

## 9. LA RÉÉDUCATION DES LOMBALGIQUES CHRONIQUES

*Serge Poiraudeau*

Les méthodes et techniques kinésithérapiques utilisées chez le lombalgique sont nombreuses. Leurs objectifs sont schématiquement la recherche d'une action antalgique à court terme, le développement des capacités d'autosédation, le renforcement de la musculature abdomino-lombaire, la rééducation de la mobilité lombaire et pelvi-fémorale, l'amélioration de la proprioceptivité lombopelvienne, l'amélioration de la condition physique générale. Des études de plus en plus nombreuses, répondant aux critères de validité et d'applicabilité des essais thérapeutiques généralement recommandés sont utilisables pour évaluer l'efficacité clinique de la rééducation. Pour les écoles du dos, la majorité des essais sont négatifs. Les programmes d'exercices en extension et en flexion donnent des résultats généralement positifs à court terme ne semblant pas se maintenir à long terme, il n'y a pas de différence selon la méthode. Les programmes de restauration fonctionnelle donnent des résultats à long terme en particulier sur la réintégration socio-professionnelle.

La rééducation comprend un ensemble de thérapeutiques telles que la kinésithérapie, l'ergothérapie, des traitements physiques (orthèse, tractions, physiothérapie antalgique). La masso-kinésithérapie résume le plus souvent la rééducation du lombalgique et la lombalgie chronique représente 30% des prescriptions de kinésithérapie en France.

Trois types de questions méritent d'être posées : quels objectifs souhaite-t-on atteindre avec ce traitement ? Quelles sont les principales techniques et méthodes à la disposition du prescripteur ? Quelle est l'efficacité clinique de ces méthodes ?

# 1 / EFFETS RECHERCHÉS

## 1.1 Effet antalgique

Il repose sur le massage, la physiothérapie et les mobilisations passives.

**Le massage** : s'il est agréablement perçu et vécu par le patient, le massage est directement lié à la technicité du thérapeute et aucun effet durable même de quelques semaines n'a pu être démontré<sup>(56)</sup>. Toutefois, cette technique constitue souvent le premier temps d'une séance de masso-kinésithérapie, facilitant la relation entre le thérapeute et son patient.

**La physiothérapie** : ces traitements par agents physiques délivrent de l'énergie à visée antalgique et anti-inflammatoire. Les modalités techniques sont nombreuses, les plus simples étant les applications locales de chaud (thermothérapie) ou de froid (cryothérapie). Les rayonnements sont également utilisés, le plus ancien est l'infrarouge, le plus récent le laser. Diverses modalités de courant électrique sont également utilisées : le courant galvanique (courant continu) et l'ionophorèse ; les courants de basse et de moyenne fréquences, de haute fréquence avec les ondes courtes, les ondes ultracourtes ou ondes centimétriques; l'électrostimulation nerveuse transcutanée et l'électrostimulation nerveuse per cutanée. Enfin les ultrasons sont également utilisés.

Il y a peu d'évaluation des différents procédés de physiothérapie. Le réchauffement local n'a jamais fait la preuve du caractère durable de son efficacité. Les ultrasons n'ont jamais été démontrés supérieurs au placebo<sup>(34,61,62)</sup>. L'électrostimulation nerveuse transcutanée est le procédé qui a été le plus évalué. Il n'y a jamais d'effet supérieur à celui du placebo<sup>(11,15,23,37,44)</sup>. L'électrostimulation nerveuse per cutanée n'a fait l'objet que d'une seule étude, montrant un effet supérieur, à court terme, dans le groupe traité par rapport au groupe placebo<sup>(17)</sup>.

Enfin, **les mobilisations passives** utilisent l'effet antalgique des différentes méthodes d'étirement dans le sens de la non douleur. Aucune étude contrôlée n'a validé leur efficacité dans la lombalgie chronique.

## 1.2 Amélioration de la gestion de sa douleur par le patient

Ceci est rarement envisagé dans les critères d'évaluation. Plusieurs méthodes abordent ce problème, notamment les écoles du dos modèle canadien et les programmes de réentraînement à l'effort. Cet objectif semble s'imposer de plus en plus dans les programmes de rééducation développés chez les lombalgiques<sup>(3,22,53,74)</sup>. Un questionnaire évaluant les croyances et les peurs des patients concernant leur rachis lombaire a même été développé récemment<sup>(75)</sup> et est utilisé dans l'évaluation des programmes de restauration fonctionnelle<sup>(43)</sup>. L'intensité de la douleur n'est pas corrélée au score de cet indice contrairement au déficit de force musculaire des extenseurs du rachis<sup>(2)</sup>, soulignant le poids des facteurs psychologiques dans le retentissement sur les déficiences des lombalgiques.

## 1.3 Amélioration des performances musculaires du lombalgique

La force musculaire des extenseurs du rachis, à un moindre degré des fléchisseurs, est diminuée chez les lombalgiques<sup>(6,41,63)</sup>. En effet, une atrophie musculaire et une involution graisseuse de la musculature dans les gouttières vertébrales para-épineuses ont été observées chez les lombalgiques chroniques sur des examens tomodensitométriques. Cette insuffisance musculaire se manifeste autant par un déficit d'endurance que par un déficit de force. Elle doit être interprétée en fonction des efforts et des postures demandés au cours des activités physiques quotidiennes. La force des groupes musculaires lombo-abdominaux peut être augmentée chez les lombalgiques, avec des programmes d'exercices se déroulant sur des périodes de 3 à 4 mois minimum<sup>(18,52,57)</sup>.

L'amélioration des performances musculaires semble s'accompagner d'une réduction de la lombalgie et d'une amélioration des capacités fonctionnelles. Il est difficile de dire si les résultats sont liés au renforcement musculaire proprement dit ou à l'amélioration de la condition physique générale par le programme d'activité physique<sup>(7,54,59)</sup>. Enfin, il semble utile d'inclure la musculature pelvi-fémorale dans le programme<sup>(28,66)</sup>.

### **1.4 Amélioration de la mobilité lombo-pelvienne**

Il est possible d'améliorer la mobilité lombaire chez les lombalgiques<sup>(59,48,49,50)</sup>. Il n'y a pas d'argument, aujourd'hui, pour penser que ce gain de mobilité s'accompagne de l'amélioration de la lombalgie. La limitation de la mobilité des hanches par coxopathie ou rétraction musculotendineuse semble être fréquemment associée aux lombalgies<sup>(51,67)</sup>. L'assouplissement de l'étage sous pelvien est souhaitable, notamment des muscles ischio-jambiers et droits antérieurs<sup>(28,66)</sup>.

### **1.5 Amélioration de la proprioceptivité lombo-pelvienne**

Le dispositif proprioceptif capsulo-ligamentaire musculaire est particulièrement riche au niveau du rachis lombaire<sup>(4,24)</sup>. Il n'existe aucun système de mesure de la proprioceptivité lombaire permettant de quantifier une altération de celle-ci chez le lombalgique et à fortiori un gain après rééducation. Il apparaît souhaitable d'intégrer dans la méthode de rééducation les techniques découlant des connaissances neurophysiologiques.

### **1.6 Amélioration de la stabilité des articulations intervertébrales**

La stabilité est probablement assurée par la masse musculaire périrachidienne avec le psoas en avant et les spinaux en arrière, dont la co-contraction exercerait un verrouillage musculaire actif<sup>(55)</sup>. Aucune étude n'a démontré une amélioration de la stabilité après un programme de rééducation, il est toutefois logique de proposer ce type de traitement quand le concept d'instabilité<sup>(27,60)</sup> est tenu pour responsable de la lombalgie.

### **1.7 Modification des courbures**

Cette modification des courbures lombaires, modification de postures supposées pathogènes (hyperlordose, effacement de la courbure lombaire, déviation dans le plan frontal) est un principe présent dans plusieurs programmes de rééducation. Il est possible de modifier une courbure au cours des exercices. L'effet n'est toutefois que transitoire. Il n'existe aucun argument pour penser qu'un programme de rééducation même pendant une longue période soit capable de

modifier durablement la posture lombaire et l'équilibre des courbures rachidiennes<sup>(30,31)</sup>.

### **1.8 Amélioration de la condition physique générale**

Certains programmes et notamment les programmes de reconditionnement à l'effort ont pour but une amélioration de la condition physique générale, c'est-à-dire de la force et de l'endurance musculaire ainsi que de l'adaptation cardio-vasculaire et respiratoire à l'effort.

Il est possible d'améliorer le niveau de la forme physique chez le lombalgique, quel que soit le paramètre d'évaluation retenu. La plupart des études ont montré que cette amélioration s'accompagnait d'une réduction du niveau de la douleur et diminuait la survenue de récurrence<sup>(22,7,59,58)</sup>. Cet objectif est de plus en plus privilégié dans les programmes de rééducation notamment chez les lombalgiques chroniques fortement handicapés.

## **2/ PRINCIPALES MÉTHODES DE RÉÉDUCATION DES LOMBALGIQUES**

### **2.1 Méthode à dominante purement biomécanique**

#### **2.1.1 La rééducation en cyphose (en flexion lombaire)**

C'est le premier programme structuré qui ait été proposé par Williams en 1937, pour la rééducation du lombalgique. L'objectif était alors de soulager par des exercices en flexion lombaire la partie postérieure du disque intervertébral et des articulaires postérieures et de reporter les pressions en avant.

Les exercices clefs de ce programme reposent sur l'utilisation de la posture en cyphose avec renforcement isométrique des muscles abdominaux. Des exercices plus dynamiques des membres inférieurs ont été ajoutés secondairement. Enfin, suite aux travaux de Barterlink<sup>(5)</sup> le travail des muscles larges de l'abdomen (transverse et oblique) s'y est rajouté.

#### **2.1.2 La rééducation en lordose (en extension lombaire)**

Elle a été décrite par Cyriax<sup>(9)</sup>. Elle repose sur un concept biomécanique inverse de celui de la méthode de Williams. L'extension lombaire maintiendrait la substance nucléaire au centre du disque en fermant l'espace

inter-corporel postérieur, lieu des conflits à l'origine des douleurs. Cette rééducation en lordose, longtemps marginalisée, est le plus souvent réservée au traitement fonctionnel des fractures-tassements des corps vertébraux. Elle a été réactualisée dans les années 80 par les programmes dit de Mackenzie<sup>(40)</sup>, pour lequel le concept étiopathogénique n'est plus discal. En effet la lombalgie est attribuée à un étirement anormal des structures musculoaponévrotiques postérieures, soit parce qu'elles sont trop courtes par rapport à l'étirement demandé, soit parce qu'elles sont rétractées, adhérentes à la suite de lésions traumatiques, ou micro-traumatiques. Le programme comporte des exercices visant à améliorer la maîtrise de la lordose lombaire, des conseils pour les postures quotidiennes.

### **2.1.3 Le verrouillage lombaire en position intermédiaire**

Il a été décrit par Troisier et propose d'exclure les positions "extrêmes" de la plupart des postures et de l'activité gestuelle de la vie courante. Pour cet auteur les douleurs lombaires résulteraient d'un mécanisme de tension ligamentaire et de pression discale dans ces positions<sup>(70,71)</sup>. Le principe repose sur la perception de la position intermédiaire puis de sa maîtrise avec apprentissage de la contraction synergique des muscles antérieurs et postérieurs pour immobiliser volontairement le segment lombaire dans un véritable corset musculaire. Ces exercices devront ensuite être automatisés au cours des diverses positions et tâches de la vie quotidienne. Cette technique est la base de l'économie lombaire et de l'apprentissage des manutentions de charge dans le cadre de la prévention de la lombalgie en milieu professionnel.

### **2.1.4 La rééducation proprioceptive lombo-pelvienne**

Elle est également appelée rééducation différenciée, reprogrammation sensori-motrice lombaire ou ajustement proprioceptif lombo-pelvien. Il s'agit de l'utilisation au rachis lombaire des principes de rééducation proprioceptive utilisée pour les articulations des membres et des méthodes de facilitation musculaire par la proprioception. La musculature de la colonne lombo-pelvienne est sollicitée par des exercices variés, de façon à développer des automatismes d'activité réflexe posturale. Le premier temps développe la perception et la maîtrise du positionnement lombo-pelvien. Les exercices stimulent ensuite les propriétés d'anticipation de la contraction musculaire principalement au travers de réaction d'équilibre<sup>(4,24,12)</sup>. Les exercices font appel aux propriétés de vigilance et d'ajustement multi-directionnel de la musculature.

### **2.1.5 La balnéothérapie**

Elle conjugue l'effet portant de l'immersion dans l'eau, qui se manifeste, lorsque celle-ci a lieu au moins jusqu'aux épaules, aux effets de confort et de sédation apportés par la chaleur<sup>(35)</sup>. Il n'y a pas de programme spécifique d'exercice, un protocole en cyphose, en lordose ou en position intermédiaire pouvant être utilisé. Elle permet de débiter plus tôt la rééducation, même chez les patients très douloureux.

### **2.1.6 Le stretching**

C'est une modalité de plus en plus souvent incluse dans le traitement des lombalgiques. Le principe est de mettre en tension progressivement des groupes musculaires supposés rétractés ou trop court, notamment les muscles spinaux lombaires, les extenseurs et les fléchisseurs de hanches<sup>(33,69)</sup>. Une notion importante est la position lombo-pelvienne qui habituellement aggrave ou soulage la lombalgie.

## **2.2 Méthodologies guidées par une prise en charge plus globale**

Ces méthodes ne peuvent être effectuées que dans des structures collectives, avec hospitalisation interne ou externe.

### **2.2.1 Les écoles du dos**

Elles ont été développées dans un but de prévention primaire mais surtout secondaire dans la lombalgie. Ces structures se sont développées à partir de 1969, notamment avec l'école suédoise<sup>(25,26,76)</sup>. Ce principe s'est ensuite étendu au Canada<sup>(20)</sup> et aux États-Unis<sup>(45)</sup>. Les trois grands courants ont été repris dans de très nombreuses et diverses variantes.

Malgré la diversité des programmes proposés le principe repose toujours sur la même notion d'enseignement didactique voir parfois scolaire, avec des informations théoriques et pratiques. Le patient doit apprendre à mieux "connaître son dos" et "mieux faire avec" l'enseignement est réalisé par une équipe médicale et paramédicale à un petit groupe de sujet, en moyenne 5 à 6, d'une partie théorique de notions élémentaires d'anatomie, de physiologie, voir de biomécanique et d'étiopathogénie du rachis lombaire et d'une partie pratique avec apprentissage de postures pour la vie quotidienne, d'exercices simples et des éléments d'économie lombaire. Des techniques de thérapie comportementale ont été associées dans certains programmes<sup>(3,53,20)</sup>.

### 2.2.2 *Le reconditionnement à l'effort*

Ces programmes reposent sur la notion de déconditionnement à l'effort chez le lombalgique chronique, syndrome qui ne serait pas seulement l'expression de la douleur mais aussi celui d'une insuffisance ou d'une inhibition de la musculature abdomino-lombaire, la crainte de voir apparaître un nouvel épisode douloureux, au cours d'un effort ou d'un exercice (cinésiophobie). Ceci aboutit à un cercle vicieux d'inactivité duquel le patient ne peut plus sortir. Le principe est de faire réaliser une activité physique contrôlée conduisant à la reprise des efforts.

Ce type de programme ne relève pas de la pratique quotidienne. Il est défini à partir d'une évaluation des aptitudes à l'effort cardio-respiratoire et musculaire, et une progression est établie pour retrouver, au minimum, le niveau de forme antérieure, sans toutefois déclencher une limitation douloureuse infranchissable. L'arrêt des exercices se fait quand le programme est réalisé et non quand une douleur apparaît. La durée des programmes varie de 3 à 6 semaines avec 5 à 6 heures d'exercices par jour. Plus récemment, des programmes plus "légers" (12 à 15 séances de 2 heures réparties sur 3 mois et assorties d'un autoprogramme) ont été proposés dans la lombalgie chronique (> 3 mois) ou en voie de chronicisation (entre 6 semaines et 3 mois d'évolution)<sup>(75)</sup>. Ces programmes sont principalement destinés à faciliter la reprise du travail, en particulier chez les travailleurs de force<sup>(7,58,46,47)</sup>.

## 3/ EFFET DES TRAITEMENTS PHYSIQUES DANS LA LOMBALGIE

Plus d'une trentaine d'essais contrôlés, randomisés ont été publiés, 40 % concernent des programmes d'exercices, 60 % des programmes d'école du dos ou des programmes de restauration fonctionnelle.

### 3.1 *Programmes d'exercices*

En ce qui concerne les programmes d'exercices, la plupart ont montré un effet favorable de la prise en charge en médecine physique, notamment sur l'intensité des douleurs, à court<sup>(11,21,32,42)</sup> moyen<sup>(21)</sup> et long termes<sup>(21,79)</sup>, sur le handicap fonctionnel à court et moyen termes<sup>(42)</sup> et aussi à plus long terme<sup>(42,8,68)</sup>, sur l'amélioration de la mobilité rachi-

dienne, à court et long termes, et sur l'amélioration de la force musculaire à court, moyen et long termes. Enfin, il existe également une diminution de la consommation d'antalgiques<sup>(42,8)</sup>, une diminution de la durée des arrêts de travail<sup>(65)</sup>, une diminution du nombre de rechutes douloureuses<sup>(19,68)</sup>. Il ne semble pas exister un programme d'exercices supérieur à un autre, les principaux essais ayant comparé des exercices en flexion, des exercices en extension, et un placebo.

Les essais avec évaluation à plusieurs années montrent clairement une dégradation de l'amélioration obtenue à moyen et long termes<sup>(65,8)</sup>. Il semble que 64% des patients continuent seul un programme d'exercices après trois mois<sup>(11,13)</sup>, 32% après un an<sup>(14,30)</sup>, et seulement 20% après trois ans<sup>(8)</sup>. La compliance est dépendante des qualités pédagogiques du prescripteur et du kinésithérapeute. Il semble apparaître que les sujets qui ont continué régulièrement la pratique d'exercices ont été améliorés<sup>(42,19)</sup>. Il est donc logique de prescrire un programme d'auto-rééducation et de persuader le patient de l'importance de celui-ci.

### 3.2 *Les écoles du dos*

Si certaines études ont montré des améliorations de la douleur à court et à moyen termes, une amélioration du handicap à court terme, une amélioration de la mobilité et de la force musculaire à court terme, et une diminution de la durée des arrêts de travail, les résultats à long terme sont, pour la plupart, négatifs, et les études méthodologiquement le mieux réalisées ne montrent aucun effet en terme de prévention primaire, secondaire ou tertiaire<sup>(10)</sup>. Il ne semble donc pas exister aujourd'hui suffisamment de preuve pour généraliser le principe de l'école du dos dans le traitement de la lombalgie chronique<sup>(72)</sup>.

### 3.3 *Les programmes de reconditionnement à l'effort*

Dans la majorité des essais publiés un effet favorable est rapporté<sup>(22,40,1,16,29,38,39)</sup>. Il s'agit d'un retour au travail plus rapide<sup>(22,31,38,73)</sup>, d'une amélioration de la mobilité de la force musculaire<sup>(1,16,29,38)</sup> à 3, 6 mois et 1 an, d'une amélioration de la douleur à court terme, d'une amélioration subjective des capacités physiques du patient à 1 an, de l'évaluation des capacités cardio-vasculaires à 1 an<sup>(29,38)</sup>. Il faut toutefois noter dans la plupart de ces essais, l'absence de groupe contrôle valide. Le rôle de

l'exercice et de l'amélioration des performances musculaires et cardio-respiratoires dans le résultat de cette prise en charge, n'est pas à ce jour clairement déterminé et une étude récente comparant trois modes d'exercices différents suggère que le type de programme proposé influe peu sur le résultat<sup>(45)</sup>.

## 4/ CONCLUSION

Les méthodes de traitement physique et fonctionnel du lombalgique s'orientent aujourd'hui plus vers des techniques visant à une prise en charge globale que vers des méthodes à dominante purement biomécanique.

S'il n'existe pas aujourd'hui d'arguments forts pour permettre de conseiller une prise en charge physique dans les lombalgies aiguës, il n'en est pas de même dans les lombalgies chroniques.

Les programmes associant renforcement musculaire et étirement musculaire, en prise en charge individuelle, ont démontré leur efficacité à court, moyen et long termes.

Les programmes de groupe proposés dans des structures plus lourdes, et notamment le reconditionnement à l'effort proposé aux lombalgiques chroniques lourdement handicapés, semblent permettre plus facilement une reprise des activités socioprofessionnelles et entraînent une amélioration des capacités musculaires et de forme physique générale. L'intérêt de ce type de prise en charge dans la lombalgie subaiguë pour éviter le passage à la chronicité est encore à l'étude. Enfin, il n'existe pas d'argument formel à ce jour, pour penser que les écoles du dos sont une méthode de prévention secondaire ou tertiaire de la lombalgie.

## Références

1. Alaranta H, Rytökoski U, Rissanen A, Talo S, Rönnemaa T, Puukka P et al. Intensive physical and psychosocial training program for patients with chronic low back pain. A controlled clinical trial. *Spine* 1994;19:1339-49.
2. Al-Obaidi SM, Nelson RM, Al-Awadhi S, Al-Shuwaie N. The role of anticipation and fear of pain in the persistence of avoidance behavior in patients with chronic low back pain. *Spine* 2000; 25:1126-31.
3. Altmaier EM, Lehmann TR, Russell DW, Weinstein JN, Feng Kao C. The effectiveness of psychological interventions for the rehabilitation of low back pain. A randomized controlled trial evaluation. *Pain* 1992;49:329-35.
4. Amor B, Heuleu JN, Mery C, Courtillon A. Approche thérapeutique dans la réadaptation des lombalgies chroniques. Essais comparatifs de trois techniques de réadaptation lombaire. *Rev Rhum Mal Ostéoartic* 1979;46:689-96.
5. Bartelink DL. The role of abdominal pressure in relieving the pressure on the intervertebral discs. *J Bone Joint Surg Br* 1957;39:718-25.
6. Beimborn DS, Morrissey MC. A review of the literature related to trunk muscle performance. *Spine* 1988;13:655-60.
7. Cady LD, Bisschoff DP, O'Connell ER, Thomas PC, Allan JH. Strength and fitness and subsequent back injuries in firefighters. *J Occup Med* 1979;21:269-72.
8. Courtillon A, Nys A, Heuleu JN. Essai contrôlé des rééducations lombaires dans la lombalgie chronique. Méthodologie, résultats immédiats et à moyen terme. *Ann Réadapt Méd Phys* 1987; 33:1-20
9. Cyriax J. Manuel de médecine orthopédique : traitement par manipulation, massages et infiltrations. Paris : Masson 1988, Traduit de : textbook of orthopaedic medicine 2<sup>e</sup>ed, 406 p.
10. Daltroy LH, Iversen MD, Larson MG, Lew R, Wright E, Ryan J, Zwerling C, Fossel AH, Liang MH. A controlled trial of an educational program to prevent low back injuries. *N Engl J Med* 1997; 337:322-8.
11. Deyo RA, Walsh NE, Martin DC, Schoenfeld LS, ramamurthy S. A controlled trial of transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (tens) and exercise for chronic low back pain. *N Engl J Med* 1990;322:1627-34.
12. Dolto B. Une nouvelle kinésithérapie. Le corps entre les mains. Paris : herman 1976:360p.
13. Faas A, Chavannes AW, Van Aijk JTM, Gubbels JW. A randomized, placebo-controlled trial of exercise therapy in patient with acute low back pain. *Spine* 1993;18:1388-95.

14. Faas A, Chavannes AW, Van Aaijk JTM, Gubbels JW. A randomized trial of exercise therapy in patients with acute low back pain. Efficacy on sickness absence. *Spine* 1995;20:941-7.
15. Fahrner H. Analgesic low-frequency electrotherapy. *Rheumatology* 1991;14:150-62
16. Frost H, Klaber Moffett JA, Moser JS, Fairbank JCT. Randomised controlled trial for evaluation of fitness programme for patients with chronic low back pain. *Br Med J* 1995;310:151-4.
17. Ghoname EA, Craig WF, White PE, Ahmed HE, Hamza MA, Henderson BN, Gajraj NM, Huber PJ, Gatchel RJ. Percutaneous electrical nerve stimulation for low back pain: a randomized crossover study. *JAMA* 1999; 281:818-23.
18. Graves JE, Pollock ML, Foster D, Leggett SH, Carpenter DM, Vuoso R, Jones A. Effect of training frequency and specificity on isometric lumbar extension strength. *Spine* 1990;15:504-9.
19. Gundewall B, Liljeqvist M, Hansson T. Primary prevention of back symptoms and absence from work. A prospective randomized study among hospital employees. *Spine* 1993;18:587-94.
20. Hall H, Icceton JA. Back school. An overview with specific reference to the Canadian Back Education Units. *Clin Orthop* 1983;179:10-7.
21. Hansen FR, Bendix T, Skov P, Jensen CV, Kristensen JH, Krohn L, Schioler H. Intensive dynamic back muscle exercises conventional physiotherapy or placebo control treatment of low back pain. A randomized observer blind trial. *Spine* 1993;18:98-107.
22. Hazard RG, Fenwick JW, Kalish SM, Redmond J et al. Functional restoration with behavioral support. A one-year prospective study of patients with chronic low back pain. *Spine* 1989;14:157-61.
23. Herman E, Williams R, Stratford P, Fargas-Babjak A, Trott M. A randomized controlled trial of transcutaneous electrical nerve stimulation (Codetron) to determine its benefits in a rehabilitation program for acute occupational low back pain. *Spine* 1994;19:561-8.
24. Heuleu JN, Auge R. La massokinésithérapie dans les lombalgies et lombosciatiques. Paris : *Encycl Méd Chir - Kinésithérapie*, 1979;26294:A10-A20.
25. Hurri H. The swedish back school in chronic low back pain. Part II. Factors predicting the outcome. *Scand J Rehabil Med* 1989;21:41-4.
26. Hurri H. The swedish back school in chronic low back pain. Part I. Benefits. *Scand J Rehabil Med* 1989;21:33-40.
27. Ito M, Tadno S, Kaneda K. A biomechanical definition of spinal instability taking personal and disc differences into account. *Spine* 1993 ; 18:2295-304.
28. Jackson CP, Brown MD. Analysis of current approaches and a practical guide to prescription of exercises. *Clin Orthop* 1983; 179:46-54.
29. Järvikoski A, Mellin G, Estlander AM, Harkapaa K et al. Outcome of two multimodal back treatment programs with and without intensive physical training. *J Spinal Disord* 1993;6:93-8.

30. Keijsers JFEM, Steenbakkens MWHL, Meertens RM, Bouter LM, Kok G. The efficacy of the back school. A randomized trial. *Arthritis Care Res* 1990;3:204-9.
31. Kellett KM, Kellett DA, Nordholm LA. Effects of exercise program on sick leave due to back pain. *Phys Ther* 1991;71:283-93.
32. Kendall PH, Jenkins JM. Exercise for backache. A double blind controlled trial. *Physiotherapy* 1968;54:154-7.
33. Khalil TM, Asfour SS, Martinez LM, Waly SM, Rosomoff RS, Rosomoff HL. Stretching in the rehabilitation of low back pain patients. *Spine* 1992;17:311-7.
34. Klein RG, Eek BC. Low-energy laser treatment and exercise for chronic low back pain. Double-blind controlled trial. *Arch phys Med Rehabil* 1990;71:34-7.
35. Konrad K, Tatrai T, Hunka A, Vereckei, Korondi I. Controlled trial of balneotherapy in treatment of low back pain. *Ann Rheum Dis* 1992;51:820-2.
36. Kvien TK, Nilsen H, Vik P. Education and self-care of patients with low back pain. *Scand J Rheumatol* 1981;10:318-20.
37. Lehmann TR, Russel DW, Spratt KE, Colby H et al. Efficacy of electroacupuncture and TENS in the rehabilitation of chronic low back pain patients. *Pain* 1986;26:277-90.
38. Lindström I, Ohlund C, Eek C, Wallin L, Peterson LE, Nachemson A. Mobility, strength, and fitness after a graded activity program for patients with subacute low back pain. *Spine* 1992; 17:641-9.
39. Lindström I, Ohlund C, Eek C, Wallin L et al. The effect of graded activity on patients with subacute low back pain. A randomized prospective clinical study an operant-conditioning behavioral approach. *Phys Ther* 1992;72:279-93.
40. McKenzie RA. Prophylaxis in recurrent low back pain. *N Z Med J* 1979;89:22-3.
41. Mc Neill T, Warwick D, Andersson G, Schultz A. Trunk strengths in attempted flexion, extension and lateral bending in healthy subjects and patients with low back disorders. *Spine* 1980;5:529-38
42. Manniche C, Lundberg E, Christensen I, Bentzen L, Hesselsoe G. Intensive dynamic back exercises for chronic low back pain : a clinical trial. *Pain* 1991;47:53-63.
43. Mannion AF, Muntener M, Taimela S, Dvorak J. A randomized clinical trial of three active therapies for chronic low back pain. *Spine* 1999; 24:2435-48
44. Marchand S., Charest J, Li J, Chenard JR, Lavignolle B, Laurencelle L. Is TENS purely a placebo effect? A controlled study on chronic low back pain. *Pain* 1993; 54:99-106.
45. Mattmiller AW. The California back school. *Physiotherapy* 1980;66:118-21.
46. Mayer TG, Gatchel RJ, Kishino N, Keeley J, Capra P, Mayer H et al. Subjective assessment of spine function following industrial injury. A prospective study with comparison group and one-year follow up. *Spine* 1985;10:482-93.
47. Mayer TG, Gatchel RJ, Mayer H, Kishino N, Keeley J, Mooney V. A prospective two-year study of functional restoration in industrial low back injury. An objective assessment procedure. *JAMA* 1987;258:1763-7.

44. Mayer T, Tabor J, Bovasso E, Gatchel RJ. Physical progress and residual impairment quantification after functional restoration. Part I. Lumbar mobility. *Spine* 1994;19:389-94.
49. Mellin G, Harkapaa K, Hurri H, Jarvikoski A. A controlled study on the outcome of inpatient and outpatient treatment of low back pain. Part II. Long-term effects on physical measurements. *Scand J Rehabil Med* 1990;22:189-94.
50. Mellin G, Hurri H, Harkapaa K, Jarvikoski A. A controlled study on the outcome of inpatient and outpatient treatment of low back pain. Part II. Effects on physical measurements three months after treatment. *Scand J Rehabil Med* 1989;21:91-5.
51. Mellin G. Correlations of hip mobility with degree of back pain and lumbar spinal mobility in chronic low back pain patients. *Spine* 1988;69:605-9-52
52. Monroe-Keyserling W, Herrin GD, Chaffin DB. Isometric strength testing as a means of controlling medical incidents on renewing jobs. *J occup Med* 1980;22:332-6.
53. Nicholas MK, Wilson PH, Goyen J. Operant-behavioural and cognitive-behavioural treatment for chronic low back pain. *Behav res ther* 1991;29:225-38.
54. Plum P, Rehfeld J. Muscular training for acute and chronic back pain. *Lancet* 1985;February 23:453-4.
55. Rabischong P, Avril J. Rôle biomécanique des poutres composites os-muscles. *Rev Chir Orthop* 1965;51:437-58
56. Revel M, La rééducation dans la lombalgie commune : mise au point, *Rev rhum Ed Fr* 1995 ; 62:37-47.
57. Rissanen A, Kalimo H, Alaranta H. Effect of intensive training on the isometric strength and structure of lumbar muscles in patients with chronic low back pain. *Spine* 1995;20:333-40.
58. Robert JJ, Blide RW, McWhorter K, Coursey C. The effects of a work hardening program on cardiovascular fitness and muscular strength. *Spine* 1995;20:1187-93.
59. Rodriguez AA, Bilkey WJ, Agre JC. Therapeutic exercise in chronic neck and back pain. *Arch Phys Med Rehabil* 1992;73:870-5.
60. Sato H, Kikuchi S. The natural history of radiographic instability of lumbar spine. 1993;18:2075-9. Turner JA, Clancy S, McQuade KJ, Cardenas DD. Effectiveness of behavioral therapy for chronic low back pain. A component analysis. *J Consult Clin Psychol* 1990;58:573-9.
61. Schlaapbach P. Ultrasound. *Rheumatology* 1991;14:163-70.
62. Seichert N. Controlled trials of laser treatment. *Rheumatology* 1991;14:205-17.
63. Smith SS, Mayer TG, Gatchel RJ, Becker TJ. Quantification of lumbar function. Part I. Isometric and multispeed isotonic trunk strength measures in sagittal and axial planes in normal subjects. *Spine* 1985;10:757-64
64. Stankovic R, Johnell O. Conservative treatment of acute low back pain : a prospective randomized trial. McKenzie method of treatment versus patient education in "mini back school ". *Spine* 1990;15:120-3.

65. Stankovic R, Johnell O. Conservative treatment of acute low back pain. A 5-year follow-up study of two methods of treatment. *Spine* 1995;20:469-72.
66. Stokes IA, Abery JM. Influence of the hamstring muscles on lumbar spine curvature in sitting. *Spine* 1980;5:525-8.
67. Thurston AJ. Spinal and pelvic kinematics in osteoarthritis of the hip joint. *Spine* 1985;10:467-71.
68. Timm KE. A randomized-control study of active and passive treatments for chronic low back pain following L5 laminectomy. *JOSPT* 1994;20:276-86.
69. Tollison CD, Kriegel ML. Physical exercise in the treatment of low back pain. Part II. A practical regimen of stretching exercise. *Orthop Rev* 1988; 17:913-23.
70. Troisier O. Pathologie de la position extrême. *Ann Méd phys* 1969;12:27-Waddell G, Newton M, Henderson I, Somerville D, Main CJ. A fear-Avoidance beliefs Questionnaire (FABQ) and the role of fear-avoidance beliefs in chronic low back pain and disability. *Pain* 1993;52:157-58.
71. Troisier O. Vêrouillage segmentaire. In : *Sémiologie et traitement des algies discales et ligamentaires du rachis*. Paris : Masson 1973:447-34.
72. Tulder MW, Esmail R, Bombardier C, Koes BW. Back school for non specific low back pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2000; 2: CD000261.
73. Tulder MW, Malmivaara A, Esmail R, Koes BW. Exercise therapy for Low Back Pain. controlled trials of laser treatment. *Rheumatology* 1991;14:205-17.
74. Turner JA, Clancy S, Mc Quade KJ, Carderas DD. Effectiveness of behavioral therapy for chronic low back pain. A component analysis. *J Consult Clin Psychol* 1990;58:537-9
75. Waddell G, Newton M, Henderson I, Somerville D, Main CJ. A fear-advance beliefs Questionnaire (FABQ) and the role of fear-avoidance beliefs in chronic low back pain and disability. *Pain* 1993;52:157-58
76. Zachrisson Forsell M. The back school. *Spine* 1981;6:1046.

