

Artigo original**O papel biomecânico dos músculos espinhais - sua implicação na escoliose*****Biomechanical function of spinal muscles – their involvement in scoliosis***

Philippe E. Souchard

.....

Palavras-chave

Escoliose, músculos espinhais, transversoespinal, coluna vertebral, antagonismo-complementaridade, tridimensional.

Key words:

Scoliosis, spinal muscles, transversospinalis, Vertebral spine, antagonism-complementarity, tridimensional

Resumo

O artigo pretende contribuir para o esclarecimento de algumas lacunas na compreensão e no tratamento das escolioses. As constatações do autor, verificadas ao longo dos anos, no âmbito da etiologia da escoliose, confirmaram suas hipóteses de trabalho e a técnica de tratamento por ele criada e desenvolvida.

Abstract

The article pretends to contribute to clear some unknowing in the understanding and treatment of scoliosis. The author constatations, verified during years about scoliosis etiology have confirmed his hypothesis and the treatment technics created and developed by him.

Endereço para correspondência:

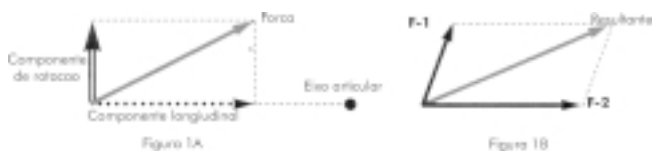
*Instituto Philippe Souchard, Rua Georgia, 210 Brooklin 04559-010 São Paulo SP,
tel: (11) 5044 9605, E-mail: instpsouchard@aol.com*

Da dificuldade de decompor as forças dos músculos espinhais

Uma força pode ser sempre decomposta em duas outras forças (denominadas componentes), das quais ela é a soma (denominada resultante). As duas forças componentes e a resultante situam-se no mesmo plano. Esta decomposição é indispensável cada vez que o corpo não pode deslocar-se diretamente no sentido da força.

A relativa incompressibilidade do disco intervertebral obriga, então, a decompor a força que os músculos espinhais exercem sobre as vértebras. A decomposição em duas forças se faz graças ao paralelogramo das forças. É sempre possível fazer tal decomposição de modo a obter um ângulo reto entre as duas forças componentes. Chamamos então estas duas forças de componentes retangulares da força. Chama-se componente longitudinal a força decomposta dirigida desde a inserção do músculo até o eixo articular. A força componente de rotação é perpendicular àquela longitudinal, assim como ao próprio eixo articular (Fig.1A).

Figura 1



Chama-se braço de alavanca de uma força, em relação a um ponto, a distância mais curta deste ponto à direção da força, e ela se mede pela perpendicular baixada deste ponto sobre a direção da força. O momento de uma força é o produto da intensidade da força pelo braço de alavanca. A força componente de rotação atrai o segmento em sua direção. É a parte útil da força inicial. Seu momento é igual àquele da força inicial em relação ao eixo articular. Quando é dirigida para o eixo articular, a força componente longitudinal comprime as superfícies articulares. É denominada positiva. Descomprime as articulações quando é de sentido oposto. Nesse caso é denominada negativa (Woestyn, 1977).

A resultante de duas forças concorrentes situadas no mesmo plano é igualmente obtida graças à construção do paralelogramo das forças (Fig.1B). É preciso notar que, no plano vertebral, as forças que têm teoricamente como eixo articular o núcleo são afetadas, ainda, pela disposição das facetas articulares, o que torna sua decomposição mais aleatória. É assim que a orientação das facetas articulares freia a rotação na região lombar, ao passo que facilita na região cervical e torácica.

Todo movimento de torção coapta os processos articulares, de um lado, enquanto “desabita” as do lado oposto. A articulação em coaptação torna-se um freio e um guia do movimento.

O trabalho complica-se ainda mais quando se levam em consideração as curvas ântero-posteriores da raque, que modificam evidentemente a orientação dos músculos espinhais no plano sagital. É em cada vértebra que deveriam, então, ser decompostas as forças de cada um dos músculos raquidianos, em razão de curvas ântero-posteriores julgadas, *a priori*, ideais.

Nós nos contentaremos, num primeiro tempo, em considerar que os músculos mais axiais são particularmente póstero-flexores; os mais laterais, sobretudo látero-flexores; e os mais horizontais, rotadores (Fig.2 A,B,C).

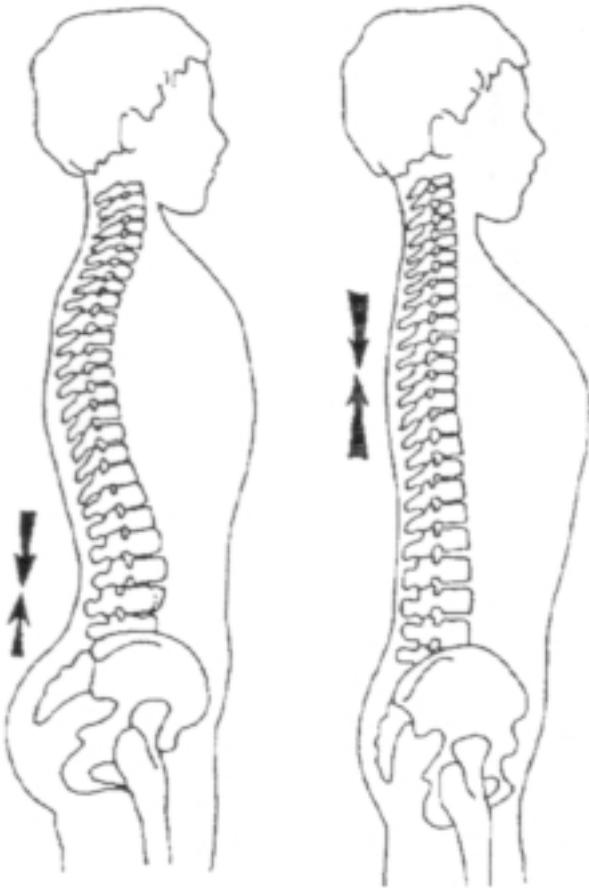
Figura 2



Os músculos particularmente póstero-flexores são: a massa comum (conjunto de músculos da região lombar que compreende o transverso espinhal, o longo do tórax, os interespinhais, o multífido e o semi-espinhal). Sua retração cria uma hiperlordose na região lombar e um dorso plano na região torácica (Souchart, 1987,1994, 1996) (Fig.3).

Os músculos principalmente látero-flexores são os intertransversários, o longo do tórax, o íliocostal, sob a condição de lembrar que, na região torácica, suas inserções são ex-

Figura 3



clusivamente costais; a massa comum em suas fibras mais externas e o quadrado lombar. De suas tensões recíprocas depende o bom eixo da raque no plano frontal.

O equilíbrio em rotação (eixo longitudinal) é assegurado pela tensão recíproca dos músculos rotador curto e longo do transversoespinal, que são mais horizontais.

Diversos estudos eletromiográficos, em particular J.M.Morin, G.Benner e D.B.Lucas (*apud* R. Sohier e Ph. Heureux 1978), confirmam que os músculos pluriarticulares longo do tórax, espinal do tórax e semiespinal são particularmente ativos para manter o equilíbrio em posição bípede em repouso. As intervenções do íliocostal (torácico e lombar) e dos multífidos são mais esporádicas. Os rotadores curto e longo estão em atividade permanente.

Os registros da rotação dinâmica mostram a contração do longo do tórax e do íliocostal homolaterais, e dos rotadores contralaterais.

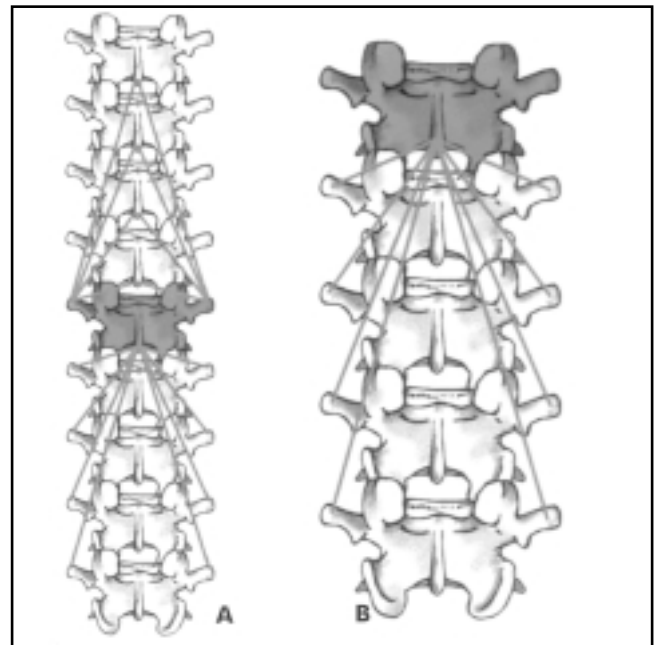
Em inclinação lateral dinâmica intervêm o longo do tórax, o íliocostal e o multífido homolaterais. Em todos os registros o multífido é particularmente ativo em controle excêntrico.

O transversoespinal

O transversoespinal, músculo arcaico por excelência, já que nos vem dos répteis, merece alguns comentários, tão essencial é o seu papel na constituição da escoliose

Contrariamente ao que afirmaram alguns autores, cada vértebra torácica recebe a inserção de dois transversoespinhais completos de cada lado. Em disseções que efetuei em 1982, na Universidade de Montreal (Serviço da Professora Thérèse Simard), pude, com efeito, verificar que, se limpamos uma vértebra torácica, suprimindo os feixes de transversoespinal que não se inserem sobre ela, existem bem, por hemivértebra, dois transversoespinhais completos, um “subindo”, o outro “descendo” (Fig.4 A). Subindo, o transversoespinal adota uma disposição piramidal de ponta superior. Cada vértebra recebe em seu processo espinhoso dois rotadores curtos, dois rotadores longos, dois multífidos e dois semiespinhais (Fig.4 B).

Figura 4



A escoliose é sistematicamente tridimensional

Músculo essencialmente rotador, as orientações de seus diversos feixes cobrem, por suas fisiologias secundárias, todo o espectro de fisiologias intermediárias entre os espi-

nhais láteroflexores: longo do tórax e iliocostal lombar e o espinhal do tórax como pósteroflexor. Os rotadores curtos são essencialmente rotadores (sobretudo na região torácica, onde são mais horizontais). Os rotadores longos são rotadores, ligeiramente látero-flexores e pósteroflexores. Os multifidos são um pouco menos rotadores, mais látero-flexores, tornando-se mais eficazes na pósteroflexão. Os semiespinhais são mais pósteroflexores que látero-flexores ou rotadores. É preciso notar que mesmo as fibras mais verticais do transversoespinal (semiespinal) conservam uma certa ação rotadora pois, terminando mais perto da extremidade do processo espinhoso que os rotadores, elas aumentam o seu braço de alavanca em relação ao eixo articular do disco intervertebral.

Como a atividade tônica de nossos músculos espinhais é exercida desde o ponto fixo oferecido pela pelve, uma retração do transversoespinal de um lado inclina a vértebra deste lado (sobretudo o multifido) e gira o processo espinhoso para a concavidade (sobretudo os rotadores) (Fig.5 A e B). O transversoespinal é, portanto, responsável por essa posição particular dos processos espinhosos na região lombar e torácica na patologia escoliótica.

Figura 5-A

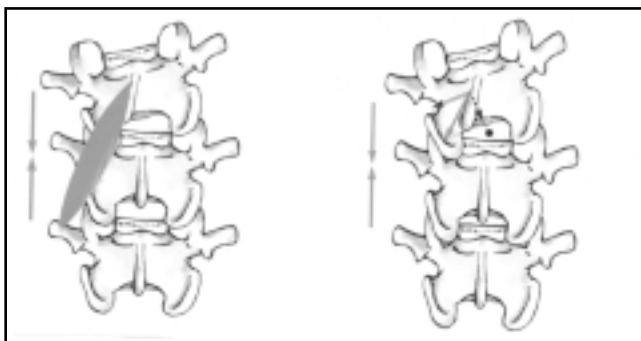
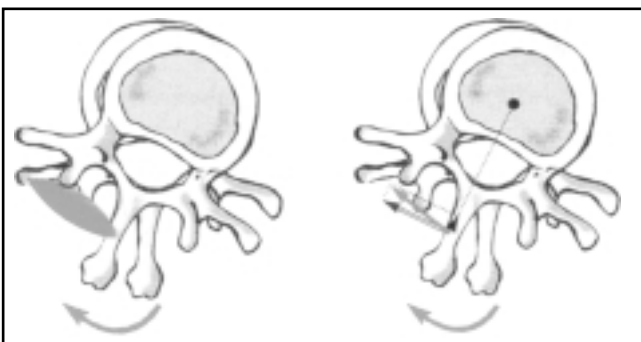


Figura 5-B



À tensão “vitoriosa” do transversoespinal do lado da concavidade opõe-se, então, a tensão “vencida” do seu homólogo do outro lado, obrigado a uma retração defensiva para manter o equilíbrio e evitar perda de funcionalidade ou, mesmo, dor nos processos articulares coaptados do lado da concavidade (Fig.6 A). Ora, nossos músculos não são rigorosamente antagonistas, mas antagonistas e complementares. A ação simultânea dos transversoespinhais dos dois lados assegura a pósteroflexão direta (Fig.6B). O aumento geral da tensão entre vencedores e vencidos acarreta, então, um pinçamento posterior do espaço intervertebral, ou seja, uma extensão. É a mesma coisa para todos os músculos das goteiras.

Figura 6-A

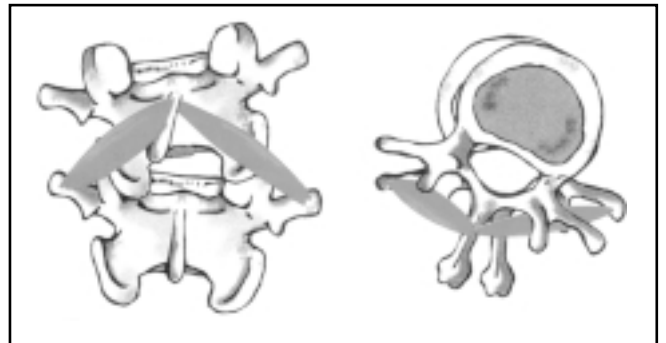
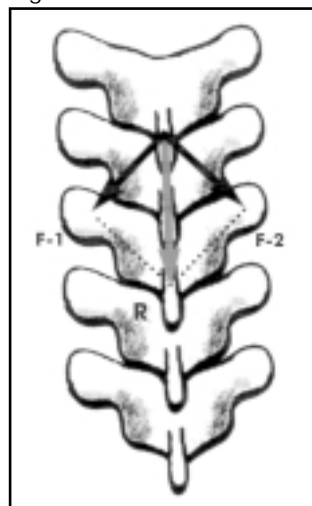


Figura 6-B



Após um certo grau de retração dos músculos espinhais, encontra-se assim constituída uma escoliose tridimensional, caracterizada por desaparecimento da cifose torácica. Esta nova luz obriga-nos a voltar sobre a noção de escoliose bidimensional. *Mesmo quando respeita a cifose torácica, a escoliose supõe a*

retração constante dos músculos espinhais. As vértebras torácicas devem então colocar-se em situação de pósteroflexão. Isto parece, pelo menos, paradoxal, quando a escoliose se acompanha de cifose torácica. J. Dubousset, H. Connes, R. Perdriolle, Ph. Maury, J. Boitard e

J. Tortorici já identificaram muito bem esse fenômeno de póstero-flexão na escoliose idiopática, que qualificaram em todos os casos como tridimensional e se interrogaram sobre a sua causa inicial¹.

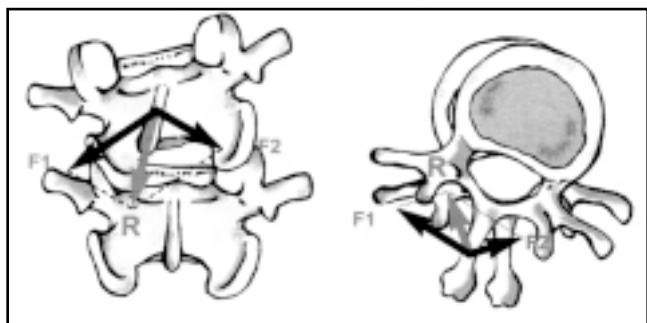
Que me seja dado aqui, mediante a análise dos mecanismos musculares, verdadeiro “elo perdido”, contribuir com a minha pedra na construção desse edifício.

Para começar, após um certo grau de látero-flexão e de rotação vertebral, a função de póstero-flexão direta dos espinhais encontra-se alterada, pois só pode ser efetuada pela contração (ou retração) simultânea e de mesma intensidade dos espinhais situados de um lado e do outro dos processos espinhosos. Trata-se aí de um pseudoparadoxo constante em fisiologia muscular: para um músculo situado obliquamente em todos os planos do espaço, a uma contração isolada corresponde um deslocamento complexo dos ossos sobre os quais se insere.

Para obter um deslocamento simples em um só plano, como é o caso da extensão, é preciso então que os músculos das goteiras se contraiam ou retraiam dos dois lados com a mesma força, de modo a anular reciprocamente suas funções de látero-flexão e de rotação (Fig.6 B).

Tais condições são recolocadas em questão quando as tensões recíprocas o são e que se cria uma forte situação em músculo vencedor, músculo vencido. O componente de póstero-flexão subsiste, mas perde eficácia, na medida em que aumenta a torção (Fig.7). A fisiologia de póstero-flexão direta do espinhal do tórax encontra-se ela própria alterada. Em caso de retração dos transversoespinhais vencedores, uma látero-flexão-rotação combina-se à extensão. A espiral infernal está instalada.

Figura 7



Se o processo articular coaptado do lado da concavidade torna-se o eixo do movimento, em lugar do núcleo, isto não ocasiona nenhum efeito maior sobre a rotação, já que os rotadores curtos não se situam nunca à frente do processo articular.

Ao contrário, o fato de que o braço de alavanca inserção muscular-processo articular é mais curto que a distância processo articular-núcleo (relação de 1 a 2 na região lombar, de 1 a 5 na região torácica) faz com que o deslocamento do corpo vertebral seja mais significativo que o do processo espinhoso (já sublinhado por diversos autores, como por P. Stagnara e R. Sohier).

Resta apenas descobrir por quê, nas escolioses com cifose, desde o início da criação da situação músculo vencedor-músculo vencido, o aumento geral da tensão não se exprimiu por uma póstero-flexão considerável como no caso da escoliose tridimensional caracterizada.

Está feito, se aceitamos admitir que existe uma outra relação antagonista-complementar entre os espinhais torácicos e o sistema de suspensão músculo-fibroso tônico anterior, constituído principalmente pelos escalenos, os intercostais, os elementos do mediastino, os quais freiam a descida do centro frênico e os pilares do diafragma (Fig.8 A). A evolução patológica dos músculos da estática é sempre no sentido da rigidez e do encurtamento, logo a hipercifose torácica não se pode explicar por um relaxamento excessivo dos músculos espinhais, mas somente por uma retração mais forte do sistema musculofibroso anterior.

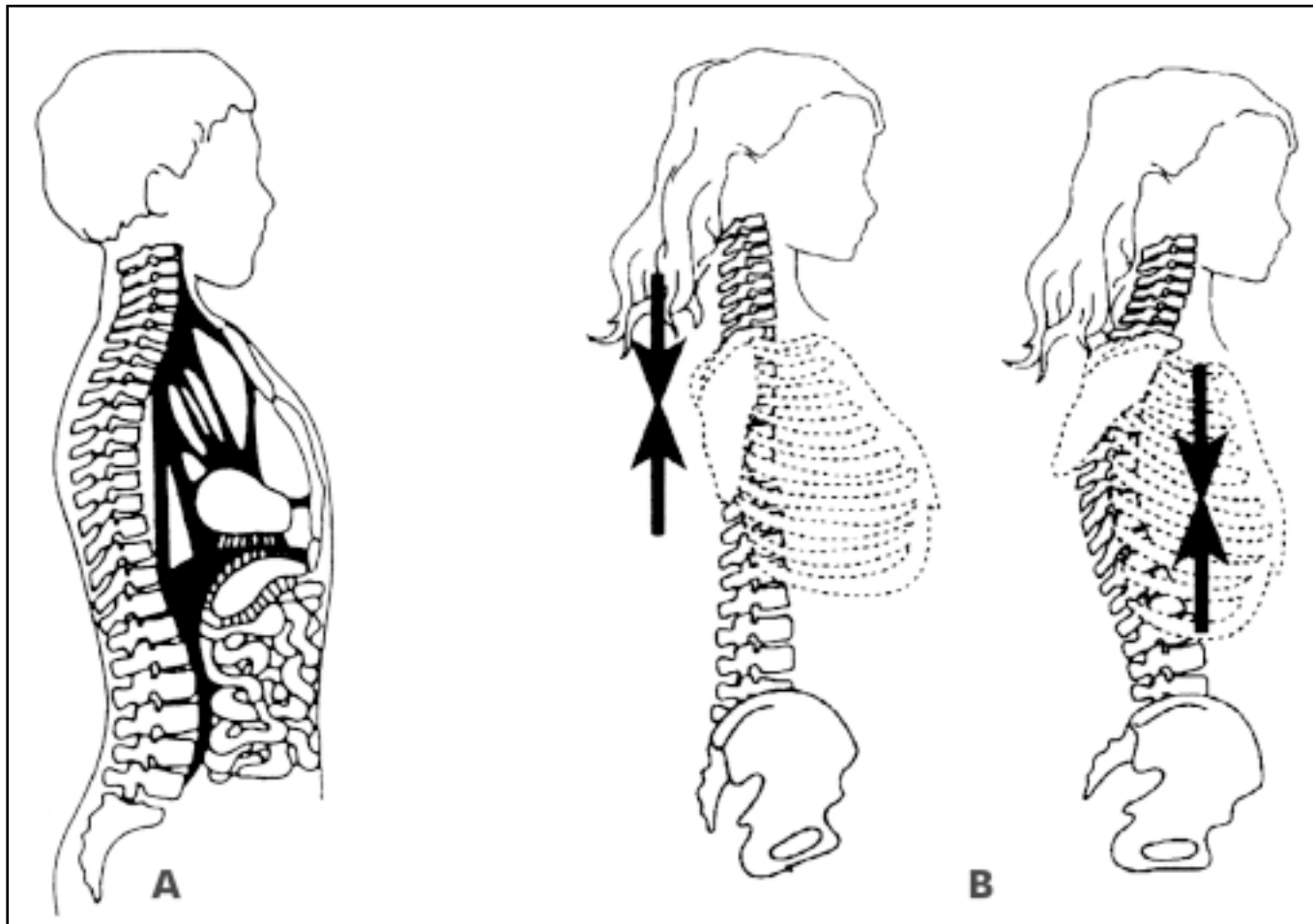
A uma retração mais significativa dos espinhais corresponde um dorso plano. O sistema anterior vencido eleva então as costelas, fisiologia que ele possui em comum com seus vencedores. Um mais forte encurtamento anterior acarreta uma projeção da cabeça e uma hipercifose (Fig.8 B).

Na escoliose com cifose, os suspensores anteriores são mais retraídos do que os espinhais eretores e opõem-se à constituição de um dorso plano.

A retração dos espinhais só pode então exprimir-se no plano sagital pelo relativo pinçamento posterior assimetricamente deslocado para a concavidade, que acompanha obrigatoriamente a látero-flexão-rotação (Fig.6 A e 7).

¹ A escoliose idiopática uma realidade tridimensional incontornável e a escoliose deformação tridimensional. (Cf Dimeglio, Herrisson & Simon 1996).

Figura 8



A escoliose idiopática é, portanto, sistematicamente tridimensional.

Isto explica por quê, em todos os casos, mesmo nas escolioses cifóticas, a gibosidade agrava-se à flexão anterior do tronco. Abrindo os espaços vertebrais posteriores, ela estira os músculos espinhais enrijecidos. O desequilíbrio de tensão vencedores-vencidos aparece, então, em todo o seu antagonismo rotatório. Os músculos mais rígidos recuperam, em rotação, o comprimento que lhes é tomado pela flexão anterior. A escoliose se automantém à flexão anterior.

Compreende-se assim, igualmente, porque certas escolioses cifóticas apresentam bruscas agravações em hipercifose. Em caso de forte torção, os espinhais não podem mais opor uma pósteroflexão direta eficaz a uma retração cada vez mais ofensiva do sistema musculofibroso anterior. Um outro ciclo infernal se estabelece: se a cifose se agrava, a torção aumenta; se esta última se acentua, a

manutenção em extensão perde sua eficácia, tornando possível a hipercifose.

A implicação bilateral dos espinhais na escoliose

Convém lembrar que o longo do tórax e o íliocostal lombar são láteroflexores e rotadores do processo espinhoso do lado oposto à sua contração. Esta rotação deve-se à tração posterior exercida pelo longo do tórax sobre os processos transversos e pelo íliocostal sobre as costelas. Eles têm a mesma ação rotatória que o transversoespinal situado do outro lado. Sua ação conjunta permite as rotações não acompanhadas de nenhuma látero-flexão. Transverso-espinal de um lado, longo do tórax e íliocostal lombar do outro, anulam reciprocamente suas veleidades antagonistas em látero-flexão. Quando o íliocostal lombar, o longo do tórax e o transversoespinal se contraem do mesmo lado, provocam uma látero-

flexão desse lado, tendo o transverso espinhal um componente rotatório inverso ao do iliocostal lombar e do longo do tórax.

Na escoliose, uma outra relação antagonista-complementar se estabelece, então, entre os músculos láteroflexores, do lado côncavo e do convexo, e o transversoespinal.

Quando são vitoriosos do lado côncavo, só láteroflexores não podem girar o processo espinhoso para o lado oposto (isto é, para a convexidade), pois ela está mantida na concavidade pela retração ofensiva do transversoespinal. Os desvios na fisiologia comum em látero-flexão desses protagonistas serão mais fortes (somação dos efeitos láteroflexores) (Fig.9A).

Ademais, ante uma látero-flexão vitoriosa do longo do tórax e do iliocostal lombar do lado da concavidade, seus homólogos vencidos do lado convexo vêm sua tensão defensiva aumentar.

E respondem por uma tração posterior mais forte, nos processos transversos e nas costelas, agravando a rotação dos processos espinhosos para o lado oposto, isto é, para a concavidade. Eles recuperam em rotação o que lhes é tomado em látero-flexão (Fig.9B).

Os láteroflexores do lado da convexidade amplificam, então, pelo aumento defensivo de suas tensões, a rotação iniciada pelo transversoespinal do lado da concavidade (somação dos efeitos rotatórios)².

A escoliose coloca em jogo, de uma parte e de outra, a totalidade dos músculos espinhais.

Figura 9

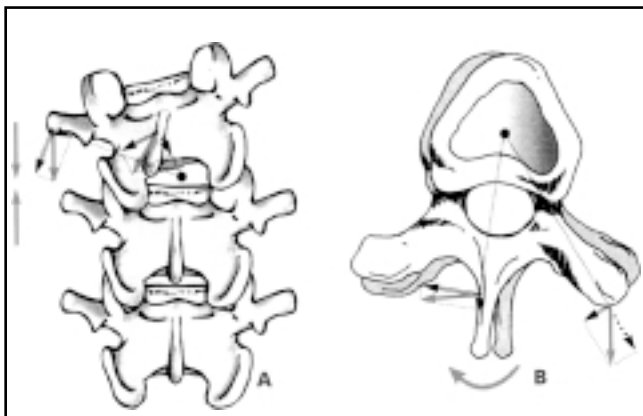
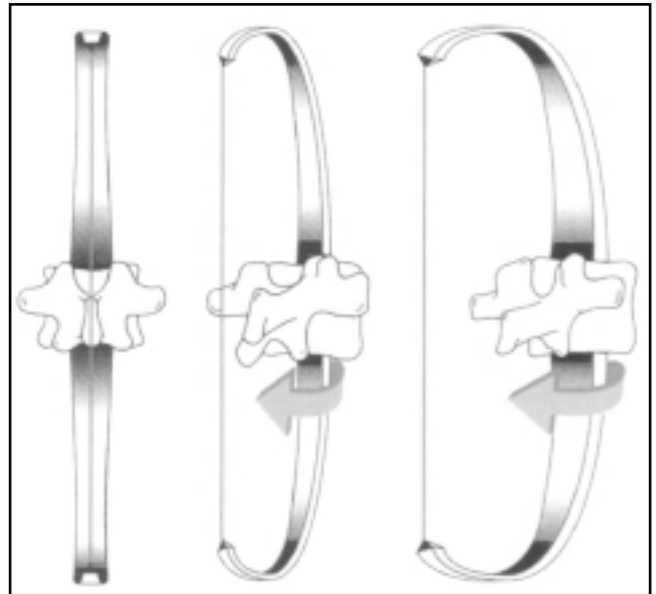


Figura 10



Entre concavidade e convexidade, rotação e látero-flexão, transversoespinal e espinhais mais laterais, *o sistema está então fechado em torno do mecanismo primário do transversoespinal*. Os pinçamentos posteriores completam o cerco pois, ante o aumento das suas tensões recíprocas, os espinhais têm um último recurso para exprimir suas retrações, por meio do seu maior denominador comum: *elas são todos extensores* (somação dos efeitos póstero-flexores).

Os exercícios de reforço muscular dos espinhais só farão aumentar a tensão geral, exacerbar as diferenças tensionais e a extensão assimetricamente deslocada para a concavidade.

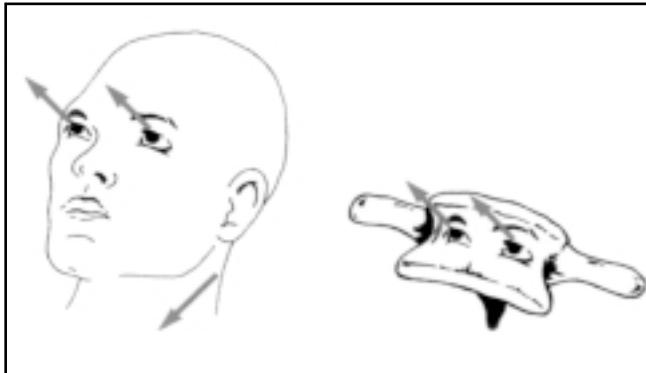
A escoliose se automantém e se agrava pelas atividades contráteis.

O princípio de antagonismo-complementaridade aplica-se a todas as deformações morfológicas organizadas. Todos os músculos considerados antagonistas têm sempre a faculdade de exprimir em uma fisiologia comum, ou à distância, o aumento de suas tensões recíprocas. É por isso que as sensações desagradáveis de alongamento só aparecem quando os tracionamos globalmente, no sentido contrário a todas as suas funções.

Em situação fisiológica e em caso de ten-

² Dimnet, de sua parte, descreveu um "efeito de tensor". Em caso de forte lateroflexão, ele afirma igualmente que os músculos rotadores do lado da convexidade amplificam o efeito rotatório. Estudos eletromiográficos de Zettenberg confirmam a atividade dos músculos espinhais situados na convexidade para as escolioses de mais de 30 graus.

Figura 11



sões conflituais, para escapar a esse incômodo, a *autoproteção automática impõe a busca da complementaridade*.

Todo dismorfismo sem nenhuma tensão desagradável supõe uma torção resultante acarretando, *ipso-facto*, a fixação.

Para melhor compreender que a vértebra ápice é aquela que apresenta o maior deslocamento lateral e a mais importante rotação, é preciso imaginar que, desde quando se cria

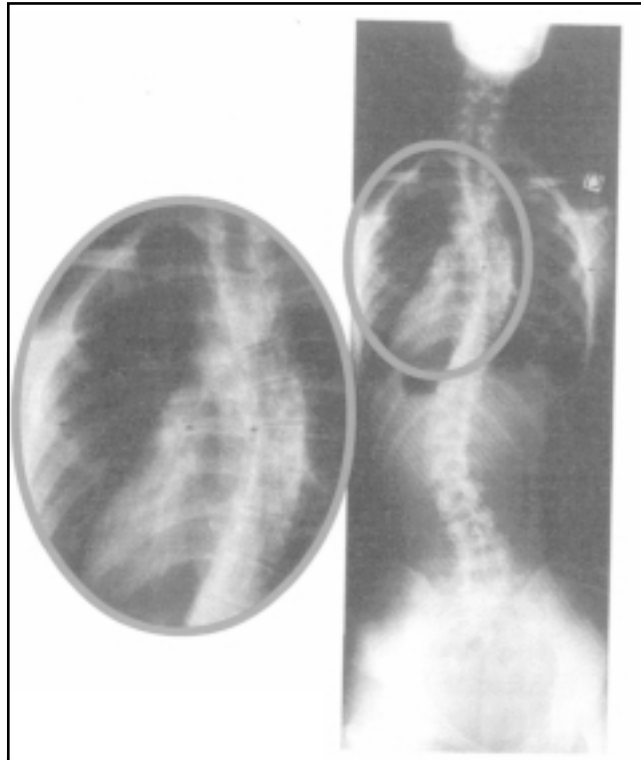
Figura 12



uma inclinação lateral, o conjunto da curva desloca-se como um arco do qual a corda, representando a passagem da linha de gravidade, seria o eixo (Fig.10). O mecanismo lembra aquele dos membros inferiores: quando o pé não está em apoio, ele gira segundo o eixo diafisário do fêmur e da tíbia; quando o pé se apóia no chão, a rotação se faz em torno de um eixo mecânico passando do meio da cabeça femoral ao meio do pé. A rotação interna é então acompanhada de adução; a rotação externa, de abdução³(8).

É notável constatar que, apesar de torções às vezes dramáticas, podendo mesmo estar associadas a uma hipercifose, o mecanismo muscular da escoliose conti-

Figura 13



nua a garantir a função antigравitacional, já que reproduz, na vértebra, a ação que impõe o esternocleido-mastoideo à cabeça: o olhar se eleva (Fig.11).

Pelo efeito do componente de extensão que, mesmo alterado, se associa sempre à torção, a coluna escoliótica não se afunda, ela se comprime por atarrachamento.

Na região lombar, a retificação da lordose, que acompanha frequentemente as escolioses desse nível, explica-se, sobretudo, pela verticalização da pelve por causa da retração dos isquiotibiais e dos pelvitrocantérianos (Fig.12).

Escoliose e tórax

Existe uma outra curiosidade da escoliose que só pode ser explicada pela fisiologia muscular. Trata-se da disposição horizontal das costelas na concavidade (Fig.13). Tendo em conta a inclinação das vértebras próximas à vértebra limite superior, essa posição parece, com efeito, paradoxal, principalmente no que

¹ É assim que se explica joelho varo ou valgo e que, enfim, é possível combinar os autores sobre a fisiologia do psoas-ilíaco e dos adutores púbicos. Quando o eixo é diafisário, eles são rotadores externos do fêmur; quando o eixo é mecânico eles se tornam antepulsos-adores, ou seja, rotadores internos (ver escritos precedentes).

Figura 14

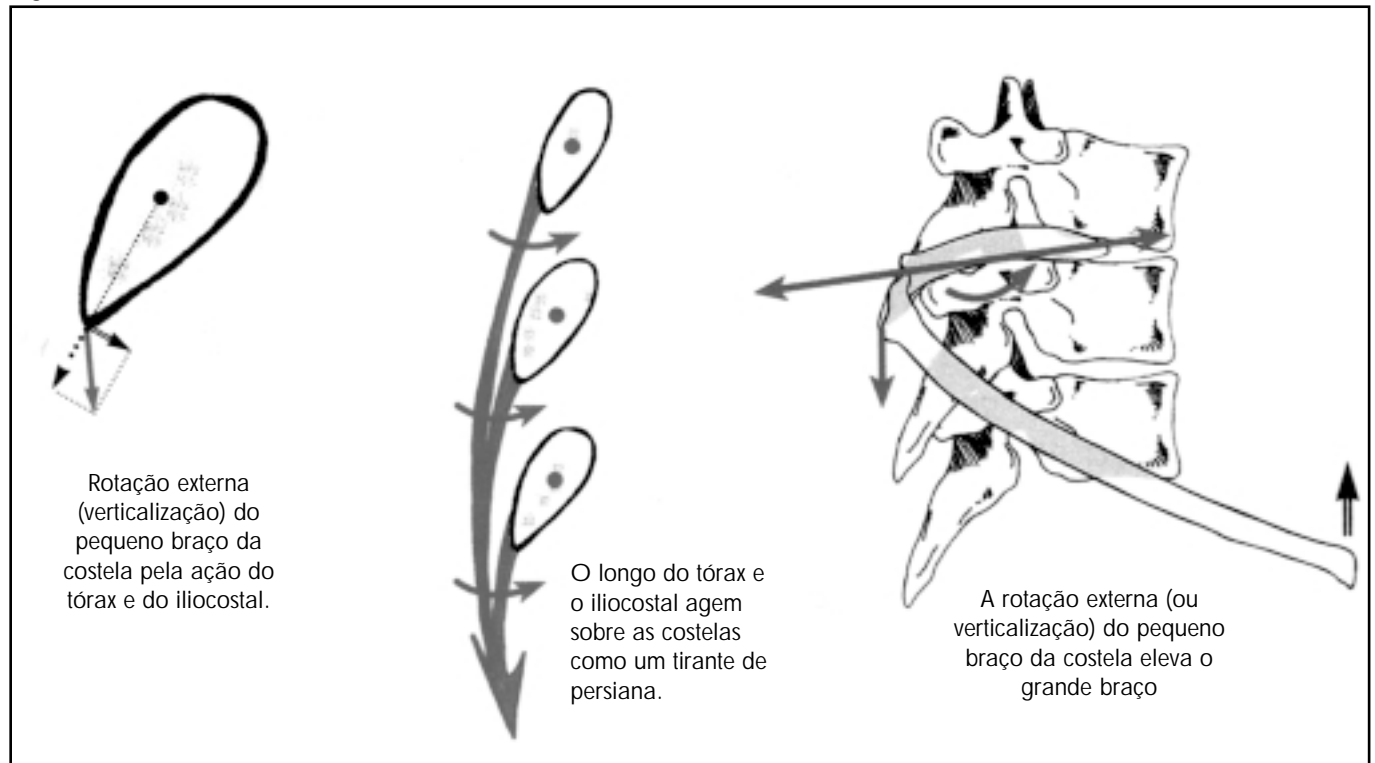


Figura 15



concerne as seis primeiras costelas, que não estão ligadas diretamente a diafragma.

Para começar, a primeira e a segunda costelas beneficiam-se de um reforço de sua suspensão representado pelos músculos escalenos.

É preciso, em seguida, lembrar que a articulação costovertebral só autoriza movimentos de rotação. O ângulo existente entre o pe-

queno braço da costela (costovertebral) e o grande braço (esternocostal) transforma essa rotação em elevação ou abaixamento do grande braço. A rotação externa (ou verticalização) do pequeno braço eleva o grande braço. É este mecanismo que explica que o longo do tórax e o iliocostal lombar são inspiratórios (Fig.14) e que eles trabalham em sinergia de pósteroflexão torácica-inspiração, com os espinhais unicamente vertebrais (Souchard, 1982, 1987).

A retração particularmente importante desses dois músculos na concavidade torácica é, então, responsável por essa manutenção em elevação inspiratória das costelas do lado da concavidade.

Enfim, a gibosidade do lado da convexidade explica-se, evidentemente, pela rotação vertebral que se transmite ao arco costal pela articulação costovertebral (Fig.15). Esta correlação é ainda mais direta quanto mais apertado é o sistema fibroso. Em caso de frouxidão ligamentar, a gibosidade torácica é, às vezes, menos significativa do que poderia fazer pensar a importância da rotação vertebral, sendo a gibosidade torácica anterior, diametralmente oposta, inexistente.

Referências

- Bunnel WP. A study of the natural history of idiopathic scoliosis. *Spine* 1986;11:773-776.
- Cotrel MH. Le facteur génétique dans la scoliose idiopathique, Thé, Paris, 1974.
- Dimeglio A, Bonnel F. L^e rachis en croissance, Springer, 1990.
- Dimeglio A, Herisson CH, Simon L. La scoliose idiopathique, Paris, Masson, 1996.
- Dubousset J, Queneau P, Lacheretz M. Problèmes diagnostiques posés par les scolioses raides e douloureuses, *Rev Chir Orthop* 1971;54:215-226.
- Dubousset J. Facteurs pronostiques des scolioses idiopathiques, *Cah Kinesither* 1984;105:35-44.
- Duchenne de Boulogne GB. Physiologie des mouvements. *Annales de Médecine Physique*, 1967.
- Duval-Beaupère G. L'évolution des scolioses idiopathiques. *Ann Réadapt Med Phys* 1988;31:S9-S26.
- Duval-Beaupère G, Dubousset J, Queneau P. Pour une théorie unique de l'évolution des scolioses. *Presse Médicale* 1970;78:1141-1146.
- Even PH. La respiration, In: *Physiologie Humaine*. Meyer, Flammarion Médecine-Sciences, 1990.
- Fauchet R. Scolioses infantiles: histoire naturelle. Pathogénie. Prognostic. In: C.R. 12^e Réunion du GES, Montpellier, 7-8 mars 1980, 1-10.
- Fauchet R. Les scolioses infantiles- La scoliose idiopathique, Paris, Masson 1996.
- Graf H, Hecquet J, Dubousset J. Approche tridimensionnelle des déformations rachidiennes. *Rev Chir Orthop* 1983;69(5):407-416.
- Kaelin AJ, Dimeglio A, Hall JE. Scolioses in boys. *Orthop Trans* 1991;15:122.
- Lonstein JE, Carlson JM. The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *J Bone Joint Surg* 1970;52A:405.
- Mattson G, Haderspeck-Grib K, Schultz A, Machenson A. Joint flexibilities in structurally normal girls with idiopathic scoliosis. *J Orthop Res* 1983;1(1):57-62.
- Michel CR, Dubousset J. La scoliose idiopathique. *Cahiers d'enseignement de la Sofcot* 1986;24:7-148.
- Perdriolle R. La scoliose: son étude tridimensionnelle. Paris, Maloine, 1979.
- Salanova C. L'évolution spontanée des scolioses idiopathiques de 0 à 30° in: CR 15^e Réunion du GES, Bruxelles, 1983.
- Sohier R, Heureux PH. Kinésithérapie des rachis scoliotiques, Mecaprint.
- Souchard PH. Le champ clos. Saint-Mons, Le Pousoë Ed, 1981.
- Souchard PH. Le diaphragme. Saint-Mons, Le Pousoë Ed, 1982.
- Souchard PH. *Bulletins de RPG*. Le Pousoë Ed, 1983-2001.
- Souchard PH. *Cahiers RPG*. Tome I. Saint-Mons, Le Pousoë Ed, 1985.
- Souchard PH. *Cahiers RPG*. Tome II. Saint-Mons, Le Pousoë Ed, 1991.
- Souchard PH. La respiration. Saint-Mons, Le Pousoë Ed, 1987.
- Souchard PH. De la perfection musculaire à la performance sportive. Desiris, 1994.
- Souchard PH. *Le Stretching Global Actif*. Desiris, 1996.
- Stagnara P, Fauchet R, de Maurot JC. Idiopathic infantile scoliosis and hypotrophy in 5th Symposium on Medical aspects of scoliosis, Zorab PA ed, Londres, Academic Press, 1977, 53-71.
- Suh PB, McEwen GD. Idiopathic scoliosis in males. A natural history study. *Spine*, 1988;13:1091-1095.
- Velisbrakis KP. Increased generalized ligamentous laxity in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg*, 1973.
- Vercauteren M. Approche étiopathogénique de la scoliose idiopathique. *Acta Orthop Bel* 1972;38:412-428.
- Weinstein S, Ponsetti I. Curve progression in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1983;65A:447.
- Weinstein SL. *The pediatric spine: principles and practice*, 1^a ed, 1959, New York, Raven Press, 1994.
- Weinstein SL. Advance in the diagnosis and management of adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 1994;14:561-563.
- Weinstein SL. Natural History of adolescent idiopathic scoliosis. *Semin Spine Surg* 1991;3:196-201.
- Wynne-Davies R. Familial (idiopathic) scoliosis: a family survey. *J Bone Joint Surg* 1968;50B:24-30.
- Woestyn J. *Etude du mouvement*. Tome I: La mécanique. Paris, Maloine, 1997.
- Zetterberg C. Morphology and morphometric studies of muscle in idiopathic scoliosis. *Acta orthopedic Scand* 1983;49:354-365.
- Zetterberg C. Paravertebral muscles in adolescent idiopathic scoliosis. These Goteborg University, Suécia, 1982.