



Üst ve Alt Servikal Travmalarda Halo Kullanımı; Endikasyonlar ve Sorunlar

Use of Halo in Upper and Lower Cervical Traumas; Indications and Problems

Orkhan ALIZADA, Rahşan KEMERDERE, Mehmet Murat HANCI

İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Yazışma adresi: Mehmet Murat HANCI ✉ murath@istanbul.edu.tr

ÖZ

Halo-vest, servikal hareketi %30 ila %96 oranında azaltarak tüm ortezler içinde en rijid servikal immobilizasyonu sağlar. Kullanımı azalmasına rağmen, halo yetişkinlerde ve çocuklarda servikal omurganın stabilize edilmesinde yararlı bir yöntem olmaya devam etmektedir. Halo-vest sıklıkla uygun endikasyon ile servikal yaralanmaların kesin tedavisi için, omurga deformitesi olan hastada preoperatif azalma ve cerrahi sonrası ek postoperatif stabilizasyon için kullanılabilir. Yaşlılarda solunum sıkıntısı gibi yaşamı tehdit eden yüksek oranda ciddi komplikasyonlar bildirilmiştir. Ancak bu komplikasyonların halo kullanımına bağlı olarak mı geliştiği yoksa hastanın uygulama öncesi de mevcut olan altta yatan hastalıklarının sonucu mu olduğu belirsizdir. Tasarım, malzeme ve uygulama yöntemlerindeki gelişmeler yakın zamanda başlatılmıştır ve yeni tasarımlar geliştirilmiş biyomekanik kararlılığa sahiptir. Ancak bunların en sık görülen iki komplikasyon olan vidanın gevşemesi ve vida giriş bölgesi enfeksiyonu oranını azalttığı görülmektedir. Lokal anatominin değerlendirilmesi, belirlenmiş uygulama kılavuzlarına uyulması ve dikkatli bakım bu problemleri en aza indirmeye yardımcı olur. Gelecekteki çabalar, başarılı halo tedavisi için ideal adayları gösteren yaralanma alt gruplarının ve uygun hasta özelliklerinin daha iyi tanımlanmasına yönelik olabilir. Çağdaş verilerin azlığına rağmen, yakın geçmişte yapılan retrospektif çalışmalar, bazı servikal omurga yaralanmalarının tedavisinde halo fiksasyonu için kabul edilebilir sonuçlar göstermiştir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Halo-vest, Servikal omurga yaralanması, Komplikasyon, Fraktür, Servikal ortez

ABSTRACT

Halo-vest decreases cervical motion by 30% to 96%, providing the most rigid cervical immobilization among all orthoses. Despite decreased use, a halo remains a useful method of stabilizing the cervical spine in adults and children. Halo-vest is most commonly used for definitive treatment of cervical injuries with the appropriate indication, for preoperative reduction in the patient with a spinal deformity, and additional postoperative stabilization after surgery. Highly life-threatening complications such as respiratory distress in the elderly have been reported, but it is unclear whether these complications developed due to halo use or whether they were the result of underlying diseases that existed prior to administration. Improvements in design, materials, and application methods have been instituted recently and new designs have improved biomechanical stability, but these do not appear to reduce the rate of screw loosening and screw entry site infection, the two most common complications. Appreciation of local anatomy, adherence to established application guidelines, and the proper care should minimize pin-related problems. Future efforts may be towards better identification of injury subgroups and appropriate patient characteristics that indicate ideal candidates for successful halo therapy. Despite a paucity of contemporary data, recent retrospective studies have demonstrated acceptable results for halo fixation in managing some cervical spine injuries.

KEYWORDS: Halo-vest, Cervical spine injury, Complication, Fracture, Cervical orthosis

■ GİRİŞ

Servikal omurga yaralanması travma sonrası morbiditenin en önemli nedenlerindedir. Bir bütün olarak değerlendirildiğinde, hastaların %2-15'inde atlas fraktürü saptanırken, aksis fraktürleri tüm hastaların %17-25'ini oluşturmaktadır (30,71). C1-C2 kombine fraktürler ise tüm servikal fraktürlerin %3'ünü oluşturmaktadır (27). Nörolojik defisit nadir görülmekle beraber, bu hastalar uzun süreli yatak istirahati, ortez desteği ve internal cerrahi stabilizasyon dâhil olmak üzere çeşitli şekillerde yönetilebilir.

1933 yılı, Crutchfield'in iskelet traksiyon aletini servikal spinal yaralanmalarda kullanması ile birlikte, modern tedavinin başlangıcı olarak kabul edilmektedir (26). Servikal fraktürlerin yönetiminde o günden bu yana birçok tedavi yöntemi önerilmekle birlikte hâlâ tam bir fikir birliğine varılamamıştır. Konservatif tedavinin temelini rijid servikal ortez, servikotorasik ortez (Minerva) ve halo-vest ile rijid eksternal fiksasyon oluşturmaktadır. Anterior ve posterior yolla internal fiksasyon ise cerrahi tedavi opsiyonları olarak karşımıza çıkmaktadır. Perry ve Nickel'in Güney Kaliforniya'da Rancho Los Amigos hastanesinde halo fiksatörü geliştirmesinden sonra, alçı yelek ile birlikte halonun literatürde ilk kez 1959 yılında tanımlanması, servikal artrodez yapılan poliomyelitli hastaların cerrahi sonrası stabilizasyonu için olmuştur (89). Daha sonraki yıllarda Halo-vest tedavisinin klinik kullanım alanı genişlemiş ve paralizik skolyoz, travmatik instabilite, servikal ve üst torakal bölgenin benzer hastalıklarında kullanılmıştır. James 1960 ve Thompson 1961 yılında servikal yaralanmalarda (fraktür-dislokasyon) acil tedavi olarak, Freeman ise 1961 yılında ankiroz spondilite sekonder gelişen fleksiyon deformitelerinde halo-vest kullanmıştır (37,54,113). Panuska ve Dedolph ise, kompleks fasiyal fraktürlerin tedavisinde ekstraoral traksiyon amacıyla halo ring kullanmışlardır (86).

Servikal spinal immobilizasyon için kullanılan ilk halo gövdeye temas edecek bir alçı dökümü içermekteydi (89). Daha sonra bunun yerini ön ve arka yarı-esnek ve yarım kabuktan oluşan 'standart vest' olarak tabir ettiğimiz plastik yelek almıştır (34,69). Plastik yelek, hastanın hareketini daha da kolaylaştıracak şekilde değiştirilerek sadece göğüs kafesini çevreleyen yelek şeklini almıştır. Halo-vest olarak adlandırılan bu modelin son şekli daha rijid bir immobilizasyon-denge sağlaması, uygulamanın kolay olması, hastanede yatış gerektirmemesi ve hastanın erken dönemde mobilizasyonuna olanak sağlaması gibi birçok avantajlara sahiptir. Tüm bu avantajlar halo-vest tedavisini kısa sürede popüler yapmış ve servikal spinal yaralanmalarda uygulanmakta olan diğer konservatif tedavilere tercih edilmesini sağlamıştır. Bununla birlikte halo-vest uygulamasının da uygun hasta ve doğru endikasyon konulmadığı zaman ciddi komplikasyonlara neden olduğu unutulmamalıdır.

■ HALO ve DİĞER KORSELERİN KARŞILAŞTIRILMASI

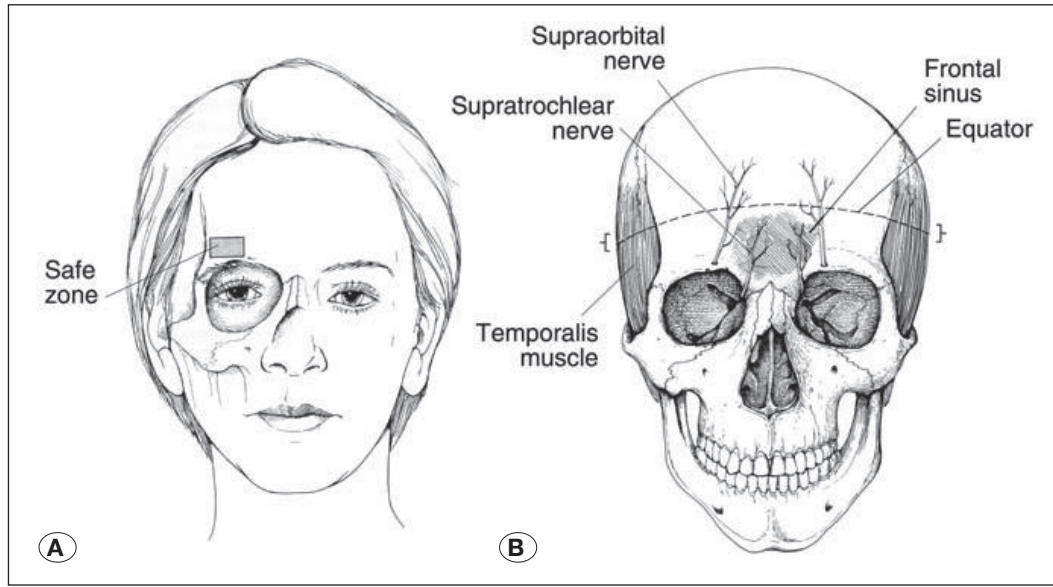
Johnson ve ark. yaptıkları çalışmada, halo fiksatörün normal sagittal hareketin sadece %4'üne izin verirken, servikotorasik

korse %13'üne, dört çubuklu (four-post) korse %21'ine ve yumuşak boyunluğun ise normal sagittal hareketin %74'üne izin verdiğini gösterdiler. Halo normal rotasyonun sadece %1'ine ve yana eğilme hareketinin %4'üne izin vermektedir (55). Richter ve ark. kadavra omurgasında simüle edilen odontoid fraktür yönetiminde halo ve diğer boyunlukların karşılaştırmalı çalışmasını yaptılar ve halo-vest'in tüm düzlemlerde Miami J boyunluk (Össur, Paulsboro, NJ), Minerva boyunluk ve yumuşak boyunluğa kıyasla hareketi kısıtlamada çok daha üstün olduğunu buldular (95). Literatürdeki birçok çalışma halo fiksatörün yarattığı immobilizasyonun diğer yöntemlerden çok daha üstün olduğunu belirtse de, Benzel ve ark. halo vest ile sabitlenen instabil fraktürlerde fleksiyon-ekstansiyon hareketinin Minerva boyunluğa nazaran daha fazla olduğunu bulmuşlar. Yazarlara göre bu boyun kaslarının, başın rijid fiksasyonuna karşı fleksiyon-ekstansiyon girişimine karşın omurgayı öne veya arkaya çektiği 'snaking phenomenon' olarak adlandırılan durumun sonucudur (8).

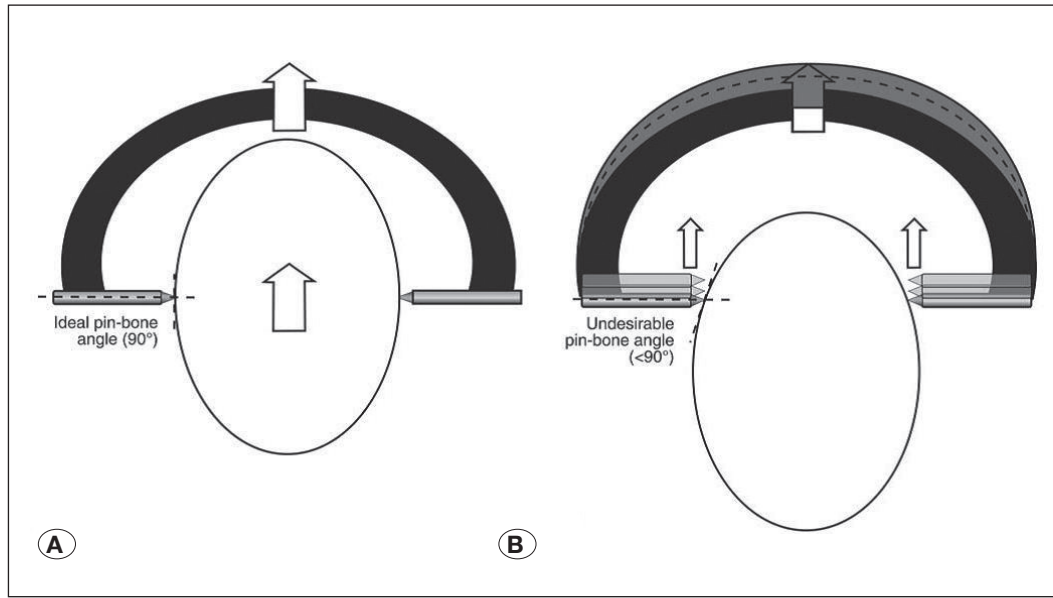
■ HALO RİNGİN YERLEŞTİRİLMESİ

Halo ringi hastanın başına uygun boyutta seçilmelidir. Halo sistemlerin çoğu farklı boyutta ring içermektedir (küçük, orta, büyük). Ring ciltten > 1 cm uzakta olmamalı ve herhangi bir noktada cilde veya kulaklara temas etmemelidir. Çok büyük bir ring kullanılırsa, vidalar kafatasına ulaşmayabilir ve böylece gerekli stabilizasyon sağlanamayabilir. İdeal halo ring pozisyonunu elde etmek için, öndeki vida yörüngeleri güvenli bölgeye, kaşların yaklaşık 1 cm yukarısına ve pinna'nın hemen üstüne ve kafatasının ekvatorun'a (hatt-ı istiva) veya altına doğru yönlendirilmelidir. Güvenli bölge, kaşın lateral sınırının üzerindeki 1 cm'lik kemik genişliğidir (Şekil 1A, B). Vidanın daha fazla lateralde yerleştirilmesi ince temporal kemiğin penetrasyonu riskini artırırken, daha medial konumlandırma, supraorbital ve supratroklear sinirlerin zarar görmesine neden olur. Ringin ekvatorun altına yerleştirilmesi, vidanın kafatası kemiğine biyomekanik olarak arzu edilen 90°'lik bir açı ile kenetlenmesini sağlar. Arka vidalar için güvenli bölge, vida konumuna daha az kısıtlama getirerek ön vidanın yerine kıyasla önemli ölçüde daha geniştir. İdeal olarak, ring kafanın transvers düzlemine paralel olmalıdır (Şekil 2A, B). Ringin hiçbir kısmı kulağın pinna'sına temas etmemelidir çünkü hafif basınç bile yumuşak doku nekrozuna yol açabilir. Yetişkin hastada vidalar 6 ila 8 libre'ye (lb) eşit bir tork ile sıkılır. Ring yerleştirildikten 24-48 saat sonra tekrar vidaların sıkılması önem arz etmektedir.

Vertullo ve ark. uygulamadan 24 saat ve 1 hafta sonra tekrar sıkımayı içeren bir protokol ile çok düşük oranda vida giriş bölgesi enfeksiyonu ve vida gevşeme oranı (sırasıyla %1.1 ve %3.7) bulmuşlardır (115). Vidaları ve halo pozisyonunu kontrol etmek ve vidaları 2 ila 3 lb ile yeniden sıkılamak için ayaktan takip muayeneleri, ilk zaman aralığında, iyi uyum gösteren hastalarda ve 14 gün boyunca düzenli bir şekilde haftalık olarak gerçekleştirilmelidir. Radyografi ile kontrol 4 ve 10 hafta sonra yapılırken, bilgisayarlı tomografi (BT) taramaları, 6 ve 12 hafta sonra ve fraktürün tamamen iyileşmediği durumlarda daha sonraki zaman aralıklarında (16 ve 20 hafta sonra) yapılmalıdır. Kemik konsolidasyonu sağlandıysa veya beklenen stabilite gerçekleştiyse halo-vest çıkarılabilir ve 2 hafta boyunca sert



Şekil 1: A) Ön vidanın yerleştirilmesi için güvenli bölge, orbitanın (kaş) lateral üçte birinin hemen üstünde yaklaşık 1 cm'lik bir bölge **B)** Güvenli bölgenin bilinmesi, ince temporal kemik içinde (temporalis kasının derinliklerinde) vidanın çok fazla lateral olarak yerleşimini önler. Ek olarak, supraorbital sinir, supratroklear sinir ve frontal sinüs dahil medial yapıların yaralanmasını önler (12).



Şekil 2: A) Vidanın kafatasına olan ideal açısı 90°'dir. Bu, vidayı ve ringi kafanın ekvatoruna (hatt-ı istiva) veya yakınına yerleştirerek sağlanır. Oklar, ring üzerindeki kuvvetin kafatasına tamamen aktarıldığını göstermektedir. **B)** Vidayı ve ringi daha yükseğe yerleştirmek, kemik ile istenmeyen bir açıda birleşmesini sağlar ve bu da vidanın daha kolay yerinden çıkmasına neden olabilir. Bu senaryoda, ring üzerindeki kuvvet (büyük ok) kafatasına (küçük oklar) tam olarak aktarılmaz (11).

bir servikal boyunluk ile tedavi süreci tamamlanır. Hastalara uzun süreli immobilizasyon durumunda boyun kaslarını kuvvetlendirmek için fizyoterapi başvurusu önerilmektedir.

■ HALO-VEST BAKIMI

Vida giriş bölgeleri kızarıklık, pürülan drenaj ve gittikçe artan ağrı gibi enfeksiyon belirtileri açısından günlük olarak incelenmelidir. Vidalar için bakım yöntemleri, sadece gözlemden günlük olarak tuzlu su (salin), peroksit veya dezenfektan solüsyonu ile temizlemeye kadar değişmektedir. Vida bakımının komplikasyonlar üzerindeki etkinliğini değerlendiren veri mevcut değildir (39). Literatürde yazarlar kendi tecrübelerinden yola çıkarak belli protokoller oluşturmuşlardır. Bazı yazarlar vida bölgelerinin drenajını artırma eğiliminde olduğu için agresif vida temizlemesinden kaçınılmalıdır görüşünü savunurken,

diğerleri pıhtıları temizlemek ve vidaların etrafından drenaja izin vermek için peroksit ve salin ile günlük temizlemenin dahil olduğu eksternal fiksator vidaları için geliştirilen protokollerini kullanır. Yeleğin altındaki cilt periyodik olarak kontrol edilerek, yiyecek parçacıkları ve diğer debris materyali deriden uzak tutulmalıdır. Eğer yelek astarı nemlenir veya ıslanırsa yenisi ile değiştirilmelidir (11).

■ ENDİKASYON ve SONUÇLAR

Halo fiksator, dizilim ve redüksiyon sağlandığında tek taraflı faset dislokasyonu, nörolojik defisite neden olmayan stabil burst fraktürü, çok seviyeli servikal fraktür, fleksiyon-kompresyon hasarı ve bazı hiperekstansiyon yaralanmalarında başarılı bir şekilde kullanılabilir (102).

Halo-vest ile fiksasyon tedavisi için endikasyonları oluşturan durumlar; stabil atlas burst fraktürü (Jefferson fraktürü), Effendi sınıflandırmasına göre Tip II Hangman fraktürü, Anderson ve D'Alonzo'ya göre Tip I ve III odontoid fraktürler, Tip II odontoid fraktürler (eğer hasta cerrahi için uygun aday değilse), C2 parçalı fraktür ve C1-2 fraktürlerinin çeşitli kombinasyonlarıdır (117). Kapsamlı literatür taraması yapıldığında %67 ila %100 arasında iyileşme oranları bildirilirken, halo-vest ile immobilizasyona rağmen hastaların %33'de fraktürde kaynama görülmemiştir (117). Yapılan bir çalışmada, teardrop (gözyaşı damlası) fleksiyon-kompresyon fraktürünün halo-vest ile tedavisinin, anterior servikal füzyona oranla klinik sonuçlarının aynı ancak radyografik olarak omurga dizilimine yönelik sonuçlarının cerrahi operasyonla daha iyi olduğu bildirilmiştir (35). Genel olarak, bilateral faset dislokasyonu ve instabil burst fraktürünün kesin tedavisi için halo fiksasyonu önerilmemektedir.

Cooper ve ark. halo-vest ile tedavi ettikleri servikal spinal yaralanması veya subluksasyonu olan 33 hastanın klinik sonuçlarını yayınladıkları makalede bu tedavinin Hangman fraktürleri, odontoid fraktürleri ve subluksasyon durumlarında başarı oranının %85 olduğunu bildirmişlerdir (23). Sears ve Fazl ise halo-vest uyguladıkları 173 hastanın sonuçlarına istinaden, faset eklemi dislokasyonu olan hastalarda halo-vest ile tedavide başarı oranının %44 olduğunu, dislokasyonu olmayanlarda ise bu oranın %75 olduğunu bildirmişlerdir (102). Diğer bir klinik çalışmada servikal travmaya maruz kalan 109 hastaya halo-vest uygulanmış ve sonuçlarının oldukça başarılı olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada C1-2 yaralanması olanların %6'sında, C3-T7 yaralanmalı hastaların ise %22'sinde halo-vest tedavisinde başarısızlık saptanmış ve bu başarısızlığın en büyük nedeninin faset kilitlenmesi olduğu vurgulanmıştır. Sonuç olarak faset kilitlenmesinin başlı başına cerrahi endikasyon teşkil ettiğini bildirmişlerdir (18). Vieweg ve Schultheiss, C1 arkus fraktürleri için %83, izole tip II odontoid fraktürler için %85, konkominant yaralanmaları olan odontoid fraktürler için %67, tip III odontoid fraktürler için %97 ve C2 hangman fraktürü için %90 ila %99 iyileşme oranı bildirmişlerdir (117). Romanelli ve ark. subaksiyel servikal yaralanması olan 87 hastanın geriye dönük olarak değerlendirmesini yapmış, faset subluksasyonu ile evre 4-5 fleksiyon-kompresyon yaralanması olan hastalarda halo tedavisinin başarısızlık riskinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir (96).

Atlas Fraktürleri

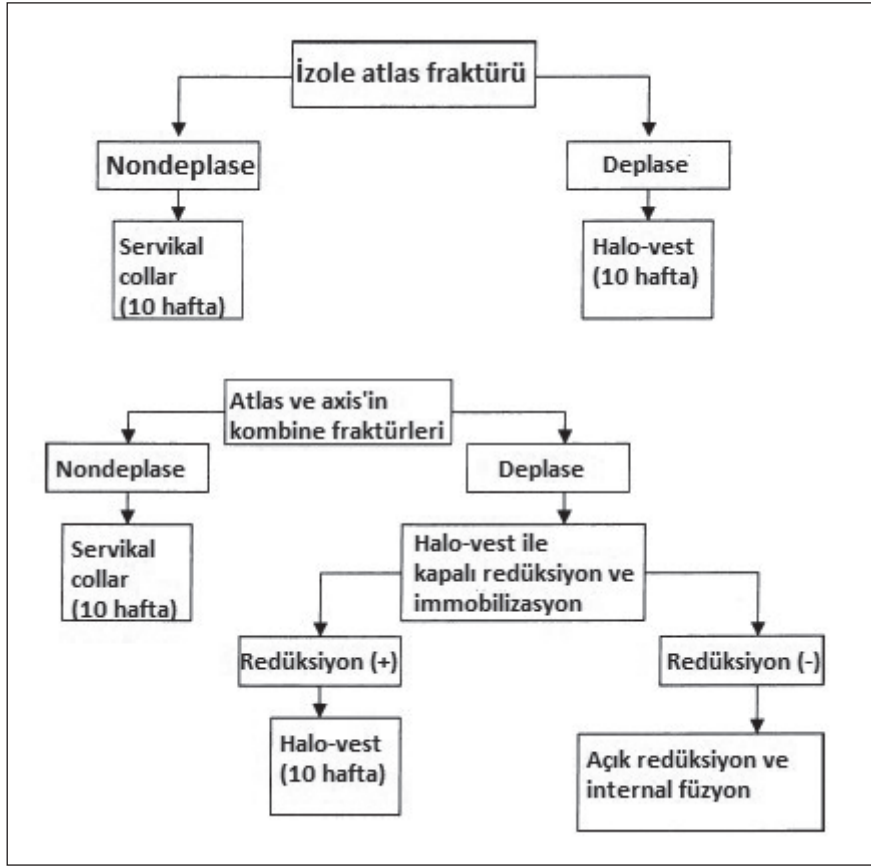
Atlas fraktürleri, atlantoaksiyal kompleksin tüm yaralanmalarının yaklaşık %26'sını, servikal omurgadaki tüm yaralanmaların ise yaklaşık %5,5-10'unu temsil eder (48,66). Atlasın anterior ve posterior ark fraktürleri ve transvers ligamanın rüptürü lateral mass'ın yumuşamasına ve sonuç olarak ayrılmasına neden olur. Bu ring fraktürü veya Jefferson fraktürü olarak adlandırılır (46,63). Eğer eşzamanlı nörolojik defisit yoksa, bu tip kırıklar sadece konservatif yöntem ile tedavi edilebilir. Spence kuralına göre eğer C1 lateral massın C2 lateral mass üzerinde lateral yer değiştirmesi 6,9 mm'den fazla ise transvers ligamanın rüptüre olduğu anlamına gelir (63). Vieweg ve Schultheiss yaptıkları çalışmada Jefferson fraktürü olan hastalarda halo-vest ile %79 oranında iyileşme sağlandığını ve sekonder instabilite

gelişmediğini bildirmişlerdir (117). Tedavinin başarısızlığında özellikle psödoartrozun temel rol oynadığı belirtilmiştir. Tek taraflı ark fraktürü stabil kabul edildiği için bu hastaların tedavisinde boyunluk ile etkili sonuçlar elde edilmektedir. İzole atlas fraktürü olan hastalarda halo-vest ile çok güzel sonuçlar elde edilse de politravmatize hastaların akut fazında veya halo uygulanmasının mümkün olmadığı durumlarda, örneğin yaşlı, birden fazla komorbiditesi olan ve kooperasyon kurulamayan hastalarda alternatif olarak Philadelphia boyunluk da tercih edilebilmektedir. Diğer yaralanmalarla birlikte görülse bile Jefferson fraktürlerinde tamamen iyileşme mümkündür. Kombine yaralanmalarda tedavinin başarısızlığı, eşlik eden sekonder yaralanmanın varlığı ile ve genellikle iyileşmeyen odontoid fraktürlerle ilgilidir. C1/C2 kombine yaralanması olan hastalar iki aşamada değerlendirilmelidir; önce ring fraktürüne yönelik halo-vest ile iyileşme sağlanmalı, ikinci aşamada ise eğer iyileşme sağlanamadıysa odontoid fraktür için füzyon cerrahisi planlanmalıdır (90). Atlas fraktüründe tedavi algoritması Şekil 3'de gösterilmiştir.

Halo-vest tedavisinin üst servikal bölgelerde başarı oranı yüksektir. Bazı yazarlar erken cerrahi önermekteyken (4,46,74), diğer yazarlar ise yaş, fraktür sonrası deplase olmuş parçanın yönü ve deplase olma derecesi göz önüne alındıktan sonra cerrahi tedavinin uygulanması gerektiğini ve halo-vest tedavisinin uygulanacak cerrahiye kadar zaman kazanılmasında gerekli olduğunu savunmaktadırlar (50,61,77). Kliniğimizde yapılan çalışmada dens fraktürü olan 14 hastanın 12'si sadece halo-vest ile tedavi edilirken, diğer 2 hastaya önce halo-vest takılmış ve sonra cerrahi uygulanarak başarılı olunmuştur. Bu sonuç literatürde bildirilen başarı oranları içinde en yüksek oranlardan biridir, dolayısıyla dens fraktürlerinde halo-vest tedavisinin başarı oranının yüksek olduğunu ve primer tedavi yöntemi olarak tercih edilebileceğini söyleyebiliriz (111).

Aksis Fraktürleri

Literatür tip I ve tip III odontoid fraktürlerin konservatif yöntemler kullanılarak iyi tedavi edilebileceği yönünde (4,107) olsa da tip II fraktürler için ortak mutabakat mevcut değildir. Son yıllarda bu yaralanmaların tedavisinde primer olarak cerrahinin seçilmesine olan eğilim artmıştır. Çünkü doğrudan anterior vida fiksasyon tekniği yüksek füzyon oranları ve servikal omurga fonksiyonunda cesaret verici sonuçlar gösterdiğinden, hem cerrahlar hem de hastalar tarafından tercih edilmektedir (1,10,13). Bununla birlikte, cerrahi olmayan tedavi stratejileri hâlâ Tip II odontoid fraktürlerin tedavisinde pratik bir yöntem olarak kabul edilmektedir (5,42,104). Bazı yazarlar, özellikle önemli komorbiditesi olan hastalarda, bu fraktürler için tercih edilen bir tedavi seçeneği olarak halo-vest ile immobilizasyonu tercih etmektedir (5,68,73,99,101). Cerrahi tedavi ile kıyaslandığında, uzun dönemde kemik füzyonu ve fonksiyonel sonuçlarda daha düşük morbidite ve mortalite oranları elde edildiğini vurgulamışlardır (5,62,117). Tip II odontoid fraktürlerinin iyileşme oranları yapılan çalışmalarda büyük ölçüde değişmektedir (3,4,6,19). Bazı yazarlar %70 ila 90 arasında kabul edilebilir füzyon oranları elde ederken, diğerleri belirgin şekilde daha kötü sonuçlar yaşamış ve %50'den daha düşük füzyon oranları sunmuşlardır (117,57,64,114). Anderson ve D'Alonzo olgularının %74'ünde tam iyileşme olduğunu bildirirken, Althoff ve



Şekil 3: Atlas fraktürlerinin tedavi algoritması (63).

Bardholm'un 1979 yılında yayınladıkları yazıda ise iyileşme oranı %69 olarak bildirilmiştir (3,4). Platzer ve ark. ise halo-vest immobilizasyon ile %84 füzyon oranı elde edilebileceğini belirtmişlerdir (91). Genel olarak, sadece halo-vest kullanımıyla ilgili kötü sonuçlar dolayısıyla erken ameliyat öneren Wolter ve Reimann tarafından reddedilmiştir. Başarısızlık nedenlerinin, fraktürlerin küçük yüzey alanının olması, fraktür fragmanlarının dislokasyonu, rotasyonu ve/veya gerilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde ayrıca odontoidin kanlanması da başarısızlık oranının artmasında etkisi olduğunu bildiren ve öte yandan odontoidin büyük vasküler ağ ile etkili olarak beslendiğini bildiren aksi yönde yayınlar da mevcuttur (4,98,119).

Schatzker ve ark. halo-vest ile istenilen sonuçlar elde edilememesini gösteren dört prognostik faktör tanımlamışlardır: odontoidde oluşan sklerozun kusurlu olması, her iki fragmanın rezorpsiyonu, kortikal sürekliliğin olmaması, fleksiyon/ekstansiyon graflerinde gösterilen fragmanların hareketi (98).

Vieweg ve Schulthesis ise 177 izole tip II odontoid fraktürü olan hastada konservatif tedavi ile %85 iyileşme oranı elde etmişler ve bu sonuca göre nörolojik defisiti olan veya ileri yaştaki hastalar için konservatif tedavinin kontrendikasyon oluşturmadığı sonucuna varmışlardır (117). Cerrahi yaklaşımın ise anesteziyi tolere edebilecek ve/veya Philadelphia boyunluk ile bakımı mümkün olan multi-morbid hastalar için uygun olduğu düşünülmektedir. Vieweg ve Schulthesis'e göre Tip II odontoid fraktürler için halo-vest ile immobilizasyon sonrası %85 başarı oranı kesinlikle optimal kabul edilmemelidir. Has-

taların yarısından fazlasında solid kemik füzyonu olmamasına rağmen, halo fiksasyonu bir dereceye kadar fibröz birleşme gerçekleştiği için hastalar semptomsuz ve servikal omurgada herhangi bir rezidüel instabilite göstermemişlerdir dolayısıyla ilave cerrahi girişime gerek duyulmamıştır.

Fraktür iyileşmesinin başarılı olduğu durumlara istinaden, bir dizi rapor odontoid fraktürlerin kaynamaması için potansiyel risk faktörlerini numaralandırmıştır. Hastaların yaşı, fraktür yer değişiminin derecesi ve yönü, tedavide gecikme ve nörolojik defisitlerin varlığı gibi faktörlerin kemik füzyonunun sonucunu etkilediği bildirilmiştir (22,60,81,101,109,117). Bazı yazarlar ileri yaşı kaynamama ile en ilişkili risk faktörü olarak değerlendirmiştir (9,64,88,101). Lennarson ve ark. Tip II odontoid fraktürü olan bir dizi hastayı analiz etmiş, 50 yaş ve üzerindeki hastaların, 50 yaşın altındaki hastalara göre halo immobilizasyon başarısızlığına 21 kat daha fazla eğilimli olduğunu tespit etmişlerdir (64).

Literatürdeki diğer yazılar özellikle fraktür deplasmanının iyileşme oranına olan etkisini vurgulamışlardır (22,101,60). Halo immobilizasyondan sonra Tip II odontoid fraktürlerin kaynamaması için risk faktörü olarak fraktür boşluğunun 5 mm'den fazla olması ve posteriora deplasman gösterilmiştir (22,42,47,60).

Koivikko ve ark. yaptıkları çalışmada, psödoartrozlu hastaların başarılı fraktür iyileşmesi olan hastalardan istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yaşlı olduğunu ve deplase olan odontoid

fraktürlerde kaynamamanın daha sık olduğunu saptamıştır. Tedavide 3 günden fazla olan gecikme ve redüksiyonda sekonder kayıp görülmesi de fraktür iyileşmesinin sonucunu etkileyebilir, çünkü bu faktörlerin kombinasyonu halo immobilizasyonundaki başarısızlık riskini de artırır (60).

Platzer ve ark. tip II odontoid fraktürlerin halo-vest ile tedavisine yönelik çalışmalarında, %17'lik morbidite oranı saptamışlardır. Ancak bu oran hastaların çoğunda (%76) önceden var olan sistemik hastalıklara veya ilişkili ciddi yaralanmalara atfedilebilir. Halo kullanımı sonrası görülen komplikasyon oranı artsa da bir yıl sonra bu hastaların büyük çoğunluğu yaralanma öncesi aktivite seviyesine ulaşmış ve tamamen ağrısız döneme girmişlerdir. Smiley-Webster skalasına göre, hastaların büyük çoğunluğunun sonuçları halo-vest tedavisinden sonra tatmin edici klinik sonuçları gösteren "mükemmel" ile "iyi" arasında derecelendirilmiştir (91).

Halo-vest, geniş fraktür alanının bir sonucu olarak %97 iyileşme oranı ile odontoid tip III fraktörü olan hastalar için tercih edilen tedavi yöntemi olarak görülmelidir (22,45,46,88). Tip I odontoid fraktürlerinin halo-vest ile tedavisi için yeterli gerekçe olmadığını savunan Vieweg ve Schulthesis, 2-4 hafta boyunca sert veya yumuşak boyunluk ile dinlenmek gerektiğini bildirmişlerdir (117).

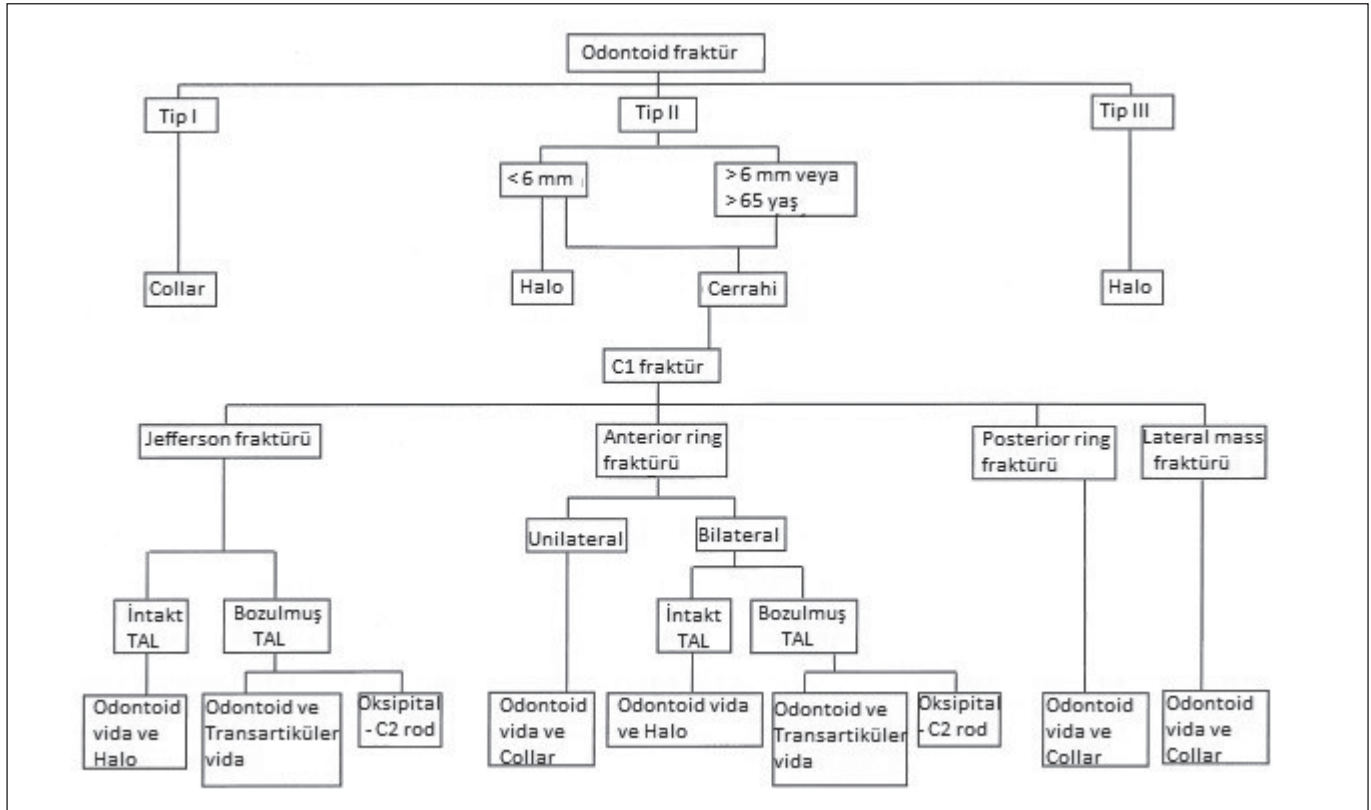
Literatürde halo-vest ile tedavide başarısızlığı vurgulayan çeşitli çalışmalar mevcuttur. Ancak artan deneyim, teşhis koyma konusundaki gelişmeler, yelek yapımının düzeltilmiş

olması, bakım takibinin iyi koordine edilmesi ve uygun olmayan hastaların ekarte edilmesi (6 mm'den fazla dislokasyon, eski fraktürler, kombine yaralanmalar ve seçilmiş yaşlı hastalar) ile istenilen sonuçların elde edilmesi ulaşılabilir hedef haline gelmektedir. Kompleks C1-2 fraktürler için Guiot ve Fessler tedavi algoritması oluşturmuştur (Şekil 4) (44).

Hangman ve Subaksiyel Servikal Vertebra Fraktürleri

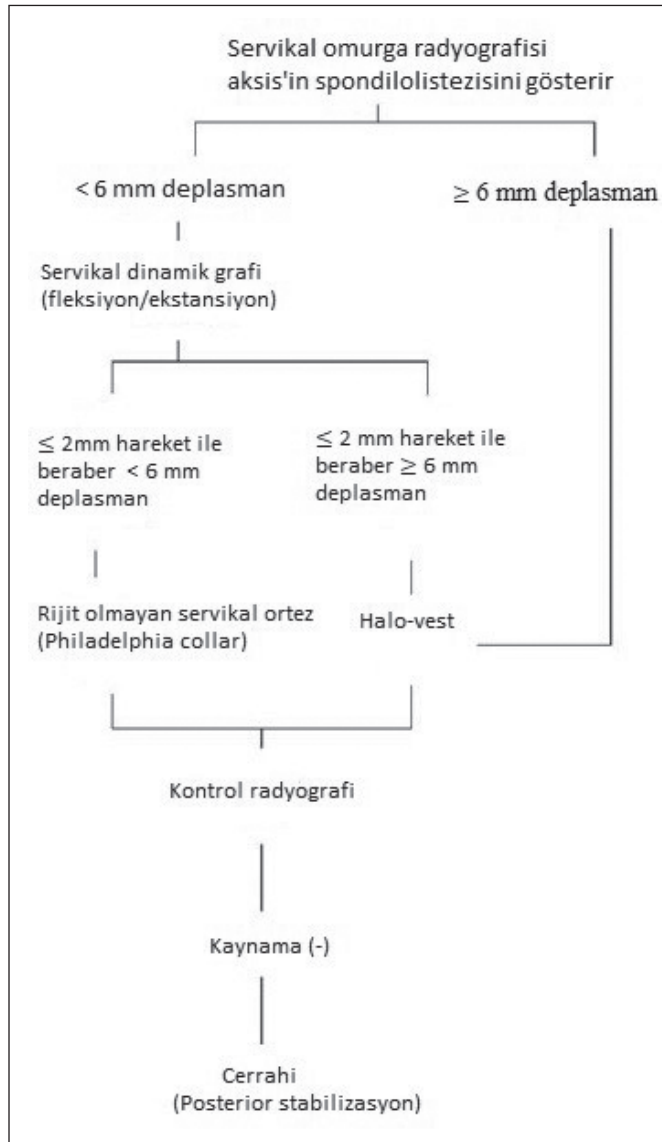
Literatürde C2-3 subluksasyonlarda anterior servikal füzyonu savunanlar olmasına karşın bir çok klinik çalışma, Hangman fraktürlerinin halo-vest ile iyi bir şekilde tedavi edildiğini göstermektedir (23,102,18). Hangman fraktürlerinin halo-vest ile tedavisinde çok başarılı sonuçlar elde edildiği serimize istinaden söylenebilir (111). Ayrıca hem Seljeskog ve Chou izole Hangman fraktürü olan hasta serilerinde halo-vest tedavisi sonuçlarının çok başarılı olduğunu, hem de Brashear ve ark. da bu tip fraktürlerde cerrahi girişime çok az gereksinim olduğunu belirtmişlerdir (15,103). Vieweg ve Schulthesis serilerinde Hangman fraktürü olan hastaların halo-vest ile tedavisi ile %99 başarı oranı elde etmişler ve bunun temel nedeninin genel olarak, fraktürün nispeten geniş alana sahip olmasının bir sonucu olduğunu ve herhangi bir sorun olmadan tamamen iyileşme sağlandığını bildirmişlerdir (117).

Coric ve ark. aksis'in travmatik spondilolistezisi için oluşturdukları fluksogram'a göre, hastaların büyük çoğunluğu rijid olmayan immobilizasyon (Philadelphia collar) ile tedavi edilebilir (Şekil 5) (24).



Şekil 4: Odontoid fraktür nispetinde kompleks (C1-2) fraktür tedavi algoritması.

TAL= transvers atlantal ligaman (44).



Şekil 5: Aksis'in travmatik spondilolistezisi için tedavi algoritmasını gösteren fluksogram (24).

Grady ve ark. da Hangman fraktürlerinin servikal boyunluk (Philadelphia) ile başarılı bir şekilde immobilize edilebileceğini bildirseler de (41), bizim tecrübelerimize göre üst servikal bölge fraktürlerinde bu ve buna benzer immobilizasyon aletlerinin kullanımı yüksek risk taşıdığından sadece kooperasyon kurulamayan hastalarda kullanılmasının uygun olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak, Effendi tip I ve tip II fraktürler için halo-vest güvenle kullanılabilir, yumuşak veya kısmi sert boyunluk ise en azından stabil tip I fraktürler için alternatif tedavi yöntemi olarak tercih edilebilmektedir (41,58,67,88). Cerrahi ise konservatif tedavinin başarısız olduğu durumlarda ve diskoligamenter instabilitesi olan Effendi tip II fraktürlerde tercih edilmektedir (38,67).

O'Brien yaptığı çalışmada tek ve/veya çift taraflı faset kilitlenmesi olan hastalarda ciddi ligaman yaralanmaları

olduğunu belirtirken (84), Sonntag, Braakman ve Vincken bu tip yaralanmalarda vakit kaybetmeden erken cerrahi yapılması gerektiğini vurgulamışlardır (14,108).

Kliniğimizde yapılan çalışmada ise alt servikal bölge yaralanması nedeni ile halo-vest uygulanan 19 hastanın ikisinde bilateral faset kilitlenmesi (C5-6) olduğundan cerrahi düşünülerek, yaralanan segmentin stabilizasyonunu sağlamak amacıyla önce halo-vest takılmış, akabinde bu hastalara cerrahi tedavi uygulanmıştır (111).

■ KONTRENDİKASYONLAR

Halo fiksasyonu için mutlak kontrendikasyonlar arasında kraniyal fraktür veya kemik kaybı, sepsis veya ciddi yumuşak doku yaralanması bulunur. Eğer hastanın intrakraniyal tedavisi için büyük olasılıkla kraniyotomi gerektiren işlem uygulanacaksa (örn. subdural hematoma) halo fiksasyonu için ideal bir aday olmayabilir. Rölatif kontrendikasyonlar arasında ciddi göğüs travması (örn. pulmoner kontüzyon, pnömotoraks, penetran göğüs yaralanması), obezite ve yeleğin göğüze fit şekilde kullanımına izin vermeyen fiçi göğüs deformitesi bulunur. Yapılan çalışmalarda halo fiksatörü olan hastalarda entübasyonun da ciddi zorluk teşkil ettiği vurgulanmıştır. Bu nedenle, entübasyon veya yeniden entübasyonun gerekli olduğu hasta grubunda alternatif stabilizasyon yöntemleri düşünülmelidir (106). Yaşlı hastalarda halo kullanımı tartışmalıdır. Yüksek komplikasyon oranları nedeniyle, ileri yaş (≥ 65 yaş) birçok kişi tarafından halo tedavisi için bir kontrendikasyon olarak kabul edilir. Son çalışmalar 79 yaş ve üstü hastalarda %21 gibi kabul edilemez derecede yüksek mortalite oranı olduğunu göstermektedir (75). Omurilik yaralanması olan hastada halo fiksasyonu problemli olabilir. Göğüs ve sırt üzerinde koruyucu his kaybı erken cilt bozulmasına neden olabilir. Göğüs duvarı genişlemesinin kısıtlanması, sekonder solunum kaslarının zayıfladığı hastalarda (paralitik interkostal vs) pulmoner komplikasyonlara yol açabilir.

■ ÖZELLİKLİ DURUMLAR

Pediyatrik Hastalar

Pediyatrik spinal yaralanmalar tüm spinal yaralanma olgularının %1 ila 10'unu oluşturur (2,31,85,94). Bu yaş grubunda, tüm vertebral yaralanmaların %60 ila 80'i servikal omurgayı içerir ve tüm pediyatrik yaş gruplarında omurilik en sık servikal düzeyde yaralanır (20,21,92). Yaralanma seviyesi ile ilgili olarak, üst servikal omurga (C4 üzeri) en çok 8 yaş ve altındaki çocuklarda yaralanırken, daha büyük çocuklar çoğunlukla alt servikal omurgada yaralanma eğilimindedir (32,49).

Literatürde bildirilen çoklu seviye spinal yaralanma sıklığı çocuklarda %7 ila 22 arasında değişmektedir (17,120). Dogan ve ark. yaptıkları çalışmada ilginç şekilde 8 yaş ve üzeri çocukların cerrahi ile, daha küçük çocukların ise konservatif yöntemlerle tedavi edildiğini bildirmişlerdir (32). Tedavi seçeneğine karar verirken, hastanın yaşı, yaralanmanın seviyesi ve şiddeti, eşlik eden nörolojik problemler ve eşlik eden yaralanmalar önem arz etmektedir (93). Nörolojik defisiti olan hastalara mutlaka MR görüntüleme yapılmalı ve ekstradural hematoma veya travmatik disk hernisi ekarte edilmelidir (85).

Literatürde infantlar dahil çeşitli yaş grupları için halo-vest'in güvenle kullanılabilirdiği çeşitli yazarlar tarafından vurgulanmıştır. Dogan ve ark. 10 aylık infant dahil hastaların %64'ünde herhangi bir komplikasyon gelişmeksizin halo-vest ile immobilizasyon sağlamışlardır (32). Mubarek ve ark. 7,16 ve 24 aylık üç infantda 2 ila 3,5 ay boyunca halo-vest kullandıklarını belirtirken, Marks ve ark. ise yaşları 3 ay ile 12 arasında değişen 8 çocukta 6 hafta ile 12 ay gibi uzun süre boyunca immobilizasyon sağladıklarını bildirmişlerdir (76,80). Osenbach ve Menezes de halo vest ile olağanüstü immobilizasyon sağladıklarını ve çocuklarda servikal yaralanmada bu yöntemin güvenle kullanılabileceğini bildirmişlerdir (85).

Halo-vest ile redüksiyonun sağlanamadığı kalıcı instabilite varlığında, faset ve ligaman hasarında, 150'den daha fazla kifotik deformitenin varlığında, ileri derecede vertebra korpus fraktürü, vertebral deplasmanın olması, ilerleyici nörolojik defisitini eşlik ettiği spinal kord kompresyonu mevcut ise mutlaka cerrahi müdahale yapılmalıdır (56). Ekstradural hematoma ve travmaya sekonder herniye disk özellikle inkomplet omurilik yaralanması olanlarda acil cerrahi girişim endikasyonlarıdır (85).

Hem anterior hem de posterior yaklaşım ile solid füzyon ve başarılı omurga dizilimi elde edilebilmekte ve bu işlemler sonrası takip süresinde normal omurga gelişimi devam etmektedir (49,78). Rijid vida ile fiksasyon sonrası hastaların hiçbirinde postoperatif instabilite ve post-füzyon spinal deformite olmadığı bildirilmiştir (32).

Pediyatrik servikal omurga yaralanmasının prognozu ilk başvuru anındaki nörolojik defisitinin mevcudiyetine bağlıdır. İnkomplet yaralanması olan hastalarda %62,5 oranında iyileşme sağlanmaktadır. Genç nüfustaki yüksek iyileşme oranları kemik ve ligamanların hızlı iyileşme sürecinde olmasına aynı zamanda sinir sisteminin yüksek iyileşme oranına sahip olmasına bağlıdır (29,49).

Çocuklarda bir halo ringi yerleştirilmeden önce mutlaka kranial BT çekilmelidir. Vida giriş yerleri, özellikle infantlarda olgunlaşmamış kaynamış kranyal sütürler ve ince kemik kortekslerine denk gelmeyecek şekilde planlanmalıdır (65). Pediyatrik hasta için klasik öneri, halo ringini sabitlemek için daha düşük bir torkta daha fazla sayıda vida kullanmaktır. Temporal bölgenin ince kemiği ve frontal sinüslerden kaçınarak çeşitli yerlerde 10 ila 12 vida kullanılabilir. Vidalar 2 libre torkla sıkılmalıdır. Genellikle pediatrik grup için her hastaya özel olarak halo-vest'in uygun şekilde oturması için özel bir sipariş gerektiren daha küçük cihazlar kullanılmalıdır.

Ankilozan Spondilit

İlk kez 1898'de Marie ve 1897'de Strümpell tarafından tanımlanan ankilozan spondilit erişkinlerde yaygın görülen romatolojik bir hastalıktır. Genellikle sakroiliak eklem ve omurga tutulumu yapan inflamatuvar reaksiyon, geniş ölçüde eklem ve ligaman ossifikasyonuna yol açarak omurgada tipik 'bamboo spine' patterni ile sonuçlanmaktadır (37,38). Ankilozan omurganın değişen biyomekaniği, omurgayı küçük travmalarda bile yaralanmaya duyarlı hâle getirir. Özellikle servikotorasik bileşke ve alt servikal omurga, fraktürlere ve fraktür dislokasyonuna eğilimli hâle gelmektedir ve olguların hemen hemen hepsinde

fraktür hem anterior hem de posterior elemanları içerdiği için sıklıkla nörolojik defisitini de eşlik ettiği önemli derecede instabiliteye neden olmaktadır (25,110,118).

Cerrahi bu fraktürler için zorluk teşkil etmektedir, çünkü deforme olmuş ve osteoporotik omurganın varlığında birden fazla komşu segmentin uzun enstrümantasyonunu gerektirmektedir (79,110). Hastalığın ossifikasyon yapma eğiliminde olmasına istinaden halo-vest ile immobilizasyon ankilozan spondilit tedavisinde alternatif seçenek sunmaktadır. Bununla birlikte bu yöntemin de komplikasyonları mevcuttur (59,87,115).

Omurga fraktürü olan ankilozan spondilitli hastalar yüksek morbidite ve mortalite oranlarına sahiptir. Nörolojik sorunların yanı sıra, özellikle pulmoner sistemi içeren medikal komplikasyonların yüksek oranda olduğu bildirilmektedir (36,110). Mevcut literatür hem konservatif (28,43) hem de cerrahi tedavinin destekçilerinden oluşmaktadır (79,110). Hastaların çoğunda eksternal immobilizasyon yöntemi ile etkili hareket kısıtlaması yapılarak, ossifikasyon eğilimi nedeniyle fraktürlerin iyileşmesi sağlanabilmektedir (16,118). Halo-vest tedavisi ile ilişkili komplikasyonlar literatürde bildirilmiştir. Vida giriş yeri ilişkili enfeksiyon oranı %10-18 arasında değişmektedir ve bu olguların yaklaşık üçte birinde halo vidalarının yer değiştirmesi gerekmiştir (100,115). Papagelopoulos ve ark. daha önce kranyal cerrahi geçirmiş bir hastada halo vidasının intrakraniyal penetrasyonunu takiben epidural apse geliştiğini bildirmiştir (87). Kameyama ve ark. ise vida replasmanı ve antibiyotik ile tedavisi yapılan asemptomatik beyin apsesi olgusu bildirirken, Muller ve ark. nörolojik defisite yol açtığı için kraniyotomi ile tedavi edilen subdural apse olgusu olduğunu göstermişlerdir (59,82). Halo vidalarının intrakraniyal penetrasyonu, ankilozan spondilitten muzdarip hastaların eşlik eden osteoporoz eğilimi olması nedeniyle en kötü senaryodur. Vida giriş yerlerinin bakımı esastır ve vidaların aşırı sıkılmasından ne pahasına olursa olsun kaçınılmalıdır (115). Komplikasyon riski zaman içinde arttığından, cerrahi veya halo-vest ile tedavi seçeneklerinde yönetim değişikliğinin ciddiye alınması gereken noktayı kaçırmamak ankilozan spondilit hastaları için çok önemlidir.

■ KOMPLİKASYONLAR

Halo-vest kullanımı ile ilgili görülen komplikasyonlar Tablo 1'de özetlenmiştir (12). Komplikasyonlar arasında vida giriş bölgesinde enfeksiyon, vida gevşemesi, halo ringinin dislokasyonu, vidanın çok derine penetre olması, halo yeleğinin altında dekübitüs ülseri ve bazı durumlarda fraktür iyileşmesinin başarısız olması yer alır (33,52,100). Vida gevşemesi, yetişkinlerde en sık görülen komplikasyondur ve hastaların %36'sında görülür (7,38). Yetişkinlerde öndeki vidaların gevşeme ihtimali arkadaki vidalara nazaran daha fazladır (38). Pediyatrik grupta da benzer şekilde ön vida gevşemesi daha baskındır ve %87 oranında görülmektedir (33). Enfeksiyon belirtileri olmayan gevşek vida 1 ila 2 tur yeniden sıkılabilir. Bu manevradan sonra vida hâlâ gevşek kaldıysa, başka bir yere yeni bir vida yerleştirilmelidir. Yeni vida yerleştirilirken daha önce bahsedilen güvenli alan dışına çıkmamak önem arz etmektedir.

Vida giriş bölgesinde enfeksiyon ikinci en sık görülen komplikasyondur. Garfin ve ark. yetişkinlerde enfeksiyon oranını %20 olarak bildirmişlerdir (38). Vida giriş yeri enfeksiyon

gelişme oranı pediatrik hastalarda yetişkinlere göre daha fazladır ve tüm hastalarda görülme oranı %39 ile %57 arasında değişmektedir (7,33). Enfeksiyon hem yüzeysel hem de derin olabilmektedir. Yüzeysel gelişen enfeksiyonların vida gevşemesi ile bağlantılı olmadığı düşünülmektedir. Yüzeysel enfeksiyon yönetimi vidanın çıkartılması ile birlikte veya çıkartılmadan oral antibiyotik ile yapılabilmektedir. Yara yerinden kültür almanın faydası net olarak bilinmemektedir ve rutin uygulamada yeri bulunmamaktadır (21). Derin enfeksiyonlar osteomyelit ve hatta nadiren intrakranial abse ile ilişkili olabilmektedir (38).

Tablo I: Halo Kullanımı İle İlişkili Komplikasyonlar (38,70)

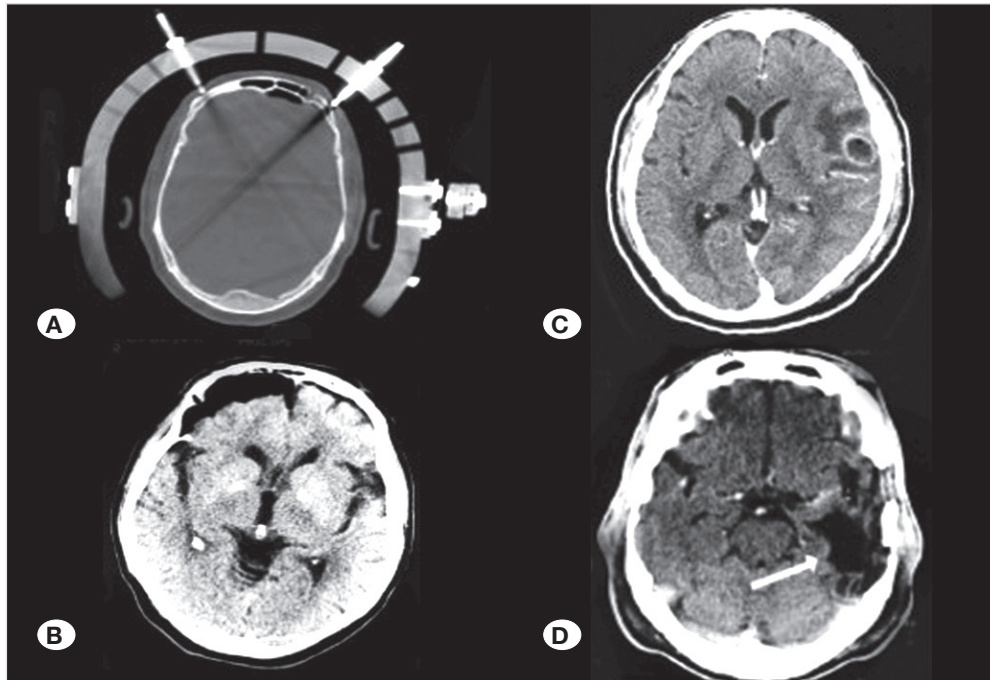
Komplikasyon	Hasta Oranları (%)
Boyun ağrısı ve sertlik	%80
Vidanın gevşemesi	%36-60
Vida giriş bölgesi enfeksiyonu	%20-22
Ağır yaralar	%9-30
Yelekten dolayı kısıtlanmış kol hareketi	%23
Vida ilişkili şiddetli ağrı	%18
Ring migrasyonu	%13
Bası yaraları	%4-11
Re-dislokasyon	%10
Yelekten dolayı kısıtlanmış ventilasyon	%8
Pnömoni	%5
Sinir hasarı	%2
Disfaji	%2
Vida giriş yerinde kanama	%1
Duranın delinmesi	%1
Nörolojik kötüleşme	%1

Literatürde intrakraniyal apse gelişimi nadir olarak bildirilmiştir (40,53,56,116). Rosenblum ve Ehrlich yaptıkları çalışmada psikoz kliniği ile başvuran hastada yapılan görüntülemeler sonrasında intrakraniyal apse saptamışlar ve vidalarda gevşeme, skalp/vida giriş bölgesinde sellülit, baş ağrısı, gözlerde ağrı, ateş, nöbet ve nörolojik değişiklikler olması durumunda mutlaka beyin apsesinin akla getirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır (97). Halo-vest kullanımına bağlı gelişen komplikasyonları nümayiş ettiren görseller Şekil 6A-D'da gösterilmiştir.

Derin enfeksiyonların tedavisinde vida mutlaka çıkarılmalı, yeni giriş yerinden yeni vida yerleştirilmeli, debridman yapılmalı ve sistemik antibiyotik tedavisi başlanmalıdır. Nemeth ve Mattingly, altı vidalı bir yapının vidaya bağlı komplikasyonların oranını artırmadan stabilizeyi artırdığını bildirmişti; ancak, bu yapının kullanımı yetişkinlerde standart uygulama olarak kabul edilmemektedir (83). Uzun vadede gelişen komplikasyonlar arasında, ön vida giriş yerlerinde nahoş yaralar (%9-13) ve vida giriş yerlerinde ağrı (%13-18) bulunur (33,38).

Ciltte bozulma (basiya bağlı nekroz vs) insidansı %2 ila %11 arasında değişmektedir (38,39). En sık yaşlı ve mental olarak donuklaşmış hastalarda görülürken, en az pediatrik hastalarda görülmektedir (33). Ciltte bozulmanın en sık görülme yerleri skapulanın üzeri ve sternumdur (38,39). Kolayca erişilebilen bölgeler için debridman ve ıslak-kuru pansumanlardan oluşan lokal yara bakımı önerilir. Bazı hastalarda ise düzgün yara yeri bakımı için halo fiksatorün tamamen çıkarılması gerekmektedir.

Halo ringinin dislokasyonu olguların %13'ünde görülmektedir ve genellikle tedavi sürecinde halo fiksatorün ağırlığına bağlı olarak düşme sonucunda tüm vidaların gevşemesi ve akabinde dislokasyon gelişmektedir (70).



Şekil 6: A) Vidanın derin penetrasyonu ve skalp fraktürü B) Halo-vest kullanımına bağlı gelişen pnömosefali C) Halo-vest kullanımı'na bağlı vida giriş yerinde derin enfeksiyon sonrası nadir görülen komplikasyon; intrakranial abse D) Halo-vest kullanımına bağlı gelişen intraparenkimal hematoma sekeli.

Literatürde fraktür iyileşme oranlarındaki başarısızlık %12,2-13,8 arasında değişmektedir ve bu oranın azımsanmayacak kadar yüksek olduğu düşünülmektedir (27,72). Bu hastalarda konservatif tedavi endikasyonunun çok açık olmaması ve cerrahinin daha uygun tedavi olması muhtemel nedenlerden biridir. Bu yüzden fraktürün konsolidasyon durumunu kontrol etmek ve kaynamama meydana geldiğinde yeterince erken davranabilmek için BT taramaları ile düzenli takip muayeneleri çok önemlidir. Öte yandan, kemiğin iyileşmesi için yeterli zaman verilmelidir, bu birçok olguda 12 haftadan fazla sürebilir. Daentzer ve Flörkemeier'in yaptıkları çalışmada 65 yaşından küçük ve büyük hasta grupları arasında fraktür iyileşmesi için gereken zamanda istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (27). Bununla birlikte, fraktürün kaynamama nedeninin yaralanmaların derecesine bağlı olma olasılığı daha yüksektir. Eğer fraktürler geniş, disloke olmuş kemik parçası ve geniş kırık hattı ile birlikte ise, bu fraktürde kaynama olmayacağına dair kuvvetli göstergedir. Sigara kullanımı da fraktür iyileşmesini bozan önemli nedenlerden biridir. Literatürde fraktür iyileşmesi için gereken ortalama süre 3 ay olarak belirtilirken (117), Shin ve ark. yaptıkları çalışmada üst servikal fraktürün tamamen iyileşmesi için yaşlılarda daha da fazla olmakla birlikte 16 hafta gerektiğini bildirmişlerdir (105).

Halo ile ilgili daha az görülen komplikasyonlar genellikle daha ciddidir. Duranın da delinmesi ile sonuçlanan intrakraniyal penetrasyon oranı %1-14 arasında değişmektedir (33,38,39). Nadir komplikasyonlardan olan intrakraniyal apse gelişimi de literatürde çeşitli yayınlarda bildirilmiştir (40,51,86). Supraorbital sinir hasarı hastaların %2 ila %3'ünde görülmektedir (33,38). Halo takılmasını takiben gelişen yutkunmada zorlanma (disfaji) hastaların %2'sinde görülmektedir. Bu problem genellikle hiperekstansiyon verilen hastalarda ortaya çıkmaktadır ve halonun yeniden ayarlanması ile genellikle ortadan kalkmaktadır (33,38).

Bazı komplikasyonların daha yüksek oranda görülmesi yaşlı hastalarda halo kullanımı ile ilişkilendirilmiştir (52,112). Horn ve ark. yaş ortalaması 79,9 olan 53 hasta ile yaptığı çalışmada 22 hastada toplam 31 komplikasyon geliştiğini bildirmiştir. Bu hastalarda ciddi komplikasyon olarak solunum zorluğu (%8) ve disfaji (%11) gelişmiştir. Vida ile ilgili gelişen komplikasyon oranı (%19) ise yaşlı olmayan gruba göre daha düşük oranda saptanmıştır. Tedavi süresinde 8 hasta ex olmuş ve bunların sadece ikisinin halo ile kesinlikle bağlantılı olmadığı bildirilmiştir. Sonuç olarak servikal instabilitesi olan yaşlı hastalarda halo-vest kullanımının güvenli olduğunu ve yüksek komplikasyon oranlarının altta yatan başka hastalıkların insidansını yansıttığını bildirmişlerdir (52). Lögters ve ark. da 41 hastayla yapılan başka bir geriye dönük çalışmada, nispeten yüksek bir komplikasyon oranı bildirmiş ancak bunun yaştan bağımsız olduğunu vurgulamışlardır (72).

Tashjian ve ark. ise yaşı 65 ve üzeri olan, Tip II ve III odontoid fraktür nedeni ile çeşitli yöntemlerle tedavi edilen 78 hastayı değerlendirmiş ve halo fiksator ile tedavi edilenlerde servikal ortez veya cerrahi ile tedavi edilenlere göre mortalite oranının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (112). Lennarson ve ark. da izole Tip II odontoid fraktürü olan hastaların sonuçlarını değerlendirmiş ve 50 üzeri yaşın halo tedavisinin başarısızlığı

için oldukça önemli bir risk faktörü olduğu sonucuna varmışlardır (64).

Halo-vest tedavisinin başarılı olması büyük oranda literatürde bildirilen kontraendikasyonların dikkate alınmasına bağlıdır. Radyolojik görüntülerde kanal içinde serbest disk veya kemik fragmanı görülmesi durumunda önce cerrahi girişimle dekompresyon yapılmalı, sonra halo-vest yardımcı tedavi olarak uygulanmalıdır. Servikal traksiyon ile redükte olmayan subluksasyonlar veya fraktürlerde ilk tedavi seçeneği halo-vest olmamalıdır. Gibbus deformiteleri olan hastalarda bası yaraları gelişebileceği için ve skalp enfeksiyonu olan hastalarda halo-vest uygulanmamalıdır.

■ SONUÇ

Servikal omurga yaralanmalarının çoğu Halo-vest uygulaması ile konservatif olarak iyileşebilir. Ancak bu tedavi yönteminin hastalar tarafından kabulü, oluşturduğu ağırlık ve sebep olduğu hareket kısıtlılığı nedeniyle çok değişken seyretmektedir. Öte yandan, halo-vestin uygulama kolaylığı, hastanın erken dönemde mobilizasyon ve rehabilitasyonuna izin vermesi, hastanede yatış süresinin kısa olması nedeniyle tercih edilen tedavi yöntemi olarak yerini korumaktadır. Halo-vest uygun endikasyon ile kullanıldığında klinik ve radyolojik sonuçlar yaşlarına bakılmaksızın neredeyse tüm hastalarda iyidir. Ancak tartışmalı endikasyonlar varlığında ve uyumsuz hasta profili için kullanıldığı zaman katastrofik sonuçlar doğurabileceği unutulmamalıdır.

■ KAYNAKLAR

1. Aebi M, Etter C, Coscia M: Fractures of the odontoid process. Treatment with anterior screw fixation. *Spine* 14:1065-1070, 1989
2. Akbarnia BA: Pediatric spine fractures. *Orthop Clin North Am* 30:521-536, 1999
3. Althoff B, Bardholm H: Fractures of the odontoid process. An experimental and clinical study. *Acta Orthop Scand Suppl* 177:1-8, 1979
4. Anderson LD, D'Alonzo RT: Fractures of the odontoid process of the axis. *J Bone Joint Surg (Am)* 56:1663-1674, 1974
5. Andersson S, Rodrigues M, Olerud C: Odontoid fractures: High complication rate associated with anterior screw fixation in the elderly. *Eur Spine J* 9:56-59, 2000
6. Apuzzo MLJ, Heiden JS, Weiss MH, Ackerson TT, Harvey JP, Kurze T: Acute fractures of the odontoid process - an analysis of 45 cases. *J Neurosurg* 48:85-91, 1978
7. Baum JA, Hanley EN Jr, Pulekines J: Comparison of halo complications in adults and children. *Spine* 14:251-252, 1989
8. Benzel EC, Hadden TA, Saulsbery CM: A comparison of the Minerva and halo jackets for stabilization of the cervical spine. *J Neurosurg* 70:411-414, 1989
9. Berlemann U, Schwarzenbach O: Dens fractures in the elderly. Results of anterior screw fixation in 19 elderly patients. *Acta Orthop Scand* 68:319-324, 1997
10. Bhanot A, Sawhney G, Kaushal R, Aggarwal AK, Bahadur R: Management of odontoid fractures with anterior screw fixation. *J Surg Orthop Adv* 15:38-42, 2006

11. Bono CM: The halo fixator. *J Am Acad Orthop Surg* 15(12):728-737, 2007
12. Botte MJ, Byrne TP, Abrams RA, Garfin SR: Halo skeletal fixation: Techniques of application and prevention of complications. *J Am Acad Orthop Surg* 4(1):44-53,1996
13. Börm W, Kast E, Richter HP, Mohr K: Anterior screw fixation in type II odontoid fractures: Is there a difference in outcome between age groups? *Neurosurgery* 52:1089-1094, 2003
14. Braakman R, Vinken PJ: Unilateral facet interlocking in the lower cervical spine. *J Bone Joint Surg (Br)* 49:249-257,1967
15. Brashear HR Jr, Venters GC, Preston ET: Fractures of the neural arch of the axis. A report of twenty-nine cases. *J Bone Joint Surg* 57A:879-887, 1975
16. Broom MJ, Raycroft JF: Complications of fractures of the cervical spine in ankylosing spondylitis. *Spine* 13:763-766, 1988
17. Brown RL, Brunn MA, Garcia VF: Cervical spine injuries in children: A review of 103 patients treated consecutively at a level 1 pediatric trauma center. *J Pediatr Surg* 36:1107-1114, 2001
18. Bucholz RD, Cheung C: Halo vest versus spinal fusion for cervical injury: Evidence from an outcome study. *J Neurosurg* 70:884-892, 1989
19. Cantore GP, Raco A, Delfini R, Ciapetta P: Odontoid fractures: Conservative treatment and halo device in 6 young patients. *Zbl Neurochir* 49:37-41, 1988
20. Carreon LY, Glassman SD, Campbell MJ: Pediatric spine fractures: A review of 137 hospital admissions. *J Spinal Disord Tech* 17:477-482, 2004
21. Cirak B, Ziegfeld S, Knight VM, David Chang, Avellino AM, Paidas CN: Spinal injuries in children. *J Pediatr Surg* 39:607-612, 2004
22. Clark CR, White AA: Fractures of the dens. *J Bone Joint Surg Am* 67:1340-1348, 1985
23. Cooper PR, Maravilla KR, Sklar FH, Moody SF, Clark WK: Halo immobilization of cervical spine fractures: Indications and results. *J Neurosurg* 50:603-610, 1979
24. Coric D, Wilson JA, Kelly DL Jr: Treatment of traumatic spondylolisthesis of the axis with nonrigid immobilization: A review of 64 cases. *J Neurosurg* 85:550-554, 1996
25. Cruickshank B: Pathology of ankylosing spondylitis. *Clin Orthop* 74:43-58, 1971
26. Crutchfield WG: Skeletal traction for dislocations of the cervical spine. *Southern Surgeon* 2:156-159, 1993
27. Daentzer D, Flörkemeier T: Conservative treatment of upper cervical spine injuries with the halo vest: An appropriate option for all patients independent of their age? *J Neurosurg Spine* 10(6):543-550, 2009
28. Dashti R, Gencosmanoglu BE, Hanci M, Uzan M, Sarioglu AC: Management of cervical spinal fractures in patients with ankylosing spondylitis: Report of three cases. *Eur J Orthop* 10: 137-140, 2000
29. Davis L: Treatment of spinal cord injuries. *AMA Arch Surg* 69:488-495, 1954
30. Dickman CA, Hadley MN, Browner C, Sonntag VK: Neurosurgical management of acute atlas-axis combination fractures. A review of 25 cases. *J Neurosurg* 70:45-49,1989
31. Dickman CA, Zabramski JM, Hadley MN, Rekate HL, Sonntag VK: Pediatric spinal cord injury without radiographic abnormalities: Report of 26 cases and review of the literature. *J Spinal Disord* 4:296-305, 1991
32. Dogan S, Safavi-Abbasi S, Theodore N, Horn E, Rekate HL, Sonntag VKH: Pediatric subaxial cervical spine injuries: Origins, management, and outcome in 51 patients. *Neurosurg Focus* 20(2):E1, 2006
33. Dormans JP, Criscitiello AA, Drummond DS, Davidson RS: Complications in children managed with immobilization in a halo vest. *J Bone Joint Surg Am* 77:1370-1373, 1995
34. Ersmark H, Kalen R, Löwenhielm P: A methodical study of force measurements in three patients with odontoid fractures treated with a strain gauge-equipped halo-vest. *Spine* 13: 433-455, 1988
35. Fisher CG, Dvorak MF, Leith J, Wing PC: Comparison of outcomes for unstable lower cervical flexion teardrop fractures managed with halo thoracic vest versus anterior corpectomy and plating. *Spine* 27:160-166, 2002
36. Fox MW, Onofrio BM, Kilgore JE: Neurological complications of ankylosing spondylitis. *J Neurosurg* 78:871-878, 1993
37. Freeman GE Jr: Correction of severe deformity of the cervical spine in ankylosing spondylitis with the halo device. A case report. *J Bone and Joint Surg* 43A:547-552, 1961
38. Garfin SR, Botte MJ, Waters RL, Nickel VL: Complications in the use of the halo fixation device. *J Bone Joint Surg Am* 68:320-325, 1986
39. Glaser JA, Whitehill R, Stamp WG, Jane JA: Complications associated with the halo-vest: A review of 245 cases. *J Neurosurg* 65:762-769, 1986
40. Goodman ML, Nelson PB: Brain abscess complicating the use of a halo orthosis. *Neurosurgery* 20:27-30, 1987
41. Grady MS, Howard MA, Jane JA, John AP: Use of the Philadelphia collar as an alternative to the halo vest in patients with C-2, C-3 fractures. *Neurosurgery* 18:151-156, 1986
42. Greene KA, Dickman CA, Marciano FF, Drabier JB, Hadley MN, Sonntag VK: Acute axis fractures. Analysis of management and outcome in 340 consecutive cases. *Spine* 22:1843-1852, 1997.
43. Grisolia A, Bell RL, Peltier LF: Fractures and dislocations of the spine complicating ankylosing spondylitis. A report of six cases. *J Bone Joint Surg Am* 49:339-344, 1967
44. Guiot B, Fessler RG: Complex atlantoaxial fractures. *J Neurosurg* 91:139-43, 1999
45. Hadley MN, Browner C, Sonntag VK: Miscellaneous fractures of the second cervical vertebra. *Barrow Neurol Inst Q* 1:34-39, 1985
46. Hadley MN, Browner C, Sonntag VKH: Axis fractures: A comprehensive review of management and treatment in 107 cases. *Neurosurgery* 17:281-289, 1985
47. Hadley MN, Dickman CA, Browner CM, Sonntag VK: Acute axis fractures: A review of 229 cases. *J Neurosurg* 71:642-647, 1989
48. Hadley MN, Dickman CA, Browner CM, Sonntag VK: Acute traumatic atlas fractures: Management and long term outcome. *Neurosurgery* 23:31-35, 1988

49. Hadley MN, Zabramski JM, Browner CM, Rekate H, Sonntag VK: Pediatric spinal trauma. Review of 122 cases of spinal cord and vertebral column injuries. *J Neurosurg* 68:18-24, 1988
50. Heary RF, Hunt CD, Krieger AJ, Antonio C, Livingston DH: Acute stabilization of the cervical spine by halo-vest application facilitates evaluation and treatment of multiple trauma patients. *J Trauma* 33(3):445-451, 1992
51. Hoffman GR, Mercky J, Vercauteren M: Abc~s c6r6bral cons6cutif a la "halo traction." *Neurochirurgie* 20:263-266, 1974
52. Horn EM, Theodore N, Feiz-Erfan I, Lekovic GP, Dickman CA, Sonntag VK: Complications of halo fixation in the elderly. *J Neurosurg Spine* 5:46-49, 2006
53. Humbyrd DE, Latimer FR, Lonstein JE, Samberg LC: Brain abscess as a complication of halo traction. *Spine* 6:365-368, 1981
54. James JIP: Fracture dislocation of the cervical spine. *J Roy Coll Surg* 5:232, 1960
55. Johnson RM, Hart DL, Simmons EF, Ramsby GR, Southwick WO: Cervical orthoses: A study comparing their effectiveness in restricting cervical motion in normal subjects. *J Bone Joint Surg Am* 59:332-339, 1977
56. Joint Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves of the AANS/CNS: Treatment of subaxial cervical spinal injuries. *Neurosurgery* 50:S156-S165, 2002
57. Julien TD, Frankel B, Traynelis VC, Ryken TC: Evidence-based analysis of odontoid fracture management. *Neurosurg Focus* 8:e1, 2000
58. Jürgens CH, Wolter D, Kortmann HR: Conservative treatment of spine injuries. *Chirurg* 61:783-791, 1990
59. Kameyama O, Ogawa K, Suga T, Nakamura T: Asymptomatic brain abscess as a complication of halo orthosis: Report of a case and review of the literature. *J Orthop Sci* 4:39-41, 1999
60. Koivikko MP, Kiuru MJ, Koskinen SK, Myllynen P, Santavirta S, Kivisaari L: Factors associated with nonunion in conservatively-treated type-II fractures of the odontoid process. *J Bone Joint Surg Br* 86:1146-1151, 2004
61. Koivikko MP, Myllynen P, Karjalainen M, Vornanen M, Santavirta S: Conservative and operative treatment in cervical burst fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 120(7):448-451, 2000
62. Komadina R, Brilej D, Kosanovic M, Vlaovic M: Halo jacket in odontoid fractures type II and III. *Arch Orthop Trauma Surg* 123:64-67, 2003
63. Kontautas E, Ambrozaitis KV, Kalesinskas RJ, Spakauskas B: Management of acute traumatic atlas fractures. *J Spinal Disord Tech* 18(5):402-405, 2005
64. Lennarson PJ, Mostafavi H, Traynelis VC, Walters BC: Management of type II dens fractures. *Spine* 25:1234-1237, 2000
65. Letts M, Kaylor D, Gouw G: A biomechanical analysis of halo fixation in children. *J Bone Joint Surg Br* 70:277-279, 1988
66. Levine AM, Edwards CC: Fractures of the atlas. *J Bone Joint Surg Am* 73:680-691, 1991
67. Levine AM, Edwards CC: The management of traumatic spondylolisthesis of the axis. *J Bone Joint Surg Am* 67:217-226, 1985
68. Lind B, Nordwall A, Sihlbom H: Odontoid fractures treated with halo-vest. *Spine* 12:173-177, 1987
69. Lind B, Sihlbom H, Nordwall A: Forces and motions across the neck in patients treated with halo vest. *Spine* 13:162-167, 1988
70. Lind B, Sihlbom H, Nordwall A: Halo-vest treatment of unstable traumatic cervical spine injuries. *Spine* 13:425-432, 1988
71. Longo UG, Denaro L, Campi S, Maffulli N, Denaro V: Upper cervical spine injuries: Indications and limits of the conservative management in Halo vest. A systematic review of efficacy and safety. *Injury* 41:1127-1135, 2010
72. Lögters T, Hoppe S, Linhart W, Habermann C, Windolf J, Rueger JM, Briem D: Zur Problematik des Halofixateurs beim alten Patienten. *Unfallchirurg* 109:306-312, 2006
73. Maak TG, Grauer JN: The contemporary treatment of odontoid injuries. *Spine* 15 Suppl 11:S53-S61, 2006
74. Maiman DJ, Larson SJ: Management of odontoid fractures. *Neurosurgery* 18:542-547, 1986
75. Majercik S, Tashjian RZ, Biffl WL, Harrington DT, Cioffi WG: Halo vest immobilization in the elderly: A death sentence? *J Trauma* 59:350-356, 2005
76. Marks DS, Roberts P, Wilton PJ, et al: A halo jacket for stabilisation of the paediatric cervical spine. *Arch Orthop Trauma Surg* 112:134-135, 1993
77. Marr J, Edmonds V: The halo apparatus: Essentials for patient management. *Axone* 14(1):16-20, 1992
78. McWhorter JM, Alexander E, Davis CH, Kelly Jr DL: Posterior cervical fusion in children. *J Neurosurg* 45:211-215, 1976
79. Metz-Stavenhagen P, Krebs S, Meier O: Cervical fractures in ankylosing spondylitis. *Orthopade* 30:925-931, 2001 (in German)
80. Mubarak SJ, Camp JF, Vuletich W, Wenger DR, Garfin SR: Halo application in the infant. *J Pediatr Orthop* 9:612-614, 1989
81. Müller EJ, Schwinnen I, Fischer K, Wick M, Muhr G: Non-rigid immobilisation of odontoid fractures. *Eur Spine J* 12:522-525, 2003
82. Müller EJ, Wick M, Muhr G: Subdural abscess as a complication of halo fixator (in German). *Unfallchirurg* 101:655-657, 1998
83. Nemeth JA, Mattingly LG: Six-pin halo fixation and the resulting prevalence of pin-site complications. *J Bone Joint Surg Am* 83:377-382, 2001
84. O'Brien JP: The halo-pelvic apparatus: A clinical, bioengineering and anatomical study. (Thesis). *Acta Orthop Scand* 163 Suppl:20-28, 1975
85. Osenbach RK, Menezes AH: Pediatric spinal cord and vertebral column injury. *Neurosurgery* 30:385-390, 1992
86. Panuska HJ, Dedolph TH: Extraoral traction with halo head frame for complex facial fractures. *J Oral Surg* 23:212-221, 1965

87. Papagelopoulos PJ, Sapkas GS, Kateros KT, Papadakis SA, Vlamis JA, Falagas ME: Halo pin intracranial penetration and epidural abscess in a patient with a previous cranioplasty: Case report and review of the literature. *Spine* 26:E463-E467, 2001
88. Pepin JW, Bourne RB, Hawkins RJ: Odontoid fractures with special reference to the elderly patient. *Clin Orthop* 193:178-183, 1985
89. Perry J, Nickel VL: Total cervical-spine fusion for neck paralysis. *J Bone Joint Surg* 41A:37-60, 1959
90. Pierce DS: The halo orthosis in the treatment of cervical spine injury. *Instr Course Lect* 36:495-497, 1987
91. Platzer P, Thalhammer G, Sarahrudi K, Kovar F, Veksler G, Vécsei V, Gaebler C: Nonoperative management of odontoid fractures using a halo-thoracic vest. *Neurosurgery* 61(3):522-529, 2007
92. Rahimi SY, Stevens EA, Yeh DJ, Flannery AM, Choudhri HF, Lee MR: Treatment of atlantoaxial instability in pediatric patients. *Neurosurg Focus* 15:ECP1,2003
93. Rauzzino MJ, Hadley MN: Pediatric spinal cord injuries. In: Menezes AH, Sonntag VK (eds), *Principles of Spinal Surgery*. New York: McGraw-Hill, 1996:817-840
94. Rekatte HL, Theodore N, Sonntag VK, Dickman CA: Pediatric spine and spinal cord trauma. State of the art for the third millennium. *Childs Nerv Syst* 15:743-750, 1999
95. Richter D, Latta LL, Milne EL, Varkarakis GM, Biedermann L, Ekkernkamp A, Ostermann PA: The stabilizing effects of different orthoses in the intact and unstable upper cervical spine: A cadaver study. *J Trauma* 50:848-854, 2001
96. Romanelli DA, Dickman CA, Porter RW, Haynes RJ: Comparison of initial injury features in cervical spine trauma of C3-C7: Predictive outcome with halo-vest management. *J Spinal Disord* 9:146-149, 1996
97. Rosenblum D, Ehrlich V: Brain abscess and psychosis as a complication of a halo orthosis. *Arch Phys Med Rehabil* Vol 76:865-867, 1995
98. Schatzker J, Porabeck CH, Waddell M: Fractures of the dens (odontoid process). An analysis of thirty-seven cases. *J Bone Joint Surg Br* 53:393-405, 1971
99. Schiess RJ, De Saussure RL, Robertson JT: Choice of treatment of odontoid fractures. *J Neurosurg* 57:496-499, 1982
100. Schulze W, Esenwein SA, Müller EJ, Russe O, Muhr G: Komplikationen beim Halo-Fixateur. *Zentralbl Neurochir* 62:2-9, 2001
101. Schweigel JF: Management of the fractured odontoid with halo-thoracic bracing. *Spine* 12:838-839, 1987
102. Sears W, Fazl M: Prediction of stability of cervical spine fracture managed in the halo vest and indications for surgical intervention. *J Neurosurg* 72:426-432, 1990
103. Seljeskog EL, Chou SM: Spectrum of the Hangman's fracture. *J Neurosurg* 45:3-8, 1976
104. Seybold EA, Bayley JC: Functional outcome of surgically and conservatively managed dens fractures. *Spine* 23:1837-1846, 1998
105. Shin JJ, Kim SJ, Kim TH, Shin HS, Hwang YS, Park SK: Optimal use of the Halo-vest orthosis for upper cervical spine injuries. *Yonsei Med J* 51(5):648-652, 2010
106. Sims CA, Berger DL: Airway risk in hospitalized trauma patients with cervical injuries requiring halo fixation. *Ann Surg* 235:280-284, 2002
107. Sonntag VK, Hadley MN: Nonoperative management of cervical spine injuries. *Clin Neurosurg* 34:630-649, 1988
108. Sonntag VKH: Management of bilateral locked facets of the cervical spine. *Neurosurgery* 8:150-152, 1981
109. Stoney J, O'Brien J, Wilde P: Treatment of type-two odontoid fractures in halo-thoracic vests. *J Bone Joint Surg Br* 80:452-455, 1998.
110. Taggard DA, Traynelis VC: Management of cervical spinal fractures in ankylosing spondylitis with posterior fixation. *Spine* 25:2035-2039, 2000
111. Tanrıverdi T, Ak Hail, Tureci E, Hanco M, Kuday C: Halo-Vest treatment in cervical injury. *Cerrahpaşa J Med* 33:245-251, 2002
112. Tashjian RZ, Majercik S, Biffi WL, Palumbo MA, Cioffi WG: Halo-vest immobilization increases early morbidity and mortality in elderly odontoid fractures. *J Trauma* 60:199-203, 2006
113. Thompson HD: The halo traction apparatus. A method of external splitting of the cervical spine after injury. *J Bone and Joint Surg* 44B:655-661, 1962
114. Traynelis VC: Evidence-based management of type II odontoid fractures. *Clin Neurosurg* 44:41-49, 1997
115. Vertullo CJ, Duke PF, Askin GN: Pinsite complications of the halo thoracic brace with routine pin re-tightening. *Spine* 22:2514-2516, 1997
116. Victor DI, Breshan MJ, Keller RB: Brain abscess complicating the use of halo traction. *J Bone Joint Surg* 53A(3):635-639, 1973
117. Vieweg U, Schultheiss R: A review of halo vest treatment of upper cervical spine injuries. *Arch Orthop Trauma Surg* 121:50-55, 2001
118. Weinstein PR, Karpman RR, Gall EP, Pitt M: Spinal cord injury, spinal fracture, and spinal stenosis in ankylosing spondylitis. *J Neurosurg* 57:609-616, 1982
119. Wolter D, Reimann B: Possibilities and limits of the therapy of cervical spine injuries with the halo. *Unfallchirurgie* 15:83-94, 1989
120. Zuckerbraun BS, Morrison K, Gaines B, Ford HR, Hackam DJ: Effect of age on cervical spine injuries in children after motor vehicle collisions: Effectiveness of restraint devices. *J Pediatr Surg* 39:483-486, 2004