

Scolioses : cause, mécanisme et traitement par Myothérapie

D^R JAN POLAK

«... Curieusement le rôle du muscle est pourtant totalement négligé de nos jours dans l'étiologie de la scoliose...»

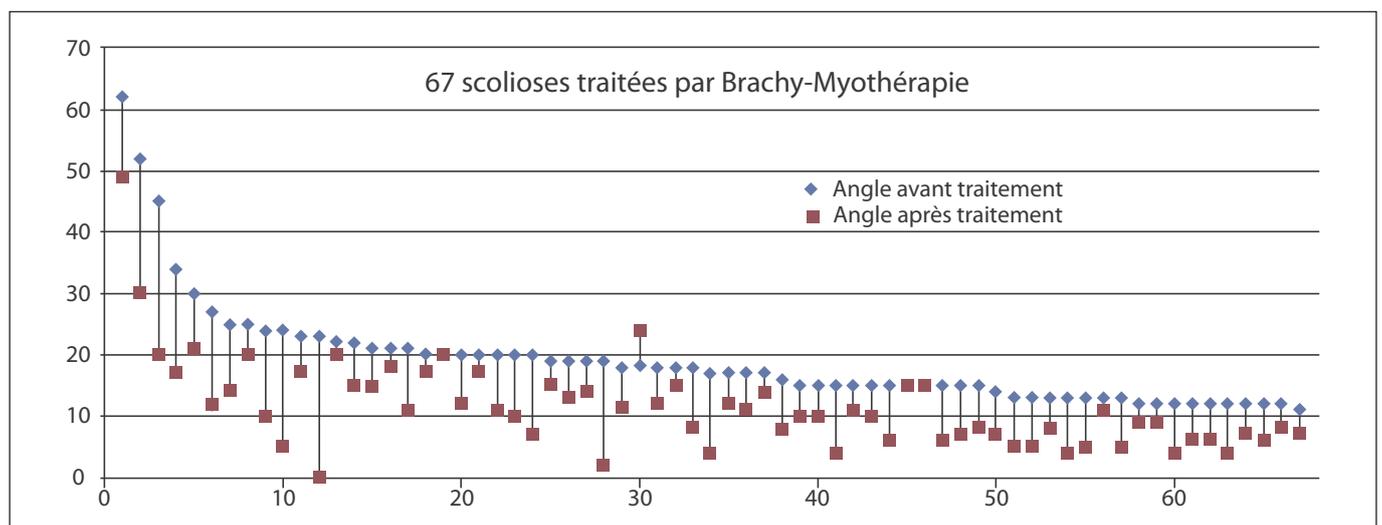
Mots-clés: contracture, muscle, scoliose, redressement, étiologie

Key words: muscle spasm, scoliosis, straightening, cause, mechanism, treatment

Les scolioses ont été décrites pour la première fois par Galien au II^e siècle, et il est intéressant de constater que ceci a été fait dans son ouvrage intitulé: «De moto musculorum». Curieusement le rôle du muscle est pourtant totalement négligé de nos jours dans l'étiologie de la scoliose. Seuls quelques chercheurs, depuis les années 1955, ont envisagé une participation musculaire ^(4, 7, 18, 22, 23).

Cependant pour eux, il s'agit d'une simple hypertonie locale réactionnelle à la courbure ou à la paralysie de certains muscles rachidiens, sans préciser la cause de ces derniers phénomènes, ni donc de la scoliose elle-même.

Celle-ci reste donc idiopathique, et en conséquence on en est toujours réduit à préconiser un traitement qui ne peut être que symptomatique. N'agissant que sur la conséquence et non sur la cause, il ne peut pas être très efficace pour redresser la scoliose, ni même pour arrêter son évolution. Nous pensons utile de résumer d'abord brièvement l'essentiel de ce qui est connu à propos de la scoliose dite idiopathique (SI), avant de proposer une méthode thérapeutique non traumatisante qui permet un redressement de la plupart des SI, y compris de celles de plus de 30°, ainsi qu'une hypothèse étiologique.



» » Figure 1: 67 scolioses traitées par Brachy-Myothérapie. Angles avant et après BMT.

— 1 / HISTOIRE NATURELLE & PRONOSTIC —

La scoliose idiopathique touche 2,5 % de la population ⁽¹⁾. Les scolioses de plus de 20° sont rares: 0,5 à 0,8 % de la population. Seulement 10 à 60 % des SI évoluent réellement (remarquer l'imprécision des chiffres...). Cependant en début de puberté, ce risque passe à 80 % pour un angle de Cobb de 20°, et à 100 % pour un angle de 30° à Risser 0. Et ce risque n'est que faiblement diminué par le port du corset. 10 à 40 % des patients présentant un angle de 20 à 30° devront être opérés. Ce risque est encore fortement augmenté si l'angle de Cobb se situe entre 30 et 40°.

1.1 / Déformations

La SI se développe en 3 dimensions: il s'agit d'une torsion du rachis.

- 1 – Il y a une ou plusieurs courbures d'inclinaison latérale dorsale, lombaire ou dorso-lombaire.
- 2 – Les épineuses tournent dans la concavité. Cette rotation des vertèbres dorsales provoque une déformation thoracique: la voussure ou gibbosité, constatée lorsque le patient se penche en avant. C'est d'ailleurs le principal élément clinique de diagnostic de la scoliose.
- 3 – Toutes les vertèbres sont en extension, apophyses épineuses rapprochées.
- 4 – La vertèbre tend plus ou moins à se déformer, sa croissance semble diminuée dans les zones de forte pression et augmentée dans celles de moindre appui; le disque a tendance à se cunéiformiser comme le corps vertébral. Ce phénomène est cependant loin d'être constant, et s'il est présent il est en général minime.



» » Cliché n° 1: 19 mars 1997 / Scoliose 17° – Risser 0 (photos A. Jamot)

1.2 / Complications

Les principales complications seraient d'une part les douleurs dorsales ou lombaires, surtout à l'âge adulte, cependant finalement peut-être pas plus fréquentes que dans la population non scoliotique ⁽¹⁹⁾, et d'autre part les conséquences de la déformation thoracique qui peut, mais au-delà de 80° seulement, mener, éventuellement, à une insuffisance respiratoire et à des complications cardio-vasculaires ⁽²⁰⁾.

Seules les courbes de plus de 30° s'aggravent légèrement après la fin de la croissance ⁽¹⁵⁾.

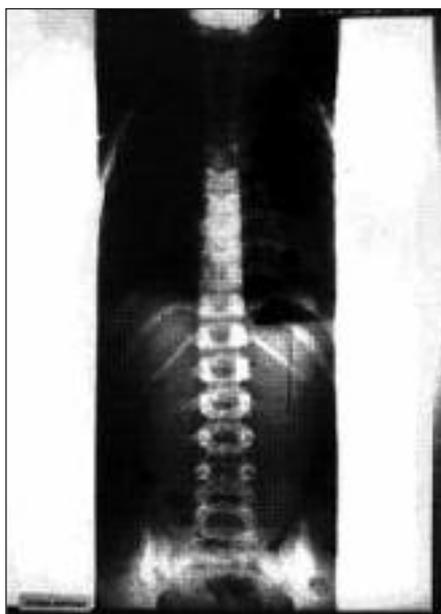
Le risque principal est en fait esthétique, mais même une scoliose assez évoluée peut passer relativement inaperçue. à cet égard, on peut se demander si les traitements actuellement proposés, avec leurs énormes contraintes des années durant, pour de bien faibles résultats, sont bien adaptés à la maladie.

1.3 / Intérêts de la radiographie

La confirmation du diagnostic est radiologique, sur des clichés englobant tout le rachis, de face debout, plus éventuellement de face couché, cette dernière incidence éliminant une éventuelle simple attitude scoliotique ^(5, 12). On mesure ainsi l'inclinaison latérale selon la méthode de Cobb, qui a une marge d'erreur de 5°.

La rotation est mesurée par la position soit des pédicules, soit des épineuses. Un profil permet d'évaluer l'extension des vertèbres dorsales. En pratique, ces deux paramètres sont rarement mentionnés sur les comptes-rendus radiographiques, même quand ils sont demandés...

Pour le pronostic, l'âge osseux est souvent mesuré selon la méthode *Risser* ⁽¹⁴⁾, dont l'intérêt est contesté par de nombreux auteurs qui préfèrent l'âge chronologique: en



» » Cliché n° 2: 21 mai 1997 (2 mois après) / Scoliose 2° après myothérapie seule



France les radiologues ne mentionnent de toute façon que rarement le Risser.

La radiographie permet de suivre l'évolution par des clichés à 3 ou 6 mois d'intervalle, et de poser les indications thérapeutiques éventuelles.

1.4 / Evolution naturelle & pronostic

Pour les scolioses de faible amplitude, ne rien faire, tout en surveillant, n'est pas une mauvaise solution: les courbures initiales de moins de 10° s'aggravent rarement; mais les courbures de 10 à 20° s'aggravent dans 10 à 30 % des cas. Et les SI de plus de 20° s'aggravent dans 50 à 80 % des cas. Au-delà de 30°, il y aura aggravation quasi systématique^(11, 15). Le taux d'améliorations (redressements) spontanées n'est que de 10 %, et ne concerne que les SI de moins de 15°, si elles sont diagnostiquées en période pré-pubertaire !

L'âge du patient et sa croissance influent aussi le pronostic: à Risser 0, soit grosso modo avant l'âge de 10 ans, le risque d'aggravation d'une scoliose, même de faible amplitude, serait de 60 % en moyenne (plus, ou moins, selon l'angle).

1.5 / Traitements classiques

Tant que l'on n'aura pas découvert l'étiologie de la scoliose, les traitements, quels qu'ils soient, ne seront que palliatifs et symptomatiques, aucun ne guérira la scoliose elle-même. Les traitements actuels sont extrêmement contraignants et agressifs.

1 - Les corsets rendent la vie difficile aux enfants et aux adolescents pendant des années et leur nombre de formes différentes, auquel s'ajoutent les plâtres, montre qu'il n'y a pas de consensus à ce sujet.

Le but du corset n'est pas de diminuer la scoliose mais simplement d'éviter une aggravation de plus de 5 à 10°. En pratique le résultat du port du corset ne diffère de l'évolution naturelle que s'il est porté 23 heures sur 24 (ce qui est bien rarement fait)^(8, 15).

Un corset ne devrait être proposé qu'en cas de scoliose évolutive de plus de 25 à 40° (20° selon certains auteurs: ici aussi il y a un manque flagrant de consensus)⁽¹⁾.

De nombreux corsets sont donc prescrits abusivement et leur effet apparent éventuel ne serait dû qu'à l'histoire naturelle de la scoliose...

On estime que 30 % des patients abandonnent le corset ou le portent mal, ce qu'ils n'osent que rarement avouer au thérapeute: ce pourcentage est donc certainement sous-estimé, et les effets du corset surestimés. Au total, plus de 60 % (!) des malades sous corset s'aggravent, ce qui ne représenterait pas de différence significative avec l'évolution spontanée sans traitement: 1 patient sur 3 (!) aurait tôt ou tard une indication chirurgicale, malgré le traitement orthopédique.

2 - La kinésithérapie classique peine à ralentir notablement l'évolution d'une scoliose évolutive. La multitude de techniques proposées montre qu'il n'y a pas non plus consensus sur la méthode à employer⁽⁶⁾.

3 - La chirurgie n'est envisageable qu'au-delà de 40 à 50°. Le rapport avantages/ inconvénients pour le moins limite de cette approche la rend très discutable⁽²¹⁾. Alors que son intérêt reste purement esthétique, les complications potentielles sont innombrables, graves, et fréquentes. L'arthrodèse n'empêche en effet pas toujours l'évolution des déformations. Il y aurait 10 % d'infections post-opératoires et 17 % des malades seraient réopérés. Pseudarthroses, fractures, et séquelles neurologiques, sont les autres complications possibles des arthrodèses.

Plus de 75 % des malades opérés par tige de Harrington présenteraient par la suite des lombalgies, et plus de 60 % des douleurs du dos. Chez l'adulte, l'arthrodèse augmente le risque d'arthralgies multiples.

Nous voudrions montrer ici qu'il peut y avoir une façon non traumatisante et efficace d'aborder cette pathologie, approche s'appuyant sur une hypothèse étiologique concordant avec toutes les données actuelles publiées sur les scolioses idiopathiques, et qui permet non seulement de stopper l'évolution de la scoliose dite idiopathique, mais aussi de la redresser dans la plupart des cas.

— 2 / ÉTUDE SUR 67 CAS —

2.1 / Méthode

20 médecins généralistes, 3 médecins spécialistes en rééducation, 1 pédiatre, et 13 kinésithérapeutes, ont traité, par Brachy-Myothérapie seule, 67 enfants et adolescents avant fin de croissance, ayant une scoliose avec angle de Cobb compris entre 11° et 62°.

Nous avons présenté la Brachy-Myothérapie dans le n° 36 de Profession Kiné (septembre 2012). La Myothérapie permet de traiter manuellement les contractures musculaires et leurs conséquences.

En traitant les contractures post-traumatiques primaires, qui sont en pratique toujours situées au cou ou aux chevilles, les hypertonies de compensation et leurs conséquences (douleurs, déformations) disparaissent, puisque sans objet.

La scoliose nous a semblé être un exemple typique de ce processus. C'est pour ceci que dans la présente étude, seuls les muscles du cou et/ou des chevilles ont été traités: aucun traitement dorsal ni lombaire n'a été fait.

2.2 / Patients

N'ont été traités que des patients sans corset.

Les critères d'inclusion furent les scolioses idiopathiques de plus de 10°, sans corset. Les critères d'exclusion les

attitudes scoliotiques et les scolioses inférieures ou égales à 10° (qui ne sont en fait souvent que des attitudes scoliotiques), les scolioses non idiopathiques (en pratique exceptionnelles), et les scolioses traitées par corset.

- 5 cas avaient un angle de départ supérieur ou égal à 30° (aggravation attendue dans près de 100 % des cas).
- 19 cas avaient un angle de départ compris entre 20 et 29° (aggravation attendue dans les 3/4 des cas).
- Les 43 autres patients avaient un angle entre 11 et 19° (aggravation attendue dans 1/4 des cas seulement, mais redressement spontané exceptionnel).

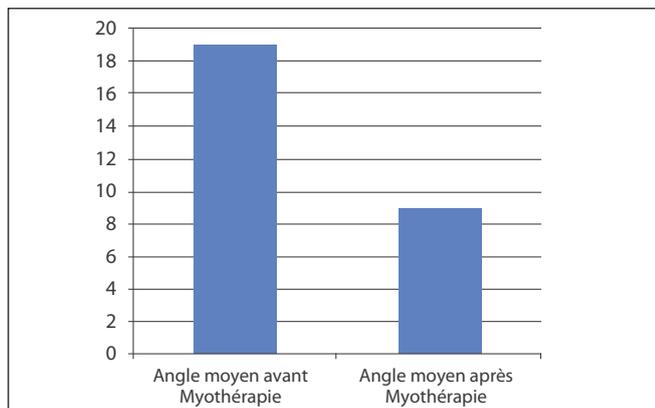
Il y avait 18 garçons et 49 filles.

- 4 cas avaient moins de 10 ans (donc Risser 0, très mauvais pronostic).
- 50 cas avaient entre 10 et 15 ans, période de grande évolutivité.
- 13 cas avaient entre 16 et 18 ans.

Recrutement : tous les patients cités ici ont été soignés en cabinet de ville ou de campagne, aucun en milieu hospitalier. Il s'agit donc ici d'une étude multicentrique ouverte, représentative de ce qui se voit en patientèle de cabinet de ville ou de campagne. Le nombre de thérapeutes ayant participé à l'étude montre la reproductibilité des résultats.

Une évolution spontanée positive est rarissime, nous l'avons vu, aux degrés et aux âges que nous avons inclus dans l'étude. Des résultats positifs suffisent donc à montrer l'efficacité de la méthode étudiée, et tendent à prouver la vraisemblance de l'hypothèse étiologique qui la sous-tend ⁽¹⁶⁾.

Une séance de Brachy-Myothérapie a été faite environ tous les 10 jours. Une moyenne de 14,5 séances a été pratiquée (extrêmes: 2 à 48). Le traitement a été interrompu, sauf avis contraire du patient, à l'arrêt de l'amélioration ou en l'absence de celle-ci et l'évaluation radiologique finale établie à ce moment. Le traitement fut en général assez bref: 1 à 16 mois, en moyenne 6 mois.



» Figure 2 : angles moyens avant et après traitement par Myothérapie.

2.3 / Résultats

Les patients ont été suivis en faisant des téléradiographies, avant traitement puis tous les 2 à 6 mois. Il est à noter que la quasi-totalité des radiologues n'a mentionné que l'angle d'inclinaison, sans degré de rotation, d'angle de cyphose, ni de Risser. Une méta-analyse faite à la demande de la « Scoliosis Research Society », et portant sur 20 publications confirme cependant que le Risser est rarement précisé dans les publications, qui retiennent plutôt l'âge chronologique ⁽¹⁵⁾. La courbe de M^{me} Duval-Beaupère semble donc un substitutif universellement reconnu, valable, et plus réaliste. Elle montre une évolutivité très nettement plus importante entre 10 et 15 ans qu'après ⁽⁶⁾.

94 % des cas se sont redressés, de 8° en moyenne (cf. figure 1 en début d'article).

— 3 / ANALYSE DÉTAILLÉE DES RÉSULTATS —

Le pronostic en fonction de l'angle d'inclinaison n'étant pas le même, puisque les 3/4 des courbes de plus de 20° et près de 100 % de celles de plus de 30° s'aggravent spontanément, contre seulement 1/4 de celles de moins de 20° (lesquelles ne s'améliorent cependant qu'exceptionnellement spontanément), nous distinguerons dans cette étude 3 groupes : les scolioses initialement de plus de 30°, celles de 20 à 30°, et celles de 11 à 19°.

- Dans le premier groupe de 5 scolioses, initialement de 30° à 62° (moyenne 44,5°), au pronostic donc traditionnellement le plus mauvais (aggravation attendue dans tous les cas), le redressement moyen fut de 17° (bien au-delà de la marge d'erreur de mesure de l'angle de Cobb). Aucune aggravation ni même de statu quo ne furent constatés.
- Dans le second groupe de 19 scolioses, initialement de 20 à 29°, au pronostic donc traditionnellement défavorable (aggravation attendue dans 2/3 à 3/4 des cas), le redressement moyen fut de 9° (maximum 23°). Aucune aggravation ne fut constatée, 1 cas est simplement resté stable (ni aggravation, ni amélioration).
- Dans le troisième groupe de 43 scolioses, initialement entre 11 et 19° (aggravation attendue dans 1/4 des cas, statu quo dans les autres), 40 cas se sont redressés, en moyenne de 7° (maximum: 17°). Une seule aggravation sur 43 fut constatée (de 6° seulement en 1 an – ce qui, pour un corset, aurait été considéré comme un bon résultat) et 2 cas sont simplement restés stables: ni aggravation, ni amélioration.

Sur la totalité des 67 cas traités, il n'y eut donc qu'une seule aggravation, 3 effets nuls (ni aggravation, ni amélioration), et 63 effets positifs (94 % des cas), ayant permis un redressement de l'angle, avec un gain moyen de 8° (figure 2), allant jusqu'à 25°. Plus de la moitié des scolioses, 37 sur les 67, étaient redescendues à 10° ou moins (dont une à 0°).

Ceci sans aucun traitement local (c'est-à-dire dorsal et/ou lombaire), ni par Myothérapie, ni par une autre méthode. En moyenne plus la scoliose était avancée au départ, et donc plus le pronostic était mauvais, plus le gain moyen fut important; ce qui est logique si la cause est traitée.

— 4 / DISCUSSION —

• Évolutivité

Malgré les traitements habituellement préconisés, la majorité des SI de plus de 10° a tendance à s'aggraver, avec ou sans traitement, corset ou autre ^(1,15). Les scoliose qui régressent spontanément sont exceptionnelles, et dans ce cas toujours en période pré-pubertaire, jamais pendant ou après la puberté, et ce seulement pour les SI de moins de 15° (critères ne correspondant à aucun enfant du groupe étudié) ⁽¹¹⁾.

Or notre étude montre 94 % de redressements de courbure avec la Brachy-Myothérapie comme seul traitement, en moyenne de 8° (avec un maximum de 25°), pour des scoliose initialement de 11 à 62° (moyenne 19°). Plus de la moitié des cas (tous étaient de plus de 10° au départ), était même redescendue en dessous du seuil de 10°, où seule une surveillance bisannuelle s'impose.

Et plus le pronostic initial était mauvais, meilleurs ont été les résultats de la Myothérapie (figure 1).

• Âge

À Risser 0 le risque est 4 fois plus grand qu'à Risser 3 ou 4, surtout si l'angle est important ⁽¹⁵⁾. En l'absence de Risser, si nous retenons les 4 cas de notre étude âgés de moins de 10 ans (âge moyen 7 ans ¼), d'un angle initial moyen de 19,5°, pronostic donc particulièrement défavorable, l'angle final moyen était de 8,5°. Nous observons

donc un redressement moyen de 11° (maximum 17°), supérieur donc à la moyenne de l'étude.

Comme pour les SI de plus de 30°, c'est là où le pronostic classique est le moins bon, le risque d'évolutivité le plus grand, que la Myothérapie est la plus efficace.

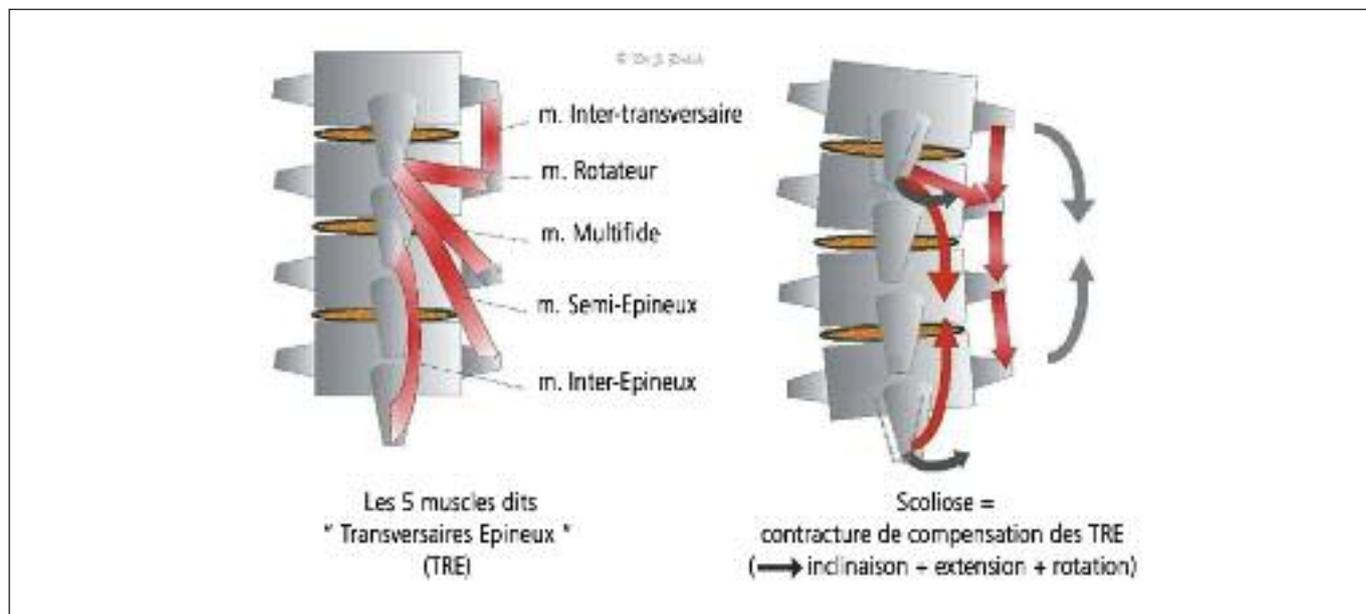
Nous pouvons également rappeler la courbe d'évolutivité de M^{me} Duval-Beaupère: ce diagramme bien connu montre que l'aggravation scoliotique est très nettement plus importante entre 10 et 15 ans qu'après ⁽⁶⁾. Or 50 cas sur les 67 de cette étude (plus de 75%) se situaient dans cette tranche d'âge. Quant aux 13 adolescents âgés de 16 à 18 ans, on ne constate jamais de redressement spontané des scoliose à cet âge. L'âge n'a donc pas eu d'influence sur les résultats de la Brachy-Myothérapie.

Il est à noter par contre que la Myothérapie a été tentée sur un certain nombre d'enfants scoliotiques porteurs de corsets (et pour cette raison non inclus dans l'étude). Ce fut un échec dans la plupart des cas. Le port du corset semble donc empêcher le traitement de fond de la scoliose dite idiopathique.

• Rappel anatomique

Au niveau du rachis dorsal il n'y a aucun muscle antérieur (sauf au niveau des premières vertèbres thoraciques). Tous les muscles sont postérieurs, communément regroupés sous le terme de muscles Transversaires-épineux.

Il s'agit des muscles Intertransversaires, Rotateurs, Multifides, Semi-épineux et Interépineux, tous à insertions uniquement vertébrales. Ces muscles relient les apophyses épineuses entre elles, les apophyses transverses entre elles, et les apophyses épineuses aux apophyses transverses situées plus bas. Leur contraction simultanée unilatérale provoque inclinaison latérale, rotation homolatérale et extension du rachis dorsal – c'est-à-dire exactement la déformation de la scoliose (figure 3).



» » Figure 3: les muscles Transversaires-Épineux et leur contraction unilatérale.

«... Plus de 60% des enfants scoliotiques ont un trouble de l'équilibre avec dysfonctionnement vestibulaire...»



• Hypothèse étiologique

Puisque nous avons pu redresser près de 95% des scoliose idiopathiques, dont certaines très évoluées, sans traitement local aucun, c'est que la cause n'est pas située à l'endroit de la déformation.

Selon certains auteurs, si l'étiologie de la scoliose reste inconnue, on suspecte qu'elle est en rapport avec un trouble de l'équilibre postural, un dysfonctionnement de la proprioception et des réflexes vestibulaires ^(3, 9, 10, 13, 17). Ceci nous semble une des clés de la scoliose et de son traitement.

Plus de 80% des enfants présentant une SI ont un trouble de la proprioception et un dysfonctionnement des réflexes oculomoteurs.

Et plus de 60% ont un trouble de l'équilibre avec dysfonctionnement vestibulaire. Or la position de la tête est en rapport avec le système vestibulo-labyrinthique, qui contrôle toute la musculature tonique posturale.

En d'autres termes, l'horizontalité des oreilles est nécessaire aux réflexes d'équilibration, tout comme l'horizontalité moyenne du regard.

Il suffit de regarder un animal qui court: quelle que soit par ailleurs la position du reste du corps, les oreilles restent au même niveau, et la position de la tête est celle de l'horizontalité du regard. La conservation de ces deux facteurs semble prioritaire.

Or l'on constate chez 60% des scoliotiques une position asymétrique du crâne sur le rachis, qui ne peut être due qu'à une contracture persistante d'origine traumatique récente ou ancienne: traction obstétricale excessive, chute sur le crâne, traumatisme crânien plus ou moins important, etc. Ces asymétries de tonus des muscles du cou, provoquant ces défauts de position de la tête, vont obliger le sujet

pour se rééquilibrer à infléchir son rachis, au niveau cervical, dorsal, ou lombaire.

En d'autres termes, une contracture post-traumatique persistante cervicale, si elle est latérale, génère une position anormale de la tête qui devra être compensée par une tension musculaire controlatérale permanente, qui visera à l'équilibrer pour maintenir l'horizontalité naturelle des oreilles: l'enfant « donne priorité » au labyrinthe par rapport au rachis.

Cette tension de compensation controlatérale peut être située au même niveau cervical, ou être sous-jacente à la tension cervicale initiale.

Dans ce dernier cas des tensions cervicales anormales provoquent des hypertonies de compensation latérale au niveau dorsal, et puisqu'au niveau dorsal il n'y a pas de muscles rachidiens antérieurs, mais seulement des muscles latéraux et postérieurs, les Transversaires-épineux, leur tension de compensation se fera dans leur résultante: inclinaison latérale, rotation homolatérale, et extension.

Les études d'électromyographie de surface montrent habituellement chez le scoliotique une asymétrie du tonus musculaire rachidien local ^(4, 7, 18, 22, 23). Et cette hypertonie persistante, s'opposant comme la corde d'un arc à la croissance rachidienne pubertaire, expliquera l'aggravation communément constatée lors des poussées de croissance.

Enfin des courbures lombaires de compensation permettront de rétablir l'axe vertical tête-bassin-pieds. La scoliose serait donc une inclinaison rachidienne secondaire, ayant pour but de conserver les repères crâniens vestibulaires nécessaires à l'équilibre, c'est-à-dire l'horizontalité des oreilles. Cette inclinaison se fait en torsion à cause de l'orientation des muscles effecteurs.

La cause première se trouve à distance de la scoliose: les contractures post-traumatiques persistantes de muscles du cou. Traiter celles-ci rend la compensation inutile, d'où redressement de la scoliose. Pour confirmer cette hypothèse, seuls ces muscles ont été traités dans l'étude présentée, sans le moindre traitement local. Les résultats obtenus tendent à confirmer notre théorie.

— CONCLUSION —

C'est en premier lieu une question de bon sens: comment pourrait-on tordre une colonne sans y appliquer une certaine force? Et qu'est-ce qui pourrait appliquer cette force et la maintenir, hormis des muscles, contractés en permanence unilatéralement? Il n'y a donc que le fonctionnement déséquilibré du système musculaire qui puisse provoquer une scoliose: quoi d'autre pourrait bien en être la cause?

Des contractures des muscles spinaux, retrouvées cliniquement et confirmées par mesures électro-myographiques, expliquent parfaitement la scoliose idiopathique. Mais une observation plus poussée montre qu'elles ne sont que la compensation dorsale de tensions musculaires anormales situées au cou.



Ces contractures musculaires primaires, d'origine traumatique plus ou moins ancienne, ont pour conséquence un dysfonctionnement vestibulaire par non-horizontnalité des oreilles, cause potentielle de troubles de l'équilibre, que l'organisme s'efforce de compenser par une inclinaison rachidienne opposée.

La thérapie manuelle par Brachy-Myothérapie ne s'adresse qu'à la cause première, sans aucun traitement local, contrairement aux thérapies habituelles, décevantes, toujours locales et ne visant au mieux qu'à freiner l'aggravation de la scoliose. La Myothérapie permet presque toujours de redresser la scoliose idiopathique de l'enfant ou de l'adolescent (dans 94 % des cas, de 8° en moyenne), de façon simple et relativement rapide (6 mois en moyenne), ce qui tend à confirmer notre hypothèse, qui concorde par ailleurs avec les diverses observations publiées jusqu'à présent sur les scolioses dites idiopathiques.

En savoir plus ...
www.brachy-myotherapie.com

— CONTACT —

Polak Formations & Recherche
90 Rue des 36 Ponts
F-31400 Toulouse
France
dr.j.polak@gmail.com

— RÉFÉRENCES —

1. ASHER & BURTON
Adolescent Idiopathic Scoliosis: natural history and long-term treatment effects ; *Scoliosis* 1:2 doi:10.1186/17487161-1-2, 2006
2. BAGNAL
Using a synthesis of the research literature related to the aetiology of Adolescent Idiopathic Scoliosis ; *Scoliosis* 3:5 doi:10.1186/1748-71613-5, 2008
3. BEAULIEU M. ET AL.
Postural imbalance in non-treated adolescent idiopathic scoliosis at different periods of progression ; *Eur Spine J* 18:38-44, 2009
4. CASSIDY ET AL.
The role of paraspinal muscles in the pathogenesis of idiopathic scoliosis ; *The Journal of the CCA* 31-4, 1987
5. DIARD ET COLL.
Imagerie des scolioses de l'enfant et de l'adolescent ; *J Radiol* 83;1117-1139, 2002
6. DUVAL-BEAUPÈRE & LAMIREAU
Scoliosis at less than 30 degrees. Properties of the evolutivity (risk of progression) *Spine (Phila Pa 1976)* ;10(5):421-4, 1985
7. FIDLER & JOWETT
Muscle imbalance in the aetiology of scoliosis ; *J Bone Surg* 87-B, 2, 1976
8. LENSSINCK ET AL.
Effect of bracing and other conservative interventions in the treatment of Idiopathic Scoliosis in adolescents ; *Physical Therapy* Vol.85 n°12, 2005
9. LAMANTIA ET AL.
A retrospective study of thirty-six cases of vestibular hypofunction in adolescents with idiopathic scoliosis ; *Scoliosis*, 2 (Suppl 1):S37, 2007
10. LAMBERT ET AL.
Vestibular Asymmetry as the Cause of Idiopathic Scoliosis ; *The Journal of*

Neuroscience, 29(40):12477-12483

• 12477, 2009

11. LONSTEIN JE & CARLSON JM

The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth, in : *J. Bone Joint Surg. Am.* 66:1061-1071, 1984

12. MALFAIR ET AL.

Radiographic Evaluation of Scoliosis: Review ; *AJR* 194, 2010

13. MANZONI & MIELE

Vestibular mechanisms involved in idiopathic scoliosis ; *Arch Ital Biol.*;140(1):67-80, 2002

14. RISSER J.

The Iliac Apophysis: An Invaluable Sign in the Management of Scoliosis ; *Clin Orthop Relat Res.* 11, 1958

15. ROWE ET AL.

A Meta-Analysis of the Efficacy of Non-Operative Treatments for Idiopathic Scoliosis ; *J Bone Surg* 79-A 5, 1997

16. SCHWARTZ, FLAMANT, LELLOUCH

L'essai thérapeutique chez l'homme; Flammarion, 1995

17. SIMONEAU ET COLL.

Evidence for cognitive vestibular integration impairment in Idiopathic Scoliosis patients ; *BMC Neurosciences* 10:102 doi: 10.1186/1471-2202-10-102, 2009

18. VELDTHUIZEN, WEVER, WEBB

The aetiology of idiopathic scoliosis: biomechanical and neuromuscular factors ; *Eur Spine J* 9 :178-184, 2000

19. WEINSTEIN S. ET AL.

Health and Function of patients with untreated Idiopathic Scoliosis ; A 50 Year Natural History Study, in : *JAMA* vol. 289 n°5 599, 2003

20. WEINSTEIN

The Natural History Of Scoliosis In The Skeletally Mature Patient ; *The Iowa Orthopaedic Journal*, 1986

21. WEISS ET AL.

Adolescent Idiopathic Scoliosis -to operate or not ? ; *Patient Safety in Surgery* 2:25 doi:10.1186/1754-9493-2-25, 2008

22. ZETTERBERG ET AL.

Electromyography of the paravertebral muscles in idiopathic scoliosis ; *Acta Orthop Scand* 55, 304-309, 1984

23. ZUK T.

The role of spinal and abdominal muscles in the pathogenesis of scoliosis ; *J Bone Surg* 44-B 1, 1962

