

Adölesan İdiopatik Skolyozda Genel Değerlendirme ve Konservatif Tedavi

Emre Acaroğlu*

Tanım ve Değerlendirme

Skolyoz kelimesi antik Yunan dili kökenli olup, eğrilmeyi ifade etmekte, günümüzde kullanımı ile, vertebral kolonun laterale deviasyonu olarak tanımlanmaktadır. "Scoliosis Research Society", ayakta elde edilen grafilerde 10 dereceden büyük lateral deviasyonlara skolyoz adı verilmesini önermektedir. Skolyozun bazı tiplerinde altta yatan ya da etiyolojik faktörler ayırt edilebilmekle birlikte, özellikle adölesan idiyopatik skolyoz (AIS)un kesin olarak gösterilebilmiş bir nedeni bulunamamıştır. Son yıllarda, proprioepsiyon ve vibrasyon duyusu defektlerine neden olan beyin sapı ve/veya posterior kolon hataları ve melatonin-kalmodulin sisteminde gelişimsel hataların etiyolojide rol oynayabileceği düşünülmektedir⁽¹⁻¹⁰⁾. Bunun dışında, AIS'un değişken penetrasyona sahip multijenik dominant geçişli bir hastalık olduğu da ileri sürülmektedir⁽¹¹⁾.

Skolyoz her ne kadar tanım olarak vertebral kolonun lateral deviasyonu ise de, özellikle AIS'da laterale angulasyonla (frontal düzlem) birlikte diğer düzlemlerde de patoloji ortaya çıkmakta, skolyotik eğriliğin olduğu bölgede vertebraların aksiyel rotasyonu (transvers düzlem) ve değişen ölçülerde lordoz (sagittal düzlem, hipokifoza veya lordoz şeklinde) ortaya çıkmaktadır⁽¹²⁻¹⁴⁾. Özellikle transvers ve sagittal düzlem deformiteleri nedeniyle hastalarda eğrilik ilerledikçe büyüklüğü artan bir "rib hump - kaburga kamburu" oluşur ve hastalar yada aileler tarafından ilk farkedilen, yada tarama testlerinde aranılan bulgu bu kamburluktur.

Skolyotik hastaların değerlendirilmesinde mutla-

ka ağrı ve nörolojik yakınmalar özellikle araştırılmalıdır. Özellikle küçük eğriliklerin ağrıya neden olmadıkları düşünülmektedir. Bununla birlikte, AIS hastalarının da yaşları kadar bel ve sırt ağrısı olabileceği akıldan tutulmalıdır. Ek araştırmalar yapılmasını gerektirecek bulgular; lokal hassasiyet noktaları ve kas spazmı ile birlikte vertebral kolonun hareket genişliğinin azaldığı durumlardır. Skolyoz ile birlikte belirgin nörolojik kayıplar kolaylıkla tanınabilmekle birlikte, tüm AIS hastaları okkült nörolojik bulgular açısından dikkatle araştırılmalıdır. Özellikle klonus ve hiperrefleksi, karın cildi refleksi asimetrisi mutlaka ek incelemeleri gerektirecek bulgulardır. AIS'un tipik eğriliklerine klinik olarak benzemeyen eğrilikler (ör. sol torasik eğrilik) benzer şekilde ek incelemelerle değerlendirilmelidir⁽¹⁵⁾.

Doğal Seyir

AIS'lu birçok hasta yaşamlarını kozmetik kaygılar dışında fonksiyonel kapasitelerinde ciddi bir kısıtlanma olmadan sürdürürler. Skolyoz nedeniyle solunum fonksiyonlarında kısıtlanma ortaya çıkması için eğriliğin 80 derece yada üzerinde olması gerektiği düşünülmektedir⁽¹⁵⁾. Benzer şekilde, hafif ve orta dereceli skolyozlarda bel ve sırt ağrısı sıklığı yaşa göre normal popülasyondan farklı değildir. Ancak, skolyozun özellikle iskelet olarak immatür hastalarda ilerleme potansiyelinin olması, ve ilerlemenin sınırlarının hastalar için önceden kestirilememesi AIS'un doğal seyrinin daha iyi anlaşılmasını amaçlayan araştırmaları ortaya çıkarmıştır. İlerleme riskini oluşturan faktörler Tablo 1'de gösteril-

Tablo 1: AIS'da çeşitlik eğrilik tipleri için tanımlanmış ilerleme kriterleri

Torasik	Lomber	Torakolomber	Kombine
Cobb açısı >50°	Cobb açısı > 30°	Cobb açısı > 30°	Cobb açısı >50°
Apikal vertebral rotasyon > %30	Apikal vertebral rotasyon > %30	Apikal vertebral rotasyon > %30	
RVAD* >30°	Eğrilik yönü	Translasyon - imbalans	
	L5 vertebra pozisyonu		
	Translasyon - imbalans		

*RVAD: apikal kosto-vertebral açı farkı (Mehita açısı)

* Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

miştir. Bu kriterler dışında, çeşitli çalışmalar ile özellikle immatür hastaların belli büyüklüklerdeki eğriliklerinde ilerleme potansiyelleri araştırılmıştır. Bu çalışmaların en kapsamlı olanları SRS tarafından prospektif ve Lonstein ve ark. tarafından retrospektif olarak yapılmış çalışmalardır ve benzer sonuçlar vermişlerdir. Bu çalışmaların sonuçları Tablo 2 ve Tablo 3'te görülmektedir.⁽¹⁶⁻²¹⁾ Görüldüğü gibi, eğriliklerin ilerlemesinde en önemli iki faktör yaş/iskelet matüritesi ve eğriliğin tanınandaki büyüklüğü olarak ortaya çıkmaktadır.

Tablo 2: AIS'da yaş ve eğrilik derecesine göre ilerleme olasılıkları

Eğrilik açısı	10 - 12 yaş	13 - 15 yaş	16 yaş
< 19°	% 25	% 10	0
20 - 29°	% 60	% 40	% 10
30 - 59°	% 90	% 70	% 30
> 60°	% 100	% 90	% 70

Tablo 3: AIS'da Risser evresi ve eğrilik derecesine göre ilerleme olasılıkları

Eğrilik açısı	Risser 0 - 1	Risser 2 - 4
5 - 19°	% 22	% 2
20 - 29°	% 68	% 23

Tedavi

Tedavi endikasyonları

Tedavi endikasyonları kişilere ve merkezlere göre oldukça fazla değişkenlik gösterebilmekle birlikte, ana hatlarıyla şu şekilde özetlenebilir;

- İskelet olarak immatür hastalar (yaş, Risser evresi 0 - 1, asetabular triradiat ve/ya trokanterik apofizleri açık, pre menarş/menarş sonrası iki yıldan az) :
5 - 25 derece eğrilikler: İzlem (3-6 aylık aralarla)
25 - 40 derece eğrilikler: Cihaz ile tedavi
> 40 derece eğrilikler: Cerrahi tedavi
- İskelet olarak matür hastalar :
5 - 30 derece eğrilikler : İzlem (3 - 5 yıllık aralarla)
30 - 50 derece eğrilikler: İzlem (1 - 2 yıllık aralarla)
> 50 derece eğrilikler : Cerrahi tedavi veya yıllık izlem

Görüldüğü gibi, doğal seyir ile paralel olarak tedavi endikasyonları da hastaların iskelet matüritesi ve eğriliklerin büyüklüğüne bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Cihaz ile Tedavi

Tarihçe

Vertebral kolonun deformitelerine yönelik ilk müdahalenin Hipokrat tarafından bu hastaların traksiyon ile tedavisi ile başlatıldığı düşünülmektedir. Bilinen ilk ortez uygulaması 16. yüzyılda Ambroise Pare tarafından uygulanmış, ilk alçı uygulaması ise 19. yüzyılda L. Albert Sayre tarafından gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar 1893'te Bradford ve Bracket'in "localizer" alçıyı tanımlaması ve 1920 - 1927 yılları arasında Hibbs ve Risser tarafından "turnbuckle" alçının geliştirilmesi ile yaygınlaşmıştır. Günümüzde de yaygın olarak kullanılan Milwaukee ortezi 1946'da Blount ve Schmidt tarafından tasarlanmış ve 1970'lerde halen kullanılan modern şeklini almıştır.

Milwaukee ortezi ilk olarak cerrahi sonrası düzelmenin korunması amacıyla geliştirilmekle birlikte daha sonra tek başına cerrahi dışı düzeltme amacıyla kullanılabilirliği anlaşılmış ve özellikle Blount'un öncülüğünde, 1970'lere kadar başarılı bir tedavi seçeneği olarak düşünülmüştür.^(20,22-24) Yine aynı yıllarda Boston grubunun geliştirdiği koltukaltı ortezinin ortaya çıktığı görülmektedir.⁽²⁵⁾ Bu dönemde, skolyozda cihaz tedavisi ile ilgili birçok yayın yapılmış, ancak bu çalışmaların birçoğunda yeterli kontrol grubu olmaması nedeniyle sonuçlar net bir şekilde ortaya konulamamış ve tedavi sonrası sonuçların tedavi başlangıcı ile aynı seviyede olması bazı merkezlerde düş kırıklığı yaratmış ve 1985'te Dickson skolyoz tedavisinde, o günün verileri ile ortez tedavisinin yerinin olmadığını belirtmiştir.⁽²⁶⁾

Ortez tedavisi konusundaki bu çelişkili görüşlerin, ancak hastalığın doğal seyrinin ortaya çıkarılması ve kontrollü çalışmalar yapılması ile günümüzde açıklığa kavuştuğu görülmektedir.

İdiopatik skolyozda ortez tedavisi sonuçları

Bu bölümde yalnız risk grubundaki hastaları değerlendiren çalışmaların sonuçları tartışılacaktır. Lonstein ve Winter'in çalışmasında Milwaukee ortezi ile tedavi edilmiş 1020 hasta incelenmiştir.⁽²⁷⁾ Bu çalışmanın sonuçları tablo 4'te görülmektedir.

Bu çalışmanın sonuçları daha önce aynı merkezden yayınlanan doğal seyir ile ilgili sonuçlarla karşılaştırıldığında, ortez tedavisinin ilerlemeyi anlamlı ölçüde

engellediği ortaya çıkmaktadır. Benzer çalışmalarda 20-29 derece arası eğrilikler ve immatür hastalarda ortez tedavisi ile ilerleme oranları %21-36 olarak bildirilmektedir. Bu sonuçlar da doğal seyir ile karşılaştırıldıklarında ortez tedavisinin önemli yararları olduğu açıktır.

Tablo 4: Adolesan idiopatik skolyozda Milwaukee ortezi ile tedavi sonuçları (ilerleme oranı, %), (Lonstein ve Winter,1989)

İlerleme Oranı (%)	20 - 29 derece	30 - 39 derece
Risser 0 - 1	40.0	43.0
Risser 2 - 4	10.0	22.0

Bu konudaki tek prospektif randomize kontrollü çalışma 1985'te SRS tarafından başlatılan ve sonuçları 1993'te Nachemson tarafından yayınlanan çalışmadır. Bu çalışmada risk grubu hastalarda başarısızlık oranları kontrol grubunda %70 (doğal seyir ile uyumlu), ortez grubunda ise %40 olarak bulunmuştur. Tüm bu çalışmalardan çıkan ortak sonuç, adolesan idiopatik skolyozda seçilmiş hastalarda ortez tedavisinin skolozun doğal seyrini olumlu yönde değiştirdiğidir⁽²¹⁾.

Ortez ve tedavi şeması seçimi

Ortez seçimi kişisel tercihlerden çok eğriliğin tipi ve yerleşimi ile ilgilidir. Anahatları ile CTLSO ve TLSO ortezler arasında seçim kriterleri tablo 5'te gösterilmiştir. Değişik isimlerdeki ortezler arasında başarı yönünden ciddi farklılıklar bulunmadığı bilinmektedir ve bu nedenle ortez isimleri ayrıca tartışılmayacaktır. Genel olarak, apeksi T7 ve üzerinde olan eğriliklerde CTLSO gerekliliği, buna karşılık lomber ve torakolomber eğriliklerde iyi tasarlanmış TLSO'ların daha üstün olduğu kabul edilmektedir.

Tablo 5 : Ortez seçim kriterleri

Eğrilik Tipi	CTLSO	TLSO
Tek torakal apeks T7 ve üstü	+	
Tek torakal apeks T8 ve altı	+	+
Tek torako-lomber	+/-	+
Tek lomber	+/-	+
Çift torakal-lomber	+	+/-
Çift torakal-torako-lomber	+	+/-
Çift torakal	+	

Sık kullanılan ortezler

Milwaukee ortezi:

Modern ortezlerin en önemlilerinden biri ve CTLSO prototipidir. Üç ana birimden oluşur. Pelvik bölüm genellikle termoplastik bir materyalden yapılır (ilk tanımlandığında deri idi) ve pelvise göre şekillendirilir. Bu bölüm için model olarak hastanın kendi pelvisi kullanılabileceği gibi hazır modeller de kullanılabilir. Bu durumda hastaya en uygun boyutta hazır pelvis seçilerek üzerinde rötuşlar yapılır. İkinci ana bölüm üst yapı olarak adlandırılan metal sütunlar (barlar) be boyun halkasından oluşur. Önde tek bir bar vardır ve radyolusen olması için alüminyumdan yapılabilir. Arkadaki barlar ise sağlamlığın artırılması için çelikten imal edilir. Boyun kısmı yüksek yada düşük profilli olabilir. Yüksek profilli modellerde bu kısım metal yada termoplastik maddeden imal edilerek mandibulanın hemen altına ancak mandibulaya temas etmeyecek şekilde yerleştirilir. Düşük profillide ise bu kısım sternumun hemen üst kısmına temas edecek şekilde yerleştirilerek daha kozmetik bir görünüm sağlanır. Üçüncü ve en önemli bölüm ise yastıkları içerir. Yastıklar rigid yada yüzer yastıklar (barlara şeritlerle tutturulmuş) olabilir. Teknik olarak en önemli detay ve başarının anahtarı barların yerleştiriliş yerleridir ve mutlaka hastanın ayakta grafisi gözönüne alınarak gerçekleştirilmelidir.

Bu yazımızda bahsi geçen bazı çekinceler dışında, etkinliği kesin olarak kanıtlanmış olan ortez Milwaukee tipi ortezdir. Lonstein ve Carlson ve Mellenkamp ve ark. etkinliğini ortaya koyan çalışmalar gerçekleştirmiş, Montgomery ve Willner ise iki yıllık bir korse bırakma programı ile güvenilir sonuçlar bildirmişlerdir^(17,28,29). Noonan ve Weinstein ise bu korse ile ilerleme riski yüksek hastalarda doğal seyrin değişmesinin düşük olasılık olduğunu belirtmişlerdir⁽³⁰⁾.

Boston ortezi:

Üzerinde en çok çalışma yapılmış TLSO'dur. Her ne kadar özellikle ülkemizde tüm termoplastik TLSO'lar Boston ortezi olarak adlandırılmakta ise de, aslında bu ortez çok özel bir üretim biçimi ile belirlenir. Üretimin basamakları:

1. Prefabrike standart simetrik modül
2. Ortez şablonu
3. Lomber ve pelvik fleksiyon yönlendirmesi
4. Aktif ve pasif eğrilik düzeltilmesi
5. Apeks ve altında yastık yerleşimi
6. Yastıkların aksi yönlerinde gövdenin yer değiştirebileceği boşluklar

7. Kuvvet çiftlerinin ayarlanması
8. Koordine fizik tedavi programı
9. Takım yaklaşımı (hasta, aile, doktor, fizik tedavi uzmanı)

Bu prensiplerle üretilmiş TLSO'lar Boston ortezi olarak adlandırılır. anlaşılacağı gibi, ortez çeşitli boylarda prefabrik olarak üretilir ve uygun boy hastaya göre uyarlanarak kullanılır. Ortezin trokanterik, lumbar, torasik, ve derotasyon yastıkçıları mevcuttur. Boston ortezinin etkinliği üzerinde gerçekleştirilmiş çok sayıda klinik çalışma mevcuttur. (25,31,32,33)

Charleston eğilme ortezi:

Prensip olarak fazla düzeltilebilen eğriliklerde, bu maksimum düzeltme pozisyonunu koruyacak şekilde üç nokta prensibine göre üretilen ve yalnızca geceleri kullanılan bir ortez tipidir. Mantık olarak boy büyümesinin ve dolayısıyla skolyotik eğriliğin ilerlemesinin esas olarak geceleri olduğu savından ortaya çıkmıştır. Ek olarak, tam gün ortez uygulamalarında ortaya çıktığı ispatlanmış olan uyum sorunlarını gidermeyi amaçlar. Kullanıcıları tarafından gerçekleştirilmiş çeşitli çalışmalar etkili olabileceğini düşündürmektedir. (34,35)

Diğer ortezler:

Yukarıda bahsedilenler dışında burada inceleme alınmayacak olan çok sayıda ortez modeli mevcuttur.

Ortez tedavisinin şekillendirilmesi:

Diğer bir tartışma ortezin kullanım şeması ile ilgilidir. Yarım gün ortez kullanımı konusunda birkaç çalışma yayınlanmış olmakla birlikte⁽³⁵⁻³⁸⁾, bu çalışmalarda kontrol grubunun olmaması ve bildirilen sonuçların yukarıda sıralanan çalışmalardan üstün olmaması nedeniyle günümüzde kabul edilen protokol ortezin egzersiz ve vücut temizliği dışında tüm gün, en az 20 saat kullanılması gerektiğidir. Birçok çalışmada, programa uyum göstermeyen ve ortezi daha kısa süre giyen hastalarda başarısızlık oranlarının yüksek olarak bildirilmesi de bu hipotezi desteklemektedir.

Son olarak düşünülmesi gereken konu, ortez tedavisi ne zaman sonlandırılmalıdır? Bu sorunun günümüzde kabul edilen kriterleri:

- Risser 4 veya 5
- Menarştan sonra en az 18 ay
- Büyümenin tamamlanmış olmasıdır. Bu şartlar yerine geldikten sonra bir süre yalnız geceleri ortez kullanılmakta ve altı ay içinde tedavi sonlandırılmaktadır.

Ortez tedavisi konusunda tartışmalar genel olarak bir sarkacın salınımı gibi nitelenebilir⁽³⁹⁾. Ortez tedavileri ilk ortaya atıldığında, bütün sorunlara çare olabileceği düşünülmüştü. Ancak, 1980'lerin başından itibaren ortez tedavisinin gerçekte hiçbir yararı olmadığı görüşü önem kazanmaya başladı. Son onbeş yıl içinde ise, yukarıda belirtilmiş olan çalışmalar ışığında, ortez tedavisinin belirli kriterler dahilinde yararlı olduğu gösterilmiş durumdadır. Şu anda sarkacın hangi noktasındayız? Bunu net olarak ifade etmek oldukça zor. Eğer aradığımız birkaç derece daha az ilerleme ise, ortezlerin yararlı olduğuna kuşku yok gibi görünüyor. Ancak eğer ilgilendiğimiz kriter hastaların cerrahi tedavi gerektirecek kadar ilerlemesi ise, o zaman tartışmanın biraz bulanıklaştığı görünmektedir. Bu konudaki son çalışma Goldberg ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiş olup, 153 hastayı içeren prospektif izlem çalışmasında, ortez kullanılmayan bu grupta cerrahi tedavi gereksinimi gösteren hastaların oranının %28.1 (43 hasta) olduğu gösterilmiştir⁽⁴⁰⁾. Bu oran tarihsel kontroller ile kıyaslandığında, ortez kullanılan serilerdeki oranlardan farklı görünmemektedir. Bu durumda, şu anda elimizdeki veriler ile ortez tedavisinin bize birkaç derece kazandırdığını, ancak cerrahi tedavi gereksinimi konusunda henüz net bir etkinin ispatlanamadığını söyleyebiliriz.

Sonuç olarak, adölesan idiopatik skolyoz, etiyolojisi, genel seyri (hangi hastalar ilerler?) ve cerrahi dışı tedavileri konusunda önümüze henüz çözülmemiş sorunlar koymaya devam etmektedir. Önümüzdeki yıllarda bu soru(n)ların en azından bir kısmına cevap bulabilmeyi ümit ediyoruz.

Yazışma adresi : Prof. Dr Emre Acaroğlu
Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı
06100 Ankara
e-posta: eacaroglu@superonline.com

Kaynaklar

1. Bagnall K, Raso VJ, Moreau M, Mahood J, Wang X, Zhao J: The effects of melatonin therapy on the development of scoliosis after pinealectomy in the chicken. J Bone Joint Surg 1999, 81-A:191-9.
2. Barrack RL, Wyatt MP, Whitecloud TS, Burke SW, Roberts JM, Brinker MR: Vibratory hypersensitivity in idiopathic scoliosis. J Ped Orthop 1988, 8:389-95.
3. Brodner W, Krepler P, Nicolakis M, Langer M, Kaider A, Lack W, Waldhauser F: Melatonin and adolescent idiopathic scoliosis. J Bone Joint Surg 2000, 82-B:399-403.
4. Byl NN, Gray JM: Complex balance reactions in different sensory conditions: Adolescents with or without idiopathic scoliosis. J Orthop Res 1993, 11:215-27.

5. Cook SD, Harding AF, Burke SW, Whitecloud TS, Barrack RL, Leinhardt TM: Upper extremity proprioception in idiopathic scoliosis. *Clin Orthop* 1986, 213:118-24.
6. Driscoll DM, Newton RA, Lamb RL, Nogi J: A study of postural equilibrium in idiopathic scoliosis. *J Ped Orthop* 1984, 4: 677-81
7. Kennaway D: Cause of idiopathic scoliosis. *Spine* 2000, 25:2552-3.
8. Machida M, Dubousset J, Imamura Y, Iwaya T, Yamada T, Kimura J: Role of melatonin deficiency in the development of scoliosis in pinealectomised chickens. *J Bone Joint Surg* 1995, 77-B:134-8.
9. Machida M, Dubousset J, Imamura Y, Miyashita Y, Yamada T, Kimura J: Melatonin. A possible role in pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1996, 21(10):1147-52.
10. Machida M: Cause of idiopathic scoliosis. *Spine* 1999, 24(24):2576-83.
11. Wynne-Davies R: Familial (idiopathic) scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1968, 50-B:24-30.
12. Acaroglu E, Yazici M, Deviren V, Alanay A, Cila A, Surat A: Does transverse apex coincide with coronal apex levels (regional or global) in adolescent idiopathic scoliosis? *Spine* 2001, 26:1143-6.
13. Asher MA, Burton DC: A theory of idiopathic scoliosis deformity evolution as imperfect torsions. *Clin Orthop* 1999, 364:11-25.
14. King HA, Moe JH, Bradford DS, Winter RB: The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1983, 65-A:1302-13.
15. Roach JW: Adolescent idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1999, 30:353-65.
16. Bunnell WP: The natural history of idiopathic scoliosis before skeletal maturity. *Spine* 1986, 11:773-6.
17. Lonstein JE, Carlson JM: The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1984, 66-A:1061-71.
18. Lonstein JE: Comparison of symposium papers on natural history of idiopathic scoliosis. *Spine* 1986, 11:807
19. Lonstein JE: Non-operative treatment of adolescent idiopathic scoliosis. Proceedings of the 3rd International Congress on Spine Surgery in Turkey, Antalya, 1994.
20. Moe JH, Kettleson D: Idiopathic scoliosis: Analysis of curve patterns and preliminary results of Milwaukee brace treatment in 169 patients. *J Bone Joint Surg* 1970, 52-A:1509-33.
21. Nachemson A: Results of a controlled clinical trial of bracing versus non-treatment for adolescent idiopathic scoliosis. Proceedings of the Scoliosis Research Society, Dublin, İrlanda, 1993.
22. Carr WA, Moe JH, Winter RB et al.: Treatment of idiopathic scoliosis in the Milwaukee brace: Long-term results. *J Bone Joint Surg* 1980, 62-A:599-612.
23. Edmonson AS, Morris JT: Follow-up study of Milwaukee brace treatment in patients with idiopathic scoliosis. *Clin Orthop* 1977, 126: 58-61.
24. Keiser RP, Shufflebarger HL: The Milwaukee brace in idiopathic scoliosis: Evaluation of 123 completed cases. *Clin Orthop* 1976, 118:19-24.
25. Emans JB, Kaelin A, Bancel P, et al.: Boston brace system treatment of idiopathic scoliosis: Follow-up results in 295 patients. *Spine* 1986, 11:792-801.
26. Dickson RA: Conservative treatment for idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1985, 67-B:176-81.
27. Lonstein JE, Winter RB: Milwaukee brace treatment of adolescent idiopathic scoliosis: Review of 1030 cases. *Orthop Trans* 1989, 13:92
28. Mellenkamp DD, Blount WP, Anderson AJ: Milwaukee brace treatment of idiopathic scoliosis, late results. *Clin Orthop* 1977, 126:47-57.
29. Montgomery F, Willner S, Applegren G: Long-term follow up of patients with adolescent idiopathic scoliosis treated conservatively: An analysis of the clinical value of progression. *J Pediatr Orthop* 1990, 10:48-52.
30. Noonan KJ, Weinstein SL, Jacobson WC, Dolan LA: Use of the Milwaukee brace for progressive idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1996, 78-A:557-67
31. Berg U, Aaro S: Long term effect of Boston brace on renal function in patients with idiopathic scoliosis. *Clin Orthop* 1983, 180:169-72.
32. Chase AP, Bauder DL, Houghton GR: The biomechanical effectiveness of Boston brace in the management of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1989, 14:636-42.
33. Olafsson Y, Saraste H, Soderlund V, Hoffsten M: Boston brace in the treatment of idiopathic scoliosis. *J Ped Orthop* 1995, 15:524-7.
34. Katz DE, Richards S, Browne RH, Herring JA: A comparison between the Boston brace and the Charleston bending brace in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1997, 22:1302-12.
35. Price CT, Scott DS, Reed FE et al.: Night time bracing for adolescent idiopathic scoliosis with the Charleston bending brace. *Spine* 1990, 15:1294-9.
36. Basset GS, Bunnell WP, MacEwen GD: The treatment of idiopathic scoliosis with the Wilmington brace, results in patients with a 20-degree to 39-degree curve. *J Bone Joint Surg* 1986, 68-A:602-5.
37. Durand H, Salanova C: Brace treatment of adolescent idiopathic scoliosis, results in 477 patients (Doctoral thesis) University of Toulouse, France, 1991.
38. Green NE: Part time bracing of adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1986, 68-A:738-42.
39. Winter RB: The pendulum has swung too far. Bracing for idiopathic scoliosis in the 1990's. *Orthop Clin North Am* 1994, 25:195-204 .
40. Goldberg CJ, Moore DP, Fogarty EE, Dowling FE: Adolescent idiopathic scoliosis. The effect of brace treatment on the incidence of surgery. *Spine* 2001, 26(1):42-7.