

REVIEW

# Physical activity and chronic low back pain

EXERCISE IS MEDICINE / PAIN / SPINE / SPORTS RADIOLOGY



## Activité physique et lombalgie chronique

Saubade M<sup>1</sup>, Karatzios C<sup>1,2</sup>, Besson C<sup>1</sup>, Gremion G<sup>1</sup>, Benaim C<sup>1,2</sup>, Norberg IM<sup>2</sup>

<sup>1</sup> □ Centre de Médecine du sport, Swiss Olympic Medical Center, Département de l'appareil locomoteur, Centre Hospitalier Universitaire Vaudois, Lausanne

<sup>2</sup> □ Unité du rachis, Département de l'appareil locomoteur, Division de Médecine physique et réadaptation, Centre Hospitalier Universitaire Vaudois, Lausanne

## Résumé

La lombalgie chronique non spécifique est une pathologie multifactorielle, avec un impact important sur la qualité de vie. L'activité physique constitue un axe principal du traitement, pour améliorer les douleurs et les capacités fonctionnelles grâce à des exercices structurés, mais également pour lutter contre le déconditionnement physique. Il est ainsi fortement conseillé de réaliser des activités physiques de loisir de manière adaptée et régulière. Les activités sportives ne sont pas contre-indiquées mais doivent être pratiquées avec une attention particulière pour ne pas péjorer la symptomatologie. Cet article a pour objectif d'évaluer les effets des différents types d'activités physiques dans la lombalgie chronique non spécifique afin d'aider le praticien à conseiller au mieux ses patients et prescrire une activité physique adaptée, source de plaisir et de bienfaits pour leur santé.

## Abstract

Non-specific chronic low back pain is a multifactorial pathology with a significant impact on quality of life. Physical activity is a major axis of treatment to improve pain and functional capacity through structured exercises, but also to fight against physical deconditioning. It is therefore advised to perform leisure time physical activity regularly and in an adapted way. There is no contraindication to practice sports activities but they should be performed with special attention not to increase the symptoms. This article aims to evaluate the effects of different types of physical activity in chronic low back pain to help the practitioner to advise at best his patients and prescribe appropriate physical activity, source of pleasure and health benefits.

## Introduction

La lombalgie est une douleur ou gêne fonctionnelle de la région lombaire, associée ou non à des irradiations vers les membres inférieurs. On distingue la lombalgie aiguë (<4 semaines), subaiguë (entre 4 et 12 semaines) et chronique (>12 semaines). [1] La grande majorité des lombalgies (85 à 90%) n'ont pas de cause identifiable et sont dites non spécifiques, alors que les lombalgies spécifiques présentent une ou des cause(s) bien identifiées. [2] La lombalgie chronique représente la première cause d'absentéisme au travail et d'invalidité dans nos sociétés industrialisées, avec un impact important sur la qualité de vie. [3] L'enquête Suisse sur la santé 2012 met en évidence que 35% des hommes et 45% des femmes ont souffert de divers problèmes de dos dans les quatre semaines précédant l'enquête. [4]

L'activité physique (AP) est définie comme tout mouvement du corps produit par la contraction des muscles squelettiques entraînant une dépense d'énergie. [5] Cela englobe de nombreux sports et loisirs mais aussi les activités quotidiennes, les programmes d'exercices et les activités professionnelles.

La pratique de l'AP (principalement des exercices adaptés) est reconnue comme stratégie principale de la prise en charge des lombalgies chroniques non spécifiques (LCNS) dans les guidelines internationaux. [6,7] De plus en plus d'études permettent de préciser l'influence de

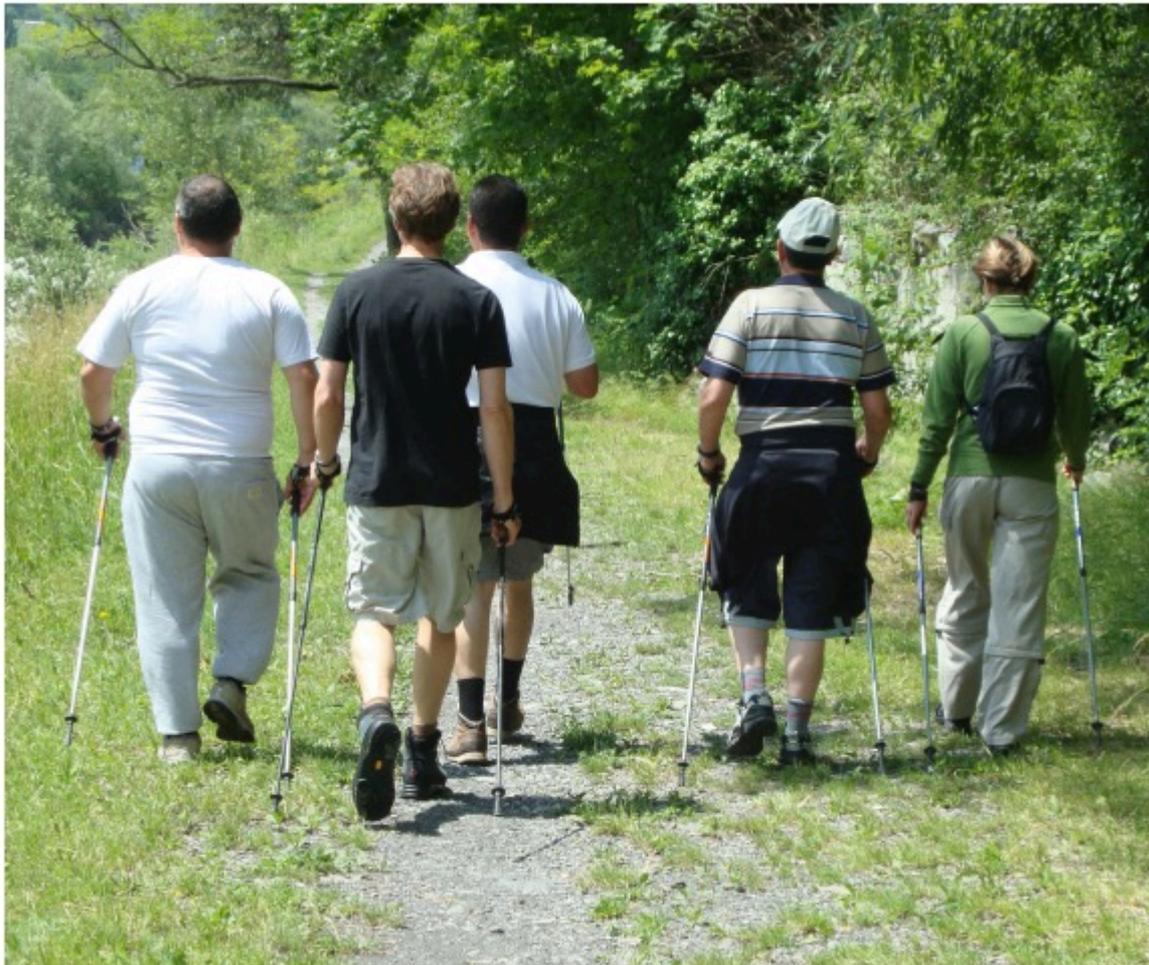
l'AP sur la lombalgie chronique et plus particulièrement sur la LCNS. Cet article a pour but de clarifier l'état actuel des connaissances dans ce domaine.

## Contexte

Environ 60% des patients récupèrent d'une lombalgie aiguë en 6 semaines et jusqu'à 80–90% récupèrent dans les 12 semaines après le début des symptômes. [8] Toutefois, les rechutes sont fréquentes (jusqu'à 70% des cas). [9] La récupération après 12 semaines est lente et incertaine, sous l'influence de multiples facteurs (structuraux, biomécaniques, biochimiques, médicaux et psychosociaux), ce qui rend le traitement souvent difficile, voire inefficace. [10]

L'identification de tous ces facteurs permet au médecin d'adopter une approche globale permettant une plus grande probabilité de succès. Ainsi, une origine strictement mécanique de la LCNS est peu probable. Des études contrôlées ont montré que la corrélation entre les symptômes cliniques et les signes radiologiques de dégénérescence est faible, voire inexistante. [11,12]

Mayer et Gatchel ont étudié les conséquences de l'inactivité de longue durée induite par une douleur musculo-squelettique et ont introduit le terme de « syndrome de déconditionnement ». [13] Celui-ci est caractérisé par une atrophie musculaire avec diminution de la force, une raideur articulaire avec perte de la flexibilité musculaire, une capacité d'adaptation à l'effort diminuée et une incapacité fonctionnelle à réaliser différentes tâches. Le modèle « peur-évitement » de Vlaeyen [14] permet d'expliquer certains comportements d'une personne vis-à-vis de la douleur, et notamment la kinésiophobie, fréquente dans la LCNS, qui correspond à une peur irrationnelle du mouvement, résultant d'un sentiment de vulnérabilité. Ainsi, l'inactivité physique qui en découle rend le retour à un niveau d'activité satisfaisant plus difficile en raison des changements physiologiques assimilés au syndrome de déconditionnement. [15]



De nombreuses activités peuvent être pratiquées dans la lombalgie chronique, comme par exemple le Nordic Walking

Foto zVg

## Rééducation active

La réalisation d'exercices adaptés supervisés par un physiothérapeute a un rôle prépondérant dans le traitement de la LCNS, avec des meilleurs résultats par rapport a un programme non supervisé. [16]

Ces exercices ont plusieurs objectifs. La mobilité articulaire et l'extensibilité musculotendineuse, principalement du tronc et des membres inférieurs, sera améliorée grâce à des étirements réguliers, réalisés de manière classique ou intégrés dans une activité comme le yoga. [17] La force du tronc et le contrôle postural peuvent être améliorés par différentes méthodes comme les exercices de renforcement des extenseurs lombaires et de stabilisation lombaire dynamique. [18] De plus, les activités d'endurances présentent un effet antalgique et améliorent les capacités fonctionnelles et psychologiques dans la LCNS. [19]

Dans les cas de LCNS plus complexes où peu, voire aucune amélioration n'est obtenue par le traitement initial, il est proposé de réaliser une prise en charge interdisciplinaire, hospitalière ou ambulatoire, d'une durée minimale de 3 semaines, et qui se base sur une approche

biopsychosociale. [23] Ce programme de restauration fonctionnelle (RF) permet de lutter contre le syndrome de déconditionnement [20] et peut améliorer la douleur et les capacités fonctionnelles. [21] Enfin, il permet d'améliorer la perception du handicap, de limiter l'évitement de certains mouvements et de reprendre confiance en ses propres capacités. [22] A noter qu'un effet antalgique peut être attendu jusqu'à 9 à 12 mois après l'initiation d'une prise en charge en rééducation active. [23,24]

Bien qu'il y ait assez d'évidences scientifiques pour recommander la réalisation d'exercices, il n'y a pas de consensus concernant le type, la durée, l'intensité ou la fréquence adéquate. Jusqu'à présent, la littérature n'a pas montré la supériorité d'un type d'exercice sur un autre. [1] Le choix des exercices dépend de la préférence du patient et du thérapeute, de la formation du thérapeute, du coût et de la capacité du patient à les réaliser sans danger. [25]

### **Recommandations d'activités physiques**

Il est recommandé aux patients souffrant de LCNS de maintenir ou d'instaurer une activité physique régulière, de faible à moyenne intensité, en tenant compte des plaintes douloureuses et des limitations fonctionnelles. Cela correspond aux recommandations d'AP de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), à savoir au moins 150 minutes d'AP d'intensité modérée ou 75 minutes d'AP d'intensité élevée par semaine, par période d'au moins 10 minutes, en y associant des exercices de renforcement musculaire au moins deux jours par semaine. [26,27] En parallèle, des périodes prolongées de repos durant la journée en position allongée sont déconseillées. Pour illustrer l'effet de l'AP dans la LCNS, un modèle de « courbe en U » est souvent décrit (figure 1). [28, 29] Une prévalence plus élevée de LCNS est ainsi retrouvée dans les deux intensités extrêmes d'AP alors qu'elle est moindre pour des activités d'intensité modérée. [29] Il faut tout de même nuancer cette relation qui est purement théorique, car cela dépend de nombreux facteurs individuels (âge, sexe, intensité de la douleur, etc.) et extérieurs (type d'AP, maîtrise technique, matériel, etc.). Les risques de la pratique d'une AP dans la LCNS sont la survenue de traumatismes et de lésions de surcharges ou la péjoration des symptômes, raison pour laquelle la réalisation d'une activité adaptée est nécessaire.

### **Prévention**

Peu de données sont disponibles concernant le rôle préventif de l'AP dans la LCNS. La pratique régulière d'une AP selon les recommandations de l'OMS permettrait de maintenir une fonction lombaire satisfaisante sur le long cours, et éviter la survenue, la récurrence ou les complications de la LCNS, mais de nouvelles études sont nécessaires. [6,30] De plus, un travail commun entre différents intervenants (personnel médical, assureurs, politiques, etc.) est nécessaire pour mettre en place des recommandations et une prise en charge efficaces. [31,32]

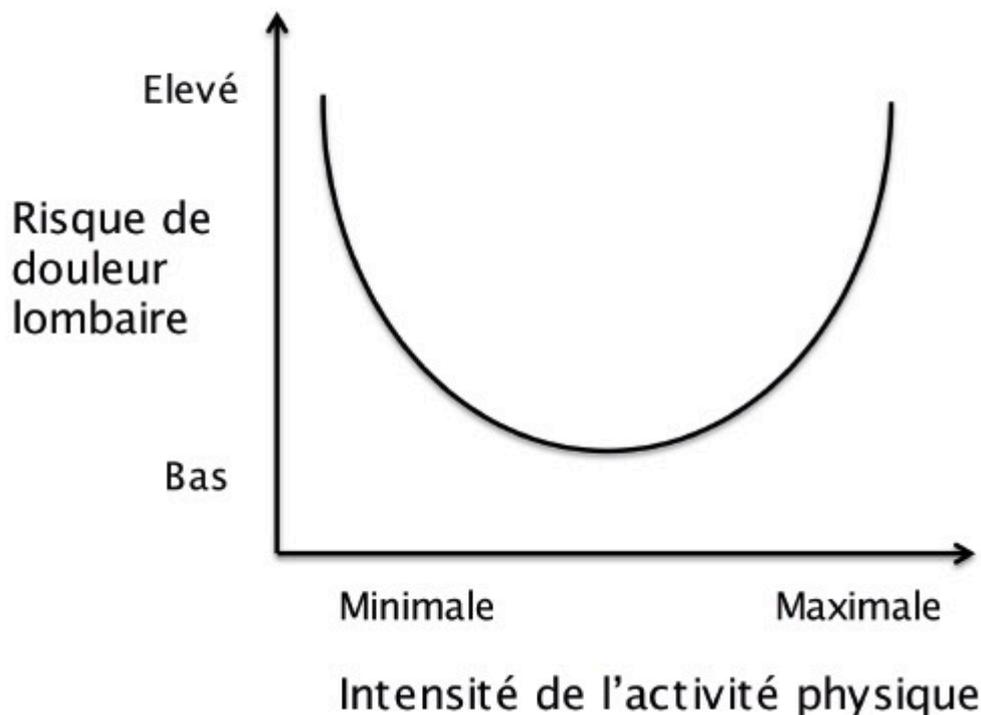


Figure 1 : Relation théorique entre l'intensité de l'activité physique et le risque de lombalgie. Adapté de Henewee et al. [29]

## Prescription d'activité physique

La prescription d'AP par un médecin ou un thérapeute permet au patient de recevoir des conseils et un programme adapté, avec des résultats encourageants. [33,34] Pourtant, une étude américaine retrouve que moins de la moitié des patients souffrant de lombalgies ou de cervicalgies chroniques a reçu des conseils d'exercices par leur médecin ou thérapeute. [31,35] Il existe peu d'évidence permettant de savoir quel dosage d'exercice ou d'AP est optimal dans la LCNS. Un modèle unique pour tous n'est certainement pas réaliste et cette prescription a besoin d'être personnalisée en respectant les préférences du patient. [31,36] Ainsi, le médecin devrait guider et accompagner son patient vers une activité qui lui procure du plaisir, afin d'augmenter les chances d'instaurer une pratique régulière sur le long terme, et permettre un bénéfice pour sa santé. [37]

## Effets des différentes activités physiques

### *Activités physiques professionnelles*

Une relation de causalité entre activité professionnelle et lombalgie chronique n'est pas retrouvée dans la littérature. Un doute persiste concernant l'association entre le port fréquent de charges de plus de 25 kg et le risque de lombalgie. [38] Concernant l'intensité, une étude transversale récente montre qu'une AP modérée à élevée au travail présente une association

négative sur la qualité de vie de patients souffrant de LCNS, alors que ceux respectant les recommandations de l'OMS pour leurs activités de loisir ont des critères de qualité de vie supérieurs à ceux qui ne les respectent pas. [27]

#### *Activités physiques de la vie quotidienne*

La relation entre le niveau d'AP de la vie quotidienne (APVQ) et la LCNS n'est pas claire. Le niveau total d'APVQ des personnes présentant une LCNS ne semble pas être différent par rapport à une population en bonne santé [39,40], mais elles réalisent ces activités plus fréquemment le matin et moins le soir. [39]

#### *Activités physiques de loisir*

Dans cet article, nous appelons AP de loisir toute AP qui s'assimile à une activité sportive, mais sans compétition ou nécessité de pratique en club. Cette AP peut être pratiquée individuellement ou en groupe, à l'extérieur comme à l'intérieur, avec une intensité et une durée modulable, et jouit d'une popularité grandissante comme la course à pied, le Nordic walking ou le Tai Chi. Basé sur la littérature scientifique, en particulier la revue systématique de Ribaud et al. [41], le Tableau 1 expose les risques et les bénéfices de plusieurs de ces activités. Il est important de noter que le nombre d'études sur le sujet est faible et leur qualité globalement insuffisante en terme de niveau de preuve. Il est donc difficile d'établir des recommandations. Cela permet cependant d'avoir une idée de l'impact de chaque activité dans la LCNS.

Toutes les activités décrites dans le tableau 1 peuvent être raisonnablement conseillées dans le but de restaurer ou entretenir les capacités fonctionnelles, et permettre de limiter la spirale du déconditionnement. Les recommandations habituelles de pratique adéquate d'une AP doivent être également respectées tels que réaliser un échauffement adéquat, augmenter très progressivement l'activité, ne pas pratiquer en cas de douleurs invalidantes et retourner à un niveau adapté en cas de plaintes. De plus, des recommandations spécifiques à certaines activités peuvent être proposées comme limiter la nage papillon en natation ou réaliser un réglage adapté du vélo (selle, guidon, etc.) (tableau 1), même si de nouvelles études sont encore nécessaires pour préciser les relations de causalités.

#### *Activités sportives*

Les activités sportives (ou sports) sont un sous-ensemble d'AP, sous forme d'exercices ou compétitions, le plus souvent impliquant des organisations structurées (clubs). [41] Les risques et les bénéfices de plusieurs de ces activités sont décrits dans le tableau 2. [41] De la même manière que les AP de loisir, l'influence de chaque sport dans la LCNS est peu étudiée et la qualité des études ne permet pas de dégager des évidences fortes. D'autres sports comme le ski n'ont pas été abordés, fautes de données.

Activité	Caractéristiques de la pratique	Bénéfices dans la lombalgie chronique non spécifique	Risques dans la lombalgie chronique non spécifique
Marche	Activité physique la plus simple à pratiquer.	Amélioration des symptômes (faible niveau de preuve). [42]	Pas d'effet délétère retrouvé. La marche rapide n'entraînerait pas d'exacerbation des plaintes. [43]
Marche nordique	Marche à l'aide de bâtons.	Amélioration des symptômes si activité supervisée par un instructeur, sans effet statistiquement significatif par rapport au groupe non supervisé ou contrôle. [44]	Pas d'effet délétère notable retrouvé. [44]
Course à pied	Impacts répétés sur les membres inférieurs et le tronc.	Courir régulièrement à intensité modérée n'augmenterait pas la lombalgie et pourrait même l'améliorer. [45,46]	Influence de la qualité du chaussage, de l'entraînement et de la régularité sur la lombalgie. [46,47]
Aquagym et Natation (crawl, brasse, dos et papillon)	Inhibition des effets de la gravité sur l'appareil locomoteur.	Bénéfice d'exercices thérapeutiques structurés [48,49] Contraintes mécaniques moindres mais pas d'effet bénéfique prouvé des différents types de nage.	Risques potentiellement augmentés avec la nage papillon (effort plus intense en hyperlordose). [50]
Tai chi	Art de combat doux et sans contact.	Amélioration des douleurs et du handicap sur un programme de 10 semaines. [51]	Pas de données probantes.
Yoga (types Viniyoga & Iyengar)	Mobilisation douce du rachis dans tous les plans, maintien de postures en isométrique.	Amélioration des douleurs et de l'incapacité à court et long terme. Pas d'évidence que le Yoga est plus efficace que le Tai Chi ou des programmes d'exercices. [52,53]	Pas d'effet délétère notable retrouvé. [52]
Vélo	Différents types de pratique: ergocycle, vélo de ville, vélo tout chemin (VTC), vélo tout terrain (VTT), vélo de route.	Bénéfice via l'activité aérobie générée par des exercices supervisés sur vélo. [54] Pas de bénéfice prouvé du vélo de loisir.	30% des plaintes des cyclistes de loisir sont des douleurs de dos. [55] Risque de douleurs augmentés en cas de position inconfortable sur le vélo. [56,57]

Tableau 1 : Effets de différentes activités de loisir dans la lombalgie chronique. Adapté de Ribaud. [41]

Activité	Description des principaux mouvements	Bénéfices dans la lombalgie chronique non spécifique	Risques dans la lombalgie chronique non spécifique
Football	Sprints courts, accélérations et arrêts brusques, dribbles, passes, shoots, pivots, contacts avec adversaire.*	Amélioration de l'activité et coordination du tronc. [60]	Contrôle lombo-pelvien altéré chez des footballeurs professionnels souffrant de lombalgie. [61] La pratique intensive chez l'adolescent serait associée au risque de lombalgie. [62]
Autres sports collectives (handball, rugby, basketball)	Idem*.	Pas de données probantes.	Pas de différence concernant la prévalence de lombalgie chronique entre des handballeuses, footballeuses, et sujets contrôles (environ 60%). [63] Incidence de lombalgies de 44% chez des jeunes basketteurs et de 62% chez des jeunes joueurs de unihockey. [64]
Tennis	Sprints courts, accélérations et arrêts brusques, rotation brutale du tronc.	Pas de données probantes.	Possibles microtraumatismes répétés du rachis (principalement en rotation). [65] Contraintes tronculaires importantes lors du service. [41,66] Rôle important de la technique, de l'intensité de la pratique et du revêtement du terrain. [67]
Equitation	Forces de compression et de cisaillement appliquées au rachis, en hyperextension et en hyperflexion.	Possible effet bénéfique de la «thérapie équine assistée» [68] et du «simulateur de cheval». [69]	Les lombalgies font partie des plaintes les plus fréquentes des cavaliers de compétition (72.5%). [70] La position de la selle et la longueur des étriers influenceraient la lordose lombaire et le risque de lombalgie. [71]
Judo et autres arts martiaux	Rotation du tronc et des hanches, nombreux contacts avec l'adversaire.	Prévalence de lombalgie inférieure par rapport à la population générale d'âge comparable. Celle-ci décroît avec un niveau de ceinture plus élevé et un entraînement plus régulier. [72-75]	Prévalence de 32 à 41% chez des judokas de différentes catégories. [74] Les judokas présentant un antécédent de lombalgie dans les 12 mois présentent des rotations de hanches diminuées par rapports aux sujets contrôles sans histoire de lombalgie. [76]
Gymnastique (artistique, rythmique, aerobic, acrobatique ou tumbling)	Mobilisation du rachis dans tous les plans, sauts, accélérations et arrêts brusques.	Pas données probantes.	Prévalence de lombalgie entre 30 et 85% (la gymnastique rythmique serait la plus traumatisante pour le rachis). [41,77,78]
Golf	Rotation axiale et inclinaison latérale du rachis, avec rotation du tronc à grande vitesse, marche prolongée.	Effet bénéfique d'une pratique régulière sur la santé globale (marche prolongée à faible intensité, si voiturette non utilisée). [79]	Prévalence de lombalgie de 18% à 54%. [80] Facteurs de risque multifactoriels liés principalement à la technique du swing et la fréquence de la pratique. [80,81]

Tableau 2 : Effets de différentes activités sportives dans la lombalgie chronique. Adapté de Ribaud [41]

Aucune activité sportive spécifique n'est associée à des problèmes lombaires. [58,59] Ainsi, les sports décrits dans le tableau 2 ne sont pas contre-indiqués dans la LCNS mais pourraient être plus à risque de décompensation douloureuse dans certaines conditions, liées à des facteurs personnels (douleur importante, comorbidités, niveau technique, etc.) ou environnementaux (qualité du terrain ou du matériel, fréquence, durée et intensité de la pratique, etc.). Contrairement aux AP de loisir, il est plus difficile de doser l'intensité lors de la pratique d'un

sport, car il y a les règles de jeu à respecter, un ou plusieurs adversaires/partenaires à gérer et enfin l'esprit de compétition à canaliser. De plus, une personne présentant une LCNS qui souhaite débiter un sport qu'il n'a jamais pratiqué, ou reprendre après un arrêt prolongé, devrait bénéficier d'un enseignement adapté et progressif, afin de ne pas exacerber les symptômes, même si cela reste encore à démontrer. Comme décrit précédemment pour les AP de loisir, il est également important de respecter les recommandations élémentaires énoncées plus haut et certaines spécificités pour chaque sport (tableau 2). La pratique d'un sport par rapport à un programme d'exercices a l'avantage d'être souvent plus motivante et favorise l'adhésion à long terme. [2]

## Une relation complexe

L'association entre l'AP et la LCNS est sujet à débat dans la littérature. [82] Le niveau d'AP est généralement plus bas chez les personnes souffrant d'un handicap significatif dans le cadre d'une LCNS. [83] Par contre, le niveau d'AP des patients lombalgiques chroniques n'est pas prédictif de l'intensité de la douleur ou du handicap. [6] Cette relation est complexe d'une part en raison de la difficulté de définir, quantifier et évaluer chaque activité. D'autre part, l'apparition et l'évolution de la LCNS est liée à une combinaison de multiples facteurs individuels et environnementaux. [58] Cela rend la réalisation d'études et de recommandations difficiles [6], ce qui n'empêche pas une augmentation progressive du nombre de publications sur le sujet depuis plus de 10 ans, et permet d'améliorer nos connaissances de manière très encourageante.

## Conclusion

La LCNS est une pathologie multifactorielle difficile à traiter. La relation entre AP et LCNS est complexe, tant sur le plan physique (syndrome de déconditionnement) que psychologique (perception des capacités fonctionnelles, comportement d'évitement). La pratique d'une AP régulière fait partie intégrante du traitement, principalement des exercices spécifiques intégrés dans un plan de rééducation. La réalisation d'une AP de loisir adaptée est particulièrement conseillée, en respectant les recommandations de pratique d'AP de l'OMS. Les activités sportives ne sont pas contre-indiquées mais sont susceptibles d'augmenter les douleurs dans certaines conditions. De nouvelles études sont nécessaires pour étayer ces observations et aider le clinicien à prescrire au mieux des AP adaptées à chacun.

### Implications pratiques

- La combinaison d'exercices structurés de type renforcement, travail postural, étirements, et activités aérobies constitue un axe principal du traitement.
- Aucun type ou technique d'exercice n'est à privilégier spécifiquement.
- L'activité physique est plus importante que la technique proprement dite.
- Les activités physiques de loisir sont fortement conseillées, à condition d'être pratiquées de manière progressive, adaptée et régulière.
- Les activités sportives ne sont pas contre-indiquées mais elles peuvent augmenter les douleurs dans

certains cas. Une adaptation de l'intensité et du geste technique est parfois nécessaire.

*Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêts en relation avec cet article.*

## Contact auteur

Dr Mathieu Saubade  
Swiss Olympic Medical Center  
Département de l'appareil locomoteur  
CHUV, 1011 Lausanne  
Mathieu.saubade@chuv.ch



## References

1. Abenhaim L, Rossignol M, Valat JP, Nordin M, Avouac B, Blotman F, et al. The role of activity in the therapeutic management of back pain. Report of the International Paris Task Force on Back Pain. *Spine*. 2000;25(4 Suppl):1S–33S.
2. Henchoz Y. Lombalgies non spécifiques: faut-il recommander l'exercice et les activités sportives? *Revue Médicale Suisse* No -286. 2011;7: 612–6.
3. Petit A, Roche-Leboucher G, Bontoux L, Dubus V, Ronzi Y, Roquelaure Y, et al. Effectiveness of three treatment strategies on occupational limitations and quality of life for patients with non-specific chronic low back pain: Is a multidisciplinary approach the key feature to success: study protocol for a randomized controlled trial. *BMC musculoskeletal disorders*. 2014;15:131.
4. Storni M KM, Lieberherr R. Enquête suisse sur la santé 2012. Neuchâtel: Office fédéral de la statistique. 2013.
5. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports*. 1985;100(2):126–31.
6. Hendrick P, Milosavljevic S, Hale L, Hurley DA, McDonough S, Ryan B, et al. The relationship between physical activity and low back pain outcomes: a systematic review of observational studies. *European spine journal: official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2011;20(3):464–74.
7. Airaksinen O, Brox JI, Cedraschi C, Hildebrandt J, Klüber-Moffett J, Kovacs F, et al. Chapter 4. European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. *European spine journal: official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2006;15 Suppl 2:S192–300.
8. Andersson GB. Epidemiological features of chronic low-back pain. *Lancet*. 1999;354(9178):581–5.
9. Ferguson SA, Marras WS, Gupta P. Longitudinal quantitative measures of the natural course of low back pain recovery. *Spine*. 2000;25(15):1950–6.
10. Wheeler AH MD. Spinal pain: pathogenesis, evolutionary mechanisms, and management. in: Pappagallo M (ed) 2005; *The neurological basis of pain*. New York: McGraw-Hill:421–52.
11. Jensen MC, Brant-Zawadzki MN, Obuchowski N, Modic MT, Malkasian D, Ross JS. Magnetic resonance imaging of the lumbar spine in people without back pain. *The New England journal of medicine*.

- 1994;331(2):69–73.
12. Waddell G. 1987 Volvo award in clinical sciences. A new clinical model for the treatment of low-back pain. *Spine*. 1987;12(7):632–44.
  13. Mayer TG GR. Functional restoration for spinal disorders: the sports medicine approach. Philadelphia: Lea and Febiger. 1988;p. 8–9.
  14. Vlaeyen JW, Linton SJ. Fear-avoidance and its consequences in chronic musculoskeletal pain: a state of the art. *Pain*. 2000;85(3):317–32.
  15. Verbunt JA, Seelen HA, Vlaeyen JW, van de Heijden GJ, Heuts PH, Pons K, et al. Disuse and deconditioning in chronic low back pain: concepts and hypotheses on contributing mechanisms. *European journal of pain*. 2003;7(1):9–21.
  16. Ford JJ, Hahne AJ, Surkitt LD, Chan AY, Richards MC, Slater SL, et al. Individualised physiotherapy as an adjunct to guideline-based advice for low back disorders in primary care: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med*. 2016;50(4):237–45.
  17. Sherman KJ, Cherkin DC, Wellman RD, Cook AJ, Hawkes RJ, Delaney K, et al. A randomized trial comparing yoga, stretching, and a self-care book for chronic low back pain. *Archives of internal medicine*. 2011;171(22):2019–26.
  18. Standaert CJ, Herring SA. Expert opinion and controversies in musculoskeletal and sports medicine: core stabilization as a treatment for low back pain. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88(12):1734–6.
  19. Meng XG, Yue SW. Efficacy of aerobic exercise for treatment of chronic low back pain: a meta-analysis. *American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists*. 2015;94(5):358–65.
  20. Mayer TG, Gatchel RJ, Mayer H, Kishino ND, Keeley J, Mooney V. A prospective two-year study of functional restoration in industrial low back injury. An objective assessment procedure. *Jama*. 1987;258(13):1763–7.
  21. van Tulder MW, Koes B, Malmivaara A. Outcome of non-invasive treatment modalities on back pain: an evidence-based review. *European spine journal: official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2006;15 Suppl 1:S64–81.
  22. Brox JI, Storheim K, Grotle M, Tveito TH, Indahl A, Eriksen HR. Evidence-informed management of chronic low back pain with back schools, brief education, and fear-avoidance training. *The spine journal: official journal of the North American Spine Society*. 2008;8(1):28–39.
  23. Taimela S, Diederich C, Hubsch M, Heinrich M. The role of physical exercise and inactivity in pain recurrence and absenteeism from work after active outpatient rehabilitation for recurrent or chronic low back pain: a follow-up study. *Spine*. 2000;25(14):1809–16.
  24. Steele J, Bruce-Low S, Smith D. A reappraisal of the deconditioning hypothesis in low back pain: review of evidence from a triumvirate of research methods on specific lumbar extensor deconditioning. *Current medical research and opinion*. 2014;30(5):865–911.
  25. Saragiotto BT, Maher CG, Yamato TP, Costa LO, Menezes Costa LC, Ostelo RW, et al. Motor control exercise for chronic non-specific low-back pain. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2016;1:CD012004.
  26. World Health Organization Global Recommendations on Physical Activity for Health. WHO Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee. Geneva 2010.
  27. Schaller A, Dejonghe L, Haastert B, Froboese I. Physical activity and health-related quality of life in chronic low back pain patients: a cross-sectional study. *BMC musculoskeletal disorders*. 2015;16:62.
  28. Campello M, Nordin M, Weiser S. Physical exercise and low back pain. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 1996;6(2):63–72.
  29. Heneweer H, Vanhees L, Picavet HS. Physical activity and low back pain: a U-shaped relation? *Pain*.

- 2009;143(1-2):21-5.
30. Karmisholt K, Gotzsche PC. Physical activity for secondary prevention of disease. Systematic reviews of randomised clinical trials. *Danish medical bulletin*. 2005;52(2):90-4.
  31. Carey TS, Freburger JK. Exercise and the Prevention of Low Back Pain: Ready for Implementation. *JAMA internal medicine*. 2016;176(2):208-9.
  32. « Quel sport avec mes douleurs? » <http://www.monsport.ch> Ligue Suisse contre le rhumatisme.
  33. Savigny P KS, Watson P, Underwood M, Ritchie G, Cotterell M, Hill D, Browne N, Buchanan E, Coffey P, Dixon P, Drummond C, Flanagan M, Greenough C, Griffiths M, Halliday-Bell J, Hettinga D, Vogel S, Walsh D. Low Back Pain: early management of persistent non-specific low back pain. London: National Collaborating Centre for Primary Care and Royal College of General Practitioners. 2009.
  34. Liddle SD, Gracey JH, Baxter GD. Advice for the management of low back pain: a systematic review of randomised controlled trials. *Manual therapy*. 2007;12(4):310-27.
  35. Freburger JK, Carey TS, Holmes GM, Wallace AS, Castel LD, Darter JD, et al. Exercise prescription for chronic back or neck pain: who prescribes it? who gets it? What is prescribed? *Arthritis and rheumatism*. 2009;61(2):192-200.
  36. Stenner R, Swinkels A, Mitchell T, Palmer S. Exercise prescription for patients with non-specific chronic low back pain: a qualitative exploration of decision making in physiotherapy practice. *Physiotherapy*. 2015.
  37. Saubade M, Norrenberg S, Besson C, Thornton J, Amati F. [A pill to replace physical activity?]. *Revue medicale suisse*. 2015;11(481):1421-5.
  38. Wai EK, Roffey DM, Bishop P, Kwon BK, Dagenais S. Causal assessment of occupational lifting and low back pain: results of a systematic review. *The spine journal: official journal of the North American Spine Society*. 2010;10(6):554-66.
  39. van Weering MG, Vollenbroek-Hutten MM, Tonis TM, Hermens HJ. Daily physical activities in chronic lower back pain patients assessed with accelerometry. *European journal of pain*. 2009;13(6):649-54.
  40. Verbunt JA, Westerterp KR, van der Heijden GJ, Seelen HA, Vlaeyen JW, Knottnerus JA. Physical activity in daily life in patients with chronic low back pain. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(6):726-30.
  41. Ribaud A, Tavares I, Viollet E, Julia M, Herisson C, Dupeyron A. Which physical activities and sports can be recommended to chronic low back pain patients after rehabilitation? *Annals of physical and rehabilitation medicine*. 2013;56(7-8):576-94.
  42. Hendrick P, Te Wake AM, TikkiSETTY AS, Wulff L, Yap C, Milosavljevic S. The effectiveness of walking as an intervention for low back pain: a systematic review. *European spine journal: official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2010;19(10):1613-20.
  43. Taylor NF, Evans OM, Goldie PA. The effect of walking faster on people with acute low back pain. *European spine journal: official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2003;12(2):166-72.
  44. Hartvigsen J, Morso L, Bendix T, Manniche C. Supervised and non-supervised Nordic walking in the treatment of chronic low back pain: a single blind randomized clinical trial. *BMC musculoskeletal disorders*. 2010;11:30.
  45. Turner JA, Clancy S, McQuade KJ, Cardenas DD. Effectiveness of behavioral therapy for chronic low back pain: a component analysis. *Journal of consulting and clinical psychology*. 1990;58(5):573-9.
  46. Woolf SK, Glaser JA. Low back pain in running-based sports. *Southern medical journal*. 2004;97(9):847-51.
  47. Ogon M, Aleksiev AR, Spratt KF, Pope MH, Saltzman CL. Footwear affects the behavior of low back muscles when jogging. *International journal of sports medicine*. 2001;22(6):414-9.

48. Dundar U, Solak O, Yigit I, Evcik D, Kavuncu V. Clinical effectiveness of aquatic exercise to treat chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Spine*. 2009;34(14):1436–40.
49. Baena-Beato PA, Artero EG, Arroyo-Morales M, Robles-Fuentes A, Gatto-Cardia MC, Delgado-Fernandez M. Aquatic therapy improves pain, disability, quality of life, body composition and fitness in sedentary adults with chronic low back pain. A controlled clinical trial. *Clinical rehabilitation*. 2014;28(4):350–60.
50. Nyska M, Constantini N, Cale-Benzoor M, Back Z, Kahn G, Mann G. Spondylolysis as a cause of low back pain in swimmers. *International journal of sports medicine*. 2000;21(5):375–9.
51. Hall AM, Maher CG, Lam P, Ferreira M, Latimer J. Tai chi exercise for treatment of pain and disability in people with persistent low back pain: a randomized controlled trial. *Arthritis care & research*. 2011;63(11):1576–83.
52. Cramer H, Lauche R, Haller H, Dobos G. A systematic review and meta-analysis of yoga for low back pain. *The Clinical journal of pain*. 2013;29(5):450–60.
53. Saragiotto BT, Yamato TP, Maher C. Yoga for low back pain: PEDro systematic review update. *Br J Sports Med*. 2015;49(20):1351.
54. Mellion MB. Neck and back pain in bicycling. *Clinics in sports medicine*. 1994;13(1):137–64.
55. Wilber CA, Holland GJ, Madison RE, Loy SF. An epidemiological analysis of overuse injuries among recreational cyclists. *International journal of sports medicine*. 1995;16(3):201–6.
56. Burnett AF, Cornelius MW, Dankaerts W, O'Sullivan P B. Spinal kinematics and trunk muscle activity in cyclists: a comparison between healthy controls and non-specific chronic low back pain subjects—a pilot investigation. *Manual therapy*. 2004;9(4):211–9.
57. Usabiaga J, Crespo R, Iza I, Aramendi J, Terrados N, Poza JJ. Adaptation of the lumbar spine to different positions in bicycle racing. *Spine*. 1997;22(17):1965–9.
58. Heneweer H, Staes F, Aufdemkampe G, van Rijn M, Vanhees L. Physical activity and low back pain: a systematic review of recent literature. *European spine journal: official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2011;20(6):826–45.
59. Mogensen AM, Gausel AM, Wedderkopp N, Kjaer P, Leboeuf-Yde C. Is active participation in specific sport activities linked with back pain? *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2007;17(6):680–6.
60. Pedersen MT, Randers MB, Skotte JH, Krstrup P. Recreational soccer can improve the reflex response to sudden trunk loading among untrained women. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. 2009;23(9):2621–6.
61. Grosdent S, Demoulin C, Rodriguez de La Cruz C, Giop R, Tomasella M, Crielaard JM, et al. Lumbopelvic motor control and low back pain in elite soccer players: a cross-sectional study. *Journal of sports sciences*. 2016;34(11):1021–9.
62. Bejia I, Abid N, Ben Salem K, Letaief M, Younes M, Touzi M, et al. Low back pain in a cohort of 622 Tunisian schoolchildren and adolescents: an epidemiological study. *European spine journal: official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2005;14(4):331–6.
63. Tunas P, Nilstad A, Myklebust G. Low back pain in female elite football and handball players compared with an active control group. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*. 2015;23(9):2540–7.
64. Pasanen K, Rossi M, Parkkari J, Kannus P, Heinonen A, Tokola K, et al. Low Back Pain in Young Basketball and Floorball Players. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*. 2015.
65. Perkins RH, Davis D. Musculoskeletal injuries in tennis. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*. 2006;17(3):609–31.

66. Correia JP, Oliveira R, Vaz JR, Silva L, Pezarat-Correia P. Trunk muscle activation, fatigue and low back pain in tennis players. *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia*. 2016;19(4):311–6.
67. Saraux A, Guillodo Y, Devauchelle V, Allain J, Guedes C, Le Goff P. Are tennis players at increased risk for low back pain and sciatica? *Revue du rhumatisme*. 1999;66(3):143–5.
68. Hakanson M, Moller M, Lindstrom I, Mattsson B. The horse as the healer-a study of riding in patients with back pain. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2009;13(1):43–52.
69. Yoo JH, Kim SE, Lee MG, Jin JJ, Hong J, Choi YT, et al. The effect of horse simulator riding on visual analogue scale, body composition and trunk strength in the patients with chronic low back pain. *International journal of clinical practice*. 2014;68(8):941–9.
70. Kraft CN, Scharfstadt A, Yong M, Westhoff B, Urban N, Falkenhausen M, et al. [Correlation of back pain and magnetic resonance imaging of the lumbar spine in elite horse vaulters]. *Sportverletzung Sportschaden: Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin*. 2007;21(3):142–7.
71. Quinn S, Bird S. Influence of saddle type upon the incidence of lower back pain in equestrian riders. *Br J Sports Med*. 1996;30(2):140–4.
72. Destombe C, Lejeune L, Guillodo Y, Roudaut A, Jousse S, Devauchelle V, et al. Incidence and nature of karate injuries. *Joint, bone, spine: revue du rhumatisme*. 2006;73(2):182–8.
73. Gartland S, Malik MH, Lovell ME. Injury and injury rates in Muay Thai kick boxing. *Br J Sports Med*. 2001;35(5):308–13.
74. Okada T, Nakazato K, Iwai K, Tanabe M, Irie K, Nakajima H. Body mass, nonspecific low back pain, and anatomical changes in the lumbar spine in judo athletes. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 2007;37(11):688–93.
75. Rainey CE. Determining the prevalence and assessing the severity of injuries in mixed martial arts athletes. *North American journal of sports physical therapy: NAJSPT*. 2009;4(4):190–9.
76. Almeida GP, de Souza VL, Sano SS, Saccol MF, Cohen M. Comparison of hip rotation range of motion in judo athletes with and without history of low back pain. *Manual therapy*. 2012;17(3):231–5.
77. Harringe ML, Renstrom P, Werner S. Injury incidence, mechanism and diagnosis in top-level teamgym: a prospective study conducted over one season. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2007;17(2):115–9.
78. Caine D, Cochrane B, Caine C, Zemper E. An epidemiologic investigation of injuries affecting young competitive female gymnasts. *The American journal of sports medicine*. 1989;17(6):811–20.
79. Puterbaugh JS. A good walk spoiled: on the disappearance of golf as an active sport in America. *Current sports medicine reports*. 2011;10(4):228–32.
80. Lindsay DM, Vandervoort AA. Golf-related low back pain: a review of causative factors and prevention strategies. *Asian journal of sports medicine*. 2014;5(4):e24289.
81. Gosheger G, Liem D, Ludwig K, Greshake O, Winkelmann W. Injuries and overuse syndromes in golf. *The American journal of sports medicine*. 2003;31(3):438–43.
82. Sitthipornvorakul E, Janwantanakul P, Purepong N, Pensri P, van der Beek AJ. The association between physical activity and neck and low back pain: a systematic review. *European spine journal: official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2011;20(5):677–89.
83. Lin CW, McAuley JH, Macedo L, Barnett DC, Smeets RJ, Verbunt JA. Relationship between physical activity and disability in low back pain: a systematic review and meta-analysis. *Pain*. 2011;152(3):607–13.