

Kraniyovertebral Bileşke: Radyolojik Değerlendirme ve Ölçümler

Craniovertebral Junction: Radiological Evaluation and Measurements

Atilla KAZANCI¹, Serkan ŞİMŞEK²

¹Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ankara, Türkiye

²Lokman Hekim Hastanesi, Ankara, Türkiye

Yazışma Adresi: Serkan ŞİMŞEK / E-posta: simsekserkan@yahoo.com

ÖZ

Kraniyovertebral bileşke, kafatasından omurgaya geçiş bölgesidir. Kraniyovertebral bileşke bölgesinin patolojilerinde tanıya ulaşmak için direkt radyoloji, bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme yöntemleri kullanılmış ve direkt radyoloji ve BT görüntülerine dayanılarak birçok kraniyometrik çizgiler tanımlanmıştır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Kraniyovertebral bileşke, Radyoloji, Ölçüm

ABSTRACT

Craniovertebral junction is the transition region from skull to spine. X-rays, computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging methods are used for achieving exact diagnosis of craniovertebral junction pathologies. Many craniometric lines have been described on the basis of direct radiology and CT images.

KEYWORDS: Craniovertebral junction, Radiology, Measurement

GİRİŞ

Kraniyovertebral bileşke (KVB), kafatasından omurgaya geçiş bölgesidir. Kraniyovertebral bileşke nöroşirürji uygulamalarında foramen magnumu çevreleyen oksipital kemik tabanı (C0), Atlas (C1) ve Aksis (C2) vertebralarından oluşmaktadır. KVB içerisinde omurilik, serebellum, alt kranial sinirler, üst servikal sinirler, arteriyel ve venöz yapıları içeren ligaman, eklem ve adaleler ile fonksiyonel olarak stabil olan bir geçiş bölgesidir. KVB; servikal bölgenin fleksiyon-ekstansiyon ve aksiyel rotasyonuna olanak verir (1-4,7-12,14,17,18).

Kraniyovertebral bileşkenin konjenital, edinsel, herediter, gelişimsel ve travmatik birçok kombine veya izole anomalileri ve patolojileri mevcuttur. Bu patolojilerde tanıya ulaşmak için direkt radyoloji, bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yöntemleri kullanılmış ve direkt radyoloji ve BT görüntülerine dayanılarak birçok kraniyometrik çizgiler tanımlanmıştır (6,10,12,13,15,16).

DİREKT RADYOGRAFI

Kraniyovertebral bileşkenin radyolojik incelemesinde direkt grafilerin rolü ve yardımı gelişen tüm görüntüleme metodlarına rağmen önemini korumaktadır. Kraniyovertebral bileşke ve üst servikal bölge için klasik olarak antero-posterior (AP), lateral, ve iki yönlü oblik grafiler olmak üzere dört yönlü grafiler kullanılır. Lateral planda vertebral dizilimin eğimin iyi anlaşılması için hastanın ayakta ya da oturur durumda olması tercih edilir (4,12,18). Servikal stabiliteyi değerlendirmek amacıyla

fleksiyon ve ekstansiyonda yan grafiler elde edilir. Odontoid çıkıntı en iyi ağız açık çekilen AP röntgenogram ile değerlendirilir (Şekil 1).

BİLGİSAYARLI TOMOGRAFI

Bilgisayarlı Tomografi (BT), kemik yapılar yanısıra yumuşak dokuları çözümleme yeteneğimizi arttırmakta, kesitsel aksiyel görüntülerde kemik yapı yanısıra eklem yapıları, disk konturları, ligamanlar, kökler, dural kese epidural ve perinöral yağ dokuları arasında mevcut kontrast ile normal ve patolojik değişiklikler ayırt edilebilmektedir. BT aksiyel kesitler ile süperpozisyonu kaldırmakta, spinal kanal, kemik parçaların kanal ile ilişkisi, posterior elemanlar yüksek çözünürlükte incelenebilmektedir. Aksiyel planda vertebraların birbiri ile ilişkisini belirlemek güç olduğundan ince kesitler alınarak sagittal ve koronal rekonstrüksiyon yapılması önemlidir (11,12,18). KVB'de direkt grafilerde sorun olan süperpozisyon BT ile aşılmaktadır. Aksiyel BT kesitleri özellikle Jefferson kırığı, atlanto-aksiyel rotasyonel dislokasyon ve vertikal düzlemdeki kırıklarda yarar sağlar. Diğer yandan tip 2 dens kırığı, atlasın horizontal kırığı gibi transverse düzlemdeki kırıkların aksiyel BT kesitlerinde gözden kaçması mümkündür. İlerleyen teknoloji ile kullanıma giren ve yaygınlaşan spiral (helikal) BT bu sorunları aşmada yardımcıdır. Gerek konvansiyonel, gerek spiral BT incelemelerde multiplanar rekonstrüksiyon ile elde olunacak görüntüler KVB patolojilerinin doğru saptanmasında büyük önem taşır (12,13,15,18).

MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG); birçok alanda olduğu gibi KVB'nin görüntülemesinde de bazı üstünlükler sağlayan bir görüntüleme yöntemidir. MRG yumuşak dokularda üstün çözünürlük yanısıra multiplanar görüntülerde geniş alanlarda inceleme yapılabilmesi, postkontrast çalışmalarda patolojik dokuların tespitini sağlanabilmesine olanak sağlar. Omurilikte ödem, hemoraji, intervertebral disk ve travma sonrası ligamanların yapısını ortaya konulmasındaki üstünlük ile KVB patolojilerinde MRG giderek artan bir kullanım alanına sahiptir (4,10,11,12,15,16). Chiari malformasyonu ve siringomyelinin tanısı için kraniovertebral bileşkeyi gösteren MRG seçilmesi gereken ilk yöntemdir ve tek başına yeterlidir (3,7,9,10,16). KVB gelişim anomalileri düşünülün ve birlikte siringomyelisi olan olgularda için kraniovertebral bileşke düzeyinde beyin omurilik sıvısı (BOS) sirkülasyonunu değerlendirmek için Cine-MR yapılır. MRG ile nörovasküler kompresyon bulguları ortaya konabilir ve gerekirse dinamik MRG tetkikleri elde edilebilir. BT/MR anjiyografi ile vertebral arter, baziler arter anterior ve posterior spinal arterler gibi vasküler yapılar ve olası anatomik varyasyonları cerrahi planlama yapmadan önce değerlendirilmelidir.

KRANİOVERTEBRAL BİLEŞKEDE KULLANILAN KRANİYOMETRİK ÖLÇÜMLER

Kraniovertebral bileşkenin değerlendirilmesinde ve tedavi planlamasında kullanılmak üzere ağırlıklı olarak direkt radyoloji ve BT görüntülerine dayanılarak birçok kraniyometrik ölçümler ve çizgiler tanımlanmıştır (1-4,7,12,14,15,17,18).

Tanımlanmış Düzey Çizgileri: Servikal vertebra lateral grafisinde tanımlanan normalde hafif eğri dört adet sınır (arkuat) çizgisi bulunur (Şekil 2).

- 1) Anterior marjinal hat: Vertebra korpusların anterior kortikal kenarları boyunca uzanır.
- 2) Posterior marjinal hat: Vertebra korpusların posterior kortikal kenarları boyunca uzanır.
- 3) Spinolaminar çizgi: Spinöz çıkıntıların tabanları boyunca uzanır. Spinal kanalın arka sınırını oluşturur.
- 4) Posterior spinöz çizgi: Spinöz çıkıntıların uçları boyunca uzanır.

Lateral servikal vertebra grafisinde (film-tüp mesafesi 150 cm iken) spinolaminar çizgiden vertebra korpusu posterioruna kadar olan normal kanal çapı 17 ± 5 mm'dir (4,9,17,18).

Atlanto-dental Aralık: Atlanto-dental aralık (ADA); lateral servikal vertebra grafisinde densin anterior sınırı ile C1'in anterior arkusunun en yakın noktası arasındaki mesafedir (Şekil 3). Erişkinde normal maksimum ADA 3 mm olarak kabul edilir. ADA'nın normal değerlerden yüksek olması transvers ligaman hasarlarında görülebilir (4,9,12,17,18).

Posterior Atlanto-dental Aralık (PADA): Lateral servikal vertebra grafisinde densin posterior sınırı ile C1'in posterior arkusunun en yakın noktası arasındaki mesafedir (Şekil 3).

Mc Gregor Hattı: Sert damağın posteriorundan oksipital kemiğin en kaudaldeki posteroinferioruna çekilen çizgidir. Densin en fazla 4,5 mm'lik bölümü bu çizginin üzerinde olmalıdır. BT ve MRG'de normal odontoid ucu 0,8 mm ($\pm 2,4$ mm) bu çizginin altındadır (Şekil 4).

Chamberlain Hattı: Sert damağın arkasından foramen magnumun posterosüperioruna (opistion) çekilen hattır (Şekil 4). Dens bu çizginin üzerinde en fazla 3 mm çıkabilir. Densin bu hat üzerine 6 mm geçmesi her zaman bir patoloji göstergesidir. Opistionun direkt grafide izlenmesi eğer invaginasyon varsa zordur, bu nedenle pek kullanılmaz. BT ve MR da densin ucu bu çizginin 1,4 mm ($\pm 2,4$) altındadır.



Şekil 1: A-P ağzi açık odontoid röntgenogram.



Şekil 2: Servikal vertebra için tanımlanmış düzey çizgileri: 1) Anterior marjinal hat 2) Posterior marjinal hat 3) Spinolaminar çizgi 4) Posterior spinöz çizgi.

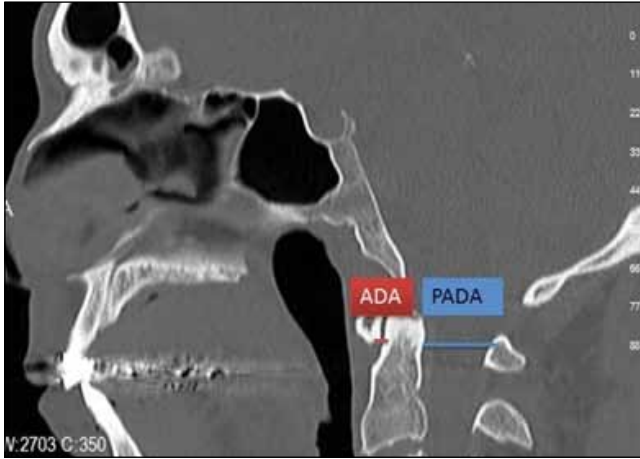
McRae Hattı: Klivus alt ucundan (bazion) foramen magnum posterosüperioruna (opistion) çizilen hattır ve 19 mm'den büyük olmalıdır. Odontoidin hiçbir bölümü bu çizginin üzerinde olmamalıdır ve baziler impresyonda doğru sonucu verir (Şekil 4).

Wackenheim Klivus Kanal Açısı (Kraniovertebral Açığı): Klivustan geçen çizgi ile odontoid çıkıntısının arkasından servikal kanala uzanan hat arasındaki açı fleksiyonda 150 derece, ekstansiyonda 190 derecedir (Şekil 5A-C). Dens, klivus boyunca uzanan klivus taban çizgisinin altında veya bu çizgiye teğettir.

Sfenoid Açısı: Sfenoid tabanından geçen çizgi ile klivusun oluşturduğu açıdır (Şekil 5). Sfenoid açısı 150 derecenin altında olmalıdır.

Welcher Bazal Açısı: Nazal tuberkülden tuberkülüm sellaya uzanan çizgi ile baziondan klivusa paralel geçen çizginin oluşturduğu açıdır (Şekil 5). Welcher bazal açısı normalde 140 dereceden az olması gerekir.

Atlantookspital Eklem-Aksis Açısı : Her iki atlantookspital eklem paralel çizilen hatlar odontoid üzerinde kesişir ve bu hatların kesişme açısıdır. Bu açının normal değeri 124-127 derecedir (Şekil 6).



Şekil 3: Atlanto-dental aralık (ADA); Posterior atlanto-dental aralık (PADA).

Fischgold Bimastoid Çizgisi : Mastoid çıkıntılarının alt uçlarını birleştiren çizgidir. Densin ucu bu çizginin ortalama 2 mm üzerindedir.

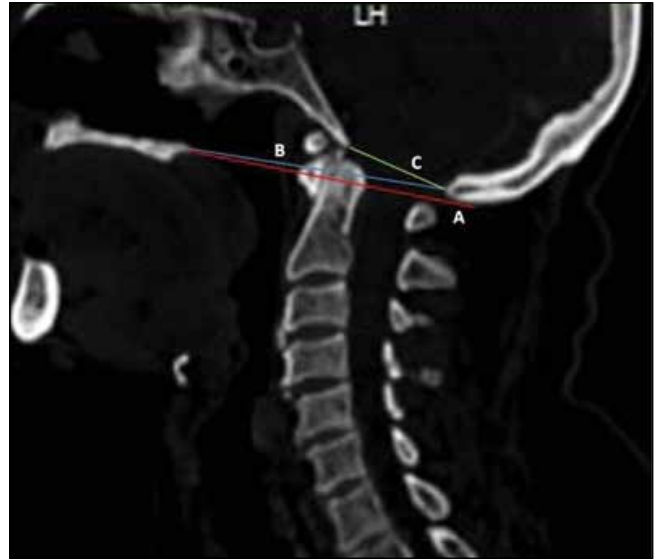
Fischgold Digastrik Çizgisi: Digastrik çentikleri birleştiren çizgidir. Bu çizgi ile atlantookspital eklem orta noktası arası mesafe normalde 10 mm'dir. Baziler impresyonda bu mesafe azalır. Odontoid hiçbir zaman bu çizginin üzerinde olmamalıdır (Şekil 6).

Atlantookspital ve atlantoaksiyal ilişkiyi incelemek için radyolojik olarak değişik ölçüm yöntemleri kullanılmıştır.

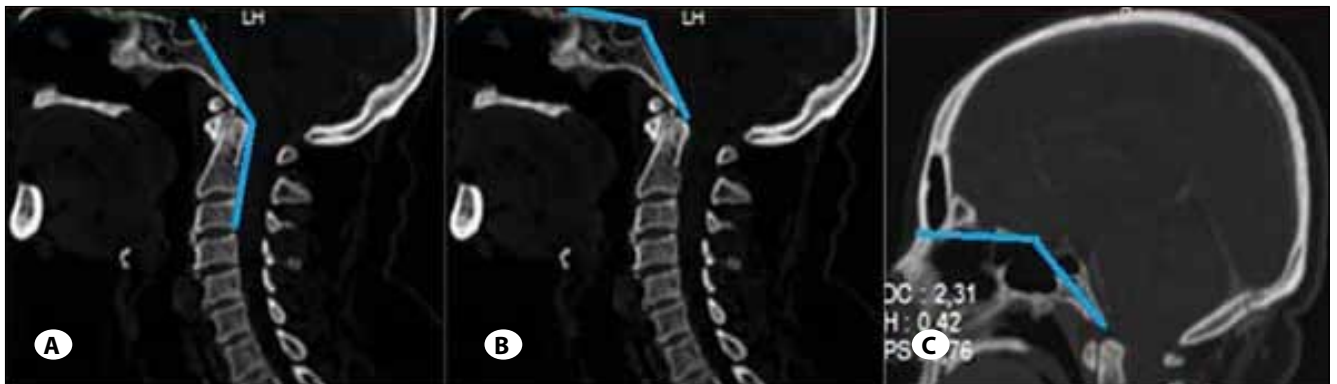
BAI-BDI Metodu:

BAI (basion aksiyal interval): Basiondan (klivusun inferior sonu) posterior aksiyal çizginin (C2 gövdesinin posterior kortikal kenarı) rostral uzanımına olan uzaklıktır (Şekil 7).

BDI (basion dental interval): Basiondan densin tipi üzerindeki en yakın noktaya olan uzaklıktır (Şekil 7). Hasta supin yatar pozisyonda 1 metre mesafeden lateral grafi alınır. Erişkinde BAI ve BDI değerlerinin her ikisinde 12 mm ve



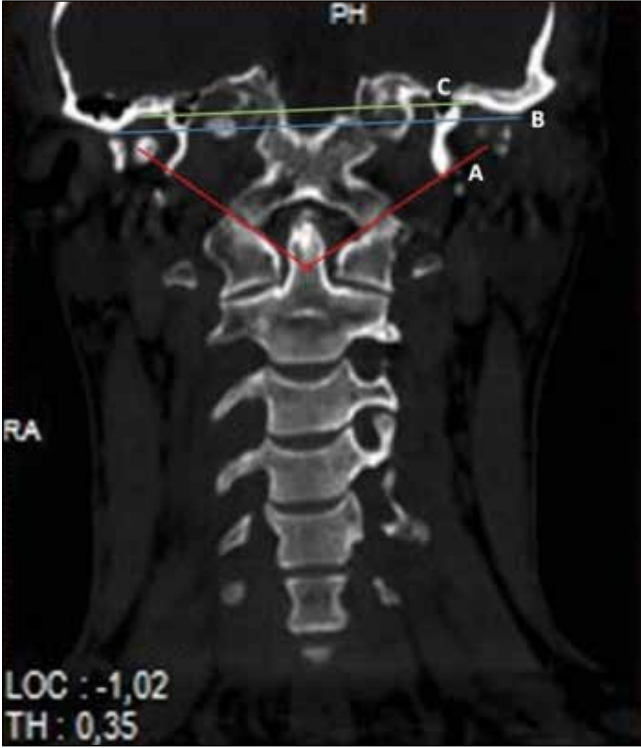
Şekil 4: Mc Gregor Hattı (A) Chamberlain Hattı (B) McRae Hattı (C).



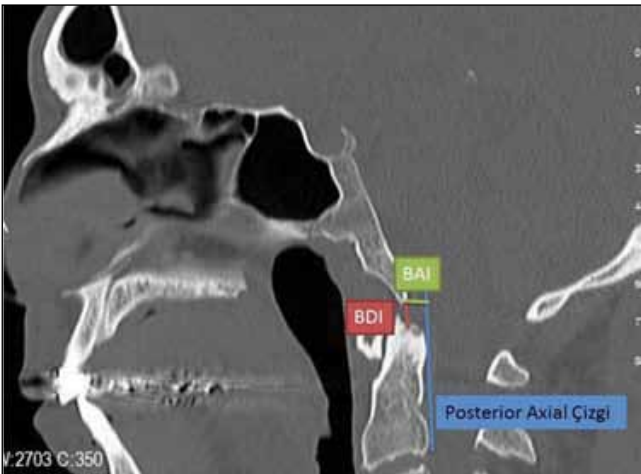
Şekil 5: Wackenheim Klivus Kanal Açısı (Kraniovertebral Açığı) (A) Sfenoid Açısı (B) Welcher Bazal Açısı (C).

daha küçük ise oksipitoservikal bileşkenin normal olduğu kabul edilir. 13 yaş altı çocuklarda odontoid ossifikasyonu tam olmadığından kullanılmaz.

Powers'ın Oranı: Basion ile atlasın posterior arki arasındaki mesafenin (BC), opistion ile atlasın anterior arki arasındaki mesafeye (AO) oranına denir (Şekil 8). Sadece anterior atlantookspital dislokasyonda kullanılır. Bu oranın 0,9 dan küçük olması normal kabul edilir. Power's oranının 1'den büyük olması atlantookspital dislokasyon lehine yorumlanmalıdır. 0,9 ile 1 arası oranlar ise belirsiz gri alan olarak değerlendirilir.



Şekil 6: Atlantookspital Eklem-Aksis Açısı (A) Fischgold Bimastoid Çizgisi (B) Fischgold Digastrik Çizgisi (C).



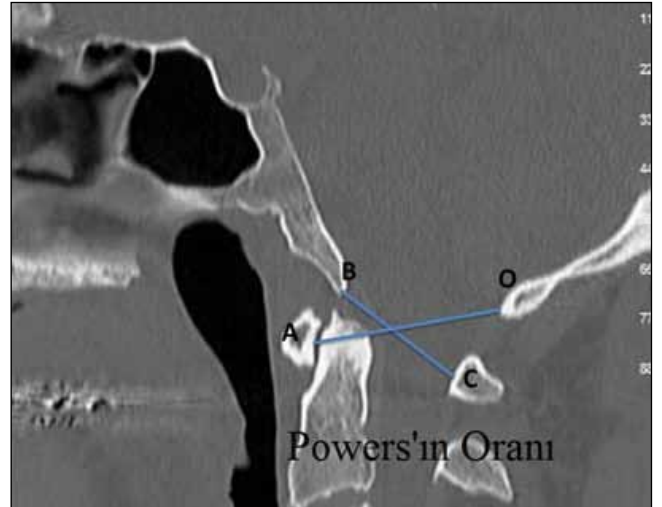
Şekil 7: BAI (basion aksiyal interval) BDI (basion dental interval).

X- Çizgisi Metodu (Oksipital-aksiyal hatlar metodu): Aksis gövdesinin posteroinferior köşesinden opistiona çizilen hat C1 in en üst spinolaminar hattı ile teğet olmalıdır. Basiyondan C2 spinolaminar hattı üzerinde orta hatta yer alan noktaya çizilen hat dens arkası ile teğet olmalıdır.

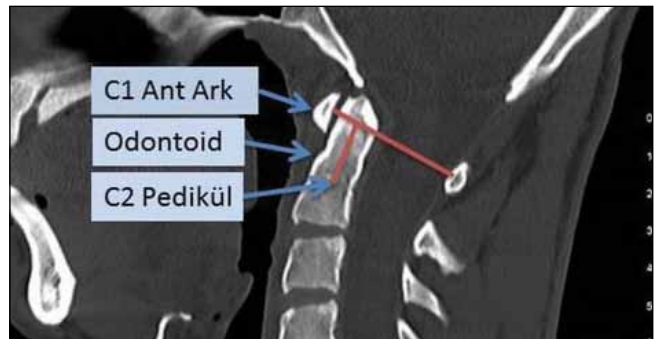
Spence Kuralı: Ön-arka veya ağız açık odontoid grafide C2 üzerinde her iki C1 lateral kitlesinin aşağı sarkma miktarının toplamı 7 mm den fazla ise transvers ligaman muhtemelen yırtıktır.

Ranawat Metodu: Atlasın transvers aksından çizilen çizginin odontoidin vertikal aksı boyunca C2 pedikül merkezinden yukarı doğru çizilen çizgi ile birleştirilmesi sonucu C2 pedikül merkezine C1 transvers aksına olan uzaklığıdır (Şekil 9). Bu mesafenin normal değeri erkeklerde 15 mm kadınlarda 13 mm'dir. Bu mesafenin azalması C2'in sefalik migrasyonu açısından anlamlıdır.

Modifiye Ranawat Hattı: C1 anterior arkın merkezinden C1 posterior ark merkezine çizilen çizgiye C2 vertebra tabanı orta noktasından çıkılan bir çizgi ile hesaplanan mesafedir (Şekil 10). Chandara ve arkadaşları bu mesafenin normal değerinin $29,7 \pm 2,6$ mm olduğunu ve bu değer altında olmasının



Şekil 8: Powers Oranı: Basion ile atlasın posterior arki arasındaki mesafe (BC), opistion ile atlasın anterior arki arasındaki mesafe (AO).



Şekil 9: Ranawat metodu.

baziler invajinasyon lehine yorumlanması gerektiğini rapor etmişlerdir (5).

Redlund-Johnell Metodu: Mc Gregor çizgisi ile C2 vertebra korpusunun kaudal sınırını orta noktası arasındaki mesafedir (Şekil 11). Erkeklerde 34 mm'nin altında kadınlarda 29 mm'nin altında olması patolojik kabul edilir.

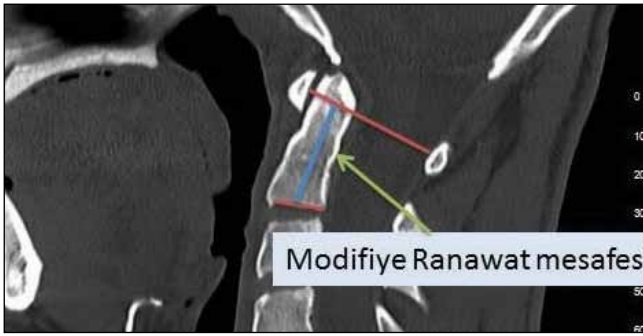
Atlanto-Oksipital Aralık: Sagittal BT kesitlerde oksipital kondil ve C1 lateral kütlelerinin eklem yüzeylerine dik bir çizgi çizilerek hesaplanır (Şekil 12). Atlanto-oksipital aralık iki taraflı ölçülür ve ortalaması alınır. Normal sınırları 0 ile 2 mm arasındır. C1 lateral kitle yüksekliği ve oksipital kondil yüksekliği sagittal BT görüntülerinde süperior artiküler yüzeylerin ve

inferior artiküler yüzeylerin orta noktalarını dik bir şekilde birleştirilmesi ile hesaplanır (Şekil 12). Batista ve arkadaşları oksipital kondil yüksekliğinin 6,6 mm ile 14 mm arasında, C1 lateral kitle yüksekliğinin de 7,9 mm ile 13,1 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir (2).

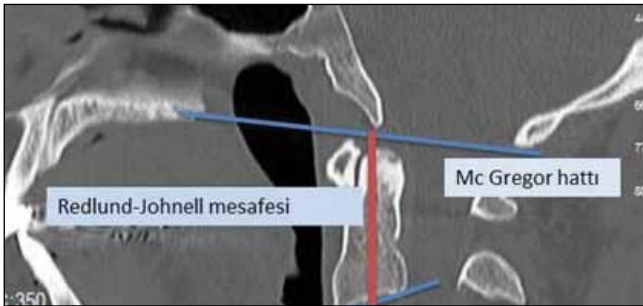
Chandra ve arkadaşları sagittal eklem eğim açısı, koronal eklem eğik açısı ve kranioservikal tilt açısını tarif etmişlerdir (5).

Sagittal C1-C2 Eklem Eğim Açısı: Densin arka sınırından uzun aksına doğru çizilen çizgi ile C2 eklemine süperior yüzeyinden geçen çizgi ile olan açıdır. Chandra ve arkadaşları makalelerinde ilk çizgi midsagittal hatta ikinci çizgi parasagittal hatta olduğu için özel bir teknikle adapte etmişlerdir (Şekil 13). Kontrol grubunda sagittal eğim açısını $87,15 \pm 5,65^\circ$ baziler invajinasyon ve atlanto-aksiyel dislokasyonda $127,1 \pm 22,05^\circ$ olarak bulmuşlardır (5).

Koronal C1-C2 Eklem Eğim Açısı: Chandra ve arkadaşları koronal düzlemde bu açıyı tarif etmişlerdir. Koronal düzlemde C2 ve C3 vertebralarının her ikisinin uncinat çıkıntıları arasında çizilen çizgilerin orta hatlarını birleştiren vertikal bir çizgi çizilir. Çizilen bu çizgi ile C1-C2 eklem yüzeyinin C2'nin üst sınırına paralel çizilen çizgi arasında kalan açıdır (Şekil 14). Kontrol grubunda sagittal eğim açısını $110,3 \pm 4,23^\circ$ baziler invajinasyon ve atlanto-aksiyel dislokasyonda $121,15 \pm 14,6^\circ$ olarak bulmuşlardır (5).



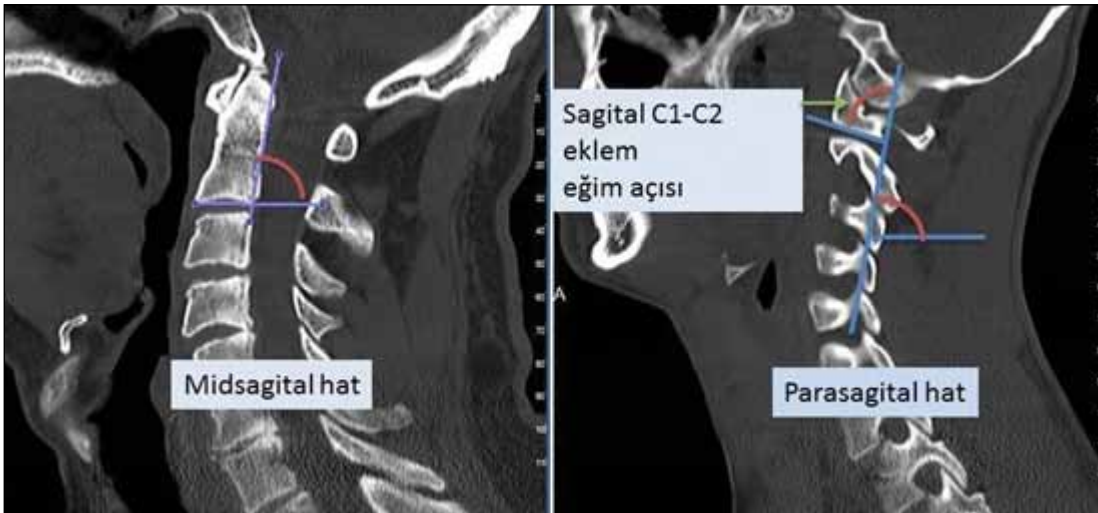
Şekil 10: Modifiye Ranawat hattı.



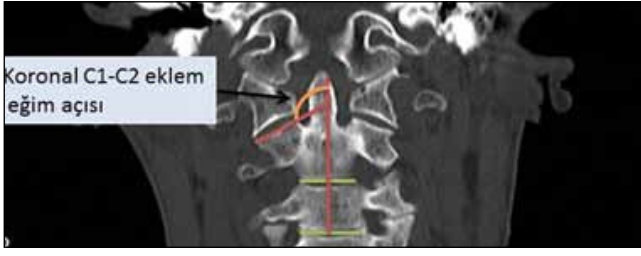
Şekil 11: Redlund-Johnell metodu.



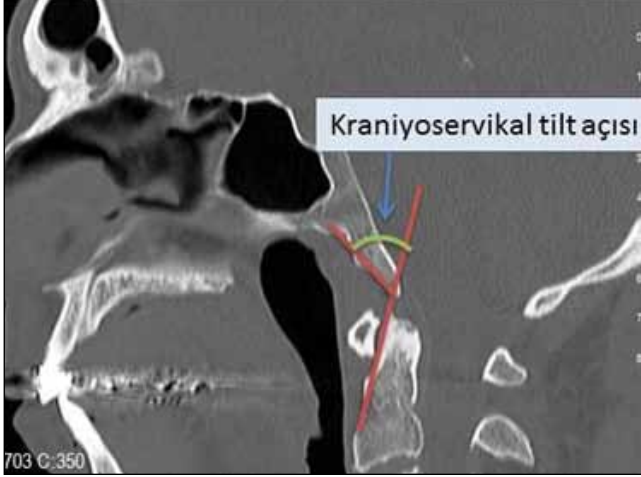
Şekil 12: Atlanto-oksipital Aralık, C1 lateral kitle yüksekliği, Oksipital kondil yüksekliği.



Şekil 13: Sagittal C1-C2 eklem eğim açısı.



Şekil 14: Koronal C1-C2 eklem eğim açısı.



Şekil 15: Kranioservikal tilt açısı.

Kranioservikal Tilt Açısı: Chandra ve arkadaşları kranioservikal tilt açısını odontoid çıkıntının ön yüzünden yukarı doğru çizilen çizginin klivusun ön sınırından çizilen hat arasındaki açı olarak tanımlamışlardır (Şekil 15). Kontrol grubunda sagittal eğim açısını $60,2 \pm 9,2^\circ$ baziler invajinasyon ve atlanto-aksiyel dislokasyonda $84,0 \pm 15,1^\circ$ olarak bulmuşlardır (5).

Menezes makalesinde; pre dental mesafenin 8 yaş altında 5 mm'den 8 yaşın üstündeki hastalarda 3 mm'den büyük olmasını, atlas lateral kitlesinin 6 mm'den fazla ayrılmasını, vertikal klivus odontoid translasyonunun 2 mm'den büyük olmasını, lateral servikal grafide oksipital kondiller ile atlas fasetleri arasında boşluk olmasını, spinal kanal ile foramen magnum arasında anormal ilişkinin bulunması ve anormal kranioservikal hareket dinamiklerini kraniovertebral bileşkede instabilite konfigürasyonları olarak tanımlamıştır (14).

KVB'yi tanısal değerlendirmede anatomik yapıların ve birbirleriyle olan ilişkilerinin bilinmesi son derece önemlidir. Uygun ve sorunsuz cerrahi planlama için girişim öncesi direkt grafi, bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme gibi gerekli tüm tanısal incelemeler dikkatlice yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Ahmed R, Traynelis VC, Menezes AH: Fusions at the craniocervical junction. Childs Nerv Syst 24(10):1209-1224, 2008
2. Batista UC, Joaquim AF, Fernandes YB, Mathias RN, Ghizoni E, Tedeschi H: Computed tomography evaluation of the normal craniocervical junction craniometry in 100 asymptomatic patients. Neurosurg Focus 38(4):E5, 2015
3. Benke M, Yu WD, Peden SC, O'Brien JR: Occipitocervical junction: Imaging, pathology, instrumentation. Am J Orthop (Belle Mead NJ) 40(10):E205-15, 2011
4. Benli K: Temel Nöroşirürji. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 2004: 267-277
5. Chandra PS, Goyal N, Chauhan A, Ansari A, Sharma BS, Garg A: The severity of basilar invagination and atlantoaxial dislocation correlates with sagittal joint inclination, coronal joint inclination, and craniocervical tilt: A description of new indexes for the craniocervical junction. Neurosurgery 10 Suppl 4:621-629; discussion 629-630, 2014
6. Flouty O, Abode-Iyamah K, Ahmed R, Wilson S, Menezes AH: Junctional susceptibility of the pediatric spine: A case report. Childs Nerv Syst 31(5):797-800, 2015
7. Goel A: Is atlantoaxial instability the cause of chiari malformation? Outcome analysis of 65 patients treated by atlantoaxial fixation. J Neurosurg Spine 22(2):116-127, 2015
8. Goel A: Facetal alignment: Basis of an alternative Goel's classification of basilar invagination. J Craniovertebr Junction Spine 5(2):59-64, 2014
9. Greenberg MS: Handbook of Neurosurgery. Oruçkaptan H (çev, ed.), altıncı baskı, Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, 2013:139-143
10. Joaquim AF, Ghizoni E, Tedeschi H, Appenzeller S, Riew KD: Radiological evaluation of cervical spine involvement in rheumatoid arthritis. Neurosurg Focus 38(4):E4, 2015
11. Kim DH, Henn JS, Vaccaro AR, Dickman CA: Surgical Anatomy and Techniques to the Spine. Elsevier Inc. 2006: 3-44
12. Korfalı E, Zileli M, Ziyal İ, Ünlü A: Temel Nöroşirürji. Ankara: Türk Nöroşirürji Derneği Yayınları, 2010:275-292
13. Lee HJ, Hong JT, Kim IS, Kwon JY, Lee SW: Analysis of measurement accuracy for craniocervical junction pathology: Most reliable method for cephalometric analysis. J Korean Neurosurg Soc 54(4):275-279, 2013
14. Menezes AH: Decision making. Childs Nerv Syst 24(10):1147-1153, 2008
15. Rojas CA, Bertozzi JC, Martinez CR, Whitlow J: Reassessment of the craniocervical junction: Normal values on CT. AJNR Am J Neuroradiol 28(9):1819-1823, 2007
16. Roy AK, Miller BA, Holland CM, Fountain AJ Jr, Pradilla G, Ahmad FU: Magnetic resonance imaging of traumatic injury to the craniocervical junction: A case-based review. Neurosurg Focus 38(4):E3, 2015
17. Topuz AK, Şimşek H: Kraniovertebral bileşke anomalilerinin tanı yöntemleri ve tedavi algoritması. Türk Nöroşir Derg 23(2): 150-157, 2013
18. Zileli M, Özer AF: Omurilik ve Omurga Cerrahisi. META Basım ve Matbaacılık Hizmetleri, 2002: 299-356