

Omurgada Hareket Ölçümleri

Measurements of Spinal Motion

CUMHUR KILINÇER, BÜLENT S. CİGALI,
M. KEMAL HAMAMCIOĞLU, SEBAHATTİN ÇOBANOĞLU

Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı (C.K., M.K.H., S.Ç.) ve Anatomi Anabilim Dalı (B.S.C.), Edirne

Geliş Tarihi: 16.11.2001 ⇔ Kabul Tarihi: 19.01.2002

Özet: *Amaç:* Hareketlilik omurganın temel özelliklerinden biridir. Bu fonksiyon bazen hastalıklar ya da girişimler nedeniyle kısıtlanırken, bazen de segmental olarak artmış normal dışı hareketler görülür. Rutin klinik uygulamada instabiliteden kuşkulanan olgularda buna yönelik incelemelerin yapılmasına rağmen, belirgin hareket kısıtlılığı bulunan hastalarda bile gerekli ölçümlerle kısıtlılığın objektif bir şekilde ortaya konulması yoluna pek gidilmemektedir. Bu yazının amacı omurgadaki hareket ölçümlerinin endikasyonları, ölçüm yöntemleri ve ölçümlerin güvenilirliğine dair bugünkü bilgilerimizi ortaya koymaktır.

Yöntemler: Omurgada hareket ölçümleri hakkındaki güncel yayınların gözden geçirilmesi.

Bulgular: Bugün omurga hareketlerinin ölçümünde kullanılan klasik yöntemler olan radyolojik incelemeler ve mekanik goniometre/inclinometre gibi aygıtlara, üç boyutlu hareket analizi yapan yüksek teknoloji ürünü bazı aygıtlar da eklenmiştir. Bu aygıtların kullanımı omurga kinematikliğini daha kolay ve kesin değerlendirebilmemizi sağlamaktadır.

Sonuç: Spinal enstrümantasyon ve füzyon girişimlerinin gittikçe daha yoğun bir şekilde uygulandığı günümüzde, gerek instabilitenin değerlendirilmesi gerekse füzyon sonucu oluşan hareket kısıtlılıklarının objektif olarak ortaya konulabilmesi bakımından, omurgada hareket ölçümleri konusu daha da önemli bir hale gelmiştir.

Abstract: *Objective:* Movement is one of the basic features of the spine. While this function is sometimes restricted by diseases or operations, we can also observe increased segmental motion in some cases. Routinely, although required investigations are performed in cases of suspected instability, objective measurements and demonstration of restricted motion are not performed even in patients who have apparent movement restriction. This article aims to review the current perspectives regarding indications, methods and the reliability of spinal motion measurements.

Methods: Review of current literature on spinal motion measurements.

Results: Today, high-technology 3D motion analysis devices are used in addition to classical ways of spinal motion measurement such as radiologic methods and mechanical goniometers/inclinometers. By the use of such devices, one can obtain more definite and reliable measurements.

Conclusion: As more and more spinal fusion operations are performed today, measurement of spinal motion is becoming increasingly important whether in evaluating instability or in measuring motion restriction related to these operations.

Anahtar kelimeler: Biyomekanik, Omurga, Hareket, Yöntemler, Hareket analizi.

Key words: Biomechanics, Spine, Movement, Methods, Motion analysis.

GİRİŞ

Omurgada normal dışı hareketler iki şekilde karşımıza çıkar: bir bölgede hareket artmış veya azalmış olabilir. Belli bir segmentte artmış omurga hareketi instabilite kavramı içerisinde incelenir ve bu durumun ortaya konulmasının önemi iyi bilinir. Omurga hareketlerindeki kısıtlılığın ölçülmesi ise daha az bilinen bir konu ve daha az başvurulmuş bir yöntemdir. Oysa hareketlerde kısıtlılık veya hareket paterninin değişmesi omurga hastalıklarına sıkça eşlik eden bir bulgudur ve bu olgularda hareketlerin değerlendirilmesi ve kısıtlılığın ölçülmesi yararlı olabilir. Artan spinal enstrümantasyon ve füzyon girişimleri de kısıtlılık ölçümlerine yeni bir boyut getirmiştir.

Bu yazıda omurga hareket ölçümleri, saptanan bozuklukların klinik anlamı, ölçümlerin güvenilirliği ve ölçüm için kullanılan yöntemler gözden geçirilecektir.

OMURGA HAREKETİ ÖLÇÜMLERİNİN ENDİKASYONLARI

Omurga ile ilgili rahatsızlığı bulunan bir hastanın muayenesi sırasında dikkat çekici bir hareket kısıtlılığı izlenimi alınırsa bazı aygıtlardan yararlanarak omurga kinematığının objektif bir şekilde gösterilmesi ve dokümanite edilmesi uygun olur. Bazı ülkelerde özellikle medikolegal nedenlerle bu fonksiyonel değerlendirme çabalarına özen gösterilmekte ve bu ölçümler sakatlık yüzdelerini çıkartmak için kullanılmaktadır. Örneğin Amerikan Tıp Cemiyeti Kalıcı Sakatlık Değerlendirme Rehberi, boyun hareketlerinin sınırlarının ölçümü için planiometre denilen açı ölçerlerin kullanılmasını önermektedir (1). Ülkemizde ise adli tıpla ilgili kanunlar ve yönetmelikler çerçevesinde omurga hareketlerindeki kısıtlılığın ölçülmesi ve rakamsal olarak ifade edilmesine dair bir uygulama yoktur.

Klinik pratik içerisinde, belirgin bir hareket kısıtlılığı bulunan hastalarda bile ölçüm için aygıt kullanma uygulaması rutinleşmemiş, bu ölçümlerin hangi durumlarda gerekli olduğuna dair açık endikasyonlar tanımlanmamıştır. Omurga ölçümlerinin eskiden beri uygulandığı ve rutine girdiği alan deformite cerrahisi ve özellikle skolyozdur. Travma olgularında yapılan ölçümler genellikle statiktir; omurganın hareket sırasındaki değişimleri değil, o andaki anatomisi ortaya konulmaya çalışılır. Çünkü stabilizasyon bozukluğu kuşkusu olan bir olguda nöral yapıları riske atmamak için fonksiyonel

grafilerin kullanımı son derece kısıtlı tutulmalıdır. Oysa dejeneratif listezis olgularında fonksiyonel grafilerle hareket ölçümleri yapma şansımız vardır. Nitekim listezis olguları için iyi tanımlanmış radyolojik ölçüm yöntemlerine ve evrelemelere sahibiz. Özetle, bugün için omurga hareketleri ölçümlerinin endikasyonları hareket kısıtlılıklarının değerlendirilmesinden çok stabilizasyon kusuru olan olgularda artmış hareketin gösterilmesi konusuna yönelmiş ve bu alanla kısıtlı kalmıştır.

OMURGADAKİ HAREKET ÖLÇÜMLERİ

Pratikte en sık sorun çıkaran bölgeler olduğu için boyun ve bel hareketleri ölçümlerine daha sık gereksinim duyulur. Gerekirse hareketler aktif ve pasif olarak yaptırılarak iki ayrı ölçüm değeri elde edilir. Şu hareketler yaptırılarak ölçümler alınır:

1. Fleksiyon, 2. Ekstansiyon, 3. Yana fleksiyon: sağa ve sola.

Ölçüm aygıtı izin veriyorsa şu hareketler de ölçülebilir:

4. Aksiyal rotasyon: sağa ve sola, 5. Fleksiyonda aksiyal rotasyon: sağa ve sola, 6. Ekstansiyonda aksiyal rotasyon: sağa ve sola.

Hareket sınırları (range of motion) omurgada en sık yapılan hareket ölçümüdür. Bu ölçümde omurganın ele alınan bölgesinin (servikal, torakal ya da lomber) maksimum hareketi yaptırılıp yapılan hareketin tüm bölgedeki genliği global olarak ölçülür.

Belli bir hareket sırasında (oturur ya da yürür durum) ele alınan bir omurga parçasındaki postür, ölçümü yapılabilecek başka bir durumdur: oturur durumda lomber lordozdaki değişimin ölçülmesi gibi.

Omurgada değerlendirilebilecek bir diğer durum, her bir fonksiyonel ünitenin açılması ve harekete olan katkısıdır. Radyolojik yöntemlerle ve yeni geliştirilen bazı yüksek teknoloji ürünü yüzeyden ölçüm yapan aygıtlarla örneğin L4-L5 aralığının fleksiyona olan katkısı tek başına ortaya konulabilir. Bu sayede, stabilite kusuru bulunduğu düşünülen olgularda kuşku edilen bölgenin hareket sırasında gösterdiği anormal açılmalar da ortaya konulabilir.

OMURGA HAREKETLERİNDEKİ KISITLILIKIN KLİNİK ANLAMI

Omurga ile ilgili rahatsızlıkları bulunan hastaların hekime en sık başvurma nedenleri ağrıdır. İster boyun ağrısı, ister sırt ya da bel ağrısı olsun,

omurgayla ilgili lokal ağrı sendromlarının yaklaşık % 90'undan mekanik nedenler, yani omurgaya ait kemik, bağ ve kas dokularına ait zorlanmalar veya dejeneratif ya da travmatik süreçler sorumludur (6).

Çoğu mekanik ağrıda az ya da çok hareket kısıtlılığı bulunur ve özellikle akut dönemde, ağrı arttıkça alevlenen refleks kas spazmı nedeniyle ağrının şiddetiyle hareket kısıtlılığı paralel gider. Ağrı sadece hastanın hissedebileceği ve dışarıdan bir aygıtla ölçülmesi mümkün olmayan bir semptom olduğundan, eşlik eden kısıtlılığın objektif olarak ölçülmesi yararlıdır. Bu ölçüm, hastanın takibinde ve uygulanan tedavilerin etkinliğinin değerlendirilmesinde bazen elimizdeki tek objektif kriter olabilir. Öte yandan özellikle kronik olgularda ağrı ve kısıtlılık korele olmayabilir ve hareket sınırlarının ölçümü hastanın klinik tablosuyla ilişkisiz bir tablo çizebilir. Kronik bel ağrısı çeken hastalarda yapılan bir çalışmada yakınmaların şiddetiyle omurga hareket sınırlarının ölçümü ilişkisiz bulunmuştur (7).

Omurga hareketleri söz konusu olduğunda, hareket kısıtlılığı ile spesifik bir anatomik tanı arasında da ilişki bulunamamıştır. Bu yüzden hareket kısıtlılığı ayırdettirici bir tanısal bilgi sağlamaz. Boyun veya beldeki hareket kısıtlılığı en iyi olasılıkla; boynun nöromüsküler kontrolünde bozukluk, hareket tarafından alevlendirilen ağırlı bir lezyon veya vertebralarda arasındaki kompleks eklem düzeneğine ait mekanik bir kısıtlılık gibi durumlardan birinin ya da bir kaçının varlığını gösterir. Dolayısıyla mekanik omurga hastalıkları söz konusu olduğunda hareket kısıtlılığı, sensitivitesi özellikle akut olgularda iyi, fakat spesifitesi pek az olan bir bulgudur.

Tüm bu kısıtlılıklardan başka, bir semptom olarak omurga hareketlerindeki kısıtlılığın klinik olarak saptanabilirliği de önemli bir sorundur. Örneğin boyun ele alındığında biomekanik çalışmalar, servikal bölgedeki rotasyonun %50'sinin atlantoaksiyal eklemle yapıldığını göstermiştir. Geri kalan rotasyon, C2 düzeyinin altında eşit oranda dağılmıştır, böylece her segment 7 dereceden az katkıda bulunur (8). Bu yüzden C1-2 nin altındaki bir düzeyin tam füzyonu bile klinik olarak saptanamayabilir ve muhtemelen ölçüm hatası sınırları içine girer.

Bu nedenlerden dolayı klinik uygulamada, normal dışı bir ölçüm yapılmış olmasından çok saptanan hareket kısıtlılığının takibi yarar sağlar.

ÖLÇÜMLERİN GÜVENİLİRLİĞİ

Omurga hareketlerinin normal değerleri yaş, cinsiyet, kilo ve vücut yapısı gibi faktörlerden etkilenir. Van Mameren ve ark. tarafından boyun üzerinde yapılan ayrıntılı sineradyografik incelemeler normal şahıslarda bile fleksiyon ve ekstansiyonda hem segmental hem total olarak amplitüd ve paternde önemli farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur (13). Bu çalışmada, en azından sagittal planda hareket sınırlarının ölçülmesinin servikal omurga mobilitesinin değerlendirilmesinde uygun olmadığı ileri sürülmüştür. Kontrollü laboratuvar ortamındaki bu değişkenlikler, gözlemcilerdeki farklılıklar ve farklı ölçüm şartlarının da eklenmesiyle, klinik koşullar altında daha büyük hatalar yapılacağı anlamına gelir. Bu nedenle belli bir hareket değerinin normal sınırlarda olmadığını söylemek kolay değildir ve ancak belirgin anormallikler, örneğin hareketteki asimetric kısıtlılıklar ve bu kısıtlılığın tekrarlanan ölçümlerde de saptanıyor olması güvenilir bir şekilde anormal olarak kabul edilebilir.

Ölçüm için kullanılan aygıtların güvenilirliği ayrı bir konudur. Herhangi bir ölçüm aygıtının sağlıklı sonuçlar verdiğinin kanıtlanması bazı şartların sağlanmasını gerektirir. Her bir aygıt yeterli sayıda sağlıklı deneyin ölçümlerinin yapıldığı bazı testlerle değerlendirildikten sonra klinik kullanıma alınır. Bir ölçüm aygıtının sağlaması gereken şartlar aşağıdadır.

A. Sınıf içi (intraclass) güvenilirlik:

1. Ölçüm içi tekrar (=intrarater, =intraobserver retest): Ölçümü yapan kişi, aynı şartlar altında ikinci ölçümünde de aynı değerleri bulmalıdır.

2. Başkasınca tekrarlanabilirlik (=interrater retest, =two-observer repeatability): Aynı şartlar altında ölçümü yapan ikinci bir kişi aynı ya da yakın değerleri bulmalıdır.

3. Kişisel değişkenlik (=intraindividual variability): Değişik zaman dilimlerindeki ölçümlerde ölçümü yapılan kişide (hasta) ölçüm değerleri aynı ya da benzer bulunmalıdır.

4. Günlük profil: Yukardaki maddeyle bağlantılı olarak, ölçümün günün belirli zamanlarında tekrarlanarak değişkenlikler olup olmadığı ortaya konulmalıdır.

5. Aktif ve pasif hareketlerin kıyaslanması: Hareketlerin sınırları aktif ve pasif hareketlerde ayrı ayrı ölçülerek yöntemin ikisi arasında belirgin bir fark gösterip göstermediği ortaya konulur.

B. Sınıflar arası (interclass) güvenilirlik:

Yapılan ölçümler, bu iş için kullanılan genel kabul görmüş ve standartlaşmış diğer yöntemlerle tekrar edilerek aralarında anlamlı fark olup olmadığına bakılır.

OMURGA HAREKETİ ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Omurga hareketlerinin ölçülmesinde kullanılan klasik yöntemler; radyolojik yöntemler ve planiometre, gonimetre, inclinometre denilen açı ölçerlerdir. Bugün yüksek teknoloji kullanan ve yüzeyden yapılan noninvaziv ölçümlerle üç boyutlu hareket analizi yapabilen çeşitli ölçüm aygıtları da klinik kullanıma girmiştir. Her yöntemin belirli bir hassasiyeti, avantaj ve dezavantajları vardır. Tüm bu yöntemler aşağıda sınıflandırılarak sunulmuştur.

1. Radyolojik yöntemler

- Direkt grafi,
- Bilgisayarlı Tomografi,
- Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG).

Radyolojik yöntemler omurga hareketlerini değerlendirmenin klasik yoludur. Her biri üzerinde hareket sınırlarını ölçmeye dayanan çeşitli protokoller, aygıtlar ve bilgisayar destekli yöntemler geliştirilmiştir. Hassasiyetleri yüksektir ve omurga hareketlerinin ölçümlerinde "altın standart" sayılırlar. Dezavantajları; direkt grafiler kullanılıyorsa uzun dönem takip gerektiren omurga deformiteli hastalarda geniş beden alanlarına verilen yüksek X-ışını dozu; MRG'de ise yüksek maliyettir.

2. Goniometre/Inclinometreler

Goniometre, açı ölçer anlamına gelen ve teknoloji alanında çok çeşitli şekilleri ve kullanımı olan bir aygıttır (Yunanca *gonia*: açı, *metron*: ölçmek). Tıpta kullanımı, filmler üzerinde açı ölçen basit aletlerden, hastalar üzerinde ölçüm yapan mekanik veya yüksek teknoloji kullanan diğer çeşitlerine kadar değişir. Karışıklığa meydan vermemek için hemen belirtmeliyiz ki, omurga hareketlerini ölçen ve aşağıdaki diğer maddelerde belirtilen tüm aygıtlar da işlevleri bakımından birer goniometredirler. Burada kastedilen özellikle bu adla anılan aygıtlardır. Omurga hareketlerinin ölçümünde kullanılan sıvı goniometresi, gravity goniometresi, Myrin goniometresi (gravite ve yeryüzünün elektromanyetik alanından yararlanarak çalışır), long arm goniometresi, fleksibl elektrogoniometre gibi çeşitli şekilleri vardır.

Inclinometre terimi, sıklıkla goniometre

kelimesiyle aynı anlamda ve birbirlerinin yerine geçerek kullanılır. Bu ad altında çok çeşitli ölçüm aygıtı ve yöntemi bulunmaktadır: Cybex elektronik dijital inclinometre, pleurimetrik V dual inclinometre, carpenter dual inclinometre, computerized sensor single inclinometre, vb.

Yine aynı iş için kullanılan planiometre, potansiyometre ve rachimetre denilen aletler de vardır.

3. Üç boyutlu hareket analiz sistemleri:

Bunlar yüksek teknoloji kullanan ve cilt yüzeyinden ölçüm yapan elektronik aygıtlardır. Kullanılmaları, aygıt ve yapılan ölçümün niteliğine göre süresi değişmek üzere özel eğitim gerektirir. Teknolojilerine göre aşağıdaki gruplara ayrılırlar.

a. Moire topografi

Optik inputlara dayanarak üç boyutlu ölçümler yapılmasını sağlayan ve teknoloji alanında çeşitli kullanımları bulunan bir yöntemdir.

b. Fotogrametri/ Videoraster stereometri

Yine optik ölçümlerden yararlanan ve video capture yöntemiyle çalışan sistemlerdir. Daha çok sportif olaylarda kullanılırlar. Önce kayıt yapma, sonra analiz aşamaları vardır.

c. Opto-elektrik tarayıcılar

Optik ve elektronik devreler içeren sistemler kullanılarak omurganın üç boyutlu kinematik analizi yapılır. İnfrared kameraları kullanılır. Hassas ölçüm yapabilen, pahalı aygıtlardır. Tıpta kullanımları yüzün nöromüsküler rekonstruksiyonundan yürüyüş analizine kadar pek çok alanı içerir. Gerçek zamanlı incelemelerdir. Piyasada bu prensibe göre çalışan çok sayıda aygıt vardır: Qualysis (10), Vicon (3, 9), vb.

d. Ultrasound tabanlı aygıtlar

Beden yüzeyine tutturulan markerlerden gönderilen ultrasonik sinyallerin toplanıp Doppler shift efektinden yararlanarak bilgisayarla işlenmesi prensibine dayanan yine gerçek zamanlı incelemelerdir. Bu prensiple çalışan çeşitli aygıtlar üretilmiştir: CA6000 Spine Motion Analyser (4,5,11), Zebris CMS 50 (2,5), Polhemus Navigation Sciences 3Space Fastrak/Isotrak (4,12). Bu yöntemle hem ince hem de global hareketlerin non-invaziv, hassas ve güvenilir ölçümleri mümkündür. Bazı kısıtlılıkları da vardır: 1. Obez hasta, 2. Asimetrik kas yüzeyleri, 3. Cerrahi geçirmiş hastalar (Radyolojik olarak deformite açısı bilinirse progresyon takip edilebilir). Radyolojik yöntemlerin dezavantajlarına sahip olmayan ve her bir düzeye ait ayrı ölçüm rakamları verebilen bu hassas

incelemeler omurga hareket ölçümlerine yeni bir ivme kazandırmıştır. Bu aygıtlara ait sınıf içi ve sınıflararası güvenilirliği gösteren çalışmalar sürdürülmektedir ve sonuçlar umut vericidir.

SONUÇ

Spinal enstrumantasyon ve füzyon olgularının gittikçe arttığı günümüzde, rijit sistemlerle stabilizasyonun sağlanması fonksiyondan feragat edilme pahasına gerçekleştirilmektedir. Hasta tatmini, sadece stabil bir yapı kurulmuş olmasıyla değil, fonksiyonun da korunması ile arttırılabilir. Füzyon bölgesinin komşuluğundaki segmentlerde artan hareket nedeniyle gelişen dejenerasyon da ayrı bir sorundur. Bu yüzden gelecekte spinal entrumanların fonksiyonu daha çok gözetilen sistemler olması beklenmektedir. "Delile dayalı tıp" (evidence based medicine) anlayışının geçerli olduğu günümüzde, fonksiyonun ve bu fonksiyondaki herhangi bir kısıtlanmanın en objektif şekilde ölçülmesi gerekmektedir. İlerleyen teknoloji ve oluşturulan standartlar sayesinde omurgada hareket ölçümlerinin hem kesinlik ve güvenilirliği artacak hem de uygulanabilmeleri kolaylaşacaktır. Omurga hareketi ölçümlerinin gelecekte daha da önem kazanacağını ve yaygınlaşacağını düşünmekteyiz.

Yazışma Adresi: Dr. Cumhur KILINÇER
PK 52. 22001 Edirne, Türkiye
Tel: 0284 2355798
e-mail: ckilincer@trakya.edu.tr

KAYNAKLAR

1. American Medical Association: Guides to the assessment of permanent impairment, 4E. Chicago: American Medical Association, 1994.
2. Castro WH, Sautmann A, Schilgen M, Sautmann M: Noninvasive three-dimensional analysis of cervical spine motion in normal subjects in relation to age and sex. An experimental examination. Spine 25(4):443-449, 2000
3. Ehara Y, Fujimoto H, Miyazaki S, Mochimaru M, Tanaka S, Yamamoto S: Comparison of the performance of 3D camera systems. 2. Gait Posture 5 (3):251-255, 1997
4. Mannion A, Troke M: A comparison of two motion analysis devices used in the measurement of lumbar spinal mobility. Clin Biomech (Bristol, Avon) 14(9):612-619, 1999
5. Mannion AF, Klein GN, Dvorak J, Lanz C: Range of global motion of the cervical spine: intraindividual reliability and the influence of measurement device. Eur Spine J 9(5):379-385, 2000
6. Nachemson A: The lumbar spine: an orthopaedic challenge. Spine 1:59-71, 1976.
7. Nattrass CL, Nitschke JE, Disler PB, Chou MJ, Ooi KT: Lumbar spine range of motion as a measure of physical and functional impairment: an investigation of validity. Clin Rehabil 13(3):211-218, 1999
8. Penning L, Wilmsink JT: Rotation of the cervical spine. A CT study in normal subjects. Spine 12:732-738, 1987
9. Ployon A, Lavaste F, Maurel N, Skalli W, Roland Gosselin A, Dubouset J, Zeller R: In-vivo experimental research into the pre- and post-operative behavior of the scoliotic spine. Hum Movement Sci 16 (2-3):299-308, 1997
10. Teicher MH, Anderson SL, Wallace P, Klein DA, Hostetter J: Development of an affordable hi-resolution activity monitor system for laboratory animals. Pharmacol Biochem Be 54 (2):479-483, 1996
11. Troke M, Moore AP, Maillardet FJ, Hough A, Cheek E: A new, comprehensive normative database of lumbar spine ranges of motion. Clin Rehabil 15(4):371-379, 2001
12. Van Herp G, Rowe P, Salter P, Paul JP: Three-dimensional lumbar spinal kinematics: a study of range of movement in 100 healthy subjects aged 20 to 60+ years. Rheumatology (Oxford) 39(12):1337-1340, 2000
13. Van Mameren H, Drukker J, Sanches H, Beurgens J: Cervical spine motion in the sagittal plane (I) range of motion of actually performed movements, an X-ray cinematographic study. Eur J Morphol 28:47-68, 1990

Spine 2002 Mar 15;27(6): 587-95

Neural space integrity of the lower cervical spine: effect of normal range of motion. Nuckley DJ, Konodi MA, Raynak GC, Ching RP, Mirza SK.

Applied Biomechanics Laboratory, University of Washington, Seattle, Washington, USA.
dnuckly@u.washington.edu

Deneysel olarak alt servikal vertebralarda fizyolojik sınırlar içindeki hareketlerde spinal kanal bütünlüğü ve genişliği bozulmamıştır. Ancak intervertebral foramenler, ekstansiyon, ipsilateral eğilme, kombine ipsilateral eğilme ve ekstansiyon ve kombine kontralateral eğilme ile ekstansiyonda belirgin daralma göstermiştir.



Papiashvili ve Kadın 70x70, t/kt
(Toygun Orbay)