

DOI: 10.4274/atfm.36844

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası 2018;71(3):118-126

Spondilolistezis: Etiyoloji, Tanı, Klinik Özellikler ve Tedavi

Spondylolisthesis: Etiology, Diagnosis, Clinical Features and Treatment

© Esra Moustafa, © Birkan Sonel Tur

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Öz

Spondilolistezis, bir vertebranın ilişkili olduğu vertebraya göre öne veya arkaya kaymasıdır. Basit mekanik bel ağrısından, ilerleyici nörolojik defisit ve radyolojik bulgulara kadar değişen geniş bir klinik spektrum olarak karşımıza çıkmaktadır. Prevalansı %3-6 arasında ve erkek/kadın oranı: 2'dir. Spondilolistezisin tanısı hemen her zaman direkt grafiler ile konulur. Bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve ayrıca kemik sintigrafi gibi diğer radyolojik tanısal yöntemler tanı veya izlemede kullanılmaktadır. Konservatif tedavi aktivite kısıtlaması, abdominal ve paraspinal kaslarının rehabilitasyonu ve hiperlordotik rijid korselemeyi içerir. Tedavide ana hedef; ağrıyı azaltmak, lomber eklem hareket açıklığını tamamlamasının sağlamak ve kor kaslarını güçlendirmektir. Cerrahi tedavi genellikle konservatif tedaviye cevap vermeyen hastalara uygulanır. Bu derlemede; spondilolistezis etiyojisi, tanısı, klinik özellikleri ve tedavisine ilişkin güncel literatürün gözden geçirilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Spondilolistezis, Anterolistezis, Sınıflandırma, Tedavi, Egzersiz

Abstract

Spondylolisthesis is anterior or posterior shift according to the vertebrae to which a vertebra is associated. It is confronted as a broad clinical spectrum ranging from simple mechanical back pain to progressive neurological deficits and radiological findings. Prevalence is 3-6% and male/female ratio is 2. The diagnosis of spondylolisthesis is almost always made with direct radiographs. Computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI), other radiological diagnostic methods such as bone scintigraphy are also used in diagnosis or follow-up. Conservative treatment includes activity restriction, rehabilitation of abdominal and paraspinal muscles and hyperlordotic rigid bracing. The main goal is to reduce pain, strengthen the core of the muscles and to provide complete lumbar motion. Surgical treatment is usually performed in patients who do not respond to conservative treatment. We aimed to review current literature regarding the etiology, diagnosis, clinical features and treatment of spondylolisthesis.

Key Words: Spondylolisthesis, Anterolisthesis, Classification, Treatment, Exercise

Giriş

Spondilolistezis, 18. yüzyıldan bu yana bilinen bir patolojidir. Basit mekanik bel ağrısından, ilerleyici nörolojik defisit ve radyolojik bulgulara kadar değişen geniş bir klinik spektrum olarak karşımıza çıkar (1). Kayma olmaksızın nöral arkın pars interartikularisinin veya isthmusun tek veya çift taraflı defektine spondilolistezis denir (2).

Defekt bilateral olduğunda; nöral arkın anterior ve posterior elemanları ayrılır. Bu durum spinal kolonda instabiliteye yol açar ve üstteki vertebral segmentin bir sonraki kaudal segmente göre anatomik konumunun bozularak öne, arkaya ve yanlara doğru kaymasına spondilolistezis denir (2,3). Fakat bu terimle daha çok öne doğru kayma olan anterolistezis kastedilir. Vertebranın anatomik konumunun bozularak arkaya doğru kaymasına ise retrolistezis denir (2).

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Esra Moustafa

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Tel.: +90 312 595 68 17 E-posta: esra.moustafa89@gmail.com ORCID ID: orcid.org/0000-0001-8377-4578

Geliş Tarihi/Received: 21.06.2018 Kabul Tarihi/Accepted: 07.11.2018

©Telif Hakkı 2018 Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası, Galenos Yayınevi tarafından yayınlanmıştır.

Yayınlanan tüm içerik CC BY-NC-ND lisansı altındadır.



Lumbosakral Anatomi ve Omurga Biyomekaniği

Lumbosakral omurganın statik ve kinetik fonksiyonel anatomisi, omurganın işlevini veya işlevsel bozukluğa bağlı patolojik değişiklikleri değerlendirmede temel oluşturur. Spinal anatomi ve biyomekanik, işlev kaybının klinik analizi ve tedavisinde de büyük önem taşır. Omurga, karmaşık mekanik bir yapıdır. Üç önemli fonksiyonu vardır; yükün iletimi, hareket ve spinal kordun korunmasıdır. Vertebra anatomisi bu 3 önemli işlev için mükemmel bir yapı sergiler; anterior elemanlar vücut ağırlığını taşır ve şoku absorbe ederken, posterior elemanlar ise omurga hareketini kontrol eder (4-6).

Fonksiyonel Spinal Ünite (FSU), tüm omurgadaki biyomekanik özellikleri yansıtan en küçük fizyolojik hareket birimidir. FSU (hareket segmenti) komşu iki vertebra, intervertebral disk ve ligamentlerden oluşur. Bu segment hem üstüne binen fizyolojik ve aşırı yükleri taşır, hem de sagittal, koronal ve aksiyal düzlemdeki fleksiyon, ekstansiyon, yana eğilme (lateral bending) ve nötral rotasyonu sağlar (6). Hareketin fizyolojik sınırlarda kalması ve hareket açıklığı (ROM) hareket esnekliği korunması stabil bir omurga için çok önemlidir.

Aşırı yüklenmelere karşı omurgayı stabil olarak tutan 3 alt sistem Panjabi tarafından tanımlanmıştır. Bu sistemler; aktif sistem (kas, tendonlar), pasif sistem (vertebra, faset, disk) ve nöral sistemden oluşmaktadır. Hem normal ayakta durma pozisyonunda, hem de yük taşıma veya ani hareketler gibi durumlarda omurgaya vücut ağırlığından çok daha fazla yük biner. Bu yükü taşımak ve omurganın zarar görmemesini sağlamak için bu 3 alt sistem koordineli olarak çalışmalıdır (4). Adalelerin kasılması, gerekli fizyolojik hareketin yapılması, ligamentler ve kaslar ile aşırı hareketin engellenmesi ve tüm bunların nöral alt sistem kontrolü ile uyumlu ve yeterli olarak gerçekleşmesi stabil bir omurga için hayati önem taşır.

İnstabilite Kavramı

Farklı otoritelerin bu konu üzerinde çalışmalarına rağmen lomber instabilite için genel kabul görmüş bir tanım henüz bulunamamıştır. İnstabilite farklı bilim dalları (klinikyeni, radyolog, biyomühendis...) için farklı kavramları ifade etmektedir. Uygun tanım Panjabi ve Pope, Frymoyer ve Selby tarafından önerilmiştir (4).

Panjabi segmental instabiliteyi "omurgada stabilizeyi sağlayan alt sistemlerde sorun oluştuğu zaman nötral bölgenin fizyolojik limitlerde tutulmayıp genişlemesi" olarak tarif etmiştir. Nötral bölgedeki genişleme ROM artışına, segmentte normal sınırların üstünde hareket ortaya çıkmasına ve instabiliteye yol açar (4). "Omurgada sertliğin azalması, daha esnek hale gelmesi sonucunda normalde tolere edilebilen yüklenme sonrasında ağrı ve deformite gelişmesi" durumunu instabilite olarak tanımlanmıştır (6,7). Segmental instabilite (Amerikan Ortopedi Cerrahleri Akademisi) tarafından "omurgaya

herhangi bir yüklenme olduğu zaman normalin üstünde hareket ortaya çıkması" şeklinde tariflenmiştir (7). Spinal instabilite iki kategoriye ayrılabilir: Radyolojik instabilite ve klinik instabilite. Radyolojik instabilite, spondilolisteziste olduğu gibi pasif osseoligamentöz kısıtlayıcı anatomik yapıların belirgin harabiyeti anlamına gelir. Klinik instabilitenin ise tanısı daha zordur ve klinik ile radyolojik görüntü arasında tutarsızlıklar ortaya çıkabilir (6).

Tarihçe

Spondilolistezis terimi Yunanca spondilous (omurga) ve olistezis (kayma) sözcüklerinden türemiştir (3). Spondilolistezisin patofizyolojisi aydınlatılmadan önce ilk yazılı tanımlaması 1782 yılında Belçikalı bir doğum uzmanı olan Herbiniaux tarafından yapılmıştır. Herbiniaux vajinal doğum sırasında doğum kanalının daralmasına neden olan sakrumun ön kısmında kemik bir çıkıntı olarak tanımlamıştır. 1853 yılında Alman doktor Robert Pars interartiküleriste spesifik defektler olduğunu öne sürmüştür. Bu defektler için ilk olarak 1854'te Killian tarafından 'spondilolistezis' terimi kullanılmıştır. 1881 yılında, Neugebauer bu deformitenin klinik ve anatomik görünümünü detaylandırmıştır. Pars interartikülerisin elongasyon ve angulasyonun spondilolistezise neden olabileceğini öne sürmüştür (8,9).

Epidemiyoloji

Spondilolistezis'in kesin prevalansı bilinmemektedir. Çünkü hastaların büyük bir kısmı asemptomatiktir. Spondilolistezis prevalansı ile ilgili raporlar primer olarak ağrı ve semptomatik olan olgular veya lizis sonucunda oluşan olgulara dayanmaktadır (9). Beyazlarda yapılan çalışmalarda spondilolistezis prevalansı %3-6 ve erkek/kadın oranı: 2 olarak bulunmuştur (2). Spondilolizis ve spondilolistezis prevalansı etnik gruplar arasında farklılık göstermektedir. Afrikalı-Amerikalılarda spondilolistezis prevalansı %1,8-2,4 iken beyazlarda %5,6 olarak bulunmuştur (10). En yüksek spondilolizis prevalansı Eskimo popülasyonuna ait olup adölesanlarda %13 ve yetişkinlerde %54 olarak bulunmuştur. Spor yapan adölesanlar semptomatik spondilolizis için risk altındadır. Tekrarlayıcı lomber hareket gerektiren sporlarda risk daha fazladır. Cimnastikçilerde insidans %7-10 olarak bildirilmiştir (11,12).

Spondilolistezis gelişiminde güçlü bir ailesel yatkınlık vardır. Spondilolistezis hastaların 1. ve 2. derece akrabalarında risk %25-30'dur. Yapılan bir radyolojik bir çalışmada displastik spondilolisteziste ailesel insidansın %33 ve isthmik tipte ailesel insidansın %15 olduğu görülmüştür. Genel popülasyon insidansı ile karşılaştırıldığında displastik spondilolistezis olan hastaların ailerinde insidansın 2 kat ve displastik spondilolistezisi olan hastaların ailelerinde insidansın 4 kat artmış olduğu görülmüştür. Spondilolistezisin inkomplet penetrasyonla birlikte multifaktoriyal otozomal dominant kalıtıma sahip olduğunu öne sürülmüştür (13).

Etiyopatogenez

Gelişimsel posterior ark anomalileri diğer başlatıcı faktörlerin yokluğunda tek başına spondilolizisin nedenini açıklamakta yetersizdir. Fakat spondilolizis ve buna sekonder oluşan spondilolisteziste yatkınlığın açıklanmasında büyük öneme sahiptir. 1800'lü yıllarda spondilolizis spondilolistezis gelişmesinde majör faktör olarak görülmüştür. Retrospektif olgu serilerinde spondilolistezisli hastalar incelenmiştir. Etiyolojide travmanın önemli bir role sahip olduğu görülmüştür. Konjenital defekt ve aşikar instabilitenin de etiolojide etkili olduğunu düşünmüştür. Bu alanda yapılan çeşitli çalışmaların ardından iki teori üzerinde durulmuştur. Bu teoriler konjenital ve gelişimsel teorilerdir (8). Temelinde; pars interartikulariste zayıflığa genetik yatkınlık olması görüşü vardır. Bu durumda olan çocukların 1. derece yakınlarında spondilolizis ve spondilolistezis insidansının artmış olması bu teoriyi desteklemektedir (13).

Nöral arkın iki tarafında iki ayrı kemikleşme merkezinin varlığı, defektin gelişime bağlı sonradan olamayacağını desteklemektedir. Ancak, infantlarda ve pre-ambulator dönemde defektin görülmemesi patolojinin sonradan geliştiğini desteklemektedir. Gelişimsel teori temelinde; mekanik kullanıma kademeli cevap olarak yorgunluk fraktürleri geliştiği düşüncesi yer almaktadır. Pars interartikularisteki bu fraktüre mikrotravma ve mikrostresslerin neden olduğuna inanılmaktadır. Sıklıkla minör travma semptomları başlatır, öyküde nadiren sırt bölgesine yönelik şiddetli zedelenme vardır (14).

Sınıflandırma

Spondilolistezis hakkında bilgiler arttıkça, alt grupların sınıflandırılması ortaya çıkmıştır. En yaygın kullanılan sınıflandırma sistemi Wiltse tarafından tanımlanmıştır (9).

Wiltse Sınıflandırması

Tip 1 konjenital veya displastik tip: Displastik spondilolistezis lumbosakral eklemlerin konjenital anomalisine bağlı olarak gelişir. Bu konjenital defekt sakrum displazisi, uzatılmış veya zayıflatılmış pars, hipoplastik faset eklemler ya da sakral yetmezlik olabilir. Spondilolistezislerin %15-20'si displastiktir. Daha çok adölesanda (10-20 yaş) görülen bu spondilolisteziste kayma en fazladır. En belirgin spondilolistezis tipi budur (1,9,15) (Şekil 1'de görülmektedir).

Tip 2 iskemik tip: İsthmik spondilolistezis akut veya tekrarlayıcı stres nedeniyle pars interartikulariste oluşan defekte bağlı olarak meydana gelir. İsthmik tip spondilolisteziste faset anatomisi normale yakın olup, mutlaka pars interartikulariste defekt mevcuttur. Bu defekt kalıtsal olabilir. Spondilolizis/listezisli hastaların aile üyelerinde %28-69 insidans bildirilmiş olup güçlü bir genetik faktör tanımlanmıştır. Görülme sıklığı %3-6 arasında değişir. Üç alt tipe ayrılır:

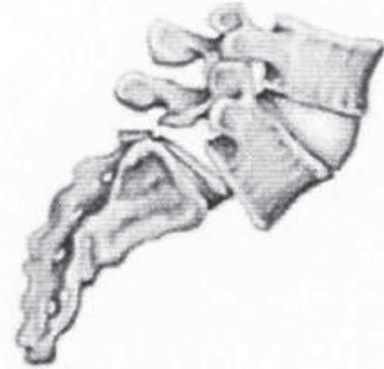
Tip 2a: Pars interartikulariste tekrarlayıcı stresin komplet stres fraktürüne yol açmasıyla prezente olur (Şekil 2a'da görülmektedir).

Tip 2b: Parsın intakt fakat tekrarlayan stres ve kemik remodellingi nedeniyle uzamış olmasıyla prezente olur (Şekil 2b'de görülmektedir).

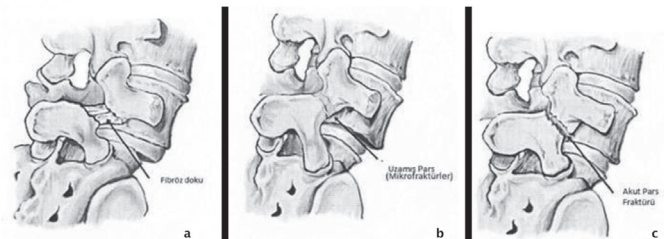
Tip 2c: Akut travmatik yaralanmanın pars interartikulariste fraktüre yol açmasıyla prezente olur. En nadir tiptir (1,9,15) (Şekil 2c'de görülmektedir).

Tip 3 dejeneratif tip: Junghanns 1930'de ilk kez pars interartikularis defekti olmaksızın spondilolistezisi 'pseudo spondilolistezis' olarak tanımlamıştır. 1955'de Neuman tarafından ilk kez dejeneratif spondilolistezis tanımı kullanılmıştır. Neuman, bütünlüğü korunmuş nöral arklı vertebranın kaymasının, lomber faset eklemlerin dejeneratif artritine bağlı olduğunu gözlemlemiştir. Nöral arkın intakt olmasıyla birlikte faset eklemler ve diskte segmental instabiliteye yol açan dejenerasyon sonucunda oluşur. Genel popülasyonda insidansı %5-7 arasında değişir. Kadınlarda erkeklere göre 5 kat daha sık olarak görülmektedir. 1 cm den veya %30'dan fazla kayma nadiren görülür. En çok L4-5 düzeyinde, daha sonra L3-4 ve daha da az olarak L5-S1 düzeyinde görülür. Yaygın olarak spinal stenozla birlikte görülmektedir. Predispozan faktörler; gebelik, yaygın eklem laksitesi, ooferektomi, faset eklemlerin sagittal orientasyonu ve artmış pedikül-faset açısıdır (8,16 -19).

Tip 4 travmatik tip: Travmatik spondilolistezis pars interartikularise uzanan laminar fraktür veya faset eklemlerin



Şekil 1: Tip 1-displastik tip spondilolistezis



Şekil 2a, 2b, 2c: 2a'da tip 2a, 2b'de tip 2b, 2c'de ise tip 2c spondilolistezis

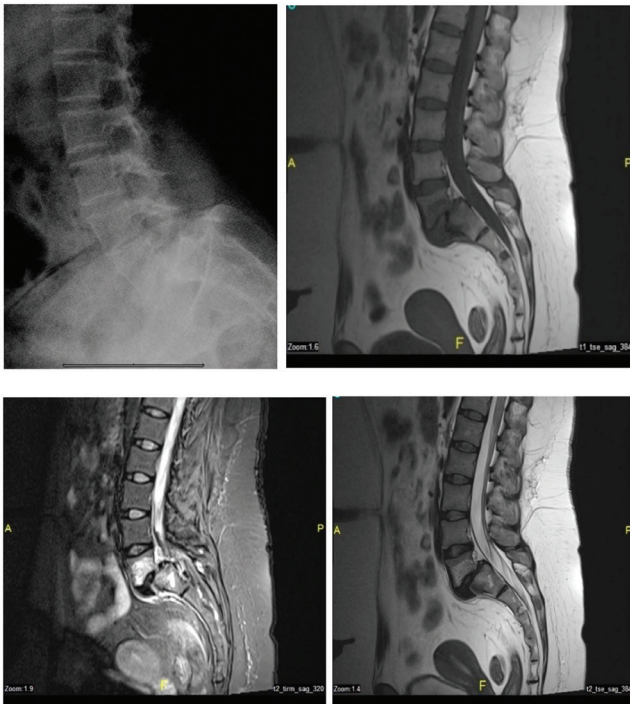
dislokasyonu sonucunda gelişir. Bu durumda tip2c'deki gibi akut fraktür veya dislokasyon söz konusu olmayıp kademeli bir ilerleyiş mevcuttur. Travmadan birkaç hafta veya ay sonra ortaya çıkmaktadır (1,9,15).

Tip 5 patolojik tip: Patolojik spondilolistezis jeneralize kemik hastalıkları veya lokalize kemik hastalıklarının (Osteogenezis imperfekta, Paget hastalığı, malignite, dev hücreli tümör) bir sonucu olarak pedinkülün uzaması ve zayıflaması nedeniyle oluşur (1,9,15) (Şekil 3a, 3b, 3c, 3d'de osteogenezis imperfektaya bağlı patolojik tip spondilolistezis görülmektedir).

Tip 6 post-operatif tip: Benzel'e göre patolojik spondilolistezisin alt grubu olarak ele alınmış olup "spondilolistezis aquisita" olarak adlandırılmıştır (15). Dekompresyon için yapılan parsiyel veya total laminektomi sırasında faset eklemine, diske veya pars interartikularise olan cerrahi travma sonrası gelişir. Post-operatif hastalarda %3-5 oranında görülür (1,9,15).

2. Marchetti ve Bartolozzi Sınıflandırması

1982'de Marchetti ve Bartolozzi tarafından spondilolistezis için yeni bir sınıflandırma geliştirilmiştir (9). Daha agresif davranan kaymaların genel özelliklerini belirleyerek iki grubun özellikleri tanımlanmıştır. Gelişimsel etiyojiler pars interartikularis uzaması, litik lezyonlar, travmatik lezyonları içermektedir. Edinilmiş etiyojiler ise iyatrojenik, patolojik ve dejeneratif lezyonlardan oluşmaktadır. 1994'de bu sınıflama revize edilerek



Şekil 3a, 3b, 3c, 3d: Otuz yaş, kadın hasta, osteoporoz ve osteogenezis imperfekta tanıları ile takipli, belden sol bacağı yayılan ağrı ve uyuşma. Direkt grafisi grade II anterolistezis ile uyumlu. Lomber MRG'da L5-S1 düzeyinde grade II spondilolistezis, periferik disk kabarıklığı, nöral foramenler dar, L5 sinir kökleri basılı

gelişimsel tipler düşük ve yüksek displastik gruplara ayrılmıştır. Bu iki subgroup da uzamış pars interartikularis ve interartikular lizis olarak tanımlanmıştır. Travmatik lezyonlar kazanılmış gruba dahil edilmiştir ve iyatrojenik etiyojiler cerrahi sonrası olarak adlandırılmıştır (8,9,15,20).

Gelişimsel kategori; pars interartikularis, lomber fasetler, diskler ve vertebral endplate displazisinin sonucu olarak tanımlanır. Bu grubu düşük ve yüksek displastik olarak kategorilere ayrılmışlardır. Bu yüksek ve düşük ayrımı displazinin derecesini kastetmektedir. Lokalizasyon, kifoz derecesi veya lumbosakral segmentin kayma açısıyla ilişkili değildir. Yüksek displastik grup; nöral ark, intervertebral disk, S1 üst endplatoyu, L5 cisminin major yetmezlikleriyle karakterizedir. Ek olarak, sıklıkla pars uzatılmış ve kesik, anterior-superior sakrum yuvarlak, L5 vertebra cismi trapezoidaldir. Bu değişikliklerin bir kısmı primer ve endplate değişiklikleri gibi diğerleri kaymaya cevap olarak gelişmiş özelliklerdir. Düşük displazili grup; yüksek displazililerden L4-5 cisimleri dikdörtgen biçiminde kalması ve sakral/L5 üst ucunun korunması ile ayrılır. Düşük displazili grupta, kompenzatuvar hiperlordoz ve sakral vertikalizasyon yoktur. Sonuç olarak, progresyon oranı ve riski daha azdır (8,9,15,20).

Sonradan kazanılmış spondilolistezis; gelişimsel kategoride olmayan diğer etiyojileri içerir. Kazanılmış spondilolistezis sıklıkla parsı etkiler. Çünkü pars kemik kancanın en zayıf yeridir. Ayrıca tekrarlayan strese en fazla maruz kalan bölgedir. Stres fraktürleri pars lezyonlarının en sık nedenidir. Spesifik aktivitelerle ilişkili tekrarlayıcı spinal yüklenmeye sekonder pars yetmezliği olarak tanımlanır (8,9,15,20).

Spinal Deformite Çalışma Grubu Sınıflandırması

Spinal Deformite Çalışma Grubu (The Spinal Deformity Study Group); kayma derecesi, pelvik insidans ve spinopelvik dengeyi göz önüne alarak L5-S1 spondilolistezis radyografik özelliklerine dayanan bir sınıflama tasarlamıştır (21,22). Bu sınıflandırma sisteminde, ilk tanımlanan kayma derecesidir. Düşük dereceli (%50'den az kayma) ve yüksek dereceli (%50'den fazla kayma) spondilolistezis olarak sınıflandırılmıştır. Spino-pelvik ve sakro-pelvik dizilim pelvik insidans, sakral slop, pelvik tilt ve C7 vertikal çizgi ölçümlerini kullanarak değerlendirilir. Düşük dereceli spondilolistezis hastaları pelvik insidans kullanılarak 3 tipe ayrılır: Düşük pelvik insidans (<45 derece), normal pelvik insidans (45-60 derece) ve yüksek pelvik insidans (>60 derece). Yüksek dereceli spondilolistezis hastaları sakral slop (SS), pelvik tilt (PT) ve C7 vertikal çizgi ölçümlerine dayanarak 3 gruba ayrılır. İlâveten her hasta sakral pelvik dengeye bağlı olarak 2 gruba ayrılır: Dengeli pelvis (yüksek SS/düşük PT) ve dengesiz pelvis (düşük SS/yüksek PT). Pelvisin denge durumuna hazırlanmış olan nomogram üzerinden karar verilir. Dengesiz pelvis C7'den indirilen vertikal çizginin femur başıyla ilişkisine dayanarak dengeli omurga ve dengesiz omurga olarak iki gruba ayrılır (1,21,22).

Radyolojik Evrelendirmesi

Spondilolistezis radyografik evrelendirmesinde en yaygın kullanılan yöntem 1932'de Meyerding tarafından önerilmiştir (4). L5-S1 düzeyi için L5'in posterior korteksinden, S1'in posterior korteksine olan mesafe ölçülüp bunun S1'in ön arka mesafesine oranı yüzde olarak alınır. Meyerding sınıflandırması kaymayı 1'den 4'e kadar derecelendirir. Korpustaki %25'e kadar kayma grade 1, %25-50 kayma grade 2, %50-75 kayma grade 3, %75-100 arası kayma ise grade 4 spondilolistezis olarak adlandırılır. 100'den fazla kaymalar grade 5 ve spondiloptoz olarak adlandırılır. Kayma olmaksızın spondilolizis grade 0 olarak adlandırılır (4).

Klinik Özellikler

Klinik bulgular spondilolistezis hastalarının yaşına ve etiyojisine bağlı olarak değişir. Düşük dereceli spondilolistezislerin çoğu ilerlemez ve sıklıkla asemptomatiktir. Kayma bölgesindeki nöral foramen stenozu ve bazı olgulardaki daralmış foramendeki dejeneratif değişiklikler kök basısının önemli nedenidir. Spondilolistezis tesadüfen veya adolesan yaşlarda sırt ağrısı ile prezente olur. Olguların yaklaşık yarısında sırt ağrısı başlangıcı travma öyküsü veya tetikleyici bir faktör ile ilişkilidir. Genellikle fokal sırt ağrısından şikayet ederler. Nadiren kalça ve bacaklara yayılan ağrı mevcuttur. Hiperekstansiyon ve aktivite ile ağrı artışı görülür (9). Birçok anamnestik ve klinik bulgu instabiliteyi düşündürür; sık rekürren bel ağrısı atakları, manipulasyondan kısa dönemli fayda görmek, travma öyküsü, korse yada eksternal fiksasyonla semptomların azalması, komşu spinal prosesler arasında palpasyonla basamak arazının bulunması bunlar arasındadır. Ancak bu bulguların geçerliliği henüz raporlanmamıştır. Çocuk ve genç erişkinlerde istmik ve displastik kaymalar sık bel ağrısı nedenlerindedir. Ancak spondilolistezisli adolesanların çoğu asemptomatiktir. Dejeneratif tip 50'li yaşlardan sonra sık görülür ve sıklıkla pozisyon ve postürle ilgili sabit ağrı tipik olup, ağrı etiyojisinde mekanik komponenti destekler (15,20).

Fizik Muayene

Akut ve orta şiddetli kronik vakalarda lomber omurga muayenesi sırasında fokal hassasiyet ortaya çıkar. Yüksek gradeli spondilolisteziste etkilenen düzeyde görülebilen veya palpe edilen "basamak" saptanabilir (1). Paravertebral spazm ve hassasiyet saptanabilir. Hastalar (hamstring kısalığı olmadıkça) genellikle lomber fleksiyon eklem hareket açıklığını ağrısız olarak tamamlar. Fakat hiperekstansiyon lateral fleksiyon ve rotasyon yaparken semptomları artırabilir (9).

Diğer ilişkili bulgular antajik yürüyüş, lomber lordozda artış ve hamstring kısalığıdır. Ciddi kaymalarda oluşan lumbosakral kifozla beraber vücudun ağırlık merkezinin öne doğru yer değiştirmesini kompanze etmek için değişik mekanizmalar gerçekleştirilir. Hamstring kasılmasıyla pelvis daha vertikal bir

konuma getirilir. Üst lomber bölge lordozu artırılır. Hastalar sıklıkla kalça ve diz fleksiyonda durur ve yürürler ve bu duruma 'Phalen-Dickson işareti' denir. Bu nedenlere bağlı olarak kalça ve diz fleksiyonda, kısa adım mesafeli ve geniş bir destek yüzey elde etmek için bacaklar hafif açık bir yürüyüş vardır. Tek bacak hiperekstansiyon testi tanıda ve unilateral spondilolizisi bilateralizisten ayırt etmede kullanılan provokatif bir manevradır. Hasta tek bacağı üzerinde durur ve lomber omurgasını ekstansiyona getirir. Asimetrik bel ağrısı unilateral spondilolizisi gösterirken, bilateral lezyonda simetrik veya asimetrik ağrı olabilir (9). Hasta ayakta dururken skolyoz açısından değerlendirilmelidir. Spondilolistezisle ilişkili skolyoz olabilir. Skolyoz hamstring ve paravertebral kaslarda spazm, rotasyonel deformite, trunkal asimetrinin kombinasyonu sonucu oluşabilir (23).

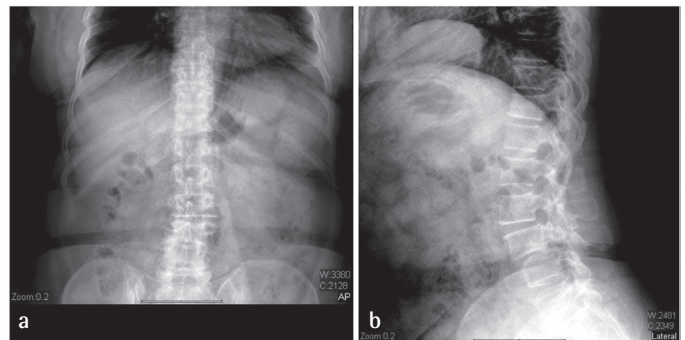
Nörolojik muayene ile motor defisit, duyu defisiti ve refleks değişikliği olup olmadığı araştırılmalıdır. Spondilolistezis hastaları nadiren fokal nörolojik defisit ve radikülopatiyle prezente olabilir. Bilateral radiküler semptomlar daha yaygındır. Tipik olarak L5 kökü kalça ve bacağı yayılan radiküler ağrı ve ekstansör hallucis longus kas güçsüzlüğüne yol açabilir. Yüksek gradeli subluksasyonda sakrum üstünde kauda equina traksiyonuna sebep olur. Bu traksiyon sonucunda perineal parestezi, azalmış sfinkter tonusu ve üriner retansiyon gibi kauda equina bası semptomlarının oluşmasına yol açabilir. Ek olarak, kauda traksiyonunun hamstringlerde refleks spazma neden olduğu düşünülmektedir (2,9).

Tanı ve Görüntüleme Yöntemleri

Spondilolistezisin ilk tanısı neredeyse hemen her zaman direkt grafiler ile konur. Bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntüleme (MRG), SPECT, kemik sintigrafi tanı veya izlem aşamasında kullanılan diğer radyolojik tanı yöntemleridir (9).

Direkt Grafiler

Radyolojik değerlendirme torakolumbosakral omurganın ayakta lateral, anteroposterior ve oblik çekilen direkt grafilerle başlar (Şekil 4a ve 4b'de görülmektedir). Anteroposterior görüntüleme Ferguson pozisyonunda en iyidir. Bu görüntü sakral



Şekil 4a, 4b: Anteroposterior direkt grafide lumbosakral bölgede açıklığı sola bakan minimal derecede skolyoz ile birlikte lateral grafide L4-5 grade 1 anterolistezis

spina bifida varlığını, lomber transvers prosesin büyüklüğünü ve diskin yüksekliğini gösterir (9).

İstmik spondilolisteziste defekt pars interartikularis'te parlaklık olarak görülür. Lateral oblik grafide görülen bu parlaklık "yaka görüntüsü" veya "İskoç köpeği kırık boynu" olarak adlandırılır. Lateral grafilerde pars defektinin %19'u tanımlanabilir, oblik lateral grafilerde ise olguların %84'ü ortaya çıkarılabilir (4). Sağ ve sol oblik görüntüleri almak önemlidir. Çünkü bazı olgularda pars defekti unilateral olabilir ve "yaka" görüntüsü sadece bir çekimde görülebilir (9).

Oblik görüntüleme spondilolistezisin görüntülenmesinde en sensitif yöntem olmasına rağmen kaymanın derecesini belirlemede en iyi yöntem lateral grafidir. Lateral grafi hasta ayaktaiken alınmalıdır. Fleksiyon-ekstansiyon görüntüleri instabiliteyle ilişkinin varlığını göstermede değerlidir. Bu hareket ağrıyı başlatıcı bir faktör olabilir ve tedavi planının geleceği için önemlidir. Lateral grafilerde kayma derecesi, kayma açısı, sakral inklinasyon ve kaymanın kronikliği değerlendirilebilir. Ek olarak bu görüntüler lumbosakral açının postural redüksiyon boyutunu gösterirler (9).

Kemik Sintigrafisi

Direk grafinin sensitivitesinin kısıtlı olması nedeniyle normal direk grafisi olan şüpheli spondilolistezis vakalarında iyi bir seçenek olabilir. Kemik sintigrafisi oblik grafilerde görülmeyen pars interartikularis stres fraktürünü gösterir. Çünkü, stres reaksiyonu kemik defekti olmadan ortaya çıkabilir. Travma veya şiddetli aktivite öyküsü olan semptomatik hastalarda kemik sintigrafisinde spondilolitik alanda artmış tutulum görülebilir. Kronik düşük dereceli bel ağrısı olan hastalarda defekt kronik, sklerotik ve kanlanması azaldıysa kemik sintigrafisi normaldir (2).

Bilgisayarlı Tek Foton Emisyon Tomografisi (SPECT)

Lumbosakral omurga SPECT; direkt grafi normal ve hastanın öykü, fizik muayenesi tanıyı düşündürdüğünde en etkili tetkiktir. SPECT, direkt grafi ve kemik sintigrafisine göre daha fazla detay gösteren, daha sensitif bir görüntüleme yöntemidir. Çünkü pars interartikulariste radyoaktif madde alımını daha iyi lokalize edilebilir (23,24). Fakat SPECT spesifik anatomik detay sağlamaz. Pars interartikulariste artmış tutulumu neden olan diğer nedenleri dışlamak ve pars interartikularis defektini doğrulamak için MRG veya BT'ye ihtiyaç olabilir. SPECT'te "sıcak" olarak görülmesi artmış metabolik aktiviteyi ifade eder. Bu hastalar ortotik immobilizasyondan fayda görürler. "Soğuk" olarak görülmesi ise metabolik olarak aktif olmayan kronik lezyonu gösterir ve bu hastalar tek başına immobilizasyondan fayda görmezler (9).

Bilgisayarlı Tomografi

Bilgisayarlı tomografi osseöz anatomiyi göstermede son derece hassas ve displastik faset ve pars defektlerini göstermede

direkt grafiye üstündür. Ayrıca BT direkt grafi veya kemik taramasından sonra tanımlanmış pars defektinin iyileşme potansiyelini belirlemek için de kullanılabilir. Spondilolistezis ve pseudobulging varlığıyla birlikte minimal derecedeki spondilolistezisi gösterir (9,15).

Kemik sintigrafisi ve direk grafiyle kıyaslayan bir çalışmaya direk grafisi normal, kemik sintigrafisi ve SPECT'ye göre spondilolistezisi olan bel ağrılı 40 genç atlet dahil edilmiştir. Bu hastaların 34'ünde BT'de pars defekti, 18'inde kronik bulgular, 16'sında akut bulgular veya iyileşmeyen fraktür tespit edilmiştir. Pozitif kemik sintigrafisi olan 6 hastada BT'de fraktür saptanmamıştır. Bu hastaların 52'si çeşitli stres fraktürlerine sahipken, 1'inde apofizer ekleme avülsiyon fraktürü izlenmiştir. Bu çalışmaya göre BT açıkça direkt grafiye göre daha sensitif ve ayrıca kemik sintigrafisinden daha spesifik bulunmuştur (25). BT kemik defektinin kökeni hakkında SPECT'ye göre daha detaylı bilgi sunar. BT'nin bir diğer avantajı da disk herniasyonu gibi kemik sintigrafisinde görülmeyen spinal patolojileri de ortaya çıkarmasıdır (25,26).

Bilgisayarlı tomografiyone radyasyon maruziyetine neden olduğundan ilk görüntüleme yöntemi olarak tercih edilmez. MRG ile tanı konulamayan ve MRG çekilemeyen hastalarda tercih edilebilir. MRG gibi BT de santral nöral spinal kanal ve nöral forameni de içerecek şekilde spinal anatomiyi görüntüler. Pars interartikularisteki anormallikler (spondilolistezis, atenuasyon, sklerozis), santral spinal kanal stenozu, nöral foraminal stenoz, dejeneratif disk hastalığı, faset artropatisi gösterilebilir (9).

Magnetik Rezonans Görüntüleme

MRG yumuşak doku ve nöral yapıların da görüldüğü yüksek sensitivitesi olan bir görüntüleme yöntemidir. Nörolojik bulguları da olan tüm olgularda tavsiye edilir. MRG'nin bir avantajı da spinal bölgeye iyonize radyasyon vermeden görüntüleme imkanı sunmasıdır. Sagittal ince kesitlerde (T1' de 3 mm lik incelikte, T2'de 4 mm lik incelikte) pars defektleri %95 gösterilebilir. Hastalığın erken evresinde, kemik defekti olmadan stres reaksiyonu görülebilir. Spondilolitik defektteki fibröz skar dokusunun nöral yapılardaki etkisinin derecesini gösterebilir (4,9).

Tedavi Yöntemleri

Konservatif Tedavi

Spondilolistezis tedavisi üzerinde çeşitli tanısal standartlar ve terapötik müdahaleler kullanılmaya çalışılmış, fakat bu konuda herhangi bir fikir birliği sağlanamamıştır. Spondilolistezis tedavisi ve yönetimi ile ilgili yeterli büyüklükte kontrollü klinik çalışmalar bulunmamaktadır. Bu durum optimal tedavi algoritmasının oluşturulmasını zorlaştırır (1,12).

Spondilolistezis tedavisi konservatif tedavi yöntemleri ile başlar. Bu yöntemler spor aktivitelerini kısıtlama, non-steroid anti-enflamatuvar, hiperlordotik rijid korseleme ve fizyoterapiyi

çermektedir. Terapotik egzersizler ile abdominal ve sırt kaslarında güçlendirme, hamstring ve kalça fleksörlerinde fleksibilitede artış amaçlanmaktadır. MRG veya SPECT ile tespit edilebilen iyileşme potansiyeli yüksek akut lezyonlar spor aktivitelerinde kısıtlama ve torakolomber ortezler ile tedavi edilebilir (1). Ortez kullanımı lomber lordozda azalma ve dolayısıyla akut pars defektinde osseöz iyileşmeye yardımcı olmak için ekstansör streste azalmaya neden olur. Tedavide ana hedef ağrıyı azaltmak, lomber hareket açıklığını tamamlamasının sağlamak ve kor kaslarını güçlendirmektir (1,2).

Hastaya ağrı ve ani yüklenmelerden kaçınması, omurganın aşırı ekstansiyon ve fleksiyondan korunması gerektiğini, tablonun hangi hareketlerle (hiperekstansiyon ve yüksek seviyeli fiziksel aktivite gibi) kötüleşebileceği ve ana problemin sinir kökü ağrısı, nörolojik kladikasyon şeklinde ortaya çıkabileceği net bir şekilde anlatılmalıdır. Aerobik kondisyon kazandırıcı, spinal fleksiyonu koruyan egzersizler (yüzme, yürüme, egzersiz bisikleti gibi) önerilmeli, koşma gibi yük bindirici hareketlerden uzak tutulmalıdır (26).

Birçok otorite, göğüs altından büyük trokanterin 2,5 cm üzerine kadar uzanan, vücudu tamamen saran, anti-lordotik pozisyon sağlayan korse önermektedir. Destekleyici korseleme (modifiye Boston korsesi gibi) abdominal konkaviteyi 30 derece ve lomber fleksiyonu 15 derecede tutacak şekilde destek sağlar. Bu korsenin minimum 3-6 ay, günde 23 saat kullanılması önerilmektedir. Aktivite kısıtlanması ve korseleme lomber omurganın hiperekstansiyonunu engeller. Spondilolizis ve düşük dereceli spondilolistezis olan 67 olgu dahil edildiği bir çalışmada hastalar 6 ay boyunca günde 23 saat anti-lordotik modifiye Boston korsesi kullanmışlardır (27). Hastaların 12'sinde kemik iyileşmesine ait erken bulgular saptanmıştır. Bu oran sadece spondilolizis olan hastalar değerlendirildiğinde %25 olarak bulunmuştur. Hastaların %78'inde iyi klinik sonuçlar saptanmıştır. Üç-altı aylık konservatif tedavi unilateral defektlerin büyük bir kısmını ve bilateral defektlerin %50'sini iyileştirebilir. İlk olarak ağrıda rahatlama gerçekleşir, hasta yavaşça spor aktivitelerine yeniden başlanabilir (27).

Yetişkinlerde spondilolizis ve spondilolistezis konservatif tedavide bel ağrısı non-operatif tedavi rehberlerinden yararlanılabilir. Bu tedavi yöntemleri non-steroid anti-enflamatuvar ilaçlar, sıcak veya soğuk fizik tedavi modaliteleri, masaj ile terapi yöntemleri ve yaşam tarzı değişikliklerini içermektedir. Abdominal kasları güçlendirme intraabdominal basınç artışına yol açar, böylelikle normal postural dizilimin sürekliliği korunur. Egzersiz sırasında fleksiyon ve ekstansiyona odaklanılarak multifidus gibi derin sırt kasları hedeflenir. Dinamik spinal stabilite ve mobilite artırılır. Bu tedavi modaliteleri ile birlikte kilo verme, sigarayı bırakma, kardiyovasküler kondisyon ve dayanıklılığı artırıcı genel egzersiz programları önerilir (12,14).

Birçok çalışma spondilolizis ve spondilolistezis ile ilişkili bel ağrısında rehabilitasyonun kullanımı desteklenirken pratikte daha çok çeşitli egzersiz programları kullanılmaktadır (12,15,22,28). Fleksiyon kökenli egzersizler lomber omurganın fleksiyonu ve posterior pelvik tilti destekleyen egzersizlerdir. Fleksiyon egzersizleri, artmış lordozu azaltmakta böylece ağırlık merkezi öne kayarak posterior yüklenmenin de azalmasını sağlamaktadır (29).

Fleksiyon Egzersizleri

Fleksiyon kökenli egzersizler lomber omurganın fleksiyonu ve posterior pelvik tilti destekleyen egzersizlerdir. Fleksiyon egzersizleri ile lordozdaki artışın azaltılması sağlanır. Buna bağlı olarak ağırlık merkezinin öne doğru kaymasıyla posterior yüklenmenin de azaltılması amaçlanır (27).

Ekstansiyon Egzersizleri

Ekstansiyon kökenli egzersizler ise lomber omurganın ekstansiyonu ve anterior pelvik tilti destekleyen egzersizlerdir. Pron pozisyonundayken bel ekstansiyonu ve pron pozisyonundayken kalça ekstansiyonu egzersizlerini içerir (27).

Lomber Stabilizasyon Egzersizleri

Kronik safhada tedavi derin bilişsel davranışsal girişim ile beraber yürütülen devamlı stabilizasyon programından ibarettir. Lomber stabilizasyon egzersizleri, omurga spinal stabilizatör kasların sensörimotor yeniden programlanmasını hedeflemektedir ve bu kasların motor kontrol yeteneklerini artırıp geciken yanıtlarını düzeltmeye ve böylece pasif stabilizatör sistemin kompensasyonuna odaklanmaktadır. Bu egzersizler "anterior köprü (anterior bridge)", "side plank", "plank", "kedi-deve (cat-camel)", "kuş-köpek (bird-dog)" egzersizlerini içermektedir (29,30).

Spesifik Stabilizasyon Egzersizleri

Omurga biyomekaniği hakkında bilinenler artarken, Panjabi kronik bel ağrısında lomber bölge kaslarına yönelik egzersiz düşüncesini ortaya atmıştır. Onun görüşüne göre, lomber omurga etrafındaki kasların spesifik egzersizi dinamik stabiliteyi kuvvetlendirir, segmental spinal hareketi kontrol eder. Lomber omurgayı kontrol eden bu lokal kas sistemi multifidus, internal oblik ve transversus abdominis kaslarından oluşur (2). Kırk dört hasta dahil edildiği randomize kontrollü bir çalışmada, hastalara iki farklı tedavi protokülü uygulanmıştır (31). Spesifik kaslara yönelik güçlendirme programı, genel sırt güçlendirmeden daha üstün bulunmuştur. Normal şartlarda segmental stabilite için minimal bir kontraksiyon (maksimum yaklaşık %10'u kadar) yeterli olmaktadır. Egzersiz programının ilk fazında omurgayı statik nötral pozisyonda tutarak spesifik izometrik transversus abdominis-multifidus kontraksiyonları yaptırılır (31,32).

Cerrahi Tedavi

Cerrahi tedavi genellikle konservatif tedaviye cevap vermeyen hastalara uygulanır. Spondilolistezis ve düşük dereceli spondilolistezis olgularının %9-15'inin cerrahi tedavi gerektirdiği bildirilmiştir. Cerrahi tedavi endikasyonları; inatçı ağrı, progresif spondilolistezis, nörolojik defisit gelişmesi ve ağrıyla ilişkili segmental instabilitedir. Cerrahi yaklaşımı spinal matüritenin derecesi, kaymanın derecesi, semptomlar, hastanın aktivite seviyesi ve progresyondan etkilenir. Asemptomatik bir adolesan aynı özellikteki yetişkine göre cerrahi tedavi için daha uygun olabilir. Çünkü mekanik ve nörolojik disfonksiyona neden olan yüksek dereceli spondilolisteziste deformitenin progresyonu beklenebilir. İskelet olarak immatür hastada kayma oranı %50'den fazla olduğunda ve matür adolesanda kayma oranı %75'ten fazla olduğunda cerrahi kompresyon önerilebilir (9). Cerrahi dekompresyon bağırsak veya mesane disfonksiyonu, radikülopatisi olan hastalarda endikedir. Cerrahi tedavi seçenekleri iki kategoriye ayrılabilir:

-Pars defektinin direkt onarılması,

-Dekompresyon veya dekompresyon olmaksızın nöral yapıların etkilendiği kaymanın progresyonun önlenmesi için ilişkili segmentte artrodez,

Pars defektinin direkt fiksasyonu "Buch tekniği", "Scott wiring" ve ipsilateral pedinkülün vida veya kanca ile tamirini içerir (9).

Spondilolistezis tablosunda ise cerrahi tedavideki amaç dekompresyondur ve bu tabloda füzyon ya da enstrümantasyonun endikasyonları ile ilgili genel bir fikir birliği mevcut değildir. Dekompresyonun amaçları radiküler semptomların ve nörolojik kladikasyonun rahatlatılması iken, füzyonun amaçları instabiliteyi yok ederek bel ağrısının rahatlatılmasıdır. Enstrümantasyonun amacı ise füzyonu kolaylaştırmak, listezisi ya da kifotik deformiteyi düzeltmektir (9,33).

Füzyon spondilolisteziste yaygın olarak savunulan bir yöntemdir. Komşu segmentlerde dejenerasyona neden olabileceğinden dolayı genç insanlarda füzyonun uzun dönem etkilerine dikkat edilmelidir. Kadavrular üzerinde yapılan lomber füzyon çalışmasında füzyon seviyesindeki artmış intradiskal basıncın komşu disklerdeki dejenerasyon sürecini hızlandırabileceği bildirilmiştir (34). Kinematik çalışmalarda füzyon sonrasında komşu vertebralarda disk dejenerasyonu, faset eklemlerde artmış stres, faset hipertrofisi, hipermobilité gösterilmiştir. Dekompresyon nörolojik bulguları olan hastalarda garanti yöntemdir. Düşük dereceli spondilolisteziste genellikle önemli nörolojik defisit yoktur. Dekompresyon, radikülopatisi olan yetişkinlerde tek kabul edilebilir yöntemdir (9).

Etik

Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulu tarafından değerlendirilmiştir.

Yazarlık Katkıları

Konsept: B.S.T., Dizayn: E.M., Veri Toplama veya İşleme: E.M., Analiz veya Yorumlama: E.M., B.S.T., Literatür Arama: E.M., B.S.T., Yazan: E.M., B.S.T.

Çıkar Çatışması: Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

Kaynaklar

1. Metkar U, Shepard N. Conservative management of spondylolysis and spondylolisthesis. *Semin Spine Surg.* 2014;26:225-229.
2. Haun DW, Kettner NW. Spondylolysis and spondylolisthesis: a narrative review of etiology, diagnosis, and conservative management. *J Chiropr Med.* 2005;4:206-217.
3. Lonstein JE. Spondylolisthesis in Children Cause, Natural History and Management. *Spine.* 1999;24:2640-2648.
4. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine, Part I Function, dysfunction, adaptation and enhancement. *J Spinal Disord.* 1992;5:383-389; discussion 397.
5. Özer AF. Lomber Dejeneratif Disk Hastalığı ve Dinamik Stabilizasyon.1.bs. Pelikan Kitapevi. 2011.
6. Suzer T. Lumbar Segmental Instability and Deformity. *Turk Neurosurg.* 2014;24(Supplement:1):20-2820.
7. Duvorak J, Panjabi MM, Novotny JE, et al. Clinical validation of functional flexion-extension roentgenograms of the lumbar spine. *Spine.* 1991;16:943-950.
8. Wollowick AL, Sarwahi V. Spondylolisthesis Diagnosis, Non-Surgical Management and Surgical Techniques.1th Ed. Springer. 2015.
9. Herkowitz HN, Garfin SR, Eismont FJ, et al. Rothman-Simeone: The Spine. Elsevier. 6th Ed. 2011.
10. Kalichman L, Kim DH, Li L, et al. Spondylolysis and spondylolisthesis: prevalence and association with low back pain in the adult community-based population. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009;34:199-205.
11. Standaert CJ, Herring SA. Spondylolysis: a critical review. *Br J Sports Med.* 2000;34:415-422.
12. Garet M, Reiman MP, Mathers J, et al. Nonoperative Treatment in Lumbar Spondylolysis and Spondylolisthesis: A Systematic Review. *Sports Health.* 2013;5:225-232.
13. Wynne-Davies R, Scott JH. Inheritance and spondylolisthesis: a radiographic family survey. *J Bone Joint Surg Br.* 1979;61-B:301-305.
14. McNeely ML, Torrance G, Magee DJ. A systematic review of physiotherapy for spondylolysis and spondylolisthesis. *Man Ther.* 2003;8:80-91.
15. Bridwell KH. The Textbook of Spinal Surgery. 3th Ed. Lippincott Williams & Wilkins. 2011.
16. Kalichman L, Hunter DJ. Diagnosis and conservative management of Degenerative spondylolisthesis. *Eur Spine J.* 2008;17:327-335.
17. Schuller S, Charles YP, Steib JP. Sagittal spinopelvic alignment and body mass index in patients with degenerative spondylolisthesis. *Eur Spine J.* 2011;20:713-719.
18. Grannum S, Torrie PAG, Miller A, et al. Risk Factors For the Development of a Mobile Degenerative Spondylolisthesis at L4-L5. *Spine Deform.* 2015;3:98-104.
19. Koreckij TD, Fischgrund JS. Degenerative Spondylolisthesis. *J Spinal Disord Tech.* 2015;28:236-241.
20. Cavalier R, Herman MJ. Spondylolysis and Spondylolisthesis in Children and Adolescents: I. Diagnosis, Natural History, and Nonsurgical Management. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006;14:417-424.
21. Tebet MA. Current concepts on the sagittal balance and classification of spondylolysis and spondylolisthesis. *Rev Bras Ortop.* 2014;49:3-12.

22. Labelle H, Mac-Thiong JM, Roussoul P. Spino-pelvic sagittal balance of spondylolisthesis: a review and classification. *Eur Spine J.* 2011;20 Suppl 5:641-646.
23. Omid-Kashani F, Ebrahimzadeh MH. Lumbar Spondylolysis and Spondylolytic Spondylolisthesis: Who Should Be Have Surgery? An Algorithmic Approach. *Asian Spine J.* 2014;8:856-863.
24. Standaert CJ, Herring SA. Expert opinion and controversies in sports and musculoskeletal medicine: the diagnosis and treatment of spondylolysis in adolescent athletes. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88:537-40.
25. Miller SF, Congeni J, Swanson K. Long-term functional and anatomical follow-up of early detected spondylolysis in young athletes. *Am J Sports Med.* 2004;32:928-933.
26. Frontera WF. *Delisa Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon.5. Bs.Güneş Tıp Kitapevleri.* 2014.
27. Steiner ME, Micheli LJ. Treatment of symptomatic spondylolysis and spondylolisthesis with the modified Boston brace. *Spine (Phila Pa 1976).* 1985;10:937-943.
28. Sinaki M, Lutness MP, Ilstrup DM, et al. Lumbar Spondylolisthesis: Retrospective Comparison and Three-Year Follow-Up of Two Conservative Treatment Programs. *Arch Phys Med Rehabil.* 1989;70:594-598.
29. Nava-Bringasa TI, Hernández-López M, Ramírez-Morab I. Effects of a stabilization exercise program in functionality and pain in patients with degenerative spondylolisthesis. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2014;27:41-46.
30. Gündüz OH, Erçalık T. Kronik Bel Ağrısında Egzersiz Reçeteleme. *Turk J Phys Med Rehab.* 2014;60 (Suppl.2):25-30.
31. O'Sullivan PB. Evaluation of Specific Stabilizing Exercise in the Treatment of Chronic Low Back Pain With Radiologic Diagnosis of Spondylolysis or Spondylolisthesis. *Spine.* 1997;22:2959-2967.
32. Hardwick D, Tierney D, Fein C, et al. Outcomes of strengthening approaches in the treatment of low-grade spondylolisthesis. *Physical Therapy Reviews.* 2012;17:284-291.
33. Hu SS, Tribus CB, Diab M, et al. Spondylolisthesis and Spondylolysis. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90:656-671.
34. Weinhoffer SL, Guyer RD, Herbert M, et al. Intradiscal pressure measurements above an instrumented fusion: A cadaveric study. *Spine (Phila Pa 1976).* 1995;20:526-531.