



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Ciências da Saúde

Tratamento da Espondilolistese no Atleta Adolescente

Eduarda Filipa Olim Abreu

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Medicina
(ciclo de estudos integrado)

Orientador: Professor Dr. Jorge Pon
Co-orientador: Dr. Eduardo Salgado

Covilhã, maio de 2018

Dedicatória

À minha mãe, que sempre me incentivou a ir mais além, a lutar pelo que acredito e a sonhar cada vez mais alto. Sem ela tudo isto não seria possível.

Ao meu irmão, por ser uma fonte constante de carinho e de orgulho.

Ao meu pai, pela aprendizagem e por me mostrar que só com muito trabalho se concretizam sonhos.

Aos meus avós, tias(os), primas(os) e restante família, pelo apoio e amor incondicional e por me mostrarem que a vida é só uma e temos que aproveitá-la ao máximo.

À Lu, por estar sempre comigo, nos dias bons e menos bons, por ter entrado na minha vida e termos concretizado este sonho juntas. *Some people enter our lives to show us how to live fiercely.*

Aos meus amigos, por se tornarem uma segunda família, por me fazerem crescer e por todas as aventuras que vivemos e as que ainda nos aguardam.

Agradecimentos

Ao Dr. Jorge Pon, orientador desta tese, pela ajuda, esclarecimentos e contribuição dados na realização deste trabalho.

Ao Dr. Eduardo Salgado, co-orientador desta tese, pela dedicação, paciência e disponibilidade em esclarecer todas as minhas dúvidas.

À Faculdade Ciências da Saúde e à Universidade da Beira Interior, por constituírem o local onde consegui realizar o meu sonho.

Prefácio

“Everyone has oceans to fly, if they have the heart to do it. Is it reckless? Maybe. But what do dreams know of boundaries?”

Amelia Earhart

Resumo

A espondilolistese consiste na translação de uma vértebra sobre a seguinte, em direção anterior ou posterior e geralmente a nível de L5-S1. Nos adolescentes atletas é uma patologia para a qual ainda não existe um algoritmo de tratamento, o que se traduz numa abordagem distinta por parte de cada médico quando confrontado com estes casos. A incidência verifica-se aumentada neste grupo em particular, dado que praticam atividades que implicam movimentos de hiperextensão, tendo como consequência a manifestação mais acentuada de dor lombar. Caso não seja tratada, a espondilolistese torna-se uma patologia com manifestações incapacitantes para o adolescente atleta. Para uma otimização da decisão terapêutica, a espondilolistese é classificada em vários graus, o que permite reconhecer quais serão aqueles com maior probabilidade de progressão. Para todos os graus de espondilolistese, é recomendado iniciar o tratamento conservador. Quando não se observam resultados positivos, após um período mínimo de seis meses de tratamento, é considerado o tratamento cirúrgico. A escolha varia entre artrodese *in situ* (geralmente sem redução) para os casos menos graves, ou quando associada a espondilólise, uma reconstrução da lesão na pars é o mais indicado, porque permite mobilidade deste segmento da coluna.

Relativamente aos casos que apresentem graus de deslize superiores a 50%, sintomas neurológicos que afetem a qualidade de vida ou progressão da espondilolistese, é geralmente necessário o tratamento cirúrgico. As técnicas de fusão com fixação e estabilização têm apresentado bons resultados a longo prazo, no entanto são procedimentos complexos, com possíveis complicações, pelo que a decisão de qual a melhor técnica cirúrgica deve ser bem ponderada e esgotados todos os recursos conservadores previamente a esta decisão.

Todavia, são necessários mais estudos, com follow-up a longo prazo que comparem a melhor abordagem terapêutica realizada nesta população, de modo a diminuir o tempo de recuperação e permitir um retorno ao desporto de forma saudável e segura.

Palavras-chave:

“Espondilolistese”, “atleta”, “adolescente”, “tratamento”, “lombalgia”.

Abstract

Spondylolisthesis consists in the translation of one vertebra over the next, in anterior or posterior direction and usually at the L5-S1 level. In the adolescent athletes it still remains a pathology for which there is no treatment algorithm, which translates into a distinct approach by each physician when confronted with these cases. Therefore, the incidence is increased in this particular group, since they practice activities that involve hyperextension movements, resulting in a more pronounced manifestation of low back pain. If left untreated, spondylolisthesis becomes a pathology with disabling manifestations for the adolescent athlete. In order to optimize the therapeutic decision, the spondylolisthesis is classified into several degrees, which allows to recognize which types are at greater risk of progression. For all grades of spondylolisthesis, it is recommended to start non-surgical treatment. If after a minimum of six months of treatment, no positive results are observed, surgical treatment is considered. The choice varies between arthrodesis *in situ* (usually without reduction) for less severe cases, or when associated with spondylolysis, a reconstruction of the lesion in the pars is the most indicated, because it allows mobility of this segment of the spine.

For those cases with degrees of slip greater than 50%, neurological symptoms that affect the quality of life or with progression of spondylolisthesis, surgical treatment is usually necessary. The techniques of fusion with fixation and stabilization have shown good results in the long term, however they are complex procedures, with possible complications, such as pseudarthrosis and nerve compression. Ultimately the choice of the best surgical technique should be well thought and only after experimenting all the non-surgical resources prior to this decision.

However, further studies are needed, with long term follow-up, comparing the best therapeutic approach performed in this population, in order to decrease recovery time and allow a healthy and safe return to sports.

Key-Words:

“Spondylolisthesis”, “athlete”, “adolescent”, “ treatment”, “low back pain”.

Índice

Dedicatória.....	ii
Agradecimentos	iii
Prefácio.....	iv
Resumo	v
Palavras-chave:	v
Abstract.....	vi
Key-Words:	vi
Índice	vii
Lista de Figuras.....	ix
Lista de Tabelas.....	x
Lista de Acrónimos.....	xi
Introdução	1
1. Contextualização.....	1
2. Objetivos	2
Metodologia	3
Desenvolvimento	4
1. Classificação	4
2. Diagnóstico.....	10
3. Tratamento	11
3.1 Tratamento conservador	11
3.1.1 Interrupção da atividade desportiva	13
3.1.2 Fisioterapia	13
3.1.3 Ortótese	14
3.1.4 Tratamento conservador em geral.....	15
3.2 Decisão de tratamento cirúrgico.....	19

3.3 Tratamento Cirúrgico	20
3.3.1 Artrodese/Fusão	21
3.3.1.1 Fusão postero-lateral bilateral	22
3.3.1.2 Fusão in situ com instrumentação.....	24
3.3.1.3 Fusão Circunferencial	25
3.3.2 Descompressão	26
3.3.3 Redução	27
4. Acompanhamento/Vigilância	29
Conclusão	30
Bibliografia.....	32

Lista de Figuras

Figura 1 - Classificação de SPL por Marchetti e Bartolozzi. (Mac-Thiong, 2006)	5
Figura 2 - Classificação de SPL por Marchetti e Bartolozzi. (Mac-Thiong, 2006)	5
Figura 3 - Medida de classificação de Meyerding. (Ralph Cavalier et al, 2006).....	6
Figura 4 - Classificação da SDSG para a SPL. PI - Incidência Pélvica. (Marcos Tebet, 2013)	7
Figura 5 - Medições da Incidência Pélvica (Marcos Tebet, 2013).....	8
Figura 6 - Classificação do balanço espinho-pélvico. Para SPL de baixo grau temos a subdivisão em baixo PI/baixo SS - tipo quebra-nozes e alto PI/alto SS - tipo cisalhamento. Para a SPL de alto grau temos alto SS/baixo PT - pelve equilibrada e baixo SS/alto PT - pelve retrovertida. (Mac-Thiong, 2006)	8
Figura 7 - Classificação da SDSG para a SPL. (Marcos Tebet, 2013)	9
Figura 8 - Sinal do cão escocês de Lachapèle. (Standaert, 2000)	10
Figura 9 - Recuperação da lesão com tratamento conservador. Diferença entre lesões unilaterais e bilaterais. (Klein G et al, 2009)	12
Figura 10 - Recuperação das lesões por tratamento conservador. Diferença entre lesões agudas, progressivas e terminais. (Klein G et al, 2009)	12
Figura 11 - Alteração da lordose lombar com o uso (A) ou não (B) de ortótese. (Bell et al, 1988)	15
Figura 12 - Paciente de 15 anos com SPL ístmica L5/S1 de alto grau. Submetido a fusão postero-lateral com enxerto do osso ilíaco o que levou à recuperação da lesão na pars e impediu progressão do deslizamento de L5 sobre o sacro. (b,c) (Mataliotakis, 2017)	23
Figura 13 - Paciente de 16 anos com SPL displásica em L5/S1 de grau IV submetida a fusão posterior de L4-S1 associada a técnica de transfixação (parafuso de L5 a S1) e enxerto do osso ilíaco que resultou na correção da cifose lombo-sagrada e no equilíbrio espinho pélvico. (Mataliotakis, 2017)	24
Figura 14 - A - Paciente de 14 anos com SPL de alto grau. B - Fusão circunferencial não instrumentada e no follow-up mais recente, 16 anos após a cirurgia, podemos observar fusão sólida. O paciente é assintomático. (Helenius, 2007)	26
Figura 15 - Procedimento de vertebrectomia. (Robert Gaines, 2005)	28

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Classificação da SPL por Wiltse, Newman e Macnab. (Marcos Tebet, 2013)	4
Tabela 2 - Classificação Original de Meyerding (Ralph Cavalier et al, 2006).....	6
Tabela 3 - Indicações para o tratamento cirúrgico. (Marcos Tebet, 2013, John Lonstein, 1999, George Mataliotakis, 2017).....	19

Lista de Acrónimos

SPL	Espondilolistese
PI	Incidência pélvica
SS	Inclinação sacral
PT	Balanço pélvico
LRH	Linha de referência horizontal
SDSG	Spinal Deformity Study Group
TC	Tomografia Computorizada
RMN	Ressonância Magnética Nuclear
SPECT	Tomografia computadorizada por emissão de fóton único, do inglês Single-photon emission computed tomography
HRQOL	Qualidade de vida relacionada à saúde, do inglês Health-Related Quality of Life
PLIF	Artrodese intersomática lombar posterior, do inglês Posterior Lumbar Interbody Fusion
TLIF	Artrodese intersomática lombar transforaminal, do inglês Transforaminal Lumbar Interbody Fusion
Vs	Versus
ODI	Índice Oswestry de Incapacidade, do inglês Oswestry Disability Index
SRS-30	Scoliosis Research Society questionnaire

Introdução

1. Contextualização

A possibilidade de poder praticar desporto de forma saudável por qualquer grupo etário é sempre um privilégio. Traz-nos benefícios não só a nível físico, mas acima de tudo a nível do bem-estar psíquico e social. A fase da adolescência do ser humano é muitas vezes pouco compreendida e mal interpretada. O desporto funciona como meio de escape do adolescente e aqueles que o tornam uma grande parte do seu dia a dia, que o praticam de forma segura e com a máxima dedicação não lidam bem com o aparecimento de uma patologia, como a espondilolistese, que eventualmente irá implicar a interrupção da atividade desportiva e que poderá influenciar um possível futuro e sucesso no desporto que praticam. ⁽¹⁴⁾

A SPL é definida como um movimento de translação do corpo vertebral sobre a vértebra seguinte, o qual pode ocorrer em direção anterior ou posterior. ⁽³⁾ Segundo os estudos realizados nesta população, a SPL é mais frequentemente observada no segmento L5-S1. ⁽⁴⁾ De acordo com os estudos etimológicos, a designação dada a este fenómeno tem origem nas palavras gregas “spondylos”, que significa vértebra e “olisthesis”, que significa deslizar. Em 1772, o médico obstetra Herbiniaux, de nacionalidade belga, observou pela primeira vez esta patologia, na decorrência de dificuldades encontradas no parto, por consequência de um estreitamento do canal, devido ao deslize da vértebra L5 sobre o sacro. Porém, esta patologia foi apenas introduzida na clínica médica em 1854, por Lilian apus Lonstein. ⁽³⁾

A espondilólise é muito associada a esta patologia e em geral são discutidas em conjunto. No entanto, a SPL pode-se desenvolver sem haver presença de espondilólise. Espondilólise é o termo utilizado para descrever a condição na qual ocorre uma fratura do arco vertebral, particularmente na pars interarticularis. ⁽⁷⁾ Este desenvolve-se a partir de uma microfratura traumática inicial com subsequentes fraturas progressivas, sendo a causa um stress repetitivo. ^(1,7) As lesões dividem-se em unilaterais ou bilaterais e ocorrem com maior frequência a nível da vértebra L5. ⁽¹⁾ Casos com lesões unilaterais não estão associados a deslize vertebral ou incapacidade, no entanto, as lesões bilaterais são muito propensas a evoluir para SPL, tendo-se verificado a ocorrência em 43 a 74% dos casos ^(1, 20) Espondilólise afeta 6% das crianças até os 18 anos. A incidência em atletas é de 11%, quando comparada com 3% nos não atletas. ⁽¹⁾

Em adolescentes atletas a forma mais comum de SPL é a ístmica, com uma incidência de 4,4%-5% aos 6 anos e que atinge os 6% na fase de crescimento até aos 18 anos. ^(4,5) A SPL displásica é também mais comum na população pediátrica e representa 14-21% dos casos tratados de SPL, com um ratio mulher: homem de 2:1. ⁽⁵⁾ Verifica-se também diferenças consoante a etnia, sendo mais comum em caucasianos. ⁽⁵⁾

Os fatores que influenciam o desenvolvimento desta patologia ainda não estão completamente identificados, sendo até os dias de hoje considerada uma condição multifatorial influenciada por hereditariedade, predisposição genética, trauma, postura, pico do crescimento e fatores biomecânicos. ^(3,5) Estudos familiares demonstraram uma elevada incidência (19 - 69%) de espondilólise e SPL em familiares de 1º grau de crianças com estas patologias. O trauma é também considerado um fator causal de espondilólise e SPL, na medida em que o microtrauma repetitivo ou situações de trauma agudo podem causar fratura da

pars. ⁽⁵⁾ O crescimento tem um papel importante, dado que não se observam lesões no recém-nascido, mas estas atingem a sua prevalência máxima pelos 14 anos de idade, quando ocorre o pico do crescimento. Um aumento do deslizamento vertebral na SPL é também verificado no pico do crescimento. ⁽⁵⁾

A espondilólise e a SPL são causas comuns de dor lombar (47%) no atleta adolescente, pelo que devem ser sempre um diagnóstico de exclusão na abordagem desta sintomatologia. ^(1,4,17) Neste grupo de doentes, a prática de atividade desportiva traduz uma maior carga nas vértebras e hiperextensão da coluna vertebral de forma repetitiva, o que condiciona uma manifestação dos sintomas mais acentuada. ⁽⁴⁾ Quando sintomática, os primeiros sinais e sintomas encontrados são: lordose lombar acentuada, encurtamento dos músculos isquiotibiais, nádegas em formato de coração (devido a verticalização do sacro e proeminências ósseas), Sinal de Phalen-Dickson (joelhos e pélvis fletidos com uma postura de base alargada), marcha com inclinação pélvica posterior e prega abdominal. ⁽³⁾ A dor lombar é muito comum quando o atleta realiza o movimento de hiperextensão lombar e desenvolve-se devido à contratura crónica dos músculos paroespinhais o que leva a um movimento limitado do tronco anteriormente e limitação de flexão da anca. Esta dor pode também se irradiar para a zona posterior das virilhas durante a deambulação ou posição ortostática prolongada. Nos casos em que há instabilidade e translação progressiva da vértebra, pode-se desenvolver radiculopatia. ⁽⁵⁾

Com o crescente desenvolvimento médico e tecnológico e a maior partilha de informação, tornou-se mais acessível o diagnóstico e a identificação da SPL, sendo o principal exame utilizado para a sua identificação, as radiografias. ^(3,4,8)

Contudo ainda existe muita controvérsia quanto ao tratamento recomendado para estes doentes, sendo os tratamentos conservadores prioritários como primeira linha de tratamento. Estes incluem o repouso com interrupção da atividade desportiva, fisioterapia, analgesia e uso de ortótese. Apenas quando não existem resultados positivos após um período mínimo de seis meses é que são considerados os tratamentos cirúrgicos. Estes últimos, para além dos riscos inerentes a qualquer cirurgia, implicam a interrupção das atividades desportivas por um tempo mais prolongado e uma possível alteração do nível de performance atlético.

2. Objetivos

O principal objetivo desta dissertação é compreender qual a melhor abordagem terapêutica para um doente com SPL que seja adolescente e atleta. Isto será realizado através da análise da informação publicada na literatura sobre esta temática. De forma a cumprir este objetivo, serão analisados diferentes métodos terapêuticos, conservadores e cirúrgicos, de modo a compreender qual será a melhor decisão clínica a tomar quando confrontados com estes casos, considerando sempre o bem-estar do doente. Para melhor enquadrar o tema abordado, este trabalho engloba uma descrição da SPL, nomeadamente a sua classificação e diagnóstico.

Metodologia

A pesquisa bibliográfica que serviu de base à elaboração desta monografia foi efetuada mediante pesquisa de artigos científicos e de revisão, relacionados com o tema, através de bases de dados eletrónicos como: Pubmed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>), plataforma B-on (<https://www.b-on.pt>), plataforma Science Direct (<https://www.sciencedirect.com>). Esta pesquisa bibliográfica foi realizada no período compreendido entre Setembro de 2017 e Janeiro de 2018.

O recurso às palavras-chave: “spondylolisthesis”, “athlete”, “adolescent”, “treatment”, “low back pain” permitiram a obtenção dos artigos.

Delimitou-se a pesquisa dos artigos publicados do ano 2007 até 2017, todavia houve necessidade imperiosa de recorrer a bibliografia prévia a este período, devido à falta de artigos publicados neste intervalo de tempo. Como resultado da pesquisa efetuada foram obtidos, no total, 220 artigos. A posterior leitura dos títulos e resumos, permitiu selecionar os de maior relevância para este trabalho. Dos 67 artigos selecionados, 16 abordavam especificamente crianças atletas, 35 abordavam crianças e os restantes 16 referem-se à SPL nas crianças e adultos.

Para selecionar os artigos que melhor se enquadram neste tema foram definidos critérios de inclusão e exclusão:

Critérios de Inclusão	Data de publicação inicial: entre 2007 e 2017. Posteriormente incluídos 39 artigos, o mais antigo de 1971.
	Idioma dos artigos: Português, Inglês, Espanhol.
	Tipologia do estudo: Artigos científicos e de revisão
	Idade da população abordada: Idade pediátrica, mais especificamente, no período da adolescência.
	Preferência de artigos que abordam os adolescentes atletas.
Critérios de Exclusão	Artigos que apenas referiam o tratamento da população adulta.

Desenvolvimento

1. Classificação

A espondilolistese, é uma patologia em que ainda prevalece alguma controvérsia quanto à melhor abordagem terapêutica. Uma das razões pelas quais isto acontece deve-se à existência de diferentes métodos de classificação. Primariamente foram descritos cinco tipos de SPL por Wiltse et al que incluíam: displásica, ístmica, degenerativa, traumática e patológica. Recentemente, considera-se a inclusão de um sexto tipo: o iatrogénico, que se desenvolve com a descompressão realizada durante a cirurgia. ⁽³⁾

Tabela 1 - Classificação da SPL por Wiltse, Newman e Macnab. (Marcos Tebet, 2013)

Classificação da espondilolistese por Wiltse, Newman e Macnab	
Tipo I - Displásica	Anormalidades congénitas dos elementos posteriores.
Tipo II - Ístmica	Defeito na pars interarticularis. Lítica: fratura por fadiga da pars Alongamento da pars Fratura aguda da pars
Tipo III - Degenerativa	Degeneração do disco e das facetas.
Tipo IV - Traumática	Fratura aguda dos pedículos, das facetas ou das lâminas.
Tipo V - Patológica	Processos neoplásicos ou metabólicos.

Nos adolescentes atletas, os tipos de SPL que melhor caracterizam este grupo são o displásico e o ístmico, por isso é dado mais ênfase a estas duas categorias. ⁽¹³⁾

Posteriormente Marchetti et al e Bartolozzi et al, sugeriram uma nova classificação baseada na etiologia da SPL, o que permitiu uma divisão em dois grupos principais ⁽⁵⁹⁾:

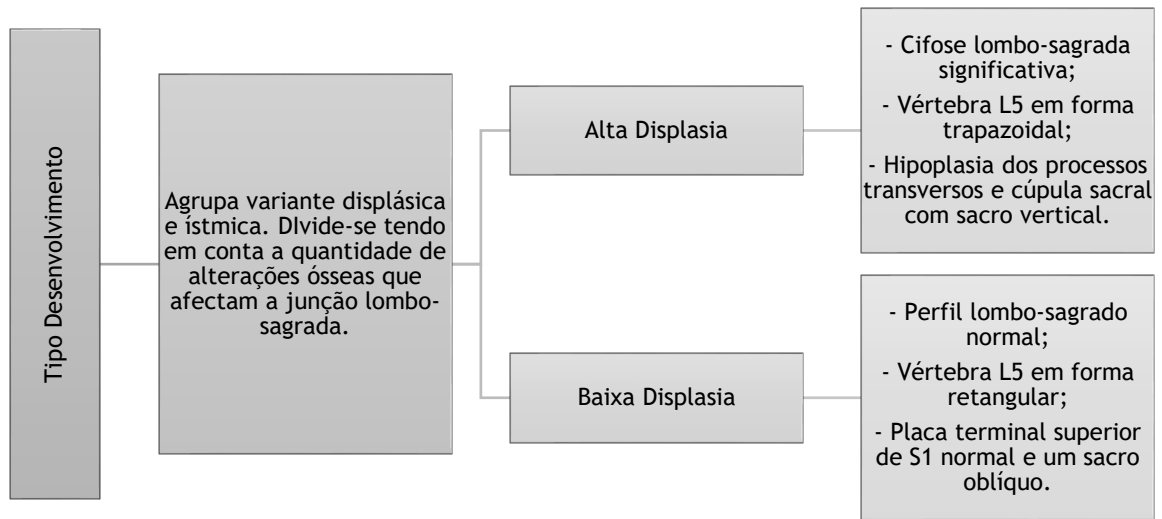


Figura 1 - Classificação de SPL por Marchetti e Bartolozzi. (Mac-Thiong, 2006)

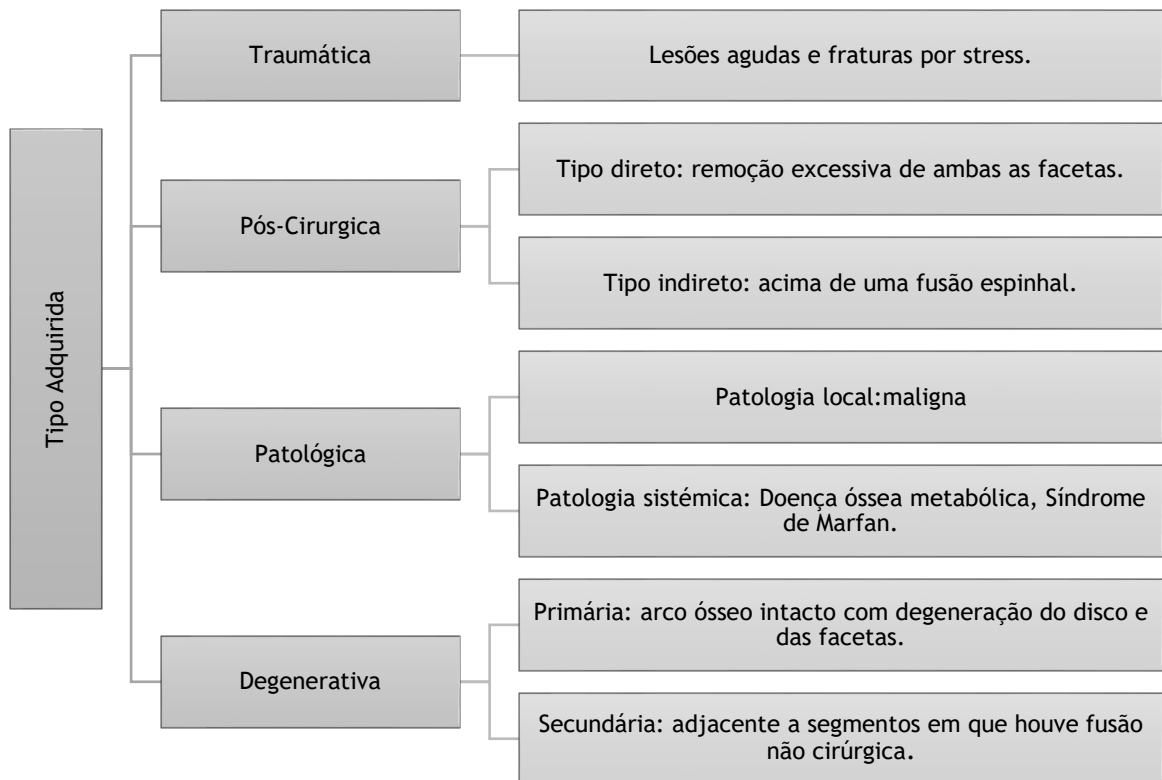


Figura 2 - Classificação de SPL por Marchetti e Bartolozzi. (Mac-Thiong, 2006)

Tendo por base a observação da SPL através de exames radiológicos surgiu a Classificação Original de Meyerding em 1932, que se rege pela quantidade de deslocação anterior da vértebra. Este grau é calculado pela proporção entre o diâmetro ântero-superior do sacro e a distância do deslize da vértebra L5 anteriormente. Na figura abaixo pode-se identificar o cálculo da % de deslize como a divisão da medida a (que corresponde à distância entre a zona posterior da faceta inferior de L5 e a zona posterior da faceta superior de S1), pela medida A, (que representa o diâmetro da faceta superior de S1) e posteriormente a multiplicação deste resultado por 100. Estas percentagens são posteriormente inseridas nos graus, identificados na tabela 2. ⁽⁴⁾

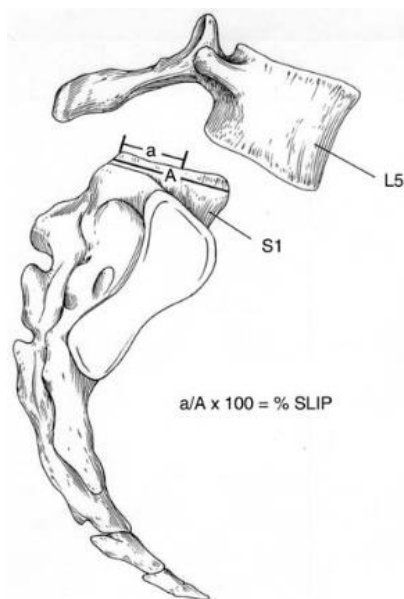


Figura 3 - Medida de classificação de Meyerding. (Ralph Cavalier et al, 2006)

Tabela 2 - Classificação Original de Meyerding (Ralph Cavalier et al, 2006)

Quantidade (%) de deslocação anterior da vértebra	
Grau I	0-25%
Grau II	26-50%
Grau III	51-75%
Grau IV	75-100%

Porém, esta classificação apresentou certas limitações, nomeadamente quando se trata da SPL de alto grau, dado que não tem em conta aspetos que podem alterar esta classificação, tal como: ângulo de deslocamento, inclinação do sacro, índice lombar e cifose. ⁽⁵⁾ Apesar de toda esta panóplia de métodos de classificação, nenhum mostrou ser concebido de modo a funcionar como meio de auxílio na decisão dos procedimentos cirúrgicos aplicados no tratamento, sendo até hoje na maioria dos estudos utilizada a classificação de Meyerding.

Os estudos mais recentes abordam a influência do equilíbrio sagital sacro-pélvico na avaliação, progressão e tratamento da SPL. Mac-Thiong e Labrelle et al, criaram uma nova classificação que se diferencia das anteriores por ter como alvo principal auxiliar na avaliação e tratamento e engloba tanto os conceitos de displasia de baixo e alto grau de Marchetti e Bartolozzi, como os conhecimentos mais recentes acerca da morfologia e do equilíbrio sagital sacro-pélvico. Obteve-se assim oito categorias baseadas em 3 parâmetros principais: grau de deslize vertebral (baixo e alto grau), grau de displasia (baixo e alto grau) e equilíbrio sagital sacro-pélvico. Contudo, num estudo subsequente os autores apenas encontraram uma concordância inter-observador de 0,49 medida pelo índice de kappa, em consequência da dificuldade em determinar com precisão o grau de displasia através de radiografias. ⁽⁵⁹⁾

Consequentemente a Spinal Deformity Study Group (SDSG) apresentou uma classificação mais simplificada para a SPL em L5-S1, que engloba três características principais que são avaliadas através da radiografia sagital ⁽³⁾:

1. Grau de deslize vertebral (baixo e alto grau);
2. Incidência pélvica (PI) (baixa, normal ou alta);
3. Equilíbrio espinho-pélvico (equilibrado ou desequilibrado).

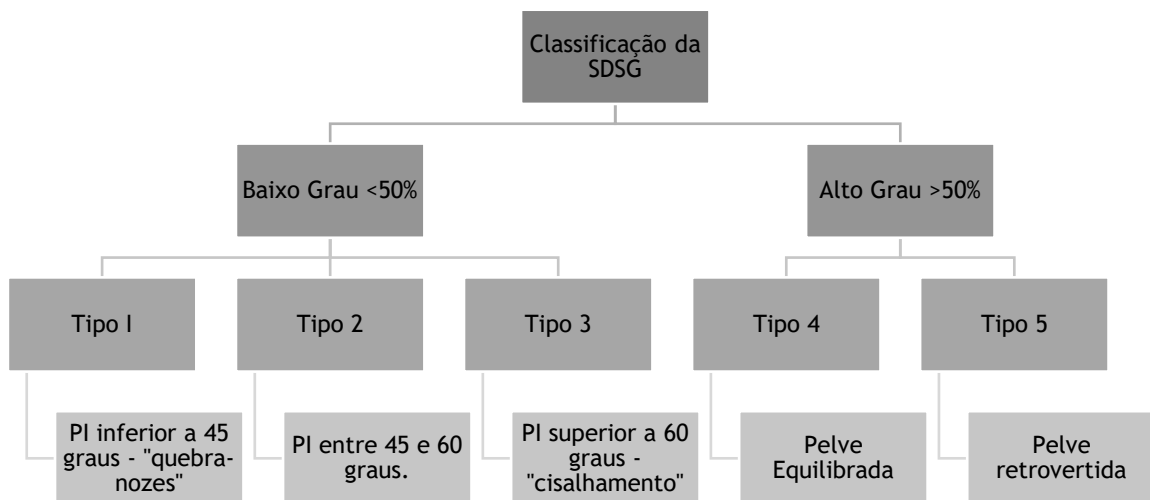


Figura 4 - Classificação da SDSG para a SPL. PI - Incidência Pélvica. (Marcos Tebet, 2013)

Como demonstrado na figura abaixo, a PI é o ângulo composto pelo cruzamento de uma linha desde o centro da cabeça do fémur até ao ponto médio da placa terminal sacral (o-a) e uma linha perpendicular ao centro da placa terminal sacral (a). Representa a soma de SS e PT. A placa terminal sacral é definida por uma secção (b-c) formada entre o corno posterior do sacro e o topo anterior de S1 no promontório sacral. A SS é explicada como a interseção da LRH e a placa terminal sacral (b-c). ⁽³⁾

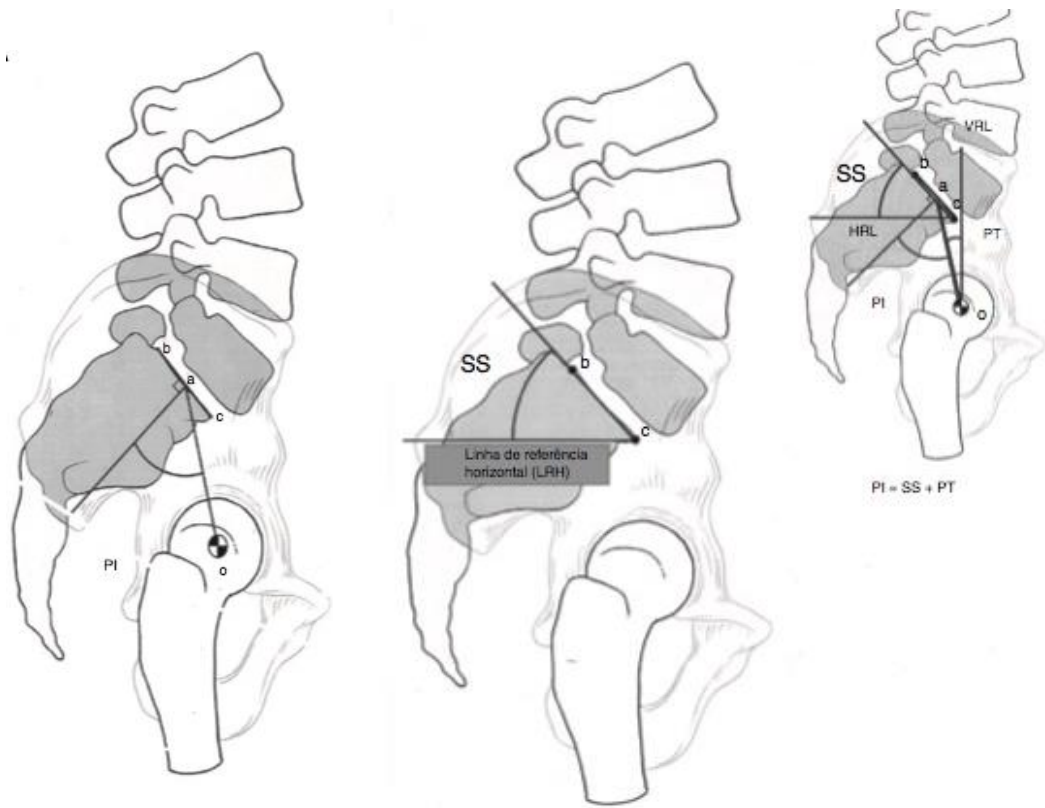


Figura 5 - Medições da Incidência Pélvica (Marcos Tebet, 2013)

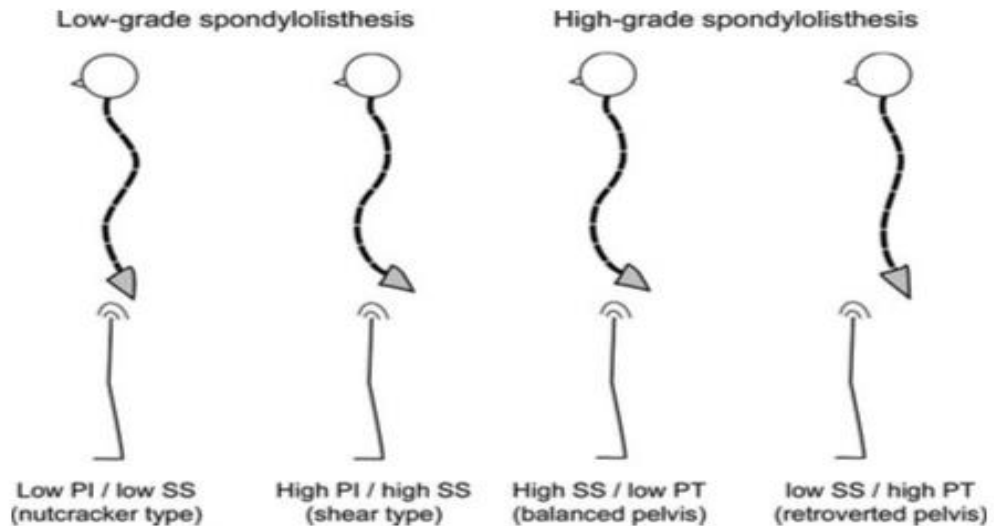


Figura 6 - Classificação do balanço espinho-pélvico. Para SPL de baixo grau temos a subdivisão em baixo PI/baixo SS - tipo quebra-nozes e alto PI/alto SS - tipo cisalhamento. Para a SPL de alto grau temos alto SS/baixo PT - pelve equilibrada e baixo SS/alto PT - pelve retrovertida. (Mac-Thiong, 2006)

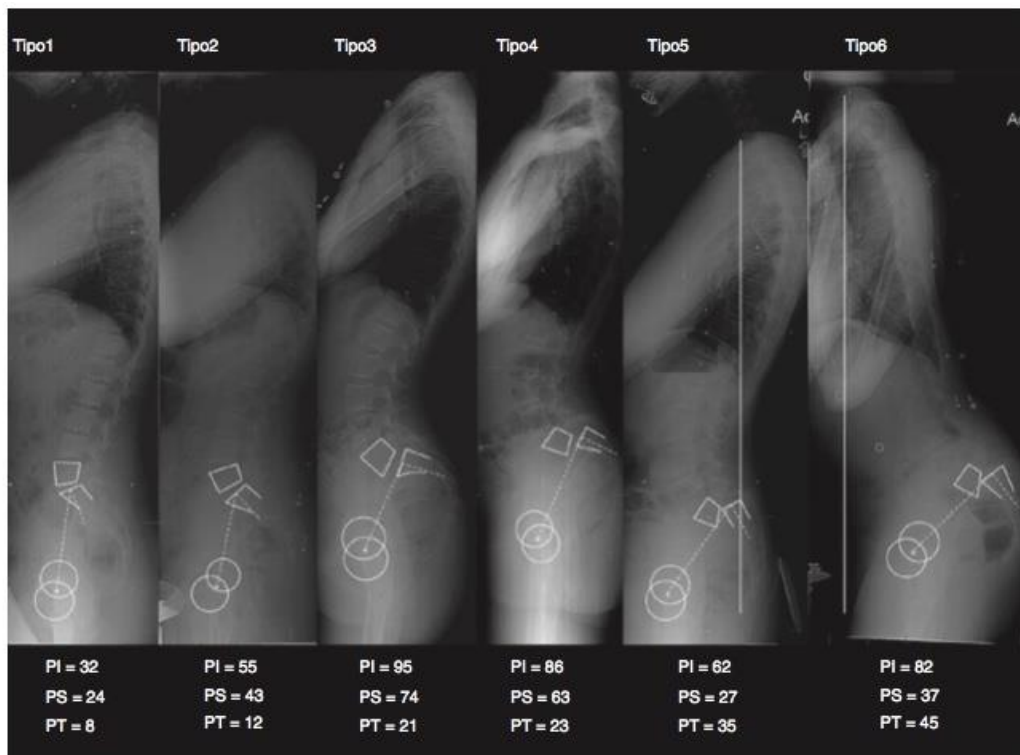


Figura 7 - Classificação da SDSG para a SPL. (Marcos Tebet, 2013)

2. Diagnóstico

O método de imagem de escolha inicial para esta patologia são as radiografias. As radiografias laterais, antero-posterior e oblíquas da coluna vertebral completa e junção lombo-sagrada em posição ortostática permitem uma boa visualização das lesões, se presentes. ^(3,8) Podemos identificar a SPL como um degrau entre a face posterior dos dois corpos das vértebras envolvidas e é avaliada na incidência de perfil em carga. ⁽⁴¹⁾

Quando existem defeitos no istmo, devem ser realizadas radiografias oblíquas, em que pode ser visualizado o sinal clássico de cão escocês de Lachapèle no qual a “coleira” é a lise da pars. ^(3, 9, 41)

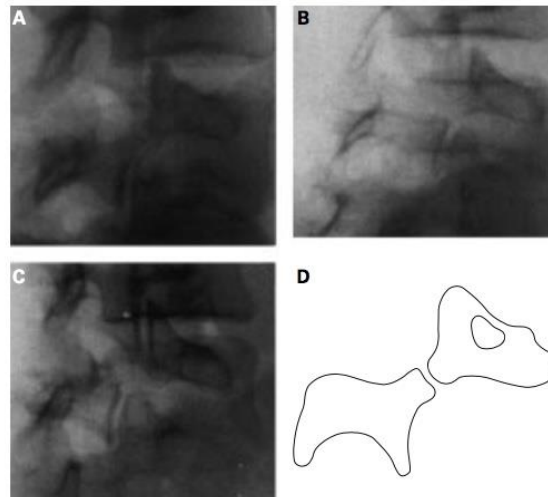


Figura 8 - Sinal do cão escocês de Lachapèle. (Standaert, 2000)

Radiografias laterais com os movimentos de flexão e extensão permitem identificar a presença de instabilidade e o grau de SPL de acordo com a classificação de Meyerding, sendo estas realizadas com o doente em decúbito. ⁽⁴⁾

Quando é suspeita a presença de escoliose, que pode ocorrer devido ao espasmo dos músculos para-espinais, esta pode ser observada através da radiografia postero-anterior. ⁽⁴⁾

A cintigrafia óssea é utilizada no caso de suspeita de fraturas agudas ou pseudartrose. ⁽¹⁰⁾ Uma fácil identificação de compressão das raízes nervosas é conseguida através da TC, uma vez que possibilita reconstruções bi e tridimensionais da coluna, de modo a ajudar no plano pré-cirúrgico. ⁽⁴⁾

A RMN é importante para visualizar a lesão a nível do disco. É útil nos casos em que há radiculopatia, edema ósseo e lesões na pars interarticularis. ⁽¹²⁾ Exames como o SPECT, são mais sensíveis e permitem a visualização em maior detalhe. Segundo Anderson et al, 20% pacientes que inicialmente tinham resultado negativo na cintigrafia óssea, revelaram uma lesão da pars quando avaliados com o SPECT. ⁽³⁾

3. Tratamento

3.1 Tratamento conservador

O médico responsável pelo adolescente atleta tem como principais objetivos terapêuticos: o alívio da dor e prevenção de recorrência futura, a prevenção da progressão de espondilólise para SPL e propor métodos terapêuticos para que uma SPL de baixo grau não se agrave. Há que ter especial atenção a estes pacientes, uma vez que têm um alto risco de progressão, dado que praticam atividades desportivas que favorecem este fenómeno. ⁽⁷⁾

Todavia, o tratamento da SPL continua a ser tema de debate. Deve-se ao facto de que ainda existem diferenças no método de classificação desta patologia, nos fatores que influenciam a sua classificação e nas diferentes formas anatómicas e clínicas que esta condição pode assumir. Ao centrar-se mais nos adolescentes atletas, a decisão quanto ao tratamento torna-se um pouco mais complicada. Envolve parâmetros como o desempenho atual no desporto, a sintomatologia própria a esta patologia, assim como a possibilidade desconhecida de voltar ou não ao mesmo nível de performance atlética.

Verifica-se que a maioria dos autores insiste em que o tratamento inicial seja conservador. A abordagem inicial irá se basear em 4 elementos principais ^(1,2,3):

3.1.1 Repouso com interrupção da atividade desportiva

3.1.2 Fisioterapia;

3.1.3 Analgesia quando presente dor lombar;

3.1.4 Ortótese.

Estes elementos são aplicados de acordo com a presença de vários fatores, que influenciam não apenas o tratamento conservador como também as opções cirúrgicas. Os principais determinantes do tratamento são idade do paciente, presença de sintomas e a sua gravidade, história natural da doença, achados no exame físico, grau de deslize da vértebra, tipo de deslize e equilíbrio sagital sacro-pélvico. ^(2,3)

Klein G et al estudaram a eficácia do tratamento conservador na espondilólise e SPL de Grau I em crianças e adultos jovens. Dos 665 pacientes incluídos no estudo foram feitas análises de subgrupos dos seguintes parâmetros: utilização ou não de ortótese, que não se verificou significativamente diferente entre os grupos ($P=0,75$); recuperação das lesões com avaliação por radiografias demonstrou um sucesso de 28%; taxa de recuperação de lesões unilaterais vs. bilaterais, verificou-se ser 71% e 18,1%; taxa de recuperação de lesões agudas vs. lesões progressivas vs. lesões terminais, verificou-se ser 68,1%, 28,3% e 0%, respetivamente. ⁽⁹⁾



Figura 9 - Recuperação da lesão com tratamento conservador. Diferença entre lesões unilaterais e bilaterais. (Klein G et al, 2009)

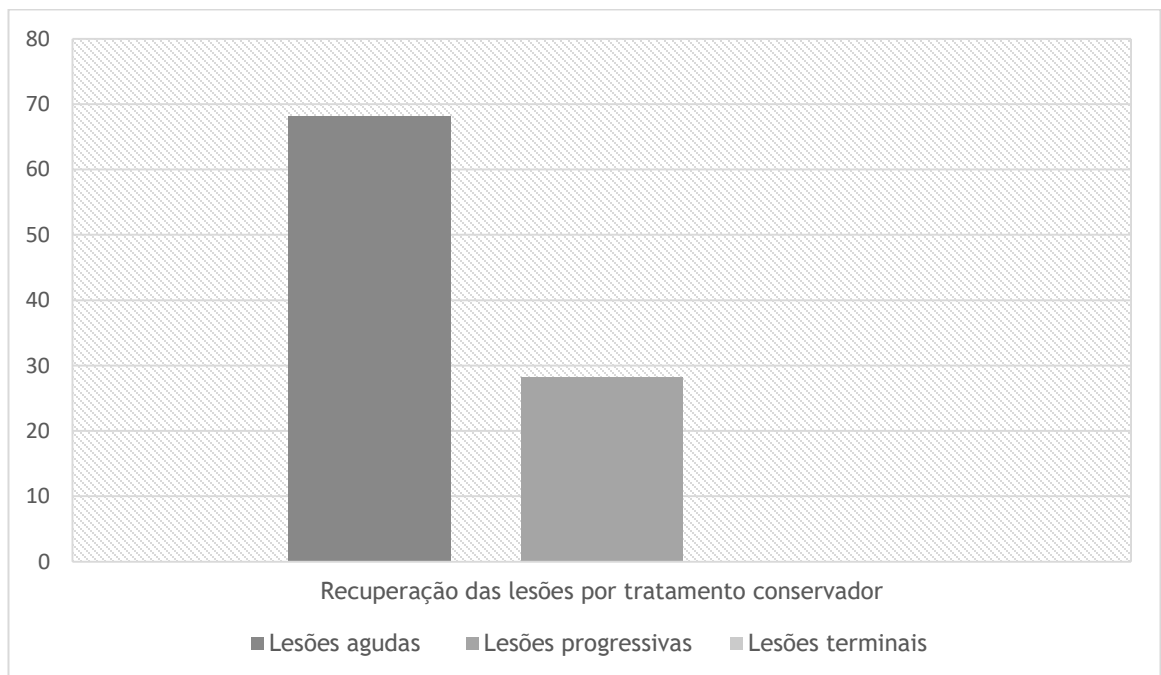


Figura 10 - Recuperação das lesões por tratamento conservador. Diferença entre lesões agudas, progressivas e terminais. (Klein G et al, 2009)

Concluíram com este estudo que 83,9% dos pacientes que foram tratados não cirurgicamente irão obter um resultado bem-sucedido, num período mínimo de um ano após o tratamento. Nestes pacientes o uso ou não de ortótese não teve influência no tratamento. Em contraste com a alta taxa de sucesso dos parâmetros clínicos, a maioria das lesões não corrigiu com tratamento conservador, o que sugere que um resultado clínico positivo e bem-sucedido não depende da recuperação da lesão. Lesões diagnosticadas na fase aguda foram mais propensas a recuperar após tratamento conservador, assim como os defeitos unilaterais comparados com os bilaterais. ⁽⁹⁾

3.1.1 Interrupção da atividade desportiva

A interrupção da atividade desportiva combinada com o uso de ortótese, mostrou ter uma excelente resposta clínica em pacientes sintomáticos. Este procedimento resulta porque evita os movimentos repetitivos de hiperextensão da coluna lombar presentes no desporto. ⁽³⁾

Blanda et al, realizaram um estudo em atletas com espondilólise e SPL sintomáticos em que o tratamento incluía cessação de atividade desportiva e uso de ortótese lombo-sagrada a tempo inteiro por um período mínimo de 2 meses até que fosse possível a extensão lombar. Adicionalmente, quando a criança se tornava assintomática, era incluído um programa de fisioterapia específico por um período não inferior a 6 meses (durante este tempo continuava a cessação de atividade desportiva). 92% dos pacientes obtiveram resultados bons ou excelentes e 37% mostraram cura observada por radiografia. Os dados estudados permitiram concluir que a restrição de atividade física por um período mínimo de 3 meses afeta de forma favorável o outcome clínico. ^(11,16)

3.1.2 Fisioterapia

Panjabi et al, deram a conhecer que a fisioterapia baseada num conjunto de exercícios específicos melhorava a resposta à dor. Estes exercícios têm como objetivo fortalecer grupos musculares alvo, tal como o transversal abdominal, o oblíquo interno e o multifídios. Verificou-se existir também uma melhoria na resposta do doente à dor quando se associavam exercícios que fortaleciam os músculos flexores da anca e que alongavam os músculos isquiotibiais. ^(3,67)

O'Sullivan et al com o objetivo de determinar a eficácia de um exercício físico específico no tratamento de pacientes com dor lombar crónica e diagnóstico radiológico de espondilólise ou SPL atribuíram a 2 grupos de pacientes ⁽⁴⁴⁾ programas de fisioterapia distintos com uma duração de 10 semanas, um mais generalizado e outro mais específico para o treino dos músculos abdominais profundos e do multifídios lombar. Após um follow-up de 30 meses, o grupo que cumpriu um esquema de fisioterapia mais específico manifestou redução de sintomas algícos muito mais significativa do que o grupo submetido a um programa de fisioterapia com exercícios mais gerais ^(4,18).

3.1.3 Ortótese

O objetivo do uso de uma ortótese lombo-sagrada anti-lordótica é reduzir a quantidade de forças que atravessam a pars. Ao limitar os movimentos extremos da coluna lombar, reduz a dor e facilita o início de um programa de fisioterapia. ⁽⁴⁾

O uso de ortótese quando combinado com a restrição de atividade desportiva tem demonstrado bons resultados. ⁽⁴⁾ Contudo, a recuperação óssea não irá ocorrer em todos os casos.

Fujii et al, demonstraram que existem dois indicadores principais que influenciam a fusão, o estadio da lesão e o nível da vértebra envolvido. Verificou também que lesões em estadios iniciais tinham maior probabilidade de obter fusão do que lesões progressivas ou num estadio tardio. Observaram que a recuperação de lesões ocorria mais predominantemente em L4 do que em L5. Mesmo sem ter ocorrido fusão óssea, o resultado observado era bom. ^(10,24) Este foi um parâmetro igualmente demonstrado por Iwamoto et al no seu estudo com 104 atletas, o qual concluiu que a ocorrência de fusão óssea é sempre o alvo a atingir, contudo, se houver uma união fibrosa estável e indolor que permita a participação em atividades, é um resultado aceitável para um tratamento conservador. ^(10,25)

A maioria dos autores recomenda a utilização de ortótese a tempo inteiro por um período mínimo de 6 a 12 semanas, com descontinuação quando o adolescente é capaz de realizar extensão e rotação da coluna lombar sem dor, juntamente com a visualização na TC de recuperação óssea. Posteriormente deve iniciar fisioterapia e devem ser introduzidas as atividades desportivas de forma gradual. ⁽⁴⁾

A maioria dos estudos realizados obteve bons resultados com o uso de ortótese, anti lordótica ou não, em SPL de baixo grau:

- Turner e Bianco estudaram o uso de ortótese anti-lordótica durante 6 meses, com descontinuação gradual nos 6 meses seguintes, para o tratamento de SPL. Quando assintomática, foi permitido à criança praticar desporto com a utilização da ortótese e se permanecesse assintomática. Como parte integral deste tratamento, os pacientes foram submetidos a um programa de fisioterapia específico. Os autores reportaram sucesso em 2/3 dos pacientes, sendo que o restante 1/3 foi tratado cirurgicamente numa fase subsequente. ^(14,26)
- Bell et al, estudaram também 28 pacientes com SPL de Grau I ou II sintomáticos, cujo tratamento foi uso de uma ortótese anti lordótica por uma média de 25 meses. Ao fim do estudo reportaram que todos os pacientes permaneceram sem sintomas algícos e não se observou aumento da percentagem de deslize vertebral. ⁽²⁷⁾

Estes estudos recomendam a observação dos pacientes a cada 6 a 12 semanas de modo a verificar a regressão dos sintomas e a recuperação da lesão óssea. Considera-se recuperação da lesão óssea quando é possível observação na radiografia de vista oblíqua, uma ponte óssea no local de lesão da pars. ^(11,14)

No caso dos pacientes com SPL de alto grau não foram encontrados estudos que comparassem o uso ou não de ortótese. ⁽¹⁷⁾

Foram encontrados também alguns estudos que não conseguiam demonstrar o uso vantajoso de ortótese quando comparado a pacientes que não foram submetidos a este tipo de tratamento.

Klein, na sua meta análise sobre o tratamento conservador na população pediátrica, demonstrou que o uso de ortótese era equivalente ao não uso de ortótese em pacientes com SPL de baixo grau. ^(9,17)

Sairyo K, observou também o alívio da dor lombar com uso de ortótese em 80% dos casos estudados, no entanto não encontrou diferenças significativas nos resultados clínicos e radiológicos entre grupos tratados com e sem ortótese, por isso concluiu que a possível explicação para a melhoria destes pacientes pode dever-se à restrição da atividade desportiva e ao curso natural benigno desta patologia. ⁽²⁸⁾

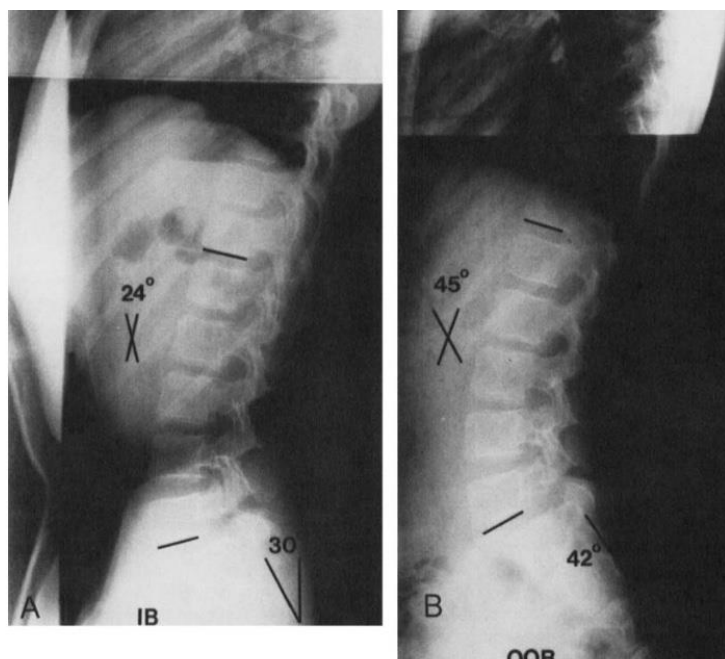


Figura 11 - Alteração da lordose lombar com o uso (A) ou não (B) de ortótese. (Bell et al, 1988)

3.1.4 Tratamento conservador em geral

Alguns autores consideram que o tratamento deve ser baseado no grau de deslize vertebral que o paciente apresenta. Verificaram que a SPL de baixo grau (deslize <50%), apresenta uma

resposta mais favorável ao tratamento conservador quando comparada com a de alto grau (deslize >50%).⁽³⁾ Durante muito tempo foram aceites como guidelines, as recomendações de Wiltse e Jackson para o tratamento baseado no grau de deslize vértebra⁽⁵⁾:

- **Deslize vertebral até 25% e criança assintomática:**
 - Vigilância através de radiografias com periodicidade de 4-6 meses se a idade for inferior a 10 anos;
 - Depois desta idade, faz-se vigilância a cada 6 meses até aos 15 anos e anualmente até o fim do crescimento;
 - Não tem recomendação para cessar a atividade desportiva, mas é preferível evitar uma atividade que implique uma grande carga.
- **Deslize vertebral de 26% a 50% e criança assintomática:**
 - É realizada a mesma vigilância que a anterior, mas com um cuidado redobrado para aqueles que praticam desportos de contacto ou que impliquem hiperextensão lombar (ex.: futebol, ginástica);
- **Deslize vertebral inferior a 50% e criança sintomática:**
 - É recomendado iniciar tratamento conservador (com restrição das atividades desportivas, fisioterapia e uso de ortótese) e continuar com a mesma vigilância das anteriores.
 - Se a dor persistir, é recomendada a fusão.
- **Deslize vertebral superior a 50%:**
 - Criança em crescimento, com ou sem sintomas, é recomendado o tratamento cirúrgico.

Contudo, ainda não existe nenhum estudo prospetivo que suporte esta divisão. Consequentemente, muitos autores contrariaram esta distribuição e sugeriram outras recomendações:

- Frederickson et al sugere que radiografias laterais em posição supina devem ser realizadas anualmente na criança assintomática, devido à baixa probabilidade de progressão desta patologia.⁽³²⁾
- Frennered et al, demonstrou que em apenas 2 dos 47 pacientes sintomáticos que estudou com SPL ístmica de baixo grau houve progressão do deslize vertebral, o que leva a que este como muitos outros estudos recomendem apenas a vigilância dos pacientes com SPL ístmica de baixo grau. No entanto para adolescentes com SPL displásica de baixo grau, existe um risco elevado de progressão do deslize vertebral, assim como maior probabilidade de desenvolver défices neurológicos, o que eventualmente irá aumentar a necessidade de tratamento cirúrgico.^(4,33) Posto isto, nestes pacientes é recomendado restrição de

atividade desportiva, prática de fisioterapia e uso de ortótese de modo a diminuir os sintomas e permitir um regresso seguro às atividades. ^(4,33)

- Pizzutilo e Hummer elaboraram um estudo em que 77 dos 82 adolescentes foram diagnosticados com SPL e cumpriam um tratamento conservador com limitação das atividades desportivas, uso de ortótese lombo-sagrada e um programa de fisioterapia com exercícios de flexão de Williams. Estes são exercícios que promovem o alongamento e estabilização da região torácica e lombar através de movimentos voluntários de flexão dos membros inferiores sobre o abdómen. Verificaram que o sucesso do tratamento depende do grau de deslize vertebral, sendo que 69% dos pacientes com grau I ou II manifestaram alívio da dor, enquanto que apenas 1 dos 12 pacientes com grau III ou IV obteve alívio da dor significativo. Este estudo mostrou que há maior probabilidade do tratamento conservador ser bem-sucedido na SPL de baixo grau quando comparada com SPL de alto grau. ^(5,34)
- Lundine realizou um estudo comparativo em pacientes com idades entre os 8 e 17 anos que foram submetidos a tratamento conservador vs. tratamento cirúrgico, ao qual concluiu que pacientes com um ângulo de deslize maior são mais propensos a que o tratamento conservador falhe. Tratamento cirúrgico para os pacientes sintomáticos obtinha resultados a longo termo semelhantes aos pacientes cuja sintomatologia mínima tornava o tratamento cirúrgico não necessário. ⁽³⁹⁾
- Bourassa - Moreau realizou um estudo com pacientes entre os 13 e 18 anos em que 5 dos 28 com SPL de alto grau (Meyerding 3 ou 4) e com sintomatologia mínima foram apenas tratados com métodos conservadores sem que ocorresse deterioração do HRQOL (qualidade de vida relacionada com a saúde) observado num período de follow-up de 1-5 anos. Estes resultados são semelhantes aos dos pacientes que foram tratados cirurgicamente. ⁽⁴²⁾

A literatura disponível sobre este tema sugere que os pacientes assintomáticos ou minimamente sintomáticos podem ser tratados com métodos conservadores.

Observou-se também que qualquer opção de tratamento irá resultar num período de restrição da atividade desportiva, dado que pacientes com restrição do desporto por um período não inferior a 3 meses têm 16,39 vezes mais probabilidade de obter um resultado excelente quando comparado com os que continuam a praticar desporto. ⁽²³⁾ Isto demonstra que não existe vantagem em continuar a prática do desporto durante o período de tratamento, o que deve ser um parâmetro muito bem explicado ao doente, com reforço nas vantagens da interrupção temporária da atividade desportiva.

Quando o tratamento conservador for bem-sucedido recomenda-se o retorno ao desporto, quando o paciente manifesta mobilidade da coluna sem dor, não apresenta espasmos dos músculos isquiotibiais e consegue praticar atividades diárias sem restrição de movimentos e sem dor. ⁽²³⁾.

3.2 Decisão de tratamento cirúrgico

Existe evidência suficiente para apoiar a decisão por tratamento cirúrgico quando se trata de um caso com uma deformidade progressiva ou sintomatologia clínica. No caso dos adolescentes sintomáticos com SPL ístmica é recomendado tratamento cirúrgico, após o tratamento conservador falhar na resolução dos sintomas. ⁽¹⁴⁾ Existe também consenso de que um paciente com um ângulo de deslize vertebral maior tem maior probabilidade de não responder a tratamento conservador.

Tabela 3 - Indicações para o tratamento cirúrgico. (Marcos Tebet, 2013, John Lonstein, 1999, George Mataliotakis, 2017)

Dor lombar persistente e resistente a tratamento conservador por um período não inferior a 6 meses;
Adolescentes com SPL de grau III ou IV e sintomáticos;
Dor com irradiação, sugestiva de compressão das raízes nervosas;
Presença de déficit neurológico;
Progressão da lesão vertebral;
Encurtamento dos músculos isquiotibiais;
Crianças assintomáticas com deslize vertebral superior a 50%;
Adolescentes com ou sem sintomas e deslize vertebral superior a 75%.

3.3 Tratamento Cirúrgico

Quando chegamos a este patamar do tratamento, há que avaliar todas as opções cirúrgicas e adequá-las a cada paciente. DeWald considerava que o principal objetivo do tratamento cirúrgico é a fusão do menor número possível de segmentos da coluna, de modo a restaurar o eixo sagital vertical, a fim de manter o sacro e a coluna lombar na posição anatómica correta e associar uma fusão dos discos não competentes. ⁽⁴³⁾

Existem alguns fatores que influenciam a decisão de qual o melhor método cirúrgico para cada caso ⁽⁵⁾:

- Quantidade de deslize vertebral ou translação, expressas de acordo com a classificação de Meyerding, ou de acordo com a percentagem de deslize.
- Presença de cifose lombo-sagrada. Esta é medida como o ângulo de deslize vertebral de L5 sobre o sacro.
- Quantidade de níveis que devem ser submetidos a cirurgia.
- Necessidade ou não de fusão instrumentada.
- Utilização ou não da técnica de redução.

As contraindicações em qualquer cirurgia realizada para o tratamento da SPL são ⁽¹²⁾:

- Presença de espinha bífida oculta;
- Lâmina fina, ou seja, inferior a 3mm.

Bourassa-Moreau et al, realizou um estudo no qual comparou a qualidade de vida entre pacientes com SPL de alto grau que foram submetidos a tratamento cirúrgico e os que não foram. Para obtenção destes dados foi utilizado o score HRQOL, que avaliou os 23 pacientes operados com diferentes técnicas cirúrgicas. Estes pacientes obtiveram um score associado a uma melhoria significativa da qualidade de vida, quando comparados com os 5 pacientes não submetidos a cirurgia, sendo que nestes a qualidade de vida não se alterou. ^(8, 42)

Mais recentemente Lundine et al, num estudo retrospectivo, ao utilizar o questionário de qualidade de vida SRS 30, comparara pacientes com SPL de Grau III e IV submetidos a cirurgia com os que não foram submetidos a tratamento cirúrgico. No final do estudo, observaram que pacientes tratados de forma conservadora com sintomas leves ou moderados não apresentaram scores de satisfação mais baixos do que os pacientes submetidos a tratamento cirúrgico. Mesmo assim, concluíram que um pior prognóstico está associado em maior percentagem com a severidade da cifose lombo-sagrada do que com o grau de deslize vertebral. ^(8,39)

O tratamento cirúrgico, independentemente do método utilizado tem como alvos principais: parar a progressão do deslize vertebral, tratar a compressão das raízes nervosas, corrigir a cifose lombo-sagrada e associar uma fusão sólida das estruturas, melhorar ou corrigir o balanço sagital e

parâmetros espinho-pélvicos, de forma a que tenha um resultado satisfatório para o paciente e promova estabilidade a longo prazo. ^(8,12)

Existem duas opções principais para o tratamento cirúrgico: a reparação da lesão na pars ou a artrodese/fusão. A reparação da pars é realizada quando existe espondilólise associada a espondilolistese. É um procedimento que possibilita manter um segmento móvel, o que irá minimizar a degeneração dos discos adjacentes e não ter influência a nível do crescimento. A artrodese/fusão pode ser realizada em todos os graus de SPL. Existem várias técnicas, a anterior, postero-lateral, circunferencial (PLIF ou TLIF), às quais também podem ser associadas as técnicas de descompressão e redução consoante os casos. ⁽¹²⁾

3.3.1 Artrodese/Fusão

O procedimento de artrodese têm demonstrado bons resultados clínicos, no entanto tem como desvantagem a perda de mobilidade no segmento lesado assim como aumento da carga para o nível adjacente. Este fenómeno já se verificou em 36,1% dos casos. ⁽¹⁴⁾ Este é um procedimento cirúrgico indicado para todos os graus de SPL. ^(8,10)

Existem vários métodos de fusão: por via anterior, postero-lateral ou circunferencial (PLIF ou TLIF). A fusão deve se estender o mais proximal ou distal quanto for necessário, o que se verifica na SPL de alto grau, quando a fusão se estende até L4 de modo a ser uma fusão mais estável e a obter-se um melhor controlo da lordose de modo a restaurar o equilíbrio sagital global. ⁽¹²⁾

A técnica de fusão tem sempre associada algumas complicações, entre as quais ⁽⁵⁾:

- Pseudartrose
 - Aumenta se for necessária descompressão posterior;
 - Aumenta à medida que aumenta o número de níveis a ser fundidos.
- Progressão da deformidade
 - Esta técnica não corrige a anatomia local, por sua vez, as forças anormais exercidas, podem causar a progressão, ainda que existam massas de fusão postero-laterais consolidadas.
- Compromisso neurológico:
 - É uma sequela tardia da fusão *in situ*.

Nos adolescentes atletas em que foi realizada a artrodese, observou-se retorno ao desporto, 1 ano após a fusão. A prática de atividade desportiva é sempre benéfica, no entanto, nesta população em particular, há que ter especial atenção aos desportos de colisão ou de contacto, os quais devem ser evitados. ⁽¹⁴⁾

3.3.1.1 Fusão postero-lateral bilateral

Este procedimento consiste numa fusão *in situ* entre o segmento deslocado e o nível inferior, utilizando um enxerto autólogo do osso ilíaco. ^(5,12) Este enxerto é posicionado de L5 até à asa do sacro, o que o torna horizontal e submetido a forças de cisalhamento. Contudo, estes tornam-se mais verticais se colocados da asa do sacro até os processos transversos de L4. O nível da fusão é influenciado pelo grau de deslize vertebral dado que ⁽⁵⁾:

- Em deslizes vertebrais inferiores a 50%, é geralmente realizada uma fusão de nível único que envolve L5-S1.
- Em deslizes vertebrais superiores a 50% a fusão pode-se estender para L4.

Este tipo de fusão é a base do tratamento cirúrgico em crianças e adolescentes com SPL de baixo grau e sintomática, dado que se verificou a obtenção de resultados duradouros e satisfatórios. ⁽⁴⁰⁾

Relativamente às manifestações clínicas nestes doentes, nomeadamente o encurtamento dos músculos isquiotibiais observou-se uma resolução da clínica num período de 12 a 18 meses. ⁽¹²⁾

Esta técnica cirúrgica foi primariamente introduzida por Wiltse et al em 1968 e modificada pelo mesmo em 1988, sendo que até os dias de hoje, parece ser a mais adequada para este procedimento quando associada a novos implantes e métodos de fixação no segmento lombo-sagrado. ⁽⁸⁾

Na técnica de fusão *in situ* de Wiltse não é realizada a descompressão, independentemente do grau de deslize vertebral. Este reporta bons resultados, mesmo nos casos em que o deslize vertebral é superior a 50% e associado a alterações ciáticas e neurológicas, verificando-se uma fusão de 100%, confirmada por estudos posteriores com follow-up de longa duração. ⁽⁵⁾

Apesar de *in situ*, a natureza viscoelástica do disco intervertebral L5-S1 patológico, leva a uma redução parcial da deformidade lombo-sagrada na posição ortostática, o que proporciona correção sem necessidade de instrumentação. ⁽⁸⁾

Apesar das fusões *in situ* apresentarem menos casos de complicações neurológicas, nenhuma das técnicas é isenta de complicações. ⁽⁸⁾

Harris e Weinstein analisaram os outcomes de 32 pacientes com SPL de Grau III ou IV, divididos em 2 grupos, em que um foi submetido a tratamento conservador e outro a fusão posterior. Concluiu que o procedimento de artrodese fornece resultados aceitáveis para pacientes com SPL de grau III ou IV e nos quais a dor interfere com a vida diária e não é responsiva a tratamento conservador. Para os pacientes com esqueleto imaturo, recomendam a fusão *in situ* quando presentes alterações da marcha resultantes de encurtamento dos músculos isquiotibiais, assim como quando ocorre progressão da SPL. ^(5,44)

Johnson e Kirwan num estudo de 17 pacientes com SPL grave, tratados com fusão postero-lateral *in situ*, observaram que apenas um dos pacientes tinha queixas de dor ocasional e todos

menos um reportaram que os resultados eram excelentes. Todos os pacientes apresentavam fusões sólidas e apenas dois mostraram-se descontentes com a aparência cosmética após a cirurgia. Concluíram que a fusão *in situ* é um método de tratamento seguro e fiável para a SPL grave. (5, 45)

Frennered et al, com o objetivo de avaliar os resultados da técnica de fusão postero-lateral com os resultados da associação de fusão postero-lateral com fusão anterior, analisou 105 pacientes com SPL de Grau III ou IV submetidos a estes procedimentos. Concluiu que uma fusão *in situ* combinada apresenta uma alta taxa de fusão e fornece resultados satisfatórios com poucas complicações. (5,33)

Ishikawa reportou resultados satisfatórios em 14 pacientes com SPL displásica sintomática submetidos a fusão postero-lateral. (14,46)

Vantagens da fusão postero-lateral (12)	Desvantagem da fusão postero-lateral(12)
<ul style="list-style-type: none"> •Grande área disponível para enxerto ósseo; •A fusão completa das estruturas pode corrigir outras áreas potencialmente sintomáticas dos níveis afetados; •Pode ser realizada apenas com o uso de enxerto ósseo autólogo sem haver necessidade na maioria dos casos, de instrumentação; •Representa um menor risco de lesões neurológicas quando comparado com a fusão instrumentada. 	<ul style="list-style-type: none"> •Restrição do movimento no segmento da fusão.

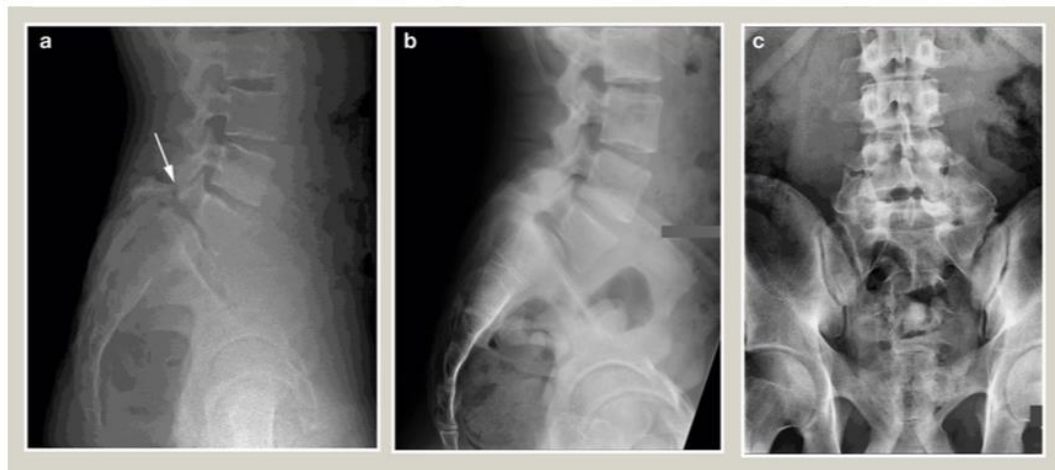


Figura 12 - Paciente de 15 anos com SPL ístmica L5/S1 de alto grau. Submetido a fusão postero-lateral com enxerto do osso ilíaco o que levou à recuperação da lesão na pars e impediu progressão do deslize de L5 sobre o sacro. (b,c) (Mataliotakis, 2017)

3.3.1.2 Fusão *in situ* com instrumentação

Nesta cirurgia a fusão lombo-sagrada é realizada através de colocação de enxerto ósseo, associada a utilização de instrumentação posterior. A fixação tem como objetivo, reduzir o grau de deslize vertebral na SPL de alto grau, de modo a aumentar a taxa de fusão. Nesta população, é indicado apenas nos pacientes em fases finais do crescimento. ⁽⁸⁾

São várias as técnicas de fixação interna, mas nos dias de hoje, as preferidas são as que utilizam parafusos e hastes, por possuírem uma maior capacidade de fixação ao osso. O'Brien estabeleceu métodos de fixação para estabilização lombo-sagrada, de acordo com as zonas afetadas, sendo nesta patologia mais utilizados os parafusos pediculares em S1 e os parafusos transfacetários em L5-S1. ⁽⁴⁵⁾

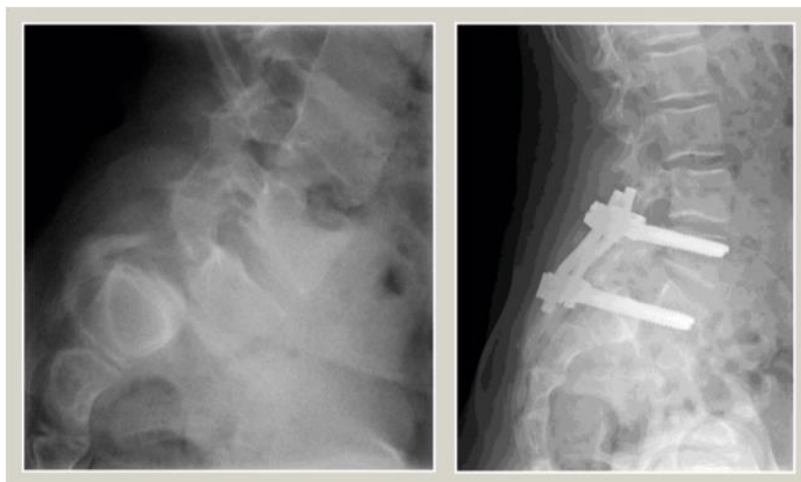


Figura 13 - Paciente de 16 anos com SPL displásica em L5/S1 de grau IV submetida a fusão posterior de L4-S1 associada a técnica de transfixação (parafuso de L5 a S1) e enxerto do osso ilíaco que resultou na correção da cifose lombo-sagrada e no equilíbrio espinho pélvico. (Mataliotakis, 2017)

A instrumentação transpedicular consiste na utilização de parafusos nos pedículos de modo a ocorrer a fixação. Este procedimento tem como vantagem preservar a mobilidade do segmento envolvido, administrar força de forma seletiva sem afetar os níveis adjacentes e consegue corrigir os defeitos de rotação e translação da coluna vertebral. ⁽⁵⁰⁾

Num estudo por Sairyo et al, a fixação pedicular posterior temporária demonstrou excelentes resultados, tanto clínicos como funcionais, sem complicações significativas, assim como um retorno ao nível de performance desportiva prévio ao tratamento. De acordo com Sairyo et al, a reconstituição ístmica tem a vantagem mecânica de proteger o disco adjacente, um parâmetro de extrema importância na população jovem. ⁽²⁸⁾

A desvantagem apresentada no uso de instrumentação é a necessidade de o paciente ser submetido a uma segunda intervenção para remover o material da fixação. Contudo, quando

comparada com outras técnicas, esta permite uma reconstrução ístmica eficaz, assim como 100% de consolidação, com resultados clínicos superiores a médio prazo, o que neste caso supera a desvantagem de necessitar de uma segunda intervenção. ⁽¹⁴⁾

Os pacientes pediátricos com SPL de alto grau e sintomática, mostraram obter melhores resultados quando tratados com fusão postero-lateral associada a instrumentação. Isto acontece devido à maior probabilidade de progressão do deslizamento vertebral e sintomas persistentes, assim como maior probabilidade de corrigir a deformação cifótica lombo-sagrada e restaurar o equilíbrio sagital com melhoria consequente da biomecânica espinhal e taxa de fusão. Mesmo assim, este procedimento está associado a um risco aumentado de complicações neurológicas. ⁽²⁰⁾

A Sociedade de Investigação da Escoliose (SDSG) relatou que em pacientes pediátricos com SPL ístmica ou displásica a prevalência de complicações associadas a cirurgia com instrumentação é de 10,4%. ⁽²⁰⁾ Contudo foi demonstrado evidência de nível III de que a instrumentação e redução diminuem o risco de não união. ⁽¹⁷⁾

3.3.1.3 Fusão Circunferencial

Este procedimento cirúrgico tem apresentado o menor índice de não união quando comparado a outras técnicas de artrodese, no entanto não apresentou, até agora, melhores resultados clínicos quando comparada com a artrodese postero-lateral. ⁽³⁾

Em pacientes com SPL de grau superior a I, é comum se observar discopatia, instabilidade e desequilíbrio sagital associado, pelo que a maioria dos autores defende a escolha pela artrodese circunferencial, nestes casos. ⁽¹⁴⁾

Helenius demonstrou que em pacientes com a mesma faixa etária, a fusão circunferencial mostrou-se superior à fusão anterior ou posterior para SPL ístmica de alto grau, baseado num estudo com follow-up de 17,2 anos. Num estudo posterior, relatou que as taxas de fusão mais baixas foram observadas no grupo que tinha sido submetido apenas a fusão postero-lateral, o que não se verificava no grupo que tinha realizado fusão circunferencial, no entanto as diferenças clínicas entre os grupos não foram significantes. ^(14,48,55)

Karampalis concluiu que a fusão circunferencial é uma técnica eficaz e segura, que corrige a cifose lombo-sagrada, sem apresentar as complicações neurológicas que acompanham outras técnicas de fusão ou redução para SPL de alto grau. ⁽⁵⁶⁾

Como referido anteriormente, pacientes submetidos a fusão *in situ* podem ter como complicação, o desenvolvimento de pseudartrose. Assim, Molinari, demonstrou que a fusão circunferencial resulta numa alta taxa de fusão e é eficaz em atingir fusão nos pacientes com pseudartrose estabelecida. ⁽⁶⁰⁾

Remes, reportou no seu estudo melhores resultados com o procedimento de fusão circunferencial, após um follow-up de 17 anos, em que foi utilizado o score ODI para avaliar o outcome. ⁽⁶³⁾

Após estes estudos, foi relatado evidência de nível III de que a fusão circunferencial é superior a fusão apenas anterior ou apenas posterior. ⁽¹⁷⁾

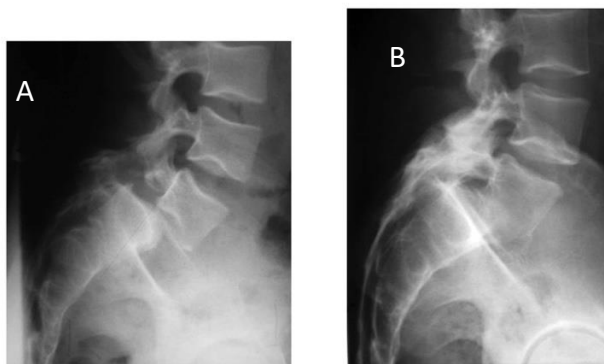


Figura 14 - A - Paciente de 14 anos com SPL de alto grau. B - Fusão circunferencial não instrumentada e no follow-up mais recente, 16 anos após a cirurgia, podemos observar fusão sólida. O paciente é assintomático. (Helenius, 2007)

3.3.2 Descompressão

A descompressão é geralmente utilizada quando o tratamento conservador falhou ou quando existe a presença de um déficit neurológico progressivo. Este procedimento alivia a dor lombar crônica e radicular. ⁽³⁾

Em pacientes com radiculopatia, a raiz de L5 é comprimida ao nível do forâmen, pela parte proximal da pars à medida que o deslize vertebral se acentua. Também pode ocorrer devido a compressão pelo tecido fibrocartilaginoso. Para correção desta lesão, é utilizado o procedimento de Gill, que consiste na remoção da lâmina solta ⁽³⁾.

Helenius, num estudo retrospectivo, recomenda a realização de descompressão do canal espinhal central e das raízes nervosas para pacientes com SPL displásica de alto grau. Este procedimento teria de ser associado a uma fusão circunferencial instrumentada. ⁽⁴⁸⁾

Ishiwaka, reporta resultados satisfatórios com fusão *in situ* posterior, no entanto, sugere que a descompressão será necessária quando existem sintomas neurológicos persistentes. ⁽⁴⁶⁾ Molinari, concorda também que a descompressão deve ser reservada para pacientes com sintomas de lesão das raízes nervosas pré-operatórias e desequilíbrio sagital. ⁽⁶⁰⁾

Apesar de não estar bem definido o papel da descompressão na literatura quando aplicado à população pediátrica com SPL, a maioria refere que sintomas neurológicos são uma indicação para este tratamento. Contudo, não é muitas vezes utilizado nesta população, dado que pode induzir instabilidade da coluna vertebral e aumentar o risco de progressão do deslize vertebral. ⁽³⁾

3.3.3 Redução

As variadas técnicas de redução foram criadas com o intuito de melhorar a cifose lombo-sagrada, de modo a permitir o retorno do equilíbrio sagital global e proporcionar uma melhor qualidade de vida ao doente. Permite assim corrigir os ângulos lombares e melhorar o índice pélvico. ⁽³⁾

Vantagens da redução ⁽⁵⁾
<ul style="list-style-type: none"> •Diminuição da incidência de pseudartrose; •Estabilização da deformidade; •Diminuição do nível de extensão da fusão; •Melhora a aparência cosmética da deformidade. •Previne síndrome agudo pós-cirúrgico de cauda equina.

Primeiramente a tração era a técnica de redução mais utilizada, todavia, apresentava altas taxas de insucesso, défices motores e um tratamento prolongado. Esta técnica era utilizada para redução parcial da deformidade lombo-sagrada, sendo posteriormente realizada a fusão sem instrumentação. Dubousset realizou um estudo com 17 pacientes submetidos a 3 semanas de tração por redução parcial, seguida de fusão. Em 8 casos, observou-se sucesso, com redução do ângulo de deslize. Contudo, foi uma técnica abandonada devido aos elevados riscos de lesão neurológica. ^(14, 50)

Claudio Lamartina et al propuseram uma nova técnica de redução que permite corrigir as lesões e proporciona altas taxas de fusão sem a necessidade de pôr em risco estruturas neurológicas. Recomendam que este procedimento deva ser realizado apenas em indivíduos com SPL de desenvolvimento com grau superior a 20%. Sugeriram também que fosse definido uma zona de instabilidade, em que todas as vértebras dentro desta zona deveriam ser incluídas no processo de instrumentação e fusão. ⁽⁴⁹⁾

Segundo Robert Gaines na SPL de Grau 5, ou seja, na espondiloptose, o melhor tratamento será a realização de vertebrectomia de L5 com redução e fusão de L4 a S1, sendo esta cirurgia conhecida como procedimento de Gaines. Gaines reportou 30 casos ao longo de 25 anos, nos quais observou neuropraxia de L5 em 21 pacientes, sendo que só 2 ficaram com défices motores e sensitivos, e só 1 destes 2 necessita utilizar ortótese. Todos apresentaram reabilitação funcional sem queixas de dor lombar. ⁽⁴⁷⁾

Assim sendo, em pacientes com espondiloptose com deformidade lombar-pélvica e desequilíbrio sagital, a resseção de L5 (vertebrectomia) com redução de L4 para S1 continua a ser um bom método cirúrgico. Com este procedimento, presencia-se alívio da dor lombar e reabilitação

funcional. Esta será uma solução duradoura e deve ser considerada nos casos que apresentam deformidade severa. ⁽⁴⁷⁾

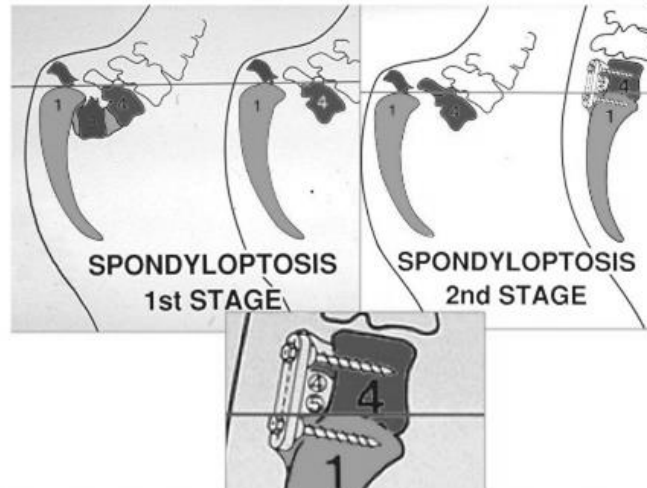


Figura 15 - Procedimento de vertebrectomia. (Robert Gaines, 2005)

Hu, estudou 16 pacientes com SPL de alto grau (Grau III ou IV) que foram submetidos a descompressão e redução utilizando o Edwards Molecular Spine System. Este procedimento é complexo e está sujeito aos riscos já conhecidos do tratamento cirúrgico da SPL de alto grau. Para alguns pacientes, pode ser eficaz ao reduzir a deformidade severa e geralmente obtém-se resultados bons a excelentes. ⁽⁵⁸⁾

Mehdian, ao analisar os resultados de uma nova técnica de redução em pacientes com SPL ístmica de alto grau (Meyerding superior ou igual a III), conclui que esta técnica de três fases permite a redução súbita e auxilia na fusão circunferencial sem qualquer déficit neurológico e com excelentes resultados clínicos e radiológicos, de modo a restaurar a biomecânica lombo-sagrada normal. ⁽⁵¹⁾

Muschik et al, publicou um estudo comparativo que mostrava que o grupo de pacientes submetido a redução apresentava uma melhoria significativa no grau e ângulo de deslize. ⁽⁶⁾ Existe assim evidência de nível III que apoia o uso de redução cirúrgica no tratamento de SPL pediátrica. ⁽¹⁷⁾

4. Acompanhamento/Vigilância

- Em geral é recomendado o seguimento dos adolescentes com exames físicos e radiografias sagitais, a cada 6 a 12 meses até ocorrer a maturação esquelética (Risser IV-V) principalmente quando de baixo grau e assintomáticos, de modo a ser possível detetar uma progressão do deslize vertebral, se este ocorrer. ^(4,7,12)
- A fusão óssea pode ser confirmada através de exames complementares de diagnóstico como a radiografia, que permite observar a formação de pontes ósseas, quando ocorre fusão. Em alguns casos, é realizada a TC para confirmação das observações radiológicas. ⁽¹⁴⁾
- Podem ocorrer défices pós cirurgia devido a lesão radicular. Sendo assim as recomendações pós cirurgia são posicionar o doente com as ancas e joelhos fletidos, com extensão gradual durante alguns dias e posteriormente o levante do doente ao 5º dia pós-operatório. ⁽⁸⁾

Conclusão

O planeamento e execução de um algoritmo no tratamento da SPL nos adolescentes atletas, irá ser sempre influenciado por fatores como a idade do doente, o potencial de crescimento, a presença e severidade dos sintomas, a fase evolutiva da doença, o grau de deslize vertebral, assim como o equilíbrio espinho-pélvico sagital global. Para avaliar a concretização destes tratamentos são utilizados parâmetros como: resolução dos sintomas, recuperação do balanço sagital, consolidação radiológica da lesão e possibilidade de retorno às atividades desportivas habituais. ⁽⁴⁰⁾

A grande maioria dos autores concorda que o primeiro passo deverá ser a instituição de um tratamento conservador. Este inclui fisioterapia, uso de ortótese, término temporário da atividade desportiva e uso de analgesia se manifestar dor. Após um período mínimo de 6 meses sem ocorrer melhoria dos sintomas assim como da condição patológica são considerados outros métodos terapêuticos, nomeadamente a cirurgia. ^(3,4,67)

Contudo, estamos a falar de uma população específica, a qual não pretende rescindir a possibilidade de um futuro no mundo do desporto. A cirurgia é considerada quando são pacientes com SPL de alto grau e sintomáticos, quando não apresentam resolução de sintomas com tratamento conservador e quando há evidência de progressão da SPL. ⁽⁵⁾

Para pacientes com SPL de baixo grau, assintomáticos ou com sintomas mínimos, e também para alguns pacientes com SPL de alto grau com sintomas mínimos foi demonstrado que quando submetidos a tratamento conservador, obtinham bons resultados. O mesmo tratamento quando aplicado a pacientes com SPL de alto grau (III ou IV) e sintomáticos não mostrou obter tão bons resultados, sendo poucos os pacientes que obtiveram alívio significativo da dor. ^(34, 39) Através dos vários estudos, verificou-se que os pacientes com ângulo de deslize superior, apresentavam maior probabilidade de não responder favoravelmente a tratamento conservador. ⁽³⁹⁾

Existem diversas técnicas cirúrgicas para o tratamento desta patologia, com bons resultados clínicos em geral, o que prolonga ainda mais o dilema na escolha do método cirúrgico. Quando associada a espondilólise à SPL, o tratamento de escolha passa por uma reparação da pars, com bons resultados clínicos. Quando são casos de SPL, a cirurgia mais realizada é a fusão. Para pacientes com SPL de baixo grau, sintomática, com ângulo lombo-sagrado normal, o tratamento utilizado na maioria dos casos é a fusão postero-lateral, com ou sem instrumentação. Nos pacientes com SPL de alto grau com cifose lombo-sagrada severa, o alvo da cirurgia é atingir a fusão sólida e corrigir o ângulo de modo a restaurar o equilíbrio sagital global no tronco, utilizando geralmente a fusão in situ associada a instrumentação. ^(8, 10,12) A fusão postero-lateral mostrou ter resultados aceitáveis nestes pacientes e quando associada a instrumentação permite um aumento da taxa de fusão. ^(20,40) A fusão circunferencial, por sua vez, mostrou-se superior às fusões anterior e posterior, de modo a que corrige a cifose lombo-sagrada, mas acarreta uma menor taxa de complicações. ⁽¹⁴⁾

Associada à fusão circunferencial, pode ser realizada a descompressão em casos selecionados. ⁽⁴⁸⁾
A redução, é também um procedimento realizado juntamente com a fusão que demonstrou bons resultados clínicos assim como ausência de défices neurológicos pós cirúrgicos. ⁽⁵¹⁾

É importante ponderar o uso de instrumentação nos pacientes jovens, dado que implica novas cirurgias e com isto maiores riscos intrínsecos a estes processos, assim como maior risco de lesão neurológica. ⁽¹²⁾ O uso de suporte pós-operatório é necessário, sendo utilizado para isso a ortótese lombar de modo a melhorar a fusão óssea. ⁽¹²⁾

A maioria destas técnicas são utilizadas em adolescentes atletas em que se verificou o retorno, em grande percentagem, à atividade desportiva a nível de alta competição. ^(7,11,23)

As complicações mais comuns do procedimento de fusão são a pseudartrose e o risco de não união. Deste modo, verificou-se que a fusão circunferencial e a redução, ambas com uso de instrumentação, no tratamento de pacientes com SPL de alto grau, diminuem a taxa de pseudartrose, o que acaba por mostrar grandes benefícios no uso destas técnicas. ⁽¹⁷⁾

Contudo são necessários mais estudos, que incluam um maior número de pacientes, com um follow-up mais longo, de modo a permitir a comparação dos diferentes métodos de tratamento, resultados, complicações e benefícios. ⁽⁵⁾

Bibliografia

1. Tenner G. "Understanding and Treating Spondylolysis and Spondylolisthesis." *A Pediatric Perspective*, 2015;24(1):1-6.
2. Guarnizo A, Bermudez S, Useche N. "A Case of Spondylolysis and Spondylodiscitis in a Child." *International Journal of Radiology and Radiation Therapy*, 2017;3(5):00077.
3. Tebet MA. "Conceitos atuais sobre equilíbrio sagital e classificação da espondilólise e espondilolistese." *Revista Brasileira de Ortopedia*, 2014;49(1):3-12.
4. Cavalier R, Herman MJ, Cheung EV, Pizzutillo PD. "Spondylolysis and Spondylolisthesis in Children and Adolescents: I. Diagnosis, Natural History, and Nonsurgical Management." *Journal of The American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 2006;14(7):417-424.
5. Lonstein JE. "Spondylolisthesis in Children ." *Spine*, 1999;24(24):2640-2648.
6. Muschik M, Zippel H, Perka C. "Surgical management of severe spondylolisthesis in children and adolescents. Anterior fusion in situ versus anterior spondylodesis with posterior transpedicular instrumentation and reduction." *Spine (Phila Pa 1976)*, 1997;22(17):2036-42.
7. Kruse D, Lemmen B. "Spine Injuries in the Sport of Gymnastics." *Current Sports Medicine Reports*, 2009;8(1):20-28.
8. Violas P, Lucas G. "L5S1 spondylolisthesis in children and adolescents." *Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research*, 2016;102(1):141-7.
9. Klein G, Mehlman CT, McCarty M. "Nonoperative Treatment of Spondylolysis and Grade I Spondylolisthesis in Children and Young Adults." *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 2009;29(2):146-56.
10. Haun DW, Kettner NW. "Spondylolysis and Spondylolisthesis: A narrative review of etiology, diagnosis, and conservative management." *Journal of Chiropractic Medicine*, 2005;4(4):206-17.
11. El Rassi G, Takemitsu M, Woratanarat P, Shah SA. "Lumbar Spondylolysis in Pediatric and Adolescent Soccer Players." *The American Journal of Sports Medicine*, 2005;33(11):1688-93..
12. Mataliotakis GI, Tsirikos AI. "Spondylolysis and spondylolisthesis in children and adolescents: current concepts and treatment." *Orthopaedics and Trauma*, 2017;31(6):395-401.
13. Tsirikos AI, Garrido EG. "Spondylolysis and spondylolisthesis in children and adolescents." *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 2010;92-B(6):751-9.
14. Oliveira V, Rodrigues Pinto R, Costa L, Encarnação A, Campos A, Oliveira A. "Espondilólise e Espondilolistese Ístmica de Grau I no Adolescente, Análise Retrospectiva de 30 Casos." *Revista Portuguesa de Ortopedia e Traumatologia*, 2014;22(3):284-94.

15. Miller SF, Congeni J, Swanson K. "Long Term Functional and Anatomical Follow-Up of Early Detected Spondylolysis in Young Patients." *The American Journal of Sports Medicine*, 2004;32(4):928-33.
16. Blanda J, Bethem D, Moats W, Lew M. "Defects of Pars Interarticularis in Athletes: A Protocol for Nonoperative Treatment." *Journal of Spinal Disorders*, 1993;6(5):406-11.
17. Crawford CH, Larson AN, Grates M, Bess RS, Guillaume TJ, Kim HJ et al. "Current Evidence Regarding the Treatment of Pediatric Lumbar Spondylolisthesis: A Report From the Scoliosis Research Society Evidence Based Medicine Committee." *Spine Deformity*, 2017;5(5):284-302.
18. O'Sullivan PB, Manip PGD, Twomey LT, Allison GT. "Evaluation of Specific Stabilizing Exercise in the Treatment of Chronic Low Back Pain with Radiologic Diagnosis of Spondylolysis or Spondylolisthesis." *Spine*, 1997;22(24):2959-2967.
19. Frennered AK, Danielson BI, Nachemson AL, Nordwall AB. "Midterm Follow-up of Young Patients Fused in Situ for Spondylolisthesis." *Spine*, 1991;16(4): 409-416.
20. Leonidou A, Lepetsos P, Pagkalos J, Antonis K, Flieger I, Tsiridis E, Leonidou O. "Treatment for spondylolysis and spondylolisthesis in children." *Journal of Orthopaedic Surgery*, 2015;23(3): 379-82.
21. D'Hemecourt PA, Gerbino PG, Michell LJ. "Low Back Injuries in The Young Athlete." *Sports Medicine Arthroscopy Review*, 1996;4(2):122-31.
22. Uvaraj NR, Bosco A. "Surgical Treatment of High-dysplastic developmental spondylolisthesis in a child: A case report." *International Journal of Case Reports and Images*, 2014;5(11):784-789.
23. Christman T, Li Y. "Pediatric Return to Sports After Spinal Surgery." *Sports Health: A multidisciplinary Approach*, 2016;8(4): 331-5.
24. Fujii K, Katoh S, Sairyo K, Ikata T, Yasui N. "Union of defects in the pars interarticularis of the lumbar spine in children and adolescents." *Journal of Bone and Joint Surgery*, 2004;86(2):225-31.
25. Iwamoto J, Takeda T, Wakano K. "Returning athletes with severe low back pain and spondylolysis to original sporting activities with conservative treatment." *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2004;14(6):346-51.
26. Turner RH, Bianco AJ Jr. "Spondylolysis and Spondylolisthesis in children and teen-agers." *Journal of Bone and Joint Surgery*, 1971;53:1298-1306.
27. Bell DF, Ehrlich MG, Zaleske DJ. "Barce Treatment for Symptomatic Spondylolisthesis." *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 1988;(236):192-8.
28. Sairyo K, Sakai T, Yasui N, Dezawa A. "Conservative treatment for pediatric lumbar spondylolysis to achieve bone healing using a hard brace: what type and how long?: Clinical article." *Journal of Neurosurgery Spine*, 2012; 610-614.

29. Garet M, Reiman MP, Mathers J, Sylvain J. "Nonoperative Treatment in Lumbar Spondylolysis and Spondylolisthesis: A Systematic Review." *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 2013;5(3):225-32.
30. Sharma P, Luscombe KL, Maffulli N. "Sports injuries in children." *Trauma*, 2003;5(4):245-59.
31. Standaert CJ, Herring SA. "Spondylolysis: a critical review." *British Journal of Sports Medicine*, 2000;34(6):415-22.
32. Frederickson BE, Baker D, McHolick WJ, Yuan HA, Lubicky JP. "The natural history of spondylolysis and spondylolisthesis." *Journal of Bone and Joint Surgery*, 1984;66(5):699-707.
33. Frennered AK, Danielson BI, Nachemson AL. "Natural History of Symptomatic Isthmic Low-Grade Spondylolisthesis in Children and Adolescents: A Seven-Year Follow-up Study." *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 1991;11:209-13.
34. Pizzutillo PD, Hummer CD. "Nonoperative Treatment for Painful Adolescents Spondylolysis or Spondylolisthesis." *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 1989;9(5):538-40.
35. Daniels JM, Pontius G, El-Amin S, Gabriel K. "Evaluation of Low Back Pain in Athletes." *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 2011;3(4):336-45.
36. Kobayashi A, Kobayashi T, Kato K, Higuchi H, Takagishi K. "Diagnosis of Radiographically Occult Lumbar Spondylolysis in Young Athletes by Magnetic Resonance Imaging." *The American Journal of Sports Medicine*, 2013;41(1):169-76.
37. Li Y, Glotzbecker MP, Hedequist D, Mahan ST. "Pediatric Spinal Trauma." *Trauma*, 2012;14(1):82-96.
38. Purcell L, Micheli L. "Low Back Pain in Young Athletes." *Sports Health*, 2009;1(3):212-22.
39. Lundine KM, Lewis SJ, Al-Aubaidi Z, Alman B, Howard AW. "Patient Outcomes in the Operative and Nonoperative Management of High-Grade Spondylolisthesis in Children." *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 2014;34(5):483-9.
40. Garrido - Stratenwerth AMSE. "Espondilolisis y espondilolistesis en niños y adolescentes." *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología*, 2015;58(6):395-406.
41. Gennari JM, Themar-Noel C, Panuel M, Bensamoun B, Deslandre C, Linglart A, et al. "Adolescent spinal pain: The pediatric orthopedist's point of view." *Orthopaedics & Traumatology: Surgery and Research*, 2015;101(6):247-50.
42. Bourassa-Moreau E, Mac-Thiong JM, Joncas J, Parent S, Labelle H. "Quality of life of patients with high-grade spondylolisthesis: minimum 2-year follow-up after surgical and nonsurgical treatments." *The Spine Journal*, 2013;13(7):770-4.
43. DeWald RL, Taddonio RF, Newirth MG. "Severe Lumbosacral Spondylolisthesis and Staged Circumferential Fusion." *Journal of Bone and Joint Surgery*, 1981;63(A):619-626.
44. Harris IE, Weinstein SL. "Long-term follow-up of patients with grade III and IV spondylolisthesis. Treatment with and without posterior fusion." *Journal of Bone and Joint Surgery*, 1987;69(7):960-9.

45. O' Brien. "The Long-Term Results of Fusion in Situ for Severe Spondylolisthesis." *Journal of Bone and Joint Surgery*, 1983;65(1):43-46.
46. Ishiwaka S, Kumar SJ, Torres BC. "Surgical Treatment of Dysplastic Spondylolisthesis: Results after in Situ Fusion" *Spine*, 1994;19(15):1691-1696.
47. Gaines RW. "L5 Vertebrectomy for the Surgical Treatment of Spondyloptosis." *Spine (Phila Pa 1976)* 2005;30(S):66-70.
48. Helenius I, Remes V, Poussa M. "Uninstrumented in Situ Fusion for High-Grade Childhood and Adolescent Isthmic Spondylolisthesis: Long-Term Outcome." *Journal of Bone and Joint Surgery*, 2008;2(Part 1):145-52.
49. Lamartina C, Zavatsky JM, Petruzzi M, Specchia N. "Novel concepts in the evaluation and treatment of high-dysplastic spondylolisthesis." *Spine*, 2009;18(Suppl.1):133-142.
50. Mueller FJ, Gluch H. "Cotrel-dubousset instrumentation for the correction of adolescent idiopathic scoliosis. Long-term results with an unexpected high revision rate." *Scoliosis*, 2012;7(1):7
51. Mehdián SH, Arun R. "A New Three-Stage Spinal Shortening Procedure For Reduction of Severe Adolescent Isthmic Spondylolisthesis: A Case Series with Medium- to Long-term Follow-up." *Spine (Phila Pa 1976)*, 2011;36(11):17-8.
52. Bartolozzi P, Sandri A, Cassini M, Ricci M. "One-stage Posterior Decompression-Stabilization and Trans-sacral Interbody Fusion after Partial Reduction for Severe L5-S1 Spondylolisthesis." *Spine (Phila Pa 1976)*, 2003;28(11):1135-41.
53. Bouyer B, Bachy M, Courvoisier A, Dromzee E, Mary P, Vialle R. "High-grade lumbosacral spondylolisthesis reduction and fusion in children using transsacral rod fixation." *Child's Nervous System*, 2014;30(3):505-13.
54. Helenius I, Lamberg T, Osterman K, Schlenzka D, Yrjonen T, Tervahartiala P, et al. "Scoliosis Research Society Outcome Instrument in Evaluation of Long-Term Surgical Results in Spondylolysis and Low-Grade Isthmic Spondylolisthesis in Young Patients." *Spine (Phila Pa 1976)*, 2005;30(3):336-41.
55. Helenius I, Lamberg T, Osterman K, Schlenzka D, Yrjonen T, Tervahartiala P, et al. "Posterolateral, Anterior, or Circumferential Fusion in Situ for High-Grade Spondylolisthesis in Young Patients: A Long-Term Evaluation Using The Scoliosis Research Society Questionnaire." *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006;31(2):190-6.
56. Karampalis C, Grevitt M, Shafafy M, Webb J. "High-grade spondylolisthesis: gradual reduction using Magerl's external fixator followed by circumferential fusion technique and long-term results." *European Spine Journal*, 2012;21(Suppl.2):200-6.

57. Lamberg T, Remes V, Helenius I, Schlenzka D, Yrjonen T, Osterman K, Tervahartiala P, Seitsalo S, Poussa M. "Long-term clinical, functional and radiological outcome 21 years after posterior or posterolateral fusion in childhood and adolescence isthmic spondylolisthesis." *European Spine Journal*, 2005;14(7):639-44.
58. Hu SS, Bradford DS, Transfeldt EE, Cohen M. "Reduction of high-grade spondylolisthesis using Edwards instrumentation." *Spine*, 1996;21(3):367-71.
59. Mac-Thiong JM, Labelle H. "A proposal for a surgical classification of pediatric lumbosacral spondylolisthesis based on current literature." *European Spine Journal*, 2006;15(10):1425-35.
60. Molinari MRW, Bridwell KH, Lenke LG, Ungacta FF, Riew KD. "Complications in the Surgical Treatment of Pediatric High-Grade, Isthmic Dysplastic Spondylolisthesis." *Spine (Phila Pa 1976)*, 1999;24(16):1701-11.
61. Molinari MRW, Bridwell KH, Lenke LG, Baldus C. "Anterior Column Support in Surgery for High-Grade, Isthmic Spondylolisthesis." *Clinical Orthopaedics and related Research*, 2002;(394):109-20.
62. Poussa M, Remes V, Lamberg T, Tervahartiala P, Schlenzka D, Yrjonen T, et al. "Treatment of Severe Spondylolisthesis in Adolescence With Reduction or Fusion in Situ: Long-term Clinical, Radiologic, and Functional Outcome." *Spine (Phila Pa 1976)* , 2006;31(5):583-90.
63. Remes V, Lamberg T, Tervahartiala P, Helenius I, Schlenzka D, Yrjonen T, Osterman K, Seitsalo S, Poussa M. "Long-term outcome after posterolateral, anterior, and circumferential fusion for high-grade isthmic spondylolisthesis in children and adolescents: magnetic resonance imaging findings after average of 17-year follow-up." *Spine*, 2006;31(21):2491-9.
64. Shufflebarger HL, Geck MJ. "High-Grade Isthmic Dysplastic Spondylolisthesis." *Spine (Phila Pa 1976)*, 2005;30(6 Suppl):42-8.
65. Transfeldt EE, Mehbod AA. "Evidence-Based Medicine Analysis of Isthmic Spondylolisthesis Treatment Including Reduction Versus Fusion in Situ for High-Grade Slips." *Spine (Phila Pa 1976)*, 2007;32(19 Suppl):126-9.
66. Herman MJ, Pizzutillo PD, Cavalier R. "Spondylolysis and Spondylolisthesis in the child and adolescent athlete." *Orthopedic Clinics of North America*, 2003;34(3)461-7.
67. Panjabi MM. "The Stabilizing System of the Spine. Part I. Function, Dysfunction, Adaptation, and Enhancement." *Journal of Spinal Disorders*, 1992;5(4)383-9.

