

## Ortez Dizaynında Biyomekanik Simulasyon ve Standart Tekniğin Adolesan İdiyopatik Skolyoz Tedavisindeki Etkilerinin Karşılaştırılması: İlk Sonuçlar

### *The Comparison of The Effects Of Biomechanical Simulation in Orthosis Desing and Standard Technique on The Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis: First Results*

Mustafa Erkan İnanmaz<sup>1</sup>, Hakan Sarman<sup>2</sup>, İbrahim Engin Şimşek<sup>3</sup>, Hakan Başar<sup>4</sup>, Mustafa Uslu<sup>5</sup>, Kamil Çağrı Köse<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sakarya Tıp Fakültesi Ortopedi Ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, Sakarya, Türkiye

<sup>2</sup>Gölcük Devlet Hastanesi Ortopedi Ve Travmatoloji Kliniği, Kocaeli, Türkiye

<sup>3</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi Fizik Tedavi Ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalı, İzmir, Türkiye

<sup>4</sup>Sakarya Eğitim Ve Araştırma Hastanesi Ortopedi Ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, Sakarya, Türkiye

<sup>5</sup>Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi Ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, Düzce, Türkiye

#### Özet

**Amaç:** Skolyoz 3 boyutlu bir deformitesidir. Orta ve hafif dereceli deformitelerde ortez kullanımı günümüzde en yaygın uygulanan tedavi modellerinden biridir. Ortezin kullanım ve etkinliği hala tartışılmaktadır. Günümüzde CAD /CAM ve bilgisayarlı biyomekanik simulasyon teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte endüstriyel yeni jenerasyon ortezlerle deformitenin optimal biyomekanik etkinlik sağlanarak tedavisine olanak sağlanmıştır. Bu çalışmanın amacı adolesan idiopatik skolyozun konservatif tedavisinde 2 farklı ortez dizayn tekniğinin etkinliklerinin karşılaştırılmasıdır.

**Yöntem:** Çalışmaya retrospektif olarak takipleri eksiksiz olan 28 (22 kadın, 6 erkek, ortalama yaş 15.8) skolyozlu hasta dahil edildi. Hastalar 2 gruba ayrıldı. Birinci grup: Standart dizayn yöntemleri kullanılarak hazırlanan TLSO tipi kullanarak tedavi edilen 16 hastadan oluştu. İkinci grup: dizayn ve üretim aşamasının bireysel geometrinin biyomekanik olarak 3 boyutlu sonlu elemanlar modeli ve CAD/CAM yazılımları (Rodin4®) ile gerçekleştirildiği ortezleri kullanılan 12 hastadan oluştu. Hastaların başlangıç ve 6. ay takiplerinde uzun kaset ayakta röntgenleri çekilerek Cobb's açılı ölçüldü.

**Bulgular:** Altı ay sonunda Birinci grupta torakal-lomber eğriliklerdeki Cobb's açısındaki düzelmeler 18%-22% iken, İkinci grupta 29%-42% (p <0,05) olarak izlendi. İkinci grupta Cobb's açılarında ve hasta konforunda belirgin olarak daha iyi sonuçlar izlendi.

**Sonuç:** Bu ilk sonuçlar yeni jenerasyon ortezlerin skolyozun konservatif tedavisinde daha etkili olabileceğini düşündürmektedir. Bu yöntemin ortez biyomekaniğini anlamamıza ve geliştirmemize yön vereceğini inanmaktayız.

#### Abstract

**Objective:** Scoliosis is a 3-dimensional deformity. Today, the use of orthosis for medium and light degree of deformities is one of the most widely applied treatment models. There are many question marks regarding the application of the best orthosis. The use and effectiveness of orthosis has still been discussed. Today, with industrial new generation orthosis in addition to the developments in CAD/CAM and computerized biomechanical simulation technologies, the treatment of deformity has become possible by providing optimal biomechanical efficiency. The aim of this study is to compare effectiveness of two different orthosis design technique in conservative treatment of adolescent idiopathic scoliosis.

**Method:** The study included 28 patients with scoliosis (22 females and 6 males, mean age 15.8) whose follow-up was retrospectively complete for the study. Patients were divided into 2 groups. The first group: It was consisted of 16 patients who were treated with TLSO type prepared by using the standard design methods. Second group: It was consisted of 12 patients for whom orthosis which were carried out with 3-dimensional finite element model as biomechanics of the individual geometry in design and production process and CAD/CAM software (Rodin4®) were used. At the beginning and sixth month follow-up of patients, their Cobb's angles were measured by taking a standing x-ray of them with long cassette.

**Results:** At the end of six months,while improvements at Cobb's angle in thoracic-lumbar deviousness in the first group were 18%-22%,in the second group,they were observed as 29%-42% (p <0.05). The second group of Cobb's angles and patient comfort showed significantly better results.

**Conclusion:** These first results suggests that new generation orthosis can be more effective on the conservative treatment of scoliosis. We believe that this method will give us direction to understand and improve the orthosis biomechanics.

**Keywords:** Scoliosis, orthosis, CAD /CAM, 3 dimensional, biomechanical simulation.

**Anahtar Kelimeler:** Skolyoz, ortez, CAD /CAM, 3 boyutlu, biyomekanik simulasyon.

#### Giriş

Skolyoz vertebral kolonun ve göğüs kafesinin 3 boyutlu deformitesidir. Orta ve hafif dereceli deformitelerde ortez kullanımı günümüzde en yaygın uygulanan tedavi modellerinden biridir.

Ancak ortez tedavisinin hastalığın progresyonunu önlemedeki etkinliği hala tartışmalıdır. En iyi ortez uygulaması ile ilgili birçok soru işaretleri bulunmaktadır. Ortezin dizaynı ve biyomekanik

#### İletişim Bilgisi / Correspondence

Yrd. Doç. Dr. Mustafa Erkan İnanmaz Sakarya Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı Sakarya

E-mail: erkaninanmaz@yahoo.com Tel: +90 264 295 54 54

Geliş tarihi / Received: 15.12.2012

Kabul tarihi / Accepted: 02.01.2013

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest: Yok / None



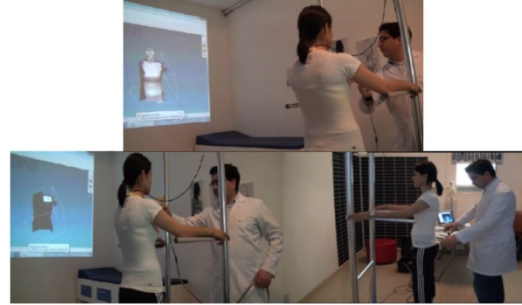
etkisini nasıl maksimum düzeyde tutulabileceği sorusunun cevabı ile ilgili net bir fikir birliği oluşmamıştır. Günümüzde CAD/CAM ve bilgisayarlı biyomekanik simulasyon teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte yeni jenerasyon ortezlerle deformitenin optimal biyomekanik etkinlik sağlanarak skolyoz tedavisine olanak sağlanmıştır (1,2).

Ortez tedavisi 40 derecenin altındaki adolesan idiyoatik skolyoz (AİS) eğriliklerinin kabul görmüş konservatif tedavi yöntemidir (1,2). Geleneksel skolyoz ortezlerinin başarısı büyük ölçüde ortez teknikerinin deneyim ve birikimine dayanır. Bunun sonucu olarak standart olmayan ve subjektif değerlendirmelerle üretilen ortezler, tekrarlayan provalar ve uyumsuzluklarla sonuçlanabilmektedir. CAD/CAM (computer aided design/computer aided manufacture) sistemleri üretim öncesi eğrinin 3-boyutlu olarak modellenmesi, korrektif desteklerin standardize ve hızla yapılabilmesi açısından büyük kolaylıklar sağlanmaktadır. Bu oldukça uzun bir süreç almış olsa da şu an itibariyle yeni nesil korselerin hem tasarım hem de üretim aşamalarında tümüyle bağımsız otonom bir sistem yapılmıştır. Sistemin dezavantajları ise maliyetlerinin yüksek oluşu ve korsenin tasarım aşamasında kullanılan yazılımın kullanılmasındaki bazı zorluklardan oluşmaktadır. Lemaire ve ark. (3) CAD yöntemi kullanarak gece korsesi, D'Amato ve ark. (4) ve Cottolorda ve ark. (5) temassız 3-boyutlu tarayıcı ile elde edilen veri ile CAD yazılımı kullanarak modelleme yapan ilk araştırmacılar olmuşlardır. Bu çalışmanın amacı AİS konservatif tedavisinde 2 farklı ortez dizayn tekniğinin klinik etkinliklerinin karşılaştırılmasıdır.

### Materyal ve Metod

2011 ve 2012 yılları arasında AİS tanısı ile korse tedavisi uygulanan hastaların takip kartları ve röntgenleri geriye dönük olarak incelendi. Çalışmaya dâhil edilme kriterleri olarak: AİS tanılı olmak, daha önce herhangi bir tedavi almamış olmak, primer eğriliğin 25-40 dereceler arasında olması, hastanın korsesi tam zamanlı olarak kullanması (23 saat/gün). Hastalar tedaviye başlamadan önce korsenin tam olarak (23 saat/gün) kullanılması ile ilgili bilgilendirildi. Her kontrolde hastaya, anne ve babasına korse kullanım süresi detaylıca sorularak not edildi.

Bu çalışmada CAD/CAM sistemi (Rodin4D) kullanıldı. Bu sistem temassız lazer tarayıcı (Resim 1), düzeltici yazılım aşaması (Resim 2) ve üretim (Resim 3) basamaklarından oluşmaktadır.



**Resim 1.** CAD/CAM Metot ile 3-boyutlu olarak modellenme için tarama.

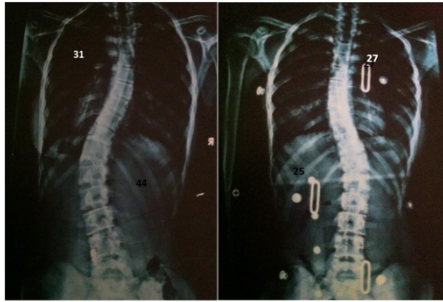


**Resim 2.** Taranan dosyaların bilgisayarlı ortamda hazırlanması.



**Resim 3.** Hastaya özel hazırlanan korsenin üretimi.

Hastaların korseli ve korsersiz ayakta AP ve lateral röntgenleri 0. 2. ve 6. aylarda çekilerek eğriliğin yapısı ve derecesi Cobb's yöntemi ile ölçülerek kaydedildi. Hastaların ikinci aydaki (korse sağlanan shift etkisine dokunun cevap verme süresi) korseli röntgenleri başlangıç korse korreksiyonu olarak değerlendirildi. Bundan sonraki 6. ay korseli ve korsersiz röntgenleri eğrilik progresyonu açısından değerlendirilerek kaydedildi. Korse başarısı ilk kontroldeki eğriliğin derecesi ve eğriliğin ilerleme göstermemesi veya azalması olarak değerlendirildi (Resim 4).



**Resim 4.** 17 yaşındaki hastanın tedavi öncesi ve sonrası filmlerinin karşılaştırılması.

## Sonuçlar

Ortez tedavisine ortalama başlama yaşı 15,8 (13-18) olan 28 hasta (22 kadın, 6 erkek) AIS tanılı hasta dâhil edildi. İlk ölçümde major eğrilik derecelerine göre 14 hasta da 25 ile 29 derece arası, 8 hasta da 30 ile 35 derece, 6 hasta da ise 35 ile 40 derece arasında ölçüldü. SRS sınıflamasına göre (6) 12 hasta da torakal eğrilik, 11 hasta da double-major eğrilik, 5 hasta da torakolomber eğrilik olarak değerlendirildi. Toplamda 39 eğrilik tedavi edildi. Ortalama ilk eğrilik açısı 30 (25-40) derece olarak ölçüldü. Her iki grup arasında yaş ve cinsiyet açısından fark izlenmedi ( $p>0,05$ ) Altı ay sonunda birinci grupta torakal-lomber eğriliklerdeki Cobb's açısındaki düzelmeler %18-%22 iken, ikinci grupta %29-%42 ( $p <0,05$ ) olarak izlendi. Hiç bir hastada ortez ile ilgili herhangi bir komplikasyon izlenmedi.

İstatistiksel analizlerde Statistical Package for Social Sciences (SPSS) 10,0 kullanıldı. Non-parametrik test kullanıldı.

## Tartışma

Lemaire ve ark. (3) CAD/CAM teknolojisinin AIS ortezlerinde kullanımı ile ilgili makale yazan ilk araştırmacıdır. D'Amato ve ark. (4) CAD/CAM teknolojisi kullanarak tasarladığı gece korsesi ile elde edilen korreksiyonların klasik yöntemlerle imal edilen ortezlere göre daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmiştir. Cottolarda ve ark. (5) CAD prosedürü ile yapılan ortezlerin klasik yöntemlerle yapılanlara göre daha iyi sonuçlarını bildirmişlerdir. Ortez yapımında temassız 3-boyutlu optik tarayıcı kullanılmışlardır. Cottolarda ve ark. (5) ortez tekniğinin tecrübe ve subjektif değerlendirmelerine göre imal edilen klasik ortezlere göre hasta uyumunun ve memnuniyetinin daha fazla olduğunu belirtmiştir.

Çalışmalar göstermiştir ki skolyozun konservatif tedavisinde ortez uygulamalarının başarısı eğriliğin ilerlemesinin önlenmesi veya cerrahi müdahalenin önüne geçilmesi olarak tariflenmektedir. Literatürde ise %15-82 arasında başarı oranları vardır (3,4,5,7). Dolan ve ark. (7) bir meta-analiz çalışmalarında en iyi ortez uygulamalarında bile hastaların %20-24'ü arasında cerrahi tedaviye gerek duyulduğunu bildirmişlerdir. Birçok yazar ilk kullanımda brace içindeki skolyotik eğriliğin düzelleme oranı ortezin başarısı ile doğru orantılı olduğunu belirtmişlerdir (8-14). Çalışmamız sonucunda ortaya çıkan ilk 6 ay sonundaki ortez içindeki eğrilik ilerlemesinde durma ve korreksiyon derecelerinde (%29-%42) düzelleme CAD/CAM (Rodin4D) prosedürü ile uyguladığımız hastalardaki başarı oranını literatürün ortez başarı oranı ile uyumlu olduğunu göstermektedir (8-14).

Bu ilk sonuçlar biyomekanik etkilerin optimum düzeyde tutulması esasına dayalı yeni jenerasyon ortezlerin AIS konservatif tedavisinde daha etkili olabileceğini düşündürmektedir. Çalışmamızın gerek hasta sayısı gerekse takip süresi açısından yeterli olmadığı görülmektedir. Fakat ülkemizde yeni uygulanan bir ortez üretim tekniğinin ilk sonuçları olması açısından önemli olabileceğini düşünmekteyiz. Daha uzun süre takip ve hasta sayısındaki artış ile bu bulguların desteklenmesi gerekmektedir. Bu yöntemin ortez biyomekanikini anlamamıza ve geliştirmemize yön vereceğine inanmaktayız.

## KAYNAKLAR

1. Andrews N, Ullrich CK, Fleming MD. Disorders of iron metabolism and sideroblastic anemia. In: Nathan DG, Orkin SH, Ginsburg D, Look AT (eds). Hematology of Infancy and Childhood (7th ed) Philadelphia: Saunders, 2009: 521-sadasdas70.
2. World McLean E, Cogswell M, Egli I, de Benoist B. Worldwide prevalence of anaemia, WHO Vitamin and Mineral Nutrition Information System, 1993-2005. Public Health Nutr 2009; 12: 444-54.
3. Prasad AN, Prasad C. Iron deficiency; non-hematological manifestations. Prog Food Nutr Sci 1991; 15: 255-83.
4. Beard J, Finch CA, Green WL. Interactions of iron deficiency anemia and thyroid hormone levels in the response of rats to cold exposure. Life Sci 1982; 30:691-7.
5. Kutluay MT, Köksal G, Köksal E. Nutritional Status and Problems of School Age Children in Turkey. Hacettepe University, Department of Nutrition and Dietetics, Ankara, Turkey, 2006. <http://www.gcnf.org/library/country-reports/turkey/2006-Turkey-Nutrition-Status-Problems.pdf>.
6. Brugnara C. Iron deficiency and erythropoiesis: new diagnostic approaches. Clin Chem 2003; 49: 1573-78.
7. Schwartz E. Iron deficiency anemia. In: Behrman RE, Kliegman RM, Jenson HB (eds) Nelson Textbook of Pediatrics (17th ed) W.B. Saunders Company, Philadelphia. 2004; 1614-16.
8. Engelmann MD, Sandström B, Michaelsen KF. Meat intake and iron status in late infancy: an intervention study. J Pediatr Gastroenterol Nutr 1998; 26: 26-33.
9. Ohlund I, Lind T, Hörnell A, Hernell O. Predictors of iron status in well-nourished 4-y-old children. Am J Clin Nutr 2008; 87: 839-45.
10. Moshang Jr. T. Thyroid Disorders in Children. In: Bell LM (ed). Pediatric Endocrinology: The Requisites in Pediatrics, Elsevier Mosby 2005; 171-90.
11. Tang F, Wong TM, Loh TT. Effects of cold exposure or TRH on the serum TSH levels in the iron deficient rat. Horm Metab Res 1988; 20:616-9.
12. Beard J, Tobin B, Green W. Evidence for thyroid hormone deficiency in iron-deficient anemic rats. J Nutr 1989; 119:772-8.
13. Eftekhari MH, Keshavarz SA, Jalali M, Saadat N, Seyasi F, Eshraghian MR. The relationship between iron status and thyroid hormone concentration in iron-deficient adolescent Iranian girls. Asia Pac J Clin Nutr 2006; 15 : 50-5.
14. Gündüz Z, Kumandaş S, Kurtoğlu S, Üzümlü K. Demir eksikliği anemisinin Tiroid hormonları üzerine etkileri Turk J Med Res 1992; 10: 205-9.
15. Tienboon P, Unachak K. Iron deficiency anaemia in childhood and thyroid function. Asia Pac J Clin Nutr 2003; 12: 198-202.
16. Yavuz O, Yavuz T, Kahraman C, Yeşildal N, Bundak R. The Relationship between ironstatus and thyroid hormones in adolescents living in iodine deficient area. J Pediatr Endocrinol Metab 2004; 17: 1443-49.

