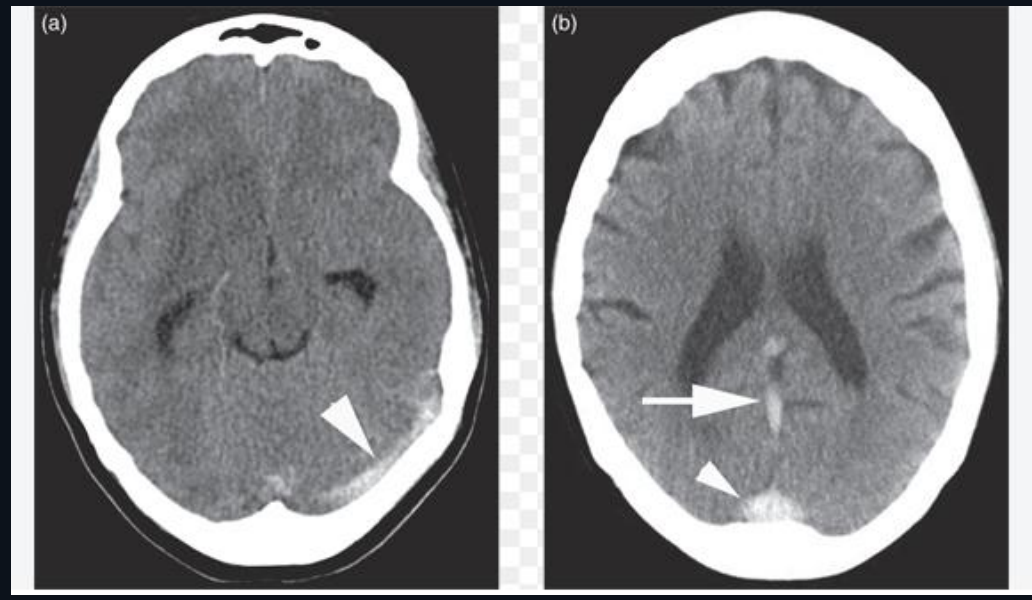
Kontrastsız BT normal olabilir

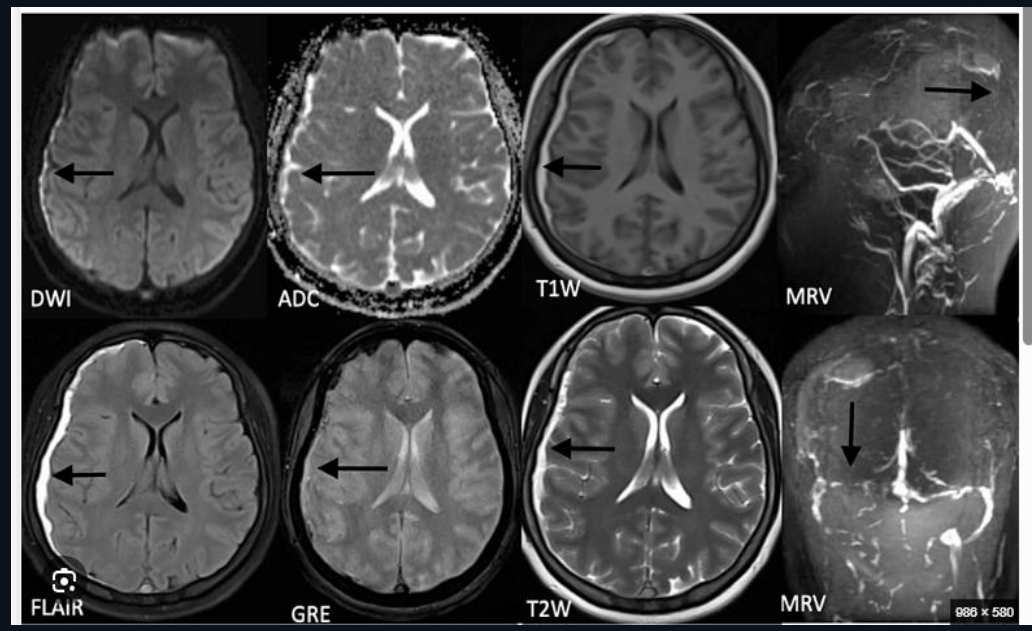
Hiperdens sinüs, venöz infarkt veya hemorajik venöz infarkt ipucu olabilir

BTA/BTV veya MRV tanısal yaklaşımın parçasıdır

Sinüs anatomik varyantları trombozla karıştırılmamalıdır

Risk faktörleri: dehidratasyon, enfeksiyon, hematolojik ve sistemik durumlar





SSS enfeksiyonları: BT ne zaman kritik?

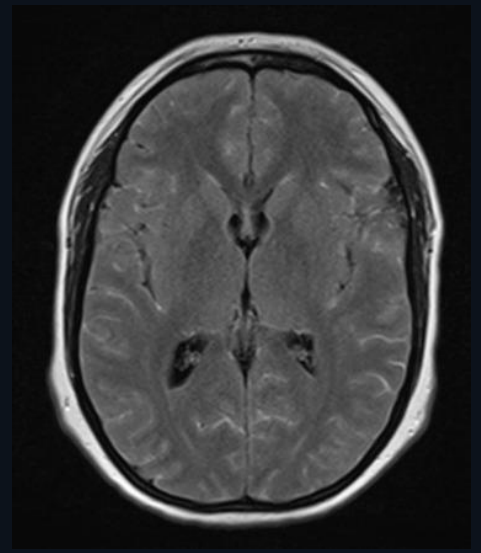
BT; komplikasyon, kitle etkisi, hidrosefali ve acil cerrahi durumları gösterebilir

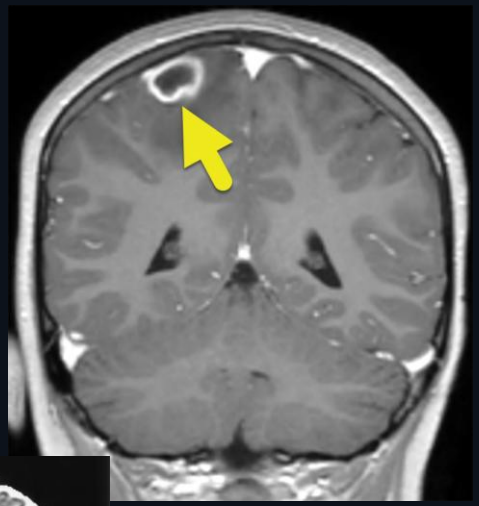
Meninkslerde kontrastlanma BT'de sınırlı; MRG daha duyarlıdır

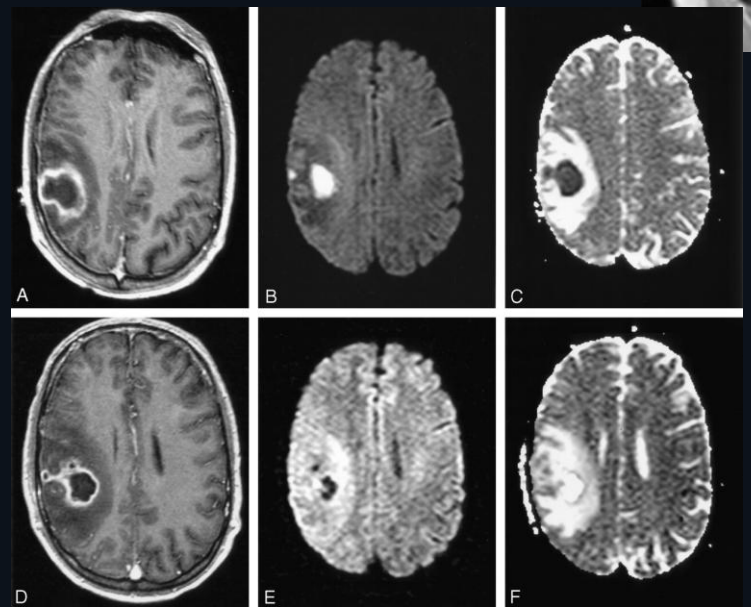
Apse: halka şeklinde kontrastlanma + çevresel ödem; BT özgüllüğü sınırlıdır

Sinüzit/mastoidit kaynaklı intrakraniyal komplikasyon aranmalıdır

MR, özellikle DWI, enfeksiyon karakterizasyonunda üstündür







Hipoksik-iskemik beyin hasarı

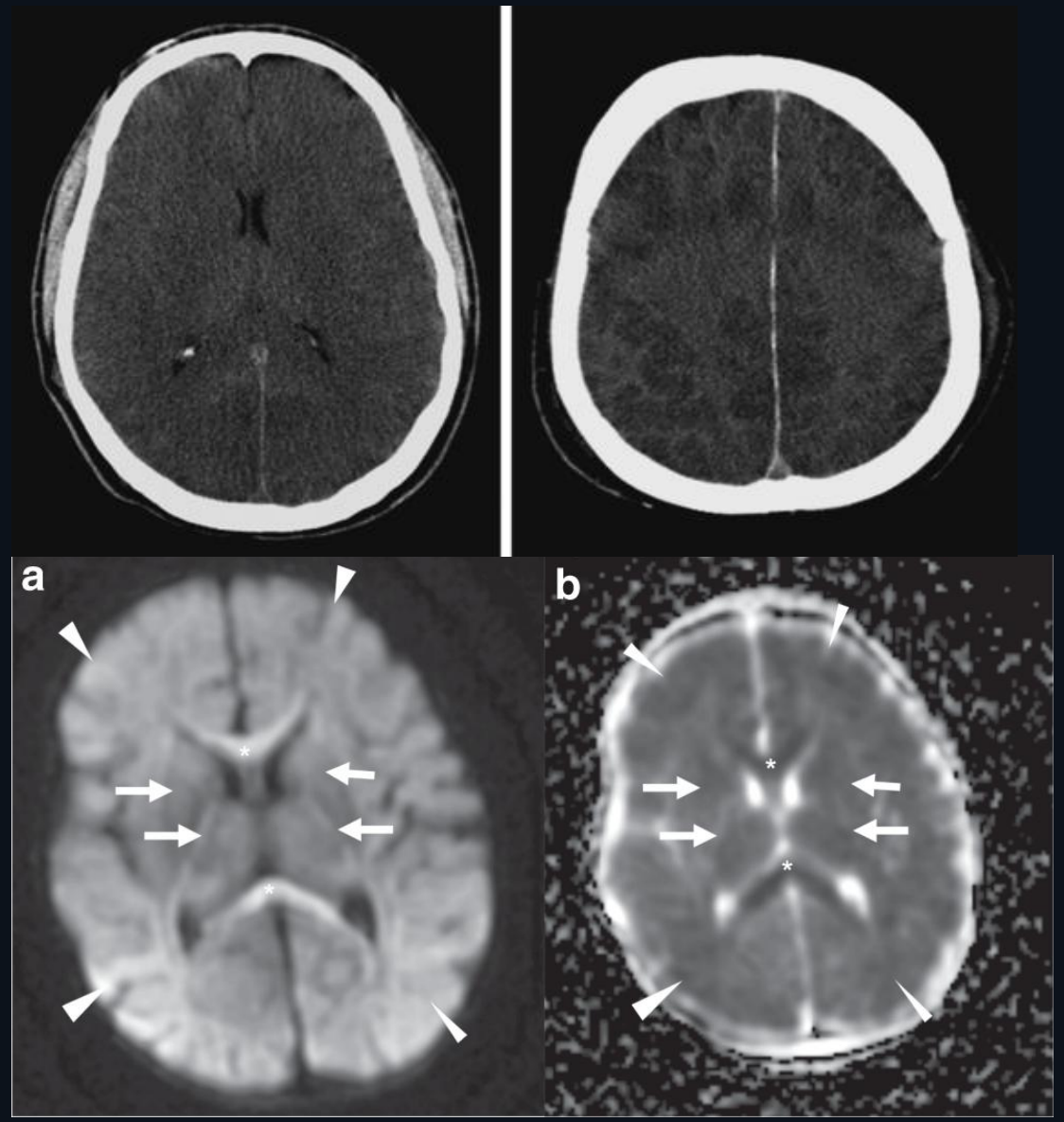
Diffüz gri-beyaz CEVHER ayrım kaybı temel BT bulgusudur

Bazal ganglionlar ve korteks özellikle duyarlıdır

İleri olguda sulkal/sisternal silinme gelişir

Yenidoğan ve çocukta klinik zamanlama önemlidir

BT normal veya belirsizse MRG-DWI/ADC değerlendirmesi önerilir



Kaynak: ACR Appropriateness Criteria® Suspected Physical Abuse—Child.

Non-accidental trauma / abusive head trauma

Şüphe klinik öykü ile görüntüleme bulguları arasındaki uyumsuzlukta artar

Subdural kanamalar, özellikle çoklu yaşlarda veya interhemisferik/tentoryal dağılımda dikkat çekicidir

Kafatası kırıkları ve parankimal yaralanmalar birlikte değerlendirilir

Şüpheli fiziksel istismarda Beyin BT'yi başlangıç görüntüleme seçenekleri arasında uygun kabul edilir

Tam değerlendirme; iskelet survey ve uygun MRG dahil multidisipliner yaklaşım gerektirir

Abusive head trauma: BT'de kırmızı bayraklar

Birden fazla ekstraaksiyel kanama/kolleksiyon

Atipik lokalizasyon veya farklı dansitede koleksiyonlar

Kafatası kırığının paterni ve yaş ile uyumsuzluk

Retinal/servikal yaralanma gibi eşlik eden bulgular klinik ekip tarafından değerlendirilmelidir

Raporlama objektif olmalı; nedensellik hakkında aşırı kesinlikten kaçınılmalıdır

Posterior fossa: küçük alan, büyük sorun

BT artefaktları nedeniyle değerlendirme zor olabilir

4. ventrikül kompresyonu, hidrosefali ve beyin sapı basısı aranmalı

Kanama posterior fossada hızla obstrüktif hidrosefaliye yol açabilir

Temporal kemik ve kafatası tabanı kemik penceresinde incelenmelidir

Şüpheli lezyonda MRG daha ileri karakterizasyon sağlar

Konvülsiyon sonrası BT

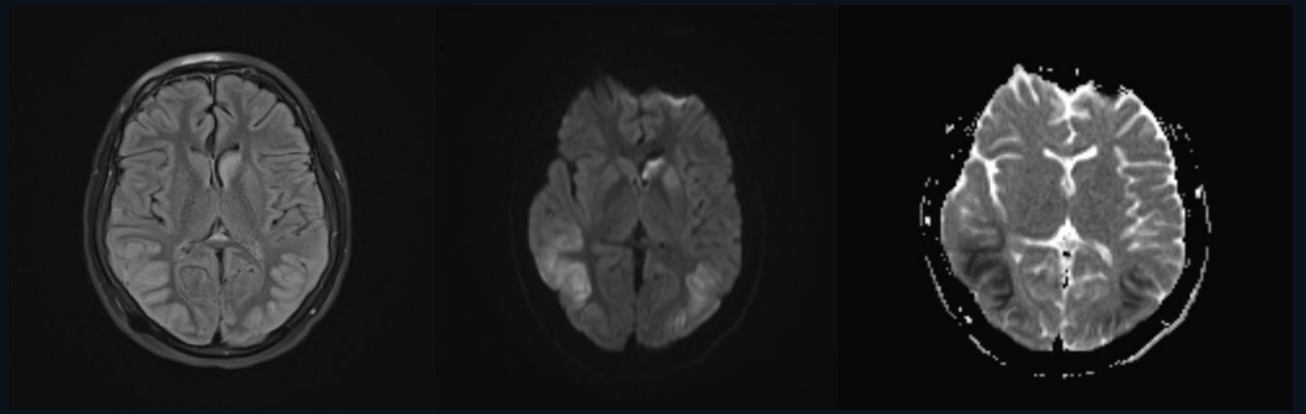
İlk soru: akut kanama, kitle etkisi, hidrosefali veya travma var mı?

İlk nöbet ve fokal nörolojik bulgu gibi durumlarda görüntüleme gereksinimi klinik protokole göre belirlenir

Postiktal BT değişiklikleri çoğu zaman nonspesifiktir

Status epileptikus sonrası hipoksik hasar veya fokal ödem görülebilir

Normal BT, epileptik odağı dışlamaz; MRG gerekebilir



BT'de sık görülen yorum tuzakları

- Sütürü kırık sanmak
- Normal yaşa bağlı düşük gri-beyaz kontrastı ödem sanmak
- Venöz sinüsleri tromboz sanmak
- Artefaktı kanama sanmak
- Ventrikül boyutunu önceki inceleme olmadan yorumlamak
- İnce subdural koleksiyonu atlamak

Artefakt yönetimi

Hareket: kortikal ve sulkal detay kaybı

Beam-hardening: posterior fossa ve temporal kemikte yalancı yoğunluk

Partial volume: küçük kanama/kırık görünümünü değiştirebilir

İki komşu kesitte tutarlı bulgu ve MPR doğrulaması tanısal güveni artırır

Teknik sınırlılık raporda açıkça belirtilmelidir

Beyin + kemik penceresi: birlikte okuma

Yumuşak doku penceresi: kanama, ödem, kitle etkisi, ventriküller

Kemik penceresi: lineer/deprese/bazal kırık, sutür, pnömosefali

Her travma BT'sinde iki pencere de sistematik kontrol edilmelidir

3D rekonstrüksiyon özellikle kompleks/deprese kırıklarda yardımcı olabilir

Acil bildirim gerektiren bulgular

Ekstraaksiyel hematom + belirgin kitle etkisi

Midline shift / bazal sistern obliterasyonu / herniasyon

Akut hidrosefali

Posterior fossa kanaması veya kitle etkisi

Deprese kafatası kırığı veya açık kırık şüphesi

Şant disfonksiyonu ile klinik kötüleşme

Şüpheli çocuk istismarı bulguları

Olgu yaklaşımı: 30 saniyelik tarama

0–5 sn: klinik soru + travma mekanizması

5–10 sn: kanama var mı?

10–15 sn: kitle etkisi / herniasyon / hidrosefali?

15–20 sn: parankim ve gri-beyaz ayrım

20–25 sn: kemik + sütür + kafatası tabanı

25–30 sn: şant/cihaz + karşılaştırma + acil iletişim

Son kontrol: '5 kırmızı bayrak'

KANAMA → tipi ve kitle etkisi?

HERNİASYON → sisternler ve midline?

HİDROSEFALİ → akut obstrüksiyon?

KIRIK → kemik penceresi + MPR?

ÇOCUK İSTİSMARI / ŞANT → öyküyle uyum ve önceki görüntüler?

Kaynak: ACR; PECARN; Revels et al. 2022.

Take-home messages

Çocukta BT kararı klinik karar kuralları ve ALARA ile birlikte verilmelidir

Normal yaş anatomisi bilinmeden pediatrik BT güvenle yorumlanamaz

Travmada kanama + kitle etkisi + herniasyon üçlüsü önceliklidir

Ventriküller ve bazal sisternler her akut beyin BT'sinde değerlendirilmelidir

Kemik penceresi ve MPR travma incelemesinin ayrılmaz parçalarıdır

Şüpheli istismar, şant disfonksiyonu ve posterior fossa patolojileri özel dikkat gerektirir

ÖRNEK GÖRÜNTÜLERİ OKUMA: 10 SANİYELİK KONTROL

1	**Kanama**	EDH / SDH / SAH / IPH / IVH
2	**Kitle etkisi**	Midline shift • sulkal silinme
3	**Herniasyon**	Bazal sisternler • unkal/subfalksian
4	**Ventriküller**	Hidrosefali • asimetri • şant
5	**Parankim**	Gri-beyaz ayrım • ödem • iskemi
6	**Kemik**	Kırık • sütür • kafa tabanı

Seçilmiş kaynaklar

Kuppermann N, et al. Identification of children at very low risk of clinically-important brain injuries after head trauma: a prospective cohort study. Lancet. 2009;374:1160-1170.

Babl FE, et al. Accuracy of PECARN, CATCH, and CHALICE head injury decision rules in children: a prospective cohort study. Lancet. 2017;389:2393-2402.

Maguire JL, et al. Should a head-injured child receive a head CT scan? Pediatrics. 2009;124:e145-e154.

Revels JW, et al. Pitfalls in the interpretation of pediatric head CTs: what the emergency radiologist needs to know. Emerg Radiol. 2022;29:279-292.

American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria® Head Trauma-Child. Updated guidance.

American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria® Suspected Physical Abuse—Child.

Frush DP, et al. Imaging of Suspected Stroke in Children. AJR Am J Roentgenol. 2022.

Atabaki SM, et al. Pediatric emergency neuroimaging literature and clinical decision rules. Selected reviews and validation studies.

CHALICE Study Group. Derivation of the children's head injury algorithm for the prediction of important clinical events decision rule. Arch Dis Child. 2006.

PECARN prediction rules: multicentre prospective validation study. Lancet. 2024.

Kaynak: Kaynakların tam bibliyografik doğrulaması için PubMed/ACR kayıtları esas alınmalıdır.