

Programa de Formação Continua AOSpine

Deformidades

Deformidades neuromusculares

Autor

Dr. Robert Meves

Organizador

Dr. Néstor Fiore



Deformidades neuromusculares

Autor

Dr. Robert Meves

Organizador

Dr. Néstor Fiore



OBJETIVOS

- ▶ Descrever a etiologia, classificação e forma de estudo das deformidades neuromusculares.
- ▶ Reconhecer as indicações de tratamento.
- ▶ Identificar alguns detalhes das técnicas cirúrgicas.
- ▶ Descrever as complicações possíveis, como evitá-las e como solucioná-las.



ÍNDICE

1. Introdução.....	04
Etiologia.....	04
Classificação.....	06
Evolução.....	09
2. Avaliação do paciente com deformidade neuromuscular.....	10
Avaliação do sistema locomotor.....	10
Considerações clínicas.....	10
Estudos complementares.....	11
Avaliação de outros sistemas.....	14
Sistema nervoso: exame neurológico.....	14
Pele: avaliação dermatológica.....	14
Sistema respiratório.....	14
Sistema cardiocirculatório.....	14
3. Tratamento.....	15
Tratamento ortopédico.....	15
Tratamento cirúrgico.....	16
Orientações gerais.....	17
Cirurgia de correção e artrodese.....	17
Cirurgias que acompanham o crescimento.....	22
Complicações do tratamento cirúrgico.....	24
4. Síntese.....	26
Referências.....	27



1. INTRODUÇÃO



Em geral, diferencia-se da escoliose idiopática por apresentar histórico natural mais agressivo em termos de deterioração da doença, inclusive nos pacientes esqueleticamente maduros.

A escoliose neuromuscular pode ser definida como uma deformidade na coluna vertebral decorrente de condições neuromusculares. Esta deformidade tem características similares dentre um grande número de doenças neuromusculares.

O predomínio da deformidade varia de 25% a 100% conforme a etiologia neuromuscular da escoliose. Devido a este fato, defende-se o tratamento cirúrgico dessa deformidade na maioria dos pacientes com curvas progressivas e com desequilíbrio do tronco (Benson, Thomson, Smith e Banta, 1998; Defino e Pudles, 2014).

Em crianças com deformidade neuromuscular, a deformação vertebral associada à disfunção geral do aparelho locomotor dificulta o desenvolvimento das atividades diárias de diversas maneiras.



Observa-se uma curva de raio amplo, em C, para a esquerda.

Radiografia panorâmica de frente de coluna com deformidade neuromuscular

Os casos de deformidade neuromuscular progressiva não tratados evoluem com alteração funcional da vida diária, como perda da marcha ou da capacidade de sentar-se corretamente. Por isso, a cirurgia pode ser considerada mandatória.

O objetivo principal do tratamento é obter um tronco compensado nos três planos do espaço, sobre uma pelve horizontal (Jevsevar e Karlin, 1993; Rothman e Simeone, 1982).



Etiologia

A etiologia primária ou específica da escoliose neuromuscular é desconhecida; contudo, os diversos fatores associados que contribuem para a progressão das deformidades são bem definidos.

A perda de força voluntária do músculo pode estar relacionada à diminuição da capacidade de propriocepção, por miopatia ou mesmo outras disfunções do sistema nervoso (central ou periférico). Em uma coluna imatura, tais disfunções são consideradas fatores desencadeantes da deformidade e do risco de progressão (Benson et al., 1998; Thacker, Hui e Wong, 2002).

- ▶ O colapso da coluna gera sobrecarga no lado côncavo da curva, com consequente diminuição do crescimento ósseo e aparição de uma deformidade em cunha do corpo vertebral.
- ▶ As vértebras também podem ser estruturalmente comprometidas por desnutrição ou osteopenia de desuso (Benson et al., 1998; Jevsevar e Karlin, 1993; Piazzolla et al., 2011; Rothman e Simeone, 1982).
- ▶ Muitas vezes, possuem a característica de curvas longas, associadas à obliquidade pélvica (Benson et al., 1998; Thacker et al., 2002).

- Em crianças com paralisia cerebral, que por definição apresentam atraso do desenvolvimento psicomotor, a deformidade ocorre por disfunção do sistema nervoso central que sofreu hipóxia durante as fases iniciais do desenvolvimento (menos de três anos de idade).
- Na mielomeningocele, é possível observar falha congênita no arco vertebral posterior e estigmas cutâneos de malformação.

A disfunção neurológica abaixo do nível da malformação não é progressiva.

- Quando se verifica uma deterioração neurológica progressiva durante o crescimento da criança, pode-se suspeitar de malformação intracanal associada, como medula presa e diastematomielia.



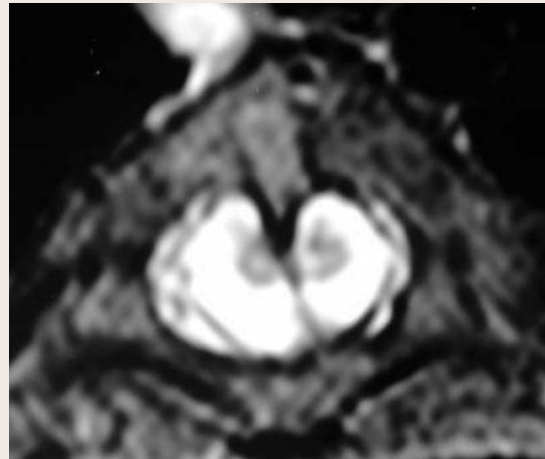
EXEMPLO

Paciente de três anos que apresenta deformidade paraplética associada a uma diastematomielia.



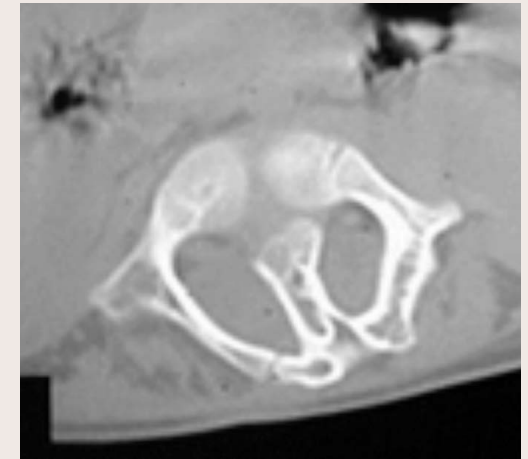
Observa-se uma curva em C, direita, de raio amplo e estigmas cutâneos de malformação na região lombar (pelos).

Foto de paciente com diastematomielia e escoliose



Observa-se o canal raquidiano dividido em dois, com duas medulas espinhais.

Ressonância magnética de coluna toracolombar, sequência T2, axial



Observa-se o esporão ósseo e o canal raquidiano dividido em dois.

Tomografia computadorizada de coluna toracolombar, corte axial

Classificação

Deformidade primária ou secundária

Uma forma simples de classificar a deformidade é identificar se a mesma se apresenta como consequência, ou não, de outro desequilíbrio.

A) Deformidade primária

A deformidade vertebral primária não possui relação com contraturas ou deformidades de quadril ou pelve, e a curva se apresenta independente da pelve.



EXEMPLO

Paciente de 22 anos que apresenta deformidade neuromuscular associada a uma paralisia cerebral.



Observa-se uma curva em C, direita, de raio amplo, em um paciente que conserva a marcha.

Foto de paciente com curva neuromuscular primária



Observa-se curva torácica direita em C, de raio amplo, típica das deformidades neuromusculares. Observa-se que a curva se apresenta de forma independente da pelve.

Radiografia panorâmica de coluna toracolumbossacra, com curva primária

B) Deformidade secundária

As escolioses secundárias ou compensatórias são aquelas que se originam em decorrência de afecção unilateral do quadril ou pelve (contratura ou luxação).

Estas deformidades são produzidas pela rotação e flexão do quadril. No caso de anteversão da pelve, predominam os flexores do quadril e a hiperlordose lombar, enquanto que, no caso de retroversão pélvica, predomina a cifose torácica (Burke e Linden, 2001; Hasler, 2013; Yamashita e Kanaya, 2001).



EXEMPLO

Paciente com quadril direito displásico, com obliquidade pélvica e escoliose secundária.



Observa-se o quadril direito displásico e uma entrada oblíqua da coluna lombar com escoliose esquerda.

Radiografia da pelve de frente

Por etiologia

A classificação mais utilizada é aquela com base na etiologia da deformidade (Dearolf e Betz, 1990; Herring e Tachdjian, 2002; Jevsevar e Karlin, 1993).

As curvas podem ser categorizadas da seguinte maneira:

- Neuropatias primárias:
 - Disfunção do neurônio motor superior:
 - Paralisia cerebral (PC);
 - Degeneração espinocerebelar (ataxia de Friedreich, doença de Charcot-Marie-Tooth, doença de Rousy-Lévy);
 - Siringomielia;
 - Tumores da medula espinhal;
 - Trauma raquimedular.
 - Disfunção do neurônio motor inferior:
 - Poliomielite;
 - Mielite viral;
 - Atrofia muscular espinhal (doença de Werdnig-Hoffmann, doença de Kugelberg-Welander).
 - Disfunção mista (quando há combinações de etiologias):
 - Mielomeningocele;
 - Siringomielia (doença da medula espinhal).
- Disautonomias:
 - Doenças hereditárias motoras e sensitivas.
- Causas musculares:
 - Miopatias primárias;
 - Distrofias musculares;
 - Artrogripose.

Nos casos de curvas espásticas decorrentes de paralisia cerebral, estas podem ser classificadas conforme seu desenho: em forma de C ou S. Em geral, as curvas mais graves são aquelas em forma de C na região toracolombar (Benson et al., 1998; Jevsevar e Karlin, 1993; Thacker et al., 2002).

Classificação de Lonstein e Akbarnia

Segundo a classificação proposta por Lonstein e Akbarnia (1983), a escoliose neuromuscular pode ser dividida em dois grupos:

A) Pacientes que deambulam

Os pacientes deambuladores e com menor comprometimento neuromuscular apresentam curvas balanceadas, similares às encontradas nos pacientes com escoliose idiopática.



EXEMPLO

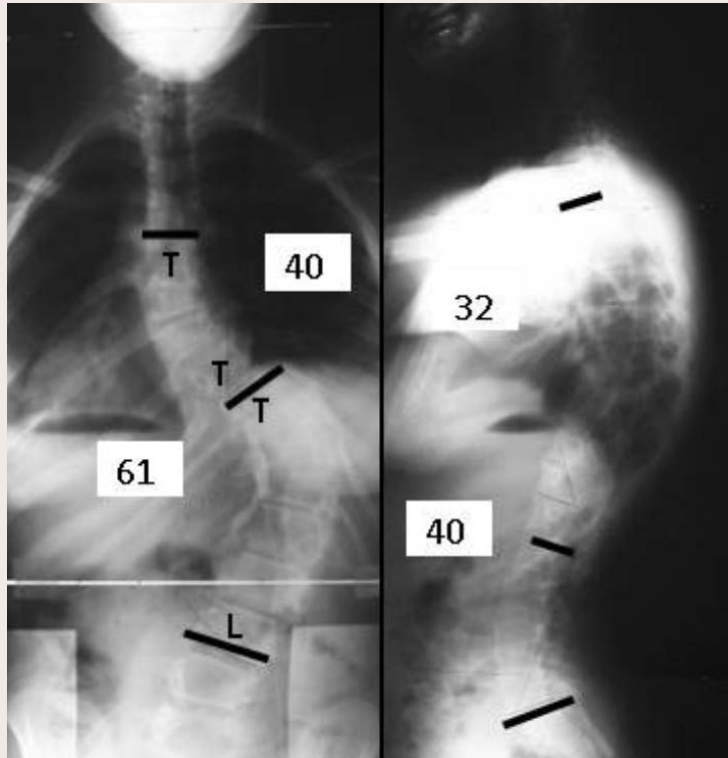
Paciente do sexo feminino, de 12 anos, com mielomeningocele em nível L5, que conserva a marcha.



Observa-se um tronco equilibrado com estigmas da patologia de base.

Foto da paciente de pé





Observa-se um tronco bastante equilibrado com uma curva principal toracolombar de 61°.

Radiografia de frente e perfil, de pé

B) Pacientes que não deambulam

Os pacientes que não deambulam costumam apresentar quadro clínico mais grave e se encontram restringidos à cadeira de rodas. Desenvolvem, de modo geral, curvas graves, progressivas, de raio amplo e com ápice na região toracolombar, com extensão até a região sacral, desequilibradas e com obliquidade pélvica.

Este tipo de escoliose é mais frequente na prática clínica para o cirurgião de coluna (Burke e Linden, 2001; Jevsevar e Karlin, 1993; Sussman, 2002).



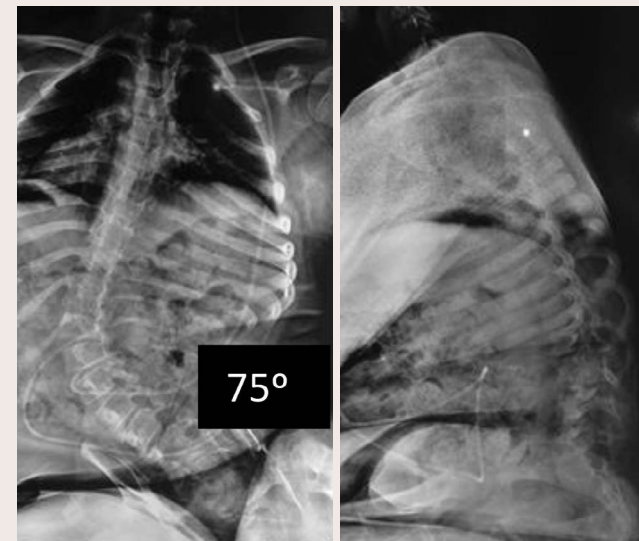
EXEMPLO

Paciente do sexo feminino, de 13 anos, com mielomeningocele em nível T12. A paciente não deambula.



Observa-se deformidade grave com fraco apoio para sentar, não deambulante.

Foto da paciente sentada



Observa-se uma clara translação do tronco para a esquerda e para frente.

Radiografia de frente e de perfil, em posição sentada

Evolução

A evolução das escolioses neuromusculares é, em geral, mais grave que a das escolioses idiopáticas.

Dentre as escolioses neuromusculares, a incidência e a gravidade variam conforme a etiologia:

- ▶ O número de novos casos de paralisia cerebral em recém-nascidos prematuros tem diminuído em função de uma melhor atenção hospitalar. Por outro lado, sua incidência tem aumentado em crianças nascidas de parto laborioso, ou anormal. Trinta e oito por cento dos pacientes deambuladores portadores de PC apresentam escoliose superior a 10°, mas somente 2% apresentam curvas superiores a 40°. Os portadores de quadriparesia espástica apresentam escoliose superior a 40° em até 75% dos casos. Ou seja, a quadriparesia é um fator de risco para a presença da deformidade progressiva grave (Benson et al., 1998; Defino e Pudles, 2014; Rothman e Simeone, 1982)
- ▶ Na ataxia de Friedreich, a escoliose ocorre entre 60% e 79% dos pacientes (Dearolf e Betz, 1990; Defino e Pudles, 2014; Jevsevar e Karlin, 1993).
- ▶ Na malformação congênita óssea por falha no fechamento do arco vertebral posterior, associada ou não à diastematomielia ou diplomielia, o risco de apresentar escoliose é maior no nível torácico (80% dos casos), comparado com a região lombar, que apresenta risco de 23% (Herring e Tachdjian, 2002; Yamashita e Kanaya, 2001).
- ▶ No portador de distrofia muscular Duchenne (DMD), a escoliose progressiva ocorre em mais de 90% dos casos. Seu início se dá, conforme a média, entre os 11 e 13 anos de idade. O comprometimento progressivo da função respiratória indica a necessidade de uma cirurgia precoce (Benson et al., 1998; Yamashita e Kanaya, 2001). Na DMD, o pior prognóstico para a progressão da curva ocorre quando o paciente não deambula e quando a deformidade se inicia na infância.
- ▶ Em algumas deformidades neuromusculares, como a artrogripose e a PC, a expectativa de vida aumenta com a correção cirúrgica da deformidade, porque a artrogripose e a PC em si não levam à morte precoce por disfunção de outros órgãos, como ocorre na cardiomiopatia do portador de Duchenne.

A atrofia muscular vertebral apresenta um início mais precoce da escoliose que a DMD. A escoliose na atrofia muscular vertebral, em geral, é menos grave, portanto o prognóstico de marcha para o paciente é melhor. Além disso, a escoliose em forma de C tem a mesma frequência da curva de escoliose dupla.

Outro ponto relevante é que a correção cirúrgica é tecnicamente mais eficaz que em outros padrões de curva neuromuscular (Arlet, Oullet e Vialle, 2003; Burke e Linden, 2001; Defino e Pudles, 2014; Herring e Tachdjian, 2002; Jevsevar e Karlin, 1993).



É interessante observar que, enquanto na DMD a cabeça tende a ficar em linha reta, mesmo com uma escoliose extrema, na atrofia muscular vertebral, esta tende a inclinar-se para o lado, devido à deformidade das vértebras cervicais, que contam o crânio como uma última vértebra.



2. AVALIAÇÃO DO PACIENTE COM DEFORMIDADE NEUROMUSCULAR

Avaliação do sistema locomotor

Considerações clínicas

Com relação às considerações clínicas, a descoberta de alguma alteração no exame neurológico, assim como a presença de curvas que não respeitem os padrões lógicos de deformidade idiopática, deve chamar a atenção para a possível presença de uma deformidade neuromuscular.

Os parâmetros clínicos, como a presença do reflexo de tosse e a ausência de pneumonias recorrentes, são de extrema importância na avaliação perioperatória (Benson et al., 1998; Dearolf e Betz, 1990; Defino e Pudles, 2014; Jevsevar e Karlin, 1993; Yamashita e Kanaya, 2001).

Nos pacientes nos quais a cirurgia inclui a fixação da pelve, recomenda-se como exames prévios o laboratório de marcha ou o teste com imobilização com gesso, incluindo uma coxa. Seu objetivo é prever a perda da marcha após a cirurgia.

- ▶ A escoliose, por exemplo, pode ser não estruturada, decorrente de uma luxação unilateral de quadril. A abordagem do quadril mediante liberação de tecidos moles ou osteotomias pode ser indicada antes de qualquer medida cirúrgica na coluna vertebral.
- ▶ Outro ponto de importância prática é que, muitas vezes, a abordagem inicial do quadril facilita o posicionamento do paciente na mesa cirúrgica, caso seja necessário realizar uma cirurgia.
- ▶ A obliquidade pélvica produz pontos de pressão assimétricos nas tuberosidades isquiáticas. O desequilíbrio do tronco leva a criança a se apoiar nos membros superiores ou a ser um não deambulador permanente (Dearolf e Betz, 1990; Jevsevar e Karlin, 1993).

- ▶ A ortopedia pediátrica aponta que, nestes pacientes, o valgo e a anteversão do colo femoral, a lateralidade da cabeça do fêmur, o padecimento acetabular e a displasia do acetábulo causam o desvio posterolateral da cabeça do fêmur, ocasionando subluxação e luxação do quadril.
- ▶ A contratura dos abdutores e do psoas atua como fator secundário na gênese da luxação do quadril, elevando o lado ipsilateral, com consequente escoliose lombossacra. A luxação do quadril se encontra oposta ao lado da curva principal.



Observa-se subluxação de quadril esquerdo e escoliose toracolombar direita.

Radiografia panorâmica de frente em paciente com mielomeningocele

A avaliação ortopédica global é de suma importância (Dearolf e Betz, 1990; Rothman e Simeone, 1982; Thacker et al., 2002).

- A luxação bilateral de quadril na paralisia cerebral está menos associada à escoliose.

Discute-se a associação entre a gravidade da paralisia cerebral, o deslocamento de quadril, a obliquidade pélvica e a escoliose. Em geral, os deslocamentos unilaterais do quadril causam obliquidade pélvica, e observa-se uma correlação entre a escoliose e a obliquidade pélvica. As luxações do quadril prevalecem à esquerda, em função da maior incidência de curvas à direita.

Aparentemente, os casos de escoliose secundária são uma consequência da subluxação unilateral do quadril. A escoliose lombossacra é uma complicação derivada do deslocamento do quadril, mas é preciso lembrar que, nas curvas primárias, a escoliose não acompanha o deslocamento e é, geralmente, mais grave (Benson et al., 1998; Defino e Pudles, 2014; Hasler, 2013; Piazzolla et al., 2011; Yamashita e Kanaya, 2001).

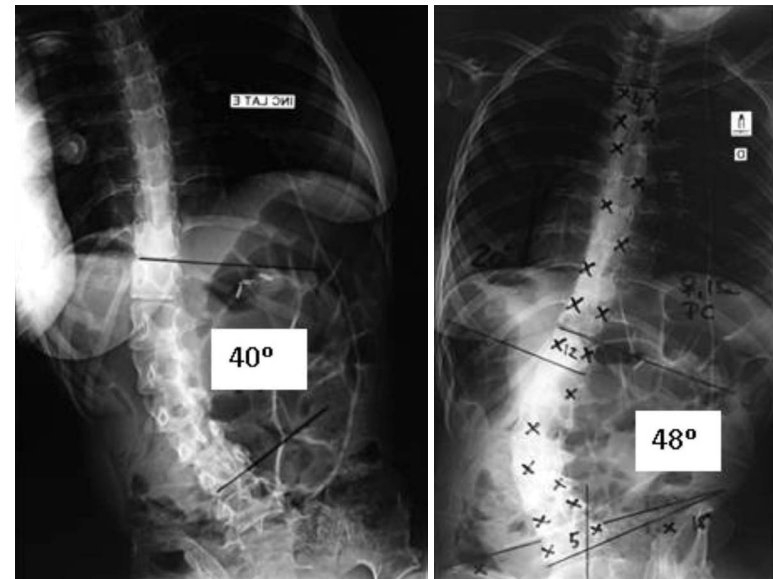
Estudos complementares

Radiografias

Do ponto de vista radiológico, as escolioses neuromusculares apresentam curvas de raio amplo, incluindo mais vértebras em seu interior do que as apresentadas nas escolioses idiopáticas.

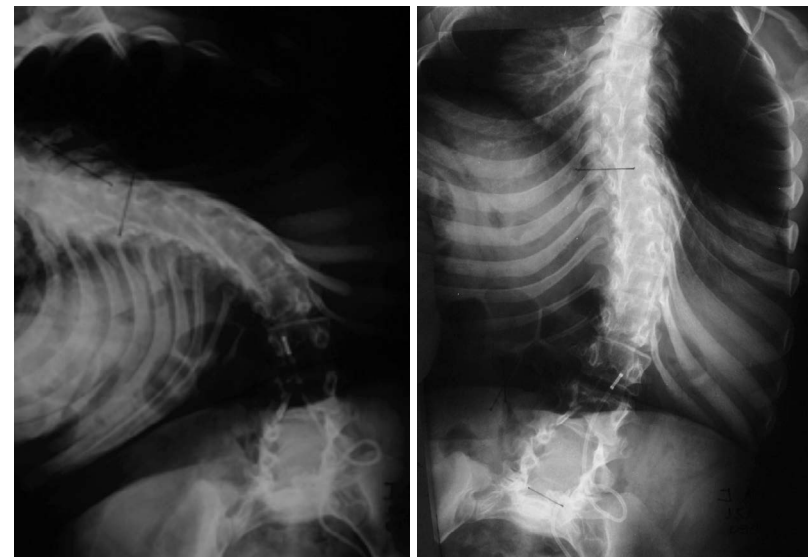
Deve-se solicitar radiografia da coluna completa nas incidências posteroanterior e de perfil ortostáticas. Na situação frequente de pacientes não deambuladores, a radiografia sentada substitui a ortostática.

O padrão de colapso e a perda do equilíbrio do tronco no plano coronal e sagital se tornam evidentes nessas incidências.



Radiografias panorâmicas de frente com o paciente deitado e sentado

Também devem ser realizadas radiografias na posição supina em inclinação (direita e esquerda) e em tração, para avaliar a flexibilidade da coluna e planejar a estratégia de tratamento.



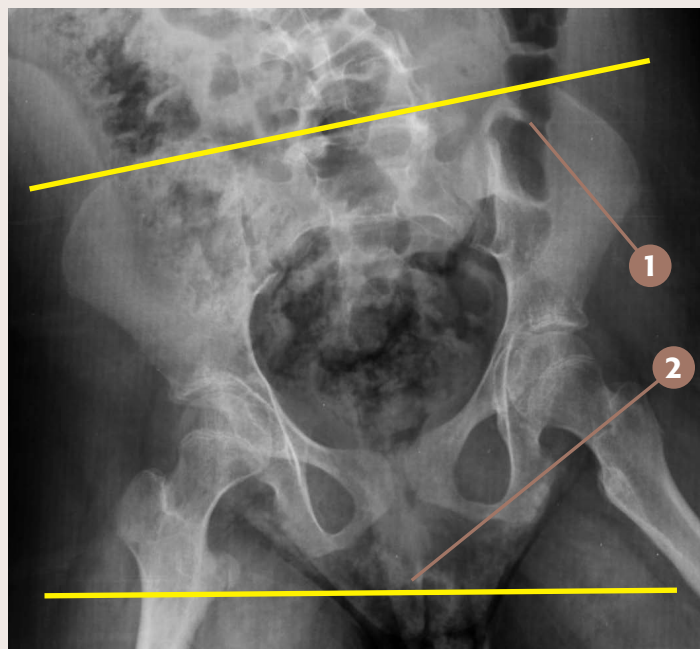
Observa-se a redutibilidade da curva e a obliquidade da pelve.

Radiografias de frente em *bending* em paciente com mielomeningocele

- ▶ Deve-se tomar cuidado com a tração em portadores de defeitos congênitos cervicais altos e mielomeningocele, devido aos perigos relacionados à medula presa e à malformação de Arnold Chiari II.
- ▶ Em todas as incidências, deve-se medir o ângulo de Cobb de acordo com as medidas clássicas para a avaliação do grau da escoliose.
- ▶ Diante de uma eventual cirurgia, a análise e a medição da inclinação da pelve são de suma importância para definir a possível fixação do ilíaco.

EXEMPLO

Paciente com obliquidade pélvica com a crista ilíaca direita elevada em relação à esquerda. É possível constatar tal inclinação em relação à linha paralela ao solo. Neste caso, há 17° de obliquidade pélvica.



1. Linha que marca o extremo superior de ambos os ilíacos

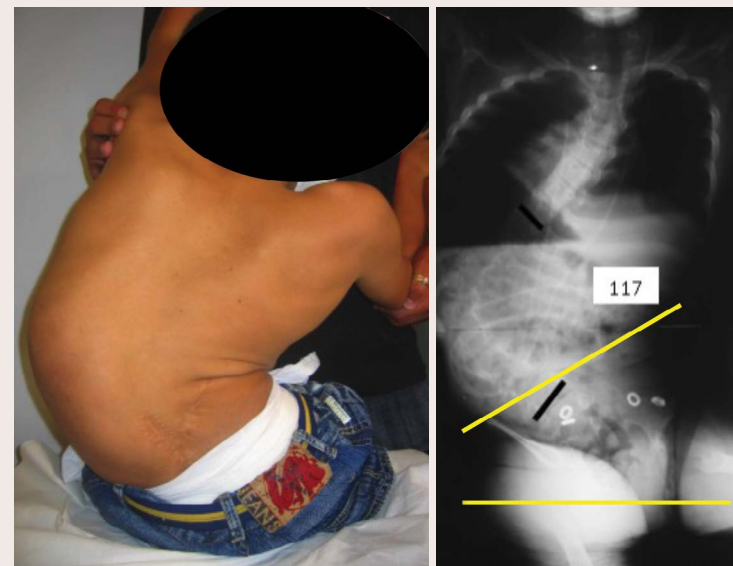
2. Linha horizontal

Radiografia de pelve de frente, de pé

A vértebra neutra superior, em geral, está entre T4 e T8. Em casos graves, a escápula pode se apoiar na crista ilíaca posterior. No lado côncavo, os arcos costais podem tocar a pelve. O colapso sagital e a anteversão pélvica com acentuação da lordose lombar são encontrados com frequência nestes pacientes. Este padrão é o mais frequente, mas podem aparecer outras deformidades na coluna, como a hiperlordose na artrogripose e as curvas que mimetizam distonias (Hasler, 2013; Jevsevar e Karlin, 1993; Piazzolla et al., 2011; Jones e Sponseller, 2003; Yamashita e Kanaya, 2001).

EXEMPLO

Paciente do sexo masculino, de 13 anos, com mielomeningocele em nível T12 e deformidade neuromuscular com pelve oblíqua.

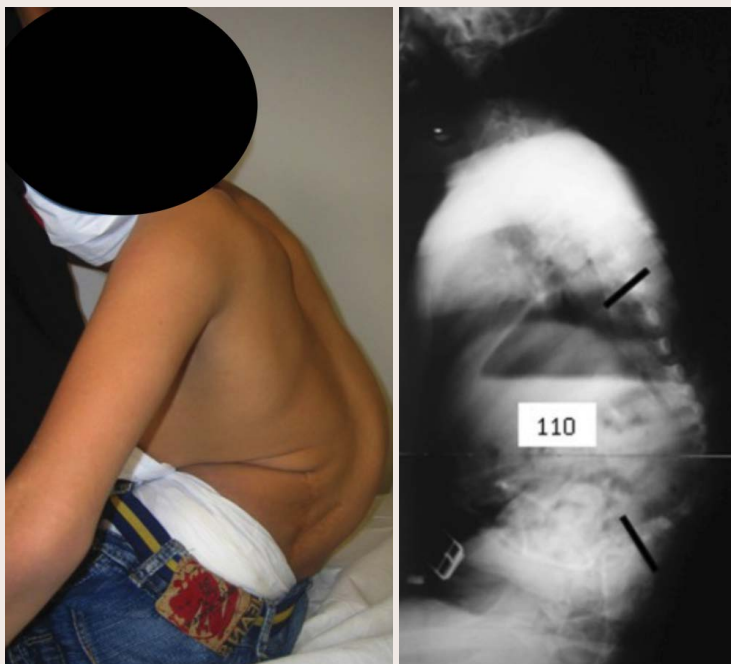


Observa-se uma angulação de 117° no plano frontal, tomando as vértebras limites segundo Cobb. É possível observar a inclinação pélvica avaliada em relação à horizontal.

Foto do paciente de trás e radiografia de frente, sentado



A falta do arco vertebral posterior impossibilita técnicas sublaminares para fixação de implantes. A presença de medula presa, malformação de Arnold Chiari II ou, inclusive, esporões por diastematomyelia requerem intervenção neurocirúrgica prévia (Dearolf e Betz, 1990; Defino e Pudles, 2014; Yamashita e Kanaya, 2001).



Observa-se uma angulação de 110° de cifose no plano lateral, tomando as vértebras limites segundo Cobb.

Foto do paciente de lado e radiografia de perfil, sentado

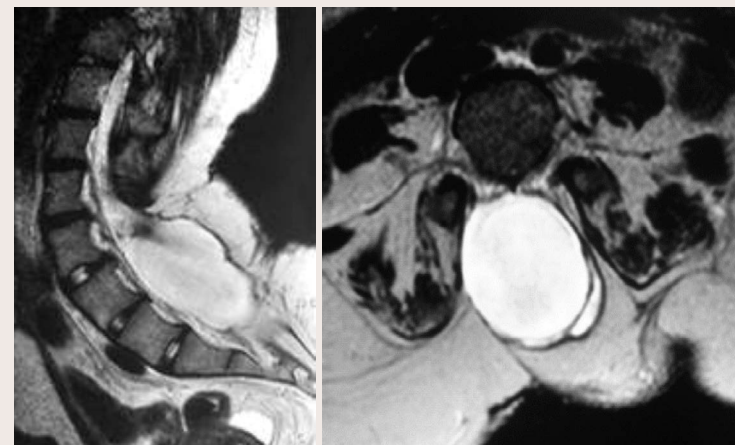
Outros estudos

Os pacientes com anormalidades vertebrais congênitas, como mielomeningocele, devem ser submetidos à ressonância magnética (RM), para avaliação dos elementos neurais e malformações intracranial, e à tomografia computadorizada (TC), para análise de malformação das vértebras no planejamento neurocirúrgico e de fixação ortopédica.



EXEMPLO

Paciente do sexo feminino, de 18 anos, com mielomeningocele, examinada com RM e TC.



Observa-se a mielomeningocele, sua relação com as partes moles e as estruturas neurais.

Ressonância magnética de coluna lombossacra, sequência T2, sagital e axial



Observam-se pedículos alargados e ausência do resto do arco posterior.

Tomografia computadorizada de coluna lombossacra, corte axial

Avaliação de outros sistemas

Sistema nervoso: exame neurológico

- ▶ Deve-se estar atento ao diagnóstico precoce quando, durante a anamnese e o exame, se verifique atraso na aquisição das seguintes habilidades motoras:
 - fixar o pescoço (aos dois meses),
 - manter uma correta postura sentada (aos seis meses),
 - ficar de pé e andar (aos doze meses).
- ▶ Na escoliose de origem central, exemplificada pelo portador de PC, deve-se procurar reflexos osteotendinosos profundos, assimétricos ou alterados, com ou sem automatismos primitivos, como o de Babinski.
- ▶ As alterações sutis, como a assimetria do reflexo cutâneo abdominal e o pé cavo, podem representar escoliose neuromuscular por tumores ou alterações congênitas intracanal. Essas descobertas justificam a indicação de exames diagnósticos para análise intracanal da coluna vertebral.

Pele: avaliação dermatológica

Os pacientes com afecção intracanal, como a diastematomyelia, podem apresentar estigmas cutâneos durante a inspeção. Essas descobertas também justificam a indicação de estudos diagnósticos para análise intracanal da coluna vertebral.

 Cabe lembrar que os portadores de mielomeningocele podem apresentar alergia ao látex, o que muitas vezes requer avaliação e estudo dermatológico prévio e um centro cirúrgico livre de látex (Herring e Tachdjian, 2002; Yamashita e Kanaya, 2001).

Sistema respiratório

A capacidade vital forçada inferior a 35% está associada a 50% de risco de complicações em caso de cirurgia. Os melhores prognósticos em relação à cirurgia são obtidos com valores da capacidade vital forçada superiores a 40% (Dearolf e Betz, 1990; Yamashita e Kanaya, 2001).

Sistema cardiocirculatório

O sistema cardiocirculatório deve ser avaliado, em especial, nos portadores de distrofia muscular de Duchenne, em função da cardiopatia associada a esses pacientes.



3. TRATAMENTO

Os objetivos do tratamento são evitar a progressão da deformidade e manter o tronco compensado nos três planos espaciais, com base na pelve, em posição estável. O propósito da postura equilibrada é facilitar a visão, a alimentação, a reabilitação respiratória e a função dos membros superiores.



O tratamento desses pacientes é multidisciplinar, com base na conduta sinérgica de ortopedistas, neurocirurgiões, fisiatras, fisioterapeutas e terapeutas ocupacionais, entre outros.

Os pacientes espásticos são menos tolerantes ao tratamento com órtese e à cirurgia. Em caso de tratamento cirúrgico, todos os pacientes com deformidades neuromusculares apresentam sangramento aumentado durante a intervenção, sendo necessário realizar áreas de fusão mais extensas em um osso osteopênico por desnutrição ou desuso. A estabilização ampla da coluna vertebral pode significar perdas funcionais que devem ser esclarecidas (Benson et al., 1998; Defino e Pudles, 2014; Hasler, 2013; Yamashita e Kanaya, 2001).



A instrução dos pais, por parte do médico assistente, e a documentação associada através do consentimento informado são de suma importância.

Em pacientes portadores de afecção neuromuscular, a indicação do tratamento inclui a escoliose com ângulo de Cobb superior a 10°.

Em linhas gerais e com base no valor angular, opta-se pelas seguintes ações:

- observação periódica em curvas de 10° a 20°,
- órtese entre 20° a 45°,
- cirurgia acima dos 45°.

De qualquer maneira, cada caso deve ser avaliado individualmente.



Tratamento ortopédico

Cabe lembrar que as órteses são de difícil adaptação e aceitação em pacientes com deformidade neuromuscular, especialmente em portadores de PC espástica ou hiperativos.

- ▶ Deve-se comentar que, em pacientes espásticos, é difícil a adaptação ao colete, em função da baixa aderência ao tratamento e lesões da pele associadas ao seu uso. Em geral, pacientes com paralisia do tipo flácida se adaptam melhor ao colete.
- ▶ De maneira similar à escoliose idiopática, o colete é recomendado nas escolioses com ângulo de Cobb de 20°-25° a 45°, para facilitar a reabilitação e a posição sentada nos pacientes não deambuladores.
- ▶ A órtese mais indicada é a toracolumbossacra (TLSO), principalmente nos pacientes com paralisia cerebral e mielomeningocele.
- ▶ A órtese cervicotoracolumbossacra (CTLTO) foi inicialmente descrita para tratar a poliomielite, afecção que está erradicada na maioria dos países na atualidade.
- ▶ Em geral, recomenda-se o colete de Milwaukee (CTLTO) para curvas torácicas com ápex em T8 ou acima, e colete TLSO para toracolumbares ou lombares.



Colete de Milwaukee (CTL SO).



Colete toracolumbossacro (TLSO).

Fotografias de diferentes coletes utilizados para tratamento ortopédico

- Outra opção em pacientes que não deambulam é a adaptação com apoios na cadeira de rodas como um apoio de cabeça ajustável, apoio lateral para o tórax, cintos de ombro e elevação da cintura, de acordo com a análise do fisiatra e do ortopedista.



Paciente com deformidade paralítica em tratamento com cadeira-colete.

Foto de paciente em cadeira-colete

- Uma vez que estejam bem adaptadas, depois da aceitação por parte do paciente, as órteses devem ser utilizadas 23 horas por dia para evitar a progressão da curva (Benson et al., 1998; Defino e Pudles, 2014; Herring e Tachdjian, 2002; Thacker et al., 2002; Sussman, 2002).

- A fisioterapia não atua diretamente sobre o histórico natural das escolioses, mas serve de auxílio para tratar a aparição de retrações, manter a mobilidade e ganhar movimento dos membros inferiores e superiores. A fisioterapia respiratória é útil para melhorar a capacidade respiratória (Defino e Pudles, 2014; Hasler, 2013; Jevsevar e Karlin, 1993; Yamashita e Kanaya, 2001).

Em geral, devem-se verificar as complicações com o uso de colete nos pacientes espásticos, como, por exemplo, escaras nos apoios do colete.

- As dificuldades técnicas de confecção, assim como a necessidade de mudanças frequentes, constituem outra dificuldade do uso de órtese nesses pacientes.

Tratamento cirúrgico

Indica-se o tratamento operatório nos pacientes com deformidade progressiva da coluna e desequilíbrio do tronco.

Verifica-se, conforme os resultados funcionais de questionários aplicados aos cuidadores, que há uma melhora na qualidade de vida desses pacientes submetidos à cirurgia (Jones e Sponseller, 2003; Rothman e Simeone, 1982; Thacker et al., 2002).



A finalidade do tratamento cirúrgico é obter um tronco estável e alinhado, que permita a deambulação, se possível, ou a posição sentada com liberdade de movimentos para os membros superiores.



A deformidade que mais altera o equilíbrio do tronco é a obliquidade pélvica, que deve ser abordada quando rígida; ou seja, quando nos testes de tração e inclinação continuar maior que 15°.

Com relação à indicação de cirurgia, cada paciente deve ser avaliado de maneira individual, mas é possível identificar alguns conceitos gerais:

- ▶ Os pacientes com curvas progressivas de 40° a 50°, que não respondem às órteses, são candidatos a um tratamento cirúrgico. Para não atuar negativamente no desenvolvimento e no crescimento do tronco, a cirurgia deve ser atrasada ao máximo possível até a idade próxima do fim do crescimento vertebral, entre os 15 e 17 anos. Às vezes, a cirurgia deve ser realizada de maneira precoce em pacientes com deformidades muito avançadas, nos quais haja necessidade de artrodese, para evitar angulações de grande magnitude, com os consequentes desequilíbrios e alterações funcionais. Sempre que possível, convém esperar até em torno dos dez anos de idade, mas isso depende da análise de cada caso em particular.
- ▶ Outra indicação cirúrgica é para certas curvas que, independentemente do valor angular, levam a desequilíbrios, impedindo a ação de sentar-se. Estas curvas são identificadas durante a realização da radiografia sentada, que mimetiza a ortostática dos não deambuladores.
- ▶ O comprometimento progressivo da função respiratória pode ser uma indicação adicional de cirurgia, às vezes independente da progressão da curva.
- ▶ Em crianças pequenas com curvas graves que necessitem ser tratadas com cirurgia, pode ser indicado algum procedimento que acompanhe o crescimento, como uso de instrumentação sem artrodese.

Orientações gerais

A instrumentação por via posterior, por meio de parafusos, ganchos e hastes, é capaz de garantir uma fixação sem comprometer a função respiratória do acesso transtorácico anterior. Por outro lado, a fixação multissegmentar posterior mais moderna exclui, em muitos casos, a necessidade de abordagem anterior. O uso de maior quantidade de implantes, em comparação com as deformidades idiopáticas, é indicado por se tratar de curvas mais rígidas e com maior risco de pseudoartrose.

Ao contrário dos casos de escoliose idiopática nos quais os princípios para realizar artrodese incluem as vértebras estáveis e neutras, na maioria dos pacientes com deformidade neuromuscular a artrodese deve ser mais estendida, tanto na direção cefálica quanto na caudal.

Normalmente, na região torácica, deve-se chegar até T2 ou T3 para diminuir o risco de descompensação proximal. Na direção caudal, muitas vezes é necessário realizar a artrodese da pelve para tratar a obliquidade presente em grande parte dos pacientes, como nos seguintes exemplos:

- presença de obliquidade pélvica rígida acima de 15° nas manobras de tração e inclinação;
- dificuldade do paciente de se manter sentado na cadeira;
- obliquidade pélvica em não deambuladores.

Cirurgia de correção e artrodese

Abordagem posterior

Atualmente, os sistemas de fixação posterior são o método mais recomendado, devido a sua maior capacidade de fixação ao osso osteopênico.



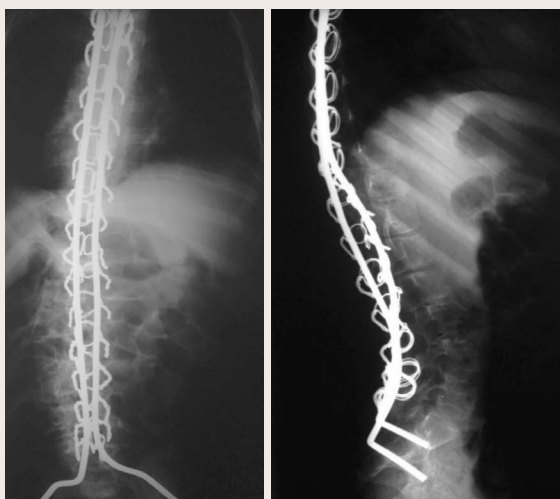
EXEMPLO

Paciente do sexo masculino, de 12 anos, que apresenta paralisia cerebral, deambulante, com uma curva de 70° no plano frontal, em progressão, com importante desequilíbrio do tronco. Foi tratado com cirurgia de estabilização ampla por abordagem posterior com arame sublaminar e montagem da pelve.



Observa-se uma deformidade em C, com desequilíbrio do tronco e pelve oblíqua.

Radiografias panorâmicas de coluna toracolombossacra de frente e perfil, sentado



Observa-se a correção alcançada, com um tronco equilibrado e pelve nivelada.

Radiografias panorâmicas de coluna toracolombossacra, de frente e perfil, sentado, pós-operatórias

Uma opção em curvas graves e rígidas é a instalação de tração de uma a duas semanas antes da abordagem posterior, com o objetivo de melhorar a função respiratória e aumentar o poder de correção, sem risco de deterioração da função da medula espinhal (Herring e Tachdjian, 2002; Piazzolla et al., 2011; Thacker et al., 2003; Yamashita e Kanaya, 2001).



O uso de osteotomias durante a cirurgia aumenta a possibilidade e a magnitude de correção.

O conhecimento detalhado das técnicas de fixação ao sacro e à pelve é de suma importância, devido à frequência da obliquidade pélvica que deve ser corrigida. Para aumentar a possibilidade de êxito da artrodese lombossacra, O'Brien sugere as seguintes alternativas (Arlet et al., 2003):

	Região anatômica	Método de fixação
I	Corpo de S1, porção superior da asa do sacro	• Parafusos pediculares em S1 • Método de Dunn-McCarthy
II	Asa do sacro, S2 e sacro distal	• Parafusos pediculares na asa do sacro • Arames sublaminares
III	Íliaco	• Método de Galveston • Parafusos ilíacos
IV	Espaço discal L5-S1	• Enxerto autólogo tricortical • Enxerto homólogo • Dispositivos intersomáticos posteriores • Dispositivos intersomáticos anteriores



Observa-se paciente deslocando-se em cadeira com tração instalada.

Foto de paciente em cadeira de tração (Stagnara)

A seguir são explicadas algumas das técnicas de fixação de pelve por abordagem posterior:

Abordagem posterior

Método de Dunn-McCarthy

Técnica de Galveston

Parafusos ilíacos

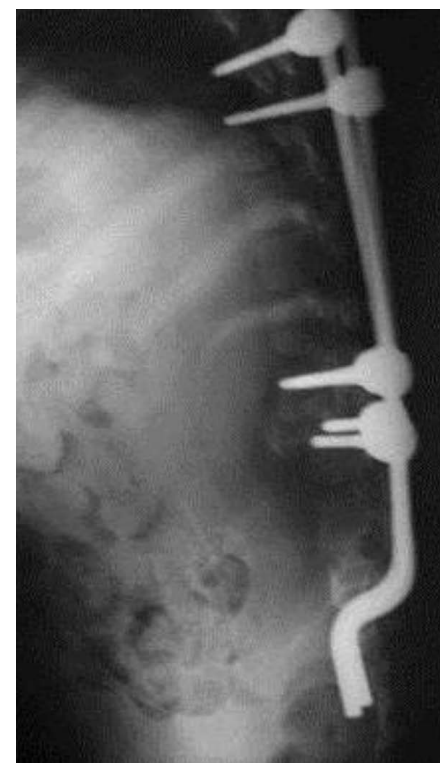
A) Método de Dunn-McCarthy

O método de Dunn-McCarthy é indicado para pacientes nos quais é necessário suportar forças em flexão, ou em pacientes não deambuladores.

A limitação do método está em não oferecer resistência à distração axial, rotação e inclinações laterais.

As barras são colocadas desde o forame L5-S1 até a face anterior do sacro.

A técnica deve ser utilizada somente para pacientes com disfunção neurológica abaixo de L4 à inserção da barra no forame de L5-S1. Não é indicada em caso de obliquidade pélvica rígida.



Observa-se montagem com as hastas introduzidas nos forâmens L5-S1 e colocadas sobre a face anterior do sacro.

Fixação tipo Dunn-McCarthy: radiografia de coluna toracolumbossacra, de perfil

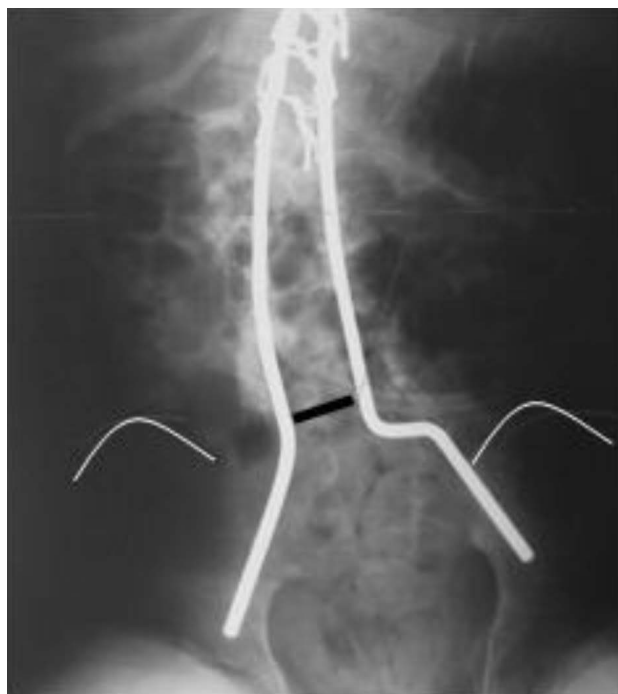
B) Técnica de Galveston

A técnica de Galveston é o *gold standard* de fixação, e o padrão de fixação aceitado pela maioria dos cirurgiões.

O método de Luque com arames sublaminares fixados à haste pode ser estendido até a pelve ao direcionar a porção distal das hastes no interior dos ossos ilíacos (asas ilíacas).

Mesmo atualmente, é uma opção de fixação em crianças portadoras de osso osteopênico e pedículos hipoplásicos. A haste é moldada pelo cirurgião e introduzida no ilíaco obliquamente, por cima do forame ciático de forma bilateral.

Esta técnica oferece boa resistência à flexão, mas, por utilizar uma haste lisa, tem pouca resistência à tração axial. Atualmente, novos sistemas de montagens parecem estar melhorando as possibilidades técnicas (Arlet et al., 2003).



Observa-se a montagem com arames sublaminares, estendida até a pelve com fixação de Galveston.

Montagem de Galveston: radiografia de coluna lombossacra, de frente

C) Parafusos ilíacos

Os parafusos são inseridos no interior da asa ilíaca, direcionados para o acetábulo.

Os parafusos se unem às hastes e podem ser combinados com parafusos sacros.



Observa-se a montagem com parafusos ilíacos.

Parafusos ilíacos: radiografia de coluna lombossacra, de frente

Abordagem combinada

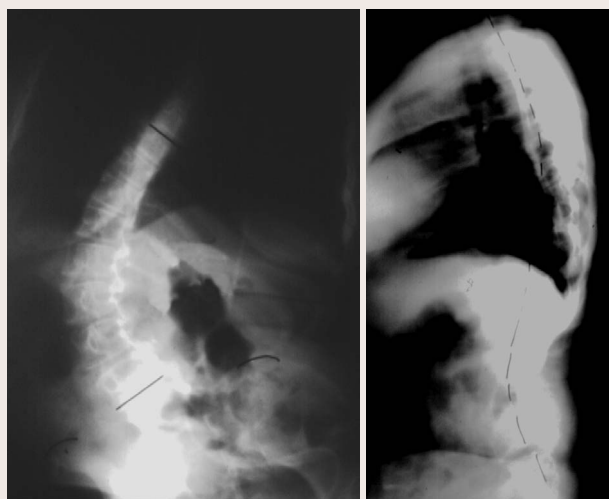
A abordagem anterior única é pouco utilizada no tratamento cirúrgico de deformidades neuromusculares. É útil como primeiro tempo de uma segunda abordagem posterior, principalmente nos casos em que a deformidade necessite de flexibilização para melhorar o grau de correção a ser alcançado.

As abordagens combinadas podem ser necessárias em casos de deformidades graves ou muito rígidas.



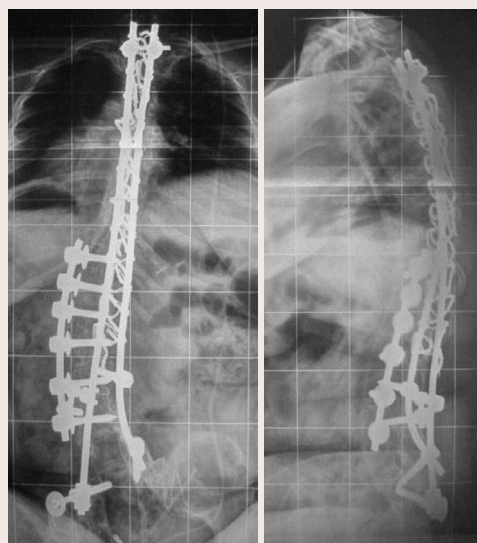
EXEMPLO

Paciente do sexo feminino, de 13 anos, com uma curva neuromuscular grave e rígida, com desequilíbrio do tronco. Não deambula.



Observa-se uma deformidade em C, com desequilíbrio do tronco e pelve oblíqua.

Radiografias panorâmicas de coluna toracolombossacra, de frente e perfil, em posição sentada

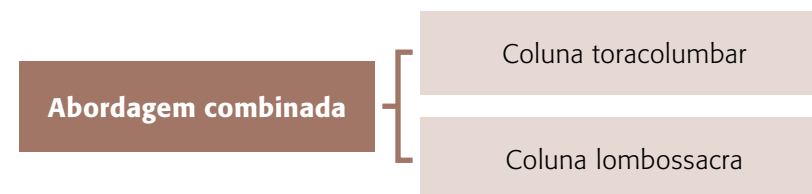


Quinze anos após a cirurgia, observa-se um alinhamento raquidiano correto.

Radiografias panorâmicas de coluna toracolombossacra, de frente e perfil, pós-operatórias, em posição sentada

Outra indicação interessante para esse acesso combinado são os pacientes com obliquidade pélvica. A etapa anterior é utilizada para a discectomia anterior lombossacra nos casos de osteopenia grave, colapso no plano sagital e curvas superiores a 120°, para liberação em um primeiro tempo. Atualmente, em virtude das osteotomias, da tração prévia (de três a quatro semanas) e dos parafusos pediculares, essa indicação é mais rara, mas ainda defendida em alguns centros (Dearolf e Betz, 1990; Jevsevar e Karlin, 1993).

A seguir, são apresentadas as características da abordagem combinada para as diferentes regiões da coluna:



A) Coluna toracolumbar

No caso de abordar somente a região torácica, a abordagem pelo lado direito é mais segura porque evita o arco aórtico e a aorta. Caso sejam abordadas a região torácica e a região lombar, é preferível uma abordagem esquerda para evitar a mobilização hepática.

A abordagem deve ser planejada do lado da convexidade da curva.

- No caso de abordagem da coluna toracolumbar, deve-se posicionar o paciente em decúbito lateral com almofadas adequadas.
- A altura da abordagem dependerá dos níveis vertebrais aos quais se deseje acessar.
- Os músculos grande dorsal e serrátil anterior são seccionados para a visualização dos arcos costais.

- Realiza-se uma frenotomia periférica se for necessário abordar a região toracolombar. Em geral, a ressecção da décima costela permite o acesso de T10 a L3, e a ressecção da nona costela, de T9 a L2.
- Incide-se a pleura parietal, expondo-se a região anterior dos corpos vertebrais para realizar a discectomia (Dearolf e Betz, 1990; Rothman e Simeone, 1982).
- Se forem realizadas discectomias sem instrumentação não é necessário ligar os vasos segmentares.



Observam-se os enxertos nos lugares onde foram realizadas as discectomias.

Foto intraoperatória de abordagem anterior em escoliose neuromuscular

B) Coluna lombossacra

Existem duas possibilidades para a exposição anterior da coluna lombossacra: transperitoneal e retroperitoneal.

A abordagem retroperitoneal, em geral, é oblíqua (Dearolf e Betz, 1990; Sussman, 2002; Thompson et al., 2005; Yamashita e Kanaya, 2001):

- A incisão é realizada na fáscia anterior do músculo reto abdominal. A fáscia é abordada de forma oblíqua, e o músculo reto abdominal é movido para uma posição lateral.
- A dissecação suave com o dedo pode ser usada para identificar a borda do músculo reto e separar a cavidade peritoneal mediante exposição ao espaço retroperitoneal até o músculo psoas e os corpos vertebrais.
- A mobilização vascular é necessária para acessar os discos L4-L5 e L5-S1.

Tecnicamente, é melhor realizar a abordagem do lado esquerdo devido à maior facilidade de manipulação cirúrgica dos vasos e menor risco de lesão da veia cava.



A via retroperitoneal é preferível, por ser a via mais anatômica e apresentar menor morbidade e menor risco de complicações (Defino e Pudles, 2014; Thacker et al., 2001).

Cirurgias que acompanham o crescimento

A cirurgia em crianças portadoras de afecção neuromuscular com curvas avançadas e pouca idade, que não respondem ao colete ou ao gesso de Risser, é um problema sério, devido às consequências de uma fusão ampla definitiva, que terminará com um tronco curto e insuficiência respiratória por falta de desenvolvimento pulmonar (síndrome de insuficiência torácica). Para resolver esses problemas, foram propostas algumas técnicas, com a ideia de não realizar artrodese em etapas precoces (Akbarnia e Emans, 2010).



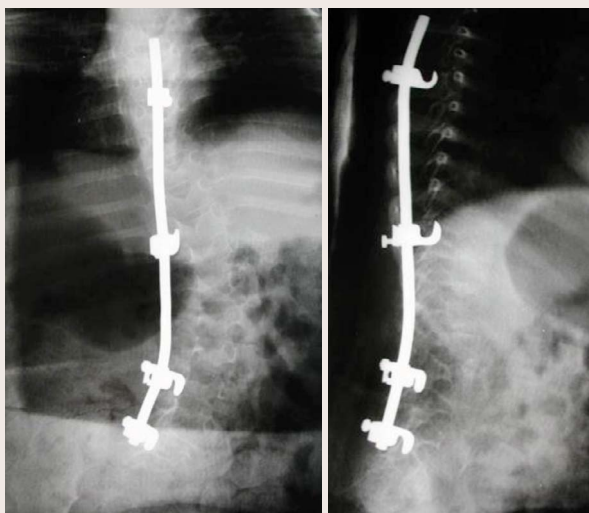
EXEMPLO

Paciente do sexo masculino, de 5 anos, com uma deformidade grave por artrogripose, no qual foi realizada uma instrumentação sem artrodese e gesso de Risser antigravitacional, com o intuito de poder realizar uma fusão definitiva. Foram realizados cinco procedimentos de alongamento durante o tratamento.



Observa-se uma deformidade severa na coluna toracolombar.

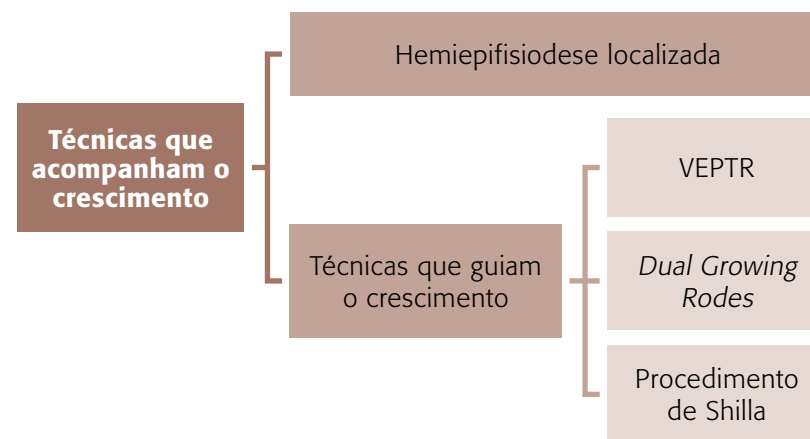
Radiografias panorâmicas de coluna toracolombossacra, de frente e perfil



Observa-se a correção parcial no pós-operatório imediato. Foi utilizada uma haste da concavidade.

Radiografias pós-operatórias de coluna toracolombossacra, de frente e perfil, pós-operatórias

Entre as técnicas que acompanham o crescimento, encontram-se as seguintes:



Hemiepifisiodesse localizada

A hemiepifisiodesse é uma técnica para a artrodese localizada da convexidade da curva pelas vias anterior e posterior que permite a correção progressiva da deformidade durante o crescimento da criança. A indicação típica são crianças com idade inferior a cinco anos e curvas não muito graves (menores que 50°), flexíveis e sem cifose.

Técnicas que guiam o crescimento

As técnicas que guiam o crescimento permitem, mediante a realização de um ou vários alongamentos, manter a coluna em uma posição adequada durante o crescimento da criança. Ao finalizar o crescimento, realiza-se a artrodese definitiva, se for considerado necessário.

A) *Vertical Expandable Prosthetic Titanium Rib (VEPTR)*

O VEPTR (sigla em inglês: *Vertical Expandable Prosthetic Titanium Rib*) é uma técnica de toracoplastia por expansão, desenvolvida inicialmente por Robert Campbell, em 1989, para o tratamento de

O VEPTR tem como objetivos estabilizar a deformidade, preservar o potencial de crescimento da coluna e melhorar a assimetria, o volume e a função do tórax.

doenças que ocorrem com síndrome de insuficiência torácica como, por exemplo, a síndrome de Jeune ou síndrome de Jarcho-Levin.

O sistema é preso na direção cefálica nas costelas e na direção caudal nas costelas, pedículos, lâmina ou pelve. Uma vez inserido, o implante é submetido a expansões seriadas a cada seis meses, e, ao final das expansões ou ao término do crescimento da coluna vertebral, avalia-se a necessidade de artrodese definitiva.

B) Dual Growing Rods

Na técnica *Dual Growing Rods*, a instrumentação é colocada nas vértebras localizadas nas extremidades da deformidade, e as hastes são introduzidas de forma subcutânea ou subfascial.

O conceito da *Growing Rods* é promover suporte estrutural à deformidade, manter a correção e permitir o crescimento axial.

Não há consenso em relação à periodicidade das expansões, mas a maioria dos autores as realiza a cada seis meses. A utilização de duas hastes está associada ao melhor grau de correção de forma comprovada.

C) Procedimento de Shilla

O procedimento de Shilla apresenta conceitos semelhantes ao método *Growing Rodes*.

Neste método, o ápice da curva é instrumentado, corrigido e artrodesado. As hastes são conectadas a parafusos pediculares que permitem seu deslizamento (Akbarnia e Emans, 2010; McCarthy et al., 2010; Smith et al., 2009; Vialle, Thévenin-Lemoine e Mary, 2013).

Tem a vantagem de buscar a expansão e a correção.

Complicações do tratamento cirúrgico

As comorbidades típicas desses pacientes determinam uma maior incidência (16%) de complicações cirúrgicas e anestésicas:

- infecções,
- sangramentos,
- perda da correção obtida.

▶ As complicações nas abordagens posteriores incluem pseudoartrose com ruptura ou avulsão dos implantes e problemas de cicatrização da pele, em especial nas mielomeningoceles (Arlet et al., 2003).

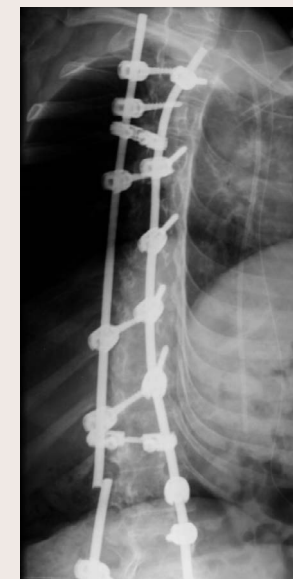


EXEMPLO

Paciente com mielomeningocele que foi submetida a várias intervenções em busca de uma consolidação definitiva, cujas radiografias mostram uma haste quebrada.



Aspecto das cicatrizes que mostram as múltiplas cirurgias sofridas por falta de consolidação.



Observa-se a ruptura de uma haste.

Aspecto clínico de paciente com meningocele, multioperada

Radiografias de coluna toracolumbossacra, de frente, em paciente com meningocele

- Em caso de tração por meio de halo craniano, relata-se o risco de comprometimento do motor ocular externo (VI par craniano) (Dearolf e Betz, 1990; Defino e Pudles, 2014).
- Nas abordagens anteriores à coluna toracolombar, existe o risco de lesão dos vasos e nervos intercostais com possibilidade de dor neuropática e hemorragia no período pós-operatório. Os vasos intersegmentares, quando ligados, podem levar à isquemia na medula espinhal. É recomendável ligá-los próximos da saída da artéria aorta. A cada 30 minutos, é preciso solicitar ao anestesiologista que insufla os pulmões devido ao risco de microatelectasias. A lesão do ducto torácico deve ser reparada, já que, se passar despercebida, pode produzir um quilotórax.



Líquido de aspecto leitoso característico de um quilotórax.

Foto de coleção da drenagem torácica

- As possíveis complicações, no caso da abordagem anterior à região lombossacra, incluem denervação do músculo reto abdominal, que pode gerar relaxamento da parede abdominal de difícil solução no pós-operatório; lesão vascular (artéria epigástrica inferior, artérias segmentares lombares perfurantes e artéria ilíaca); e sensação de disestesias nos membros inferiores por denervação do sistema nervoso autônomo posicionado anteriormente à coluna vertebral (Benson et al., 1998; Defino e Pudles, 2014).
- Todas as técnicas de instrumentação sem fusão apresentam alta taxa de reintervenção cirúrgica e complicações de cicatrização de pele, infecção e avulsão do implante. Quanto ao VEPTR, dentre as complicações, além das infecções, relatam-se a lesão do plexo braquial, as escaras sobre o implante, a fusão de costelas e a descompensação sagital iatrogênica (Akbarnia e Emans, 2010; Thompson et al., 2005).



4. SÍNTESE



- A perda de força voluntária do músculo, junto com a diminuição da capacidade de propriocepção à qual pode estar relacionada, em uma coluna imatura, são considerados fatores desencadeadores de deformidade e do risco de progressão.
- A deformidade apresenta um comportamento mais agressivo que a escoliose idiopática, muitas vezes com comprometimento do sistema respiratório e obliquidade pélvica que dificultam muito as possibilidades de tratamentos.
- Os objetivos do tratamento são evitar a progressão da deformidade e manter o tronco compensado nos três planos no espaço, com base na pelve, em posição estável.
- Os tratamentos ortopédicos com órtese são de mais difícil adaptação e de menor efetividade que na escoliose idiopática.
- A cirurgia apresenta sangramento consideravelmente maior e os níveis de artrodese devem ser mais estendidos do que nas escolioses idiopáticas. Muitas vezes, a pelve deve ser incluída na artrodese.
- O avanço técnico das instrumentações tem melhorado a fixação da pelve.
- O sangramento, a infecção e os problemas mecânicos relacionados às montagens representam complicações mais comuns que na cirurgia de escoliose idiopática.
- A cirurgia sem artrodese deve ser utilizada, às vezes, em crianças pequenas, a fim de realizar uma artrodese definitiva quando o tórax estiver mais desenvolvido.



REFERÊNCIAS

Akbarnia, B. A. e Emans, J. B. (2010) Complications of growth sparing surgery in early onset scoliosis. *Spine*, 35(25), 2193-2204.

Arlet, V., Oullet, J. e Vialle, E. (2003) Técnicas de fixação da coluna lombossacral. *Coluna*, 2(1), 11-19.

Benson, E. R., Thomson, J. D., Smith, B. G. e Banta, J. V. (1998) Results and morbidity in a consecutive series of patients undergoing spinal fusion for neuromuscular scoliosis. *Spine*, 23, 2308-2317.

Burke, D. A. e Linden, R. D. (2001) Incidence rates and populations at risk for spinal cord injury: a regional study. *Spinal Cord*, 39, 274-278.

Dearolf, W. W. III e Betz, R. R. (1990) Scoliosis in pediatric spinal cord-injured patients. *J Pediatric Orthop*, 10, 214-218.

Defino, H. L. A. e Pudles, E. (2014) *A Coluna Vertebral. Conceitos Básicos*. São Paulo: Artmed.

Hasler, C. C. (2013) Operative treatment for spinal deformities in cerebral palsy. *J Child Orthop*, 7(5), 419-423.

Herring, J. A. e Tachdjian, M. O. (2002) *Tachjian's Pediatric Orthopedics* (3º Ed.). Philadelphia: Saunders.

Jevsevar, D. S. e Karlin, L. I. (1993) The relationship between preoperative nutritional status and complications after an operation for scoliosis in patients who have cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am*, 75, 880-884.

Jones, K. B. e Sponseller, P. D. (2003) Longitudinal parental perception of spinal fusion for neuromuscular spine deformity in patients with totally involved cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*, 23, 143-149.

Lonstein, J. E. e Akbarnia, A. (1983) Operative treatment of spinal deformities in patients with cerebral palsy or mental retardation. An analysis of one hundred and seven cases. *J Bone Joint Surg Am*, 65(1), 43-55.

McCarthy, R. E., Sucato, D., Turner, J. L., Zhang, H., Henson, M. A. e McCarthy, K. (2010) Shilla Growing Rods in a Caprine Animal Model: A Pilot Study. *Clin Orthop Relat Res*, 468(3), 705-710.

Piazzolla, A., Solarino, G., De Giorgi, S., Mori, C. M., Moretti, L. e De Giorgi, G. (2011) Cotrel instrumentation in neuromuscular scoliosis. *Eur Spine J*, 20(1), S75-S84.

Rothman, R. H. e Simeone, F. A. (1982) *The Spine*. Philadelphia: WB Saunders.

Smith, J. R., Samdani, A. F., Pahys, J., Ranade, A., Asghar, J., Cahill, P. et al. (2009) The role of bracing, casting, and vertical expandable prosthetic titanium rib for the treatment of infantile idiopathic scoliosis: a single-institution experience with 31 consecutive patients. Clinical article. *J Neurosurg Spine*, 11(1), 3-8.

Sussman, M. (2002) Duchenne muscular dystrophy. *J Am Acad Orthop Surg*, 10, 138-151.

Thacker, M., Hui, J. H. e Wong, H. K. (2002) Spinal fusion and instrumentation for paediatric neuromuscular scoliosis: retrospective review. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 10, 144-151.

Thompson, G. H., Akbarnia, B. A., Kostial, P., Poe-Kochert, C., Armstrong, D. G., Roh, J. et al. (2005) Comparison of single and dual growing rod techniques followed through definitive surgery: a preliminary study. *Spine*, 30(18), 2039-2044.

Vialle, R., Thévenin-Lemoine, C. e Mary, P. (2013) Neuromuscular Scoliosis. *Orthop Traumatol Surg Res*, 99(1 Suppl), S124-S139.

Yamashita, T. e Kanaya, K. (2001) Correlation between progression of spinal deformity and pulmonary function in Duchenne muscular dystrophy. *J Pediatr Orthop*, 21, 113-116.