

## Les exercices d'étirement dans la pratique sportive ont-ils encore leur raison d'être ? Une revue de la littérature

Article de G. Gremion

L'apparition du stretching dans les années 80 a constitué un progrès indéniable dans la préparation physique des athlètes. Il a été admis que le stretching pouvait améliorer la capacité de performance et aussi diminuer le risque de blessures liées au sport. Dès lors, le stretching a été inclus dans l'échauffement et la récupération. Mais, dès le début des années 90, ont paru quelques études mettant en doute l'utilité du stretching dans la prévention des blessures. Elles ont même démontré que le stretching pouvait diminuer la capacité physique dans certains sports. Ces résultats contradictoires peuvent être expliqués par les types différents des sports impliqués. Si les activités telles le patinage, la danse ou le plongeon bénéficient avantagement des étirements musculaires, des sports tels le jogging ou le cyclisme peuvent en pâtir.

### introduction

L'apparition des exercices d'étirements et de stretching dans les années 80 pour la préparation physique a semblé un progrès capital. Sur recommandation médicale (médecins et physiothérapeutes) et d'entraîneurs, le stretching a été progressivement introduit dans le cadre de la prévention des nombreuses blessures survenant à l'appareil locomoteur, mais aussi dans l'idée d'une amélioration de la performance. Les sportifs se sont ainsi davantage intéressés à connaître leur corps et à explorer leur mobilité articulaire.

Les recommandations de la société américaine de médecine du sport (ACSM), jusqu'en 1998, étaient claires :

«Les exercices d'étirements doivent être impliqués dans l'échauffement avant une activité physique et dans la récupération : ils permettent de prévenir les blessures liées à la pratique sportive».<sup>1</sup>

En fait, le stretching qui avait pour but d'améliorer l'amplitude articulaire s'est vu progressivement attribuer des vertus quasi universelles allant du rôle primordial pour l'échauffement à la prévention des accidents, en passant par la musculation et la récupération. On pouvait même un moment penser que l'étirement, dans ses différentes modalités permettait de résoudre tous les problèmes de préparation physique.

Cependant, dès le début des années 2000, de plus en plus de travaux scientifiques bien documentés, non seulement contredisent les assertions d'utilité du stretching dans la prévention des blessures, mais aussi insinuent que les étirements peuvent nuire à la capacité de performance.<sup>2</sup> De 1966 à décembre 2004, en recherchant dans la littérature au moyen des mots clés «stretching, injuries prevention, sport injuries» il a été recensé 373 articles, traitant du stretching et de ses effets sur la mobilité articulaire, les risques de blessures et la performance sportive. Le but de cet article est d'en faire l'inventaire et de commenter les effets du stretching en tant que technique d'amélioration de l'amplitude

articulaire et de la souplesse :

avant une activité physique dans le but d'en améliorer la préparation

à la fin d'une performance dans le but d'en améliorer la récupération.

Il existe dans la littérature des résultats contradictoires. En effet, la pratique des étirements peut avoir un effet bénéfique, pas d'effet du tout ou être préjudiciable à la performance sportive, contrairement à ce qu'on avait pensé jusqu'à maintenant. Avec l'aide de la littérature, les effets de la pratique du stretching sur les différentes modalités de l'activité physique vont être revus.

### la pratique des étirements améliore la mobilité articulaire

La mobilité ou souplesse peuvent être définies comme la propriété de deux segments du corps utilisant une amplitude articulaire optimale sans endommager une articulation ou un groupe d'articulations. Il existe de nombreuses méthodes de stretching susceptibles d'améliorer la mobilité articulaire, à savoir :

le stretching passif, statique, isométrique, balistique et la facilitation neuromusculaire proprioceptive (PNF).

Le stretching passif ainsi que le PNF requièrent l'aide d'une tierce personne possédant des connaissances techniques. Le PNF est la technique la plus efficace. Le stretching statique est largement le plus utilisé dans la population<sup>1</sup> alors que le stretching balistique est pratiquement tombé en désuétude en raison d'un risque accru de déchirures musculaires.<sup>3</sup>

Vingt-sept études font la promotion des diverses techniques d'étirements pour améliorer la mobilité et la souplesse articulaire et musculaire. Quelle que soit la technique utilisée, on y constate une amélioration de la mobilité du tronc, du genou, des hanches, de la cheville et des épaules. A l'évidence, la technique du PNF est la plus efficace<sup>4,8</sup> bien que d'autres techniques telles que les postures aient aussi certains avantages.

Des étirements de quinze ou trente secondes en technique passive sont plus efficaces que des étirements plus courts et aussi efficaces que des étirements de plus longue durée.<sup>9,10</sup> Le stretching passif est plus opérant que le stretching dynamique ; cependant l'amélioration de la flexibilité après stretching ne dépasse guère 1 h 30.<sup>11</sup> Un stretching intensif impliquant plusieurs séances journalières est nécessaire pour améliorer une mobilité qui persiste plusieurs semaines.<sup>12</sup>

En résumé et à la lumière des données utilisables dans la littérature il peut être conclu que les techniques d'étirements sont efficaces pour améliorer la mobilité articulaire et musculaire. Cette amélioration est temporaire, sauf dans les cas de pratique intensive d'exercices d'étirements. Cependant, le stretching peut avoir des effets secondaires, en particulier sur la performance sportive, qui seront analysés plus loin.

## les étirements ne préviennent pas les blessures

On a longtemps considéré que l'introduction des exercices d'étirements dans l'échauffement est primordiale pour prévenir les blessures. Cependant, plusieurs études viennent contredire cette assertion, et en particulier Shrier qui, dans une revue de plus de dix articles, constate que la pratique des étirements avant un exercice ne réduit pas le risque de blessures.<sup>2</sup> D'autres études, effectuées sur les conscrits de l'armée australienne vont dans le même sens. En effet, un travail portant sur 1500 sujets répartis en deux groupes n'a mis en évidence aucune différence significative entre le groupe pratiquant régulièrement des étirements et le groupe contrôle dans la survenue de blessures. Les auteurs confirment leurs résultats l'année suivante.<sup>13,14</sup> De même, dans une population de 300 coureurs à pied étudiée par Van Mechelen<sup>15</sup> après un temps d'observation de quatre mois, on a enregistré, dans le groupe témoin qui n'effectuait ni échauffements ni étirements ni retour au calme, moins de blessures (4,9 pour 1000 heures d'entraînement) que dans le groupe expérimental (5,5 pour 1000 heures d'entraînement).

## en quoi les étirements sont-ils inefficaces pour prévenir les blessures ?

L'inefficacité du stretching dans la prévention des blessures peut être expliquée par :

### L'effet antalgique des étirements

En effet, une pratique d'étirements entraîne une augmentation de la tolérance à l'étirement par anesthésie des récepteurs à la douleur. Les progrès constatés lors d'étirements sont le fait que le sujet va plus loin parce que l'entraînement lui apprend à s'habituer à la douleur. Il supporte donc un étirement supérieur que l'on peut nommer «stretch tolerance». Le sportif encourt risque donc de se blesser lorsqu'il va commencer son activité spécifique. Des différentes techniques d'étirements, c'est la technique du PNF qui est la plus efficace, donc la plus dangereuse. Cette technique est donc à éviter en vue d'un échauffement.

### Les microtraumatismes liés aux étirements

Les étirements passifs imposent aux muscles des tensions équivalentes à des tensions musculaires maximales. Les structures élastiques passives du sarcomère risquent de subir des microtraumatismes défavorables au bon déroulement de la performance qui va suivre.<sup>16</sup> En effet, dans un travail sur des gymnastes, on a pu démontrer qu'après des étirements passifs effectués sur une jambe en début de séances d'entraînement, la musculature étirée était significativement plus douloureuse que la musculature non traitée, deux jours plus tard.

### Le phénomène de creeping

Un phénomène évoqué également par certains auteurs pour expliquer l'effet négatif du

stretching sur la performance est appelé creeping.<sup>17</sup> En effet, au cours d'un étirement le tendon s'allonge, ce qui entraîne une réharmonisation des fibres de collagène qui vont s'orienter alors que normalement leur position est en torsade. Cette nouvelle orientation diminue les capacités d'absorption du tendon qui se reportent sur le muscle. Ce phénomène est réversible mais avec une latence importante. Il n'est donc pas justifié de s'étirer à l'échauffement lors d'une discipline sportive sollicitant vitesse et détente.

En conséquence, au vu de ce qui précède, on constate que l'introduction de techniques faisant appel aux étirements n'est pas indiquée au cours des échauffements des sports de vitesse/détente. Certaines disciplines telles que la gymnastique, le patinage ou plongeon échappent à cette règle.

### la capacité de performance peut être diminuée après stretching

Diverses études récentes ont montré un effet négatif du stretching effectué avant un exercice sur la performance sportive. Ces effets négatifs influencent la performance dans les épreuves de vitesse (économie de course), de force et en particulier dans les sauts.

#### Etirements et sprint

Certaines études récentes ont mis en évidence des effets négatifs du stretching sur la performance en sprint. Des athlètes ont été enrôlés dans une étude expérimentale : à l'issue d'une pratique d'étirements de quinze minutes, ils devaient effectuer des sprints de quarante mètres. Leur temps de course a augmenté de 0,14 secondes après stretching, alors qu'il est resté identique sans stretching préalable.<sup>16</sup>

#### Etirements et exercices de force

La pratique des étirements au niveau des fléchisseurs plantaires diminue l'activation EMG et la force contractile du groupe musculaire étiré. Cette perte de force est encore présente une heure après l'exercice d'étirement. Même si l'activation musculaire est vite récupérée, la force contractile reste toujours de 9% inférieure pendant près d'une heure encore.<sup>18</sup>

Kokkonen<sup>19</sup> a testé l'introduction de deux protocoles de stretching avant les mesures de la force maximale des extenseurs et fléchisseurs du genou. Il a constaté dans les deux cas une diminution de la force produite après étirements, comparativement au groupe témoin sans étirements.

L'auteur conclut que l'introduction d'exercices de stretching avant les compétitions de force est à déconseiller.

#### Stretching de qualité et de détente

L'introduction des exercices de stretching au cours d'un échauffement précédant des exercices de sauts entraîne une diminution de la détente verticale de près de 4%, comme cela a été démontré quand on a comparé différents protocoles d'échauffement tels que échauffement général seul, échauffement et stretching statique, échauffement et étirements avec contractions préalables (PNF). Il est donc conseillé d'utiliser ces techniques avec prudence au cours d'échauffement.<sup>20-22</sup>

### le stretching ne favorise pas une récupération plus rapide

Il est couramment admis que les étirements sont indispensables pour favoriser une bonne récupération après une compétition ou un entraînement. Les travaux actuels ne confirment pas cette certitude. En fait, quels sont les paramètres qui peuvent agir sur la récupération ? On peut en distinguer trois qui peuvent concerner les étirements :

une augmentation de la circulation sanguine dans les muscles étirés qui pourrait faciliter l'élimination des déchets

la prévention des courbatures

une action musculaire sur les qualités viscoélastiques des muscles, à savoir une diminution de la raideur et une amélioration du relâchement.

### Stretching et vascularisation

Les étirements statiques compriment les capillaires ; ils interrompent donc la vascularisation ce qui a pour effet de diminuer l'apport sanguin, dont le muscle a le plus besoin pour récupérer.<sup>23</sup> Le stretching ne favorise pas la vascularisation musculaire, bien au contraire. Seuls les étirements dynamiques, par effet de pompage, peuvent améliorer ou maintenir la vascularisation sanguine.

### Stretching et prévention des courbatures

Le travail excentrique comme par exemple dans la course à pied, provoque des courbatures plus ou moins importantes. Certains auteurs ont testé les effets du stretching avant un jogging, après celui-ci ou même au cours de l'exercice.

En comparant la survenue de courbatures à la suite d'un entraînement de course à pied, une jambe ayant été étirée avant l'exercice tandis, l'autre étant le membre témoin, il n'y eut aucune différences entre les deux côtés.<sup>24</sup>

De même, après stretching effectué à la suite d'un entraînement de course à pied, on ne constate aucune atténuation des douleurs dans les trois jours qui suivent la séance. Au contraire, le stretching a provoqué une augmentation de la myolyse (q CK) et une diminution de la force musculaire. Le stretching n'a donc aucune utilité dans la prévention les courbatures ; bien au contraire il pourrait les augmenter comme le montre l'évolution

des CK.<sup>25</sup>

Enfin, si le stretching est introduit pendant les séances d'entraînement, le membre étiré devient plus douloureux que l'autre. L'étirement passif ajoute donc des micro lésions à l'effort excentrique.<sup>16</sup>

Les étirements imposent donc des tensions importantes dans le muscle et ceci dans des amplitudes articulaires inhabituelles. Il en découle des micro traumatismes au niveau des structures intimes du muscle. Si l'on impose des étirements en fin d'activité physique alors que les muscles viennent d'être soumis à des efforts intenses, on risque de rajouter des perturbations musculaires supplémentaires. On ne peut donc conseiller le stretching comme récupération immédiatement en post-effort. Tout au plus, des étirements en fin d'entraînement peuvent se justifier comme travail de souplesse avec des conséquences musculaires négatives à court terme mais positives à moyen terme. Dans le contexte des entraînements les étirements sont donc utiles comme moyen d'amélioration d'amplitude articulaire et non comme méthode favorisant la récupération.

Le stretching n'a pas d'effet dans l'amélioration de la récupération ; cependant il permet d'obtenir un meilleur état de relaxation en post-exercices. L'activité physique augmente l'état de contractures musculaires. La pratique du stretching a pour effet bénéfique de diminuer cet état de contractures sans en modifier la viscoélasticité.<sup>26</sup>

**Tableau 1.** Présentation des résultats d'études interventionnelles sur l'efficacité du stretching dans la prévention des blessures, adapté de Stephen B. Thacker<sup>40</sup>

Auteur	Année	Type d'étude	Population	Groupe test	F
Pope <sup>13</sup>	1998	Etude randomisée	1093 recrues militaires de 26 bases Entraînement de 12 semaines	1) 20 secondes d'étirement rigoureux du mollet avant les exercices (549 recrues de 13 bases) 2) 20 secondes d'étirement du poignet et du triceps avant les exercices rigoureux (543 recrues de 13 bases)	1) 23 blessures extrémité 2) 25 blessures extrémité
Pope <sup>14</sup>	2000	Etude randomisée	1538 recrues militaires de 39 bases Entraînement de 12 semaines	1) 20 secondes d'étirements supervisés de 6 groupes des muscles principaux de la jambe avant chaque session d'entraînement physique (735 recrues de 19 bases) 2) Pas de programme d'étirement (803 recrues de 20 bases)	1) 158 blessures extrémité 2) 175 blessures extrémité
Cross et Worrell <sup>27</sup>	1999	Séries croisées rétrospectives	195 joueurs de football universitaires Saisons 1994 et 1995	1) Saison 1995 : programme d'étirements statiques avant entraînement de condition physique 2) Saison 1994 : pas de programme d'étirements	1) 153 blessures (21 blessures extrémité) 2) 155 blessures (43 blessures extrémité)
Hartig et Henderson <sup>28</sup>	1999	Etude randomisée	298 recrues militaires de deux compagnies	1) 148 recrues : étirement statique des pectoraux, 3 fois/jour 2) 148 recrues contrôles : pas de programme d'étirement	1) 25 blessures surentraînement extrémité 2) 43 blessures surentraînement extrémité

## discussion

Au vu de la littérature, la pratique du stretching est importante chez les athlètes dont l'activité physique exige une grande amplitude articulaire. C'est le cas de la danse, de la gymnastique artistique, du plongeon et du patinage. D'autres études par contre, semblent suggérer qu'un manque de mobilité articulaire peut augmenter l'incidence des blessures. Mais il n'y a pas évidence que la pratique des étirements musculaires protège les structures alors qu'elles se trouvent dans une d'amplitude articulaire inférieure à l'amplitude maximale. Il est d'ailleurs extrêmement rare qu'une blessure survienne alors que la course musculaire ou articulaire se situe à son niveau maximal de mobilité.

En outre, alors que les gymnastes, danseurs et plongeurs ont déjà une excellente souplesse, il n'est pas évident non plus que l'augmenter encore présente une quelconque utilité.

Récemment, certaines hautes autorités sportives ont critiqué la pratique du stretching. Parmi les raisons citées, il a été émis la théorie que le stretching pourrait altérer les capacités proprioceptives, non seulement des mécano récepteurs des muscles mais aussi des articulations, conduisant à une diminution de la capacité des tendons et des muscles à absorber l'énergie et à provoquer ainsi une blessure.

Cependant, il y a l'autre côté de la médaille des différentes études, et les raisons visant à bannir définitivement les étirements musculaires de la pratique sportive ne sont pas suffisantes. En effet, aucune étude n'a examiné une population d'athlètes peu mobiles et donc à plus hauts risques de blessures. Ces derniers pourraient bénéficier avantageusement du stretching. Il n'existe en outre aucune étude qui compare la sévérité des blessures constatées dans les groupes expérimentaux versus les groupes contrôle.

Certaines évidences de pratique physique permettent toutefois de prévenir les blessures. Il s'agit d'échauffements vigoureux accompagnés d'exercices de stretching combinés à des exercices de force excentriques et proprioceptifs. Ce type de pratique a montré une certaine efficacité dans la prévention des blessures et l'amélioration de la performance alors que le stretching sans échauffement adéquat pourrait perturber le niveau de performance. Il est donc recommandé de poursuivre les recherches sur les différentes techniques du stretching ce qui permettra de donner aux médecins, entraîneurs et physiothérapeutes les recommandations adéquates pour leurs athlètes.

## conclusion

En résumé, les points importants à retenir sont :

Les accidents musculo-squelettiques sont communs chez les athlètes et requièrent des programmes de rééducation incluant des techniques de stretching.

Les récurrences d'accident ou de blessures peuvent être le résultat d'une diminution de l'amplitude articulaire ou de la souplesse musculaire résultant d'une fibrose cicatricielle.

L'entraînement de la mobilité est un composant important de la rééducation qui permet de

minimiser des pertes d'amplitude articulaire.

En cas de blessures, le stretching doit être débuté dès la première semaine post-traumatique de manière à réduire la fibrose cicatricielle.

Une pratique régulière de stretching permet une amélioration bénéfique de l'amplitude articulaire, essentiellement dans les sports requérant une amplitude articulaire maximale comme la gymnastique artistique, le patinage ou la danse. A cet effet les techniques de PNF sont de loin les plus efficaces.

Le stretching devrait être évité dans les sports exigeant un gros déploiement de force, en raison du risque d'une diminution de la capacité de performance.

Le stretching n'a semble-t-il aucune utilité dans les sports à déplacements angulaires faibles et lents, course à pied, vélo, et pourrait même occasionner des blessures.

Le stretching de récupération devrait être effectué six heures après l'arrêt de l'activité physique, au plus tôt.

Auteur(s) : **G. Gremion**

Contact de(s) l'auteur(s) : **Dr Gérald Gremion Hôpital orthopédique de la Suisse romande Swiss Medical Olympic Center Rue Pierre Decker 4 1005 Lausanne**

**Bibliographie** : 1 American College of Sports Medicine. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:975-91. 2 \*\* Shrier I. Stretching before exercises does not reduce the risk of local muscle injury : A critical review of the clinical and basic science literature. *Clin J Sports Med* 1999;9:221-7. 3 De Vries HA. Prevention of muscular distress after exercise. *Res Q* 1961;32:177-85. 4 Anderson B, Burke E.R. Scientific, medical and practical aspects of stretching. *Clin Sports Med* 1991;63:63-86. 5 Holt L, Travis E.T.M, Okita T. Comparative study of three methods of stretching techniques. *Percept Mot Skills* 1970;31:611-6. 6 Wallin D., Eckblom B, Grahn R, Nordenburg T. Improvement of muscle flexibility : A comparison between two techniques. *Am J Sports Med* 1985;13:263-8. 7 Hartley-O'Brien S.J. Six mobilization exercises for active range of hip flexion. *Res Q Exerc Sport* 1990;51: 625-35. 8 Lucas R, Koslow C.R. Comparative study of static, dynamic and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques on flexibility. *Percept Mot Skills* 1984;58:615-8. 9 Roberts J.M, Wilson K. Effect of stretching duration on the active and passive range of motion in the lower extremity. *Br J Sports Med* 1999;33:259-63. 10 Madding S.W, Wong J.G, Hallorn A, Madeiros J.M. Effect of duration of passive stretch on hip adduction range of motion. *J Orthop Sports Phys Ther* 1987;8: 409-16. 11 Moller M, Ekstrand J, Oberg B, Gillquist J. Duration of stretching effect on range motion in lower extremities. *Arch Phys Rehabil* 1985;66:171-3. 12 Zebas C.J, Rivera M.S. Retention of flexibility in selected joints after cessation of a stretching exercise program. In : *Exercise Physiology : Current Selected Research*, C.O. Dotson and Humphrey J.H. (Eds). New York : AMS Press Inc. 1985,181-91. 13 \* Pope R.P, Herbert R.D, J.D. Kirvan, et al. Effects of ankle dorsiflexion range and pre-exercise calf muscle on muscle injury risk in army recruits. *Aust J Physiother* 1998;44:165-72. 14 \* Pope R.P, Herbert R.D, Kirvan J.D, et al. A randomized trial of pre-exercise stretchin for prevention of lower-limb injury. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:271-7. 15 \* van Mechelen W, Hlobil H, Kempe H.C, et al. Prevention of running injuries by warm-up, cool-down and stretching exercises. *Am J Sports Med* 1993;2:711-9. 16 Wiemann K, Klee A. Die Bedeutung von Dehnen und Stretching in der Aufwärmphase vor Hochsleistung. *Der Leistungssport* 2000;4:5-9. 17 Wydra G. Stretching, ein Ueberblick über der aktellen Stand der Forschung. *Sportwissenschaft*, 1997; 27:409-27. 18 Fowles J.R, Sale D.G, MacDougall J.D. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *Eur J Appl Physiol* 2000;89:1179-88. 19 Kokkonen J, Nelson A.G, Cornwell A. Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Res Q for Exercise and Sport* 1998;69:411-5. 20 Henning E, Polzielny S. Die Auswirkung von Dehnung und Aufwärmübungen und die Vertikalsprungleistung. *Deutsche Zeitschrift für Sportsmedizin* 1994;45: 253-60. 21 Knudson J, Bennett K, Corn R, Leick D, Smith C. Acute effects of stretching are not evident in the kinematics of vertical jump. *J Strength Conditioning Res* 2001;15:98-101. 22 Church J.B, Wiggins M.S, Moode F.M, Crist R. Effect of warm-up and flexibility treatments on vertical jump performance. *J Strength Conditioning Res* 2001;15: 332-6. 23 Freiwald J, Eingelhardt M, Konrad P, Jäger M, Gnewuch A. *Manuelle Medizin* 1990;37:3-10. 24 Johansson P.H, Lindstrom L, Sundelin G, Lindstrom B. The effects of pre-exercise stretching on muscle soreness, tenderness and force loss following heavy eccentric exercise. *Scand J Med Sci Sports* 1999;9:219-25. 25 Wessel J, Wan A. Effect of stretching on the intensity of delayed-onset muscle soreness. *Clinical J Sports Med* 1994;4:83-7. 26 Holland G.H. The physiology of flexibility : A review of the literature. *Kinesthiol Rev.* 1968;1:49-62. 27 Cross K.M, Worrell W.W. Effects of a static stretching program on the incidence of lower extremity musculotendinous strains. *J Athl Train* 1999;34:11-4. 28 Hartig D.E, Henderson J.M. Increasing hamstring flexibility decreases lower extremity overuses injuries in military basis trainees. *Am J Sports Med* 1999;27:173-6. **Bibliographie complémentaire** • Alter M.J. *Science of flexibility*, Champaign, 1996. • Cornwell A, Nelson A.G, Sidaway B. Acute effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex. *Eur J Appl Physiol* 2002; 86:428-34. • Ekstrand J, Gillquist J, Liljdahl S. Prevention of soccer injuries : Supervision by doctor and physiotherapist. *Am J Sports Med* 1986;11:116-20. • Hewitt T.E, Lidenfeld T.N, Riccobene J.V, Noyes F.R. The effects of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. *Am J Sports Med* 1999; 27:699-704. • High D. M, Howley E.T, Franks B.D. The effects of static stretching and warm-up on prevention of delayed onset muscle soreness. *Res Q* 1989;60:357-61. • Magnusson S.P, Aargaard P, Simonsen E.B, Bojsen-Moller F. A biomechanical evaluation of cyclic and static stretch in human skeletal muscle. *Int J Sports Med* 1998; 19:310-6. • Mc Hugh M.P, Connolly D.A.J, Eston R.G, et al. The role of passive muscle stiffness in symptoms of exercise-induced muscle damage. *Am J Sports Med* 1999;27: 594-9. • Nelson A.G, Kokkonen J, Eldredge C, Cornwell A, Glickman-Weiss E. Chronic stretching and running economy. *Scan J Sports Sci* 2001;11:260-5. • Safran M.R,



Seaber A.V, Garrett Jr W.E. Warm-up and muscular injury prevention : An update. Sports Med 1989;239-49. • Schober H, Knaif W, Wittekop G, Schmidt H. Beitrag zum Einfluss verschiedener Dehnungsformen auf der muskuläre Entspannungsverhalten des M. quadrizeps femoris. Medizin und Sport 1990;3:88-91. • Sullivan M.K, DeJulia J.J, Worrell T.E. Effect of pelvic position and stretching method on hamstring muscle flexibility. Med Sci Sports Exerc 1992;24:1383-9. • \*\* Thacker S.B, Gilchrist J, Stoup D.F, Kimey C.D. The impact of stretching on sports injury risk : A systematic review of the literature. Med Sci Sports Med 2004;36: 371-8. \* à lire \*\* à lire absolument