

UNIVERSITE DE NICE SOPHIA ANTIPOLIS

FACULTE DE MEDECINE

MEMOIRE

pour le

DIPLÔME D'ETUDES SPÉCIALISÉES COMPLÉMENTAIRES

EN MÉDECINE DU SPORT

par

Ianis MELLERIN

né le 1^{er} septembre 1983 à Manosque

**INTÉRÊTS DES ÉTIREMENTS POUR LA
PERFORMANCE, LA PRÉVENTION DES BLESSURES
ET LES DOULEURS POST-EXERCICE**

Une revue de la littérature

26 octobre 2012

Directeur de Mémoire : Dr Olivier GALERA

Service d'Exploration de la Fonction Respiratoire et de Médecine du sport, Hôpital Larrey, CHU de Toulouse

Coordinateur local du DESC : Pr Christophe TROJANI

Service de Chirurgie Orthopédique et de Traumatologie du Sport, CHU de Nice

TABLE DES MATIERES

Table des matières.....	4
1 INTRODUCTION.....	6
1.1 Étirements : définition.....	6
1.2 Types d'étirements.....	6
1.3 Étirements et sport.....	7
1.4 Problématique.....	7
1.5 Objectif.....	7
2 MATÉRIELS ET MÉTHODES.....	7
2.1 Critères d'inclusion.....	7
2.1.1 Types d'études.....	7
2.1.2 Population étudiée.....	8
2.1.3 Types d'interventions.....	8
2.2 Méthodes de recherche.....	8
2.2.1 Recherche électronique.....	8
2.2.2 Recherche manuelle.....	8
2.3 Critères d'exclusion.....	8
2.3.1 Nombre de sujets.....	8
2.3.2 Type de sujets.....	9
2.3.3 Type d'interventions.....	9
2.4 Recueil des données.....	9
3 RÉSULTATS.....	10
3.1 Description générale des études incluses.....	10
3.1.1 Nombre d'études.....	10
3.1.2 Types d'études et nombre de sujets.....	10
3.1.3 Activité sportive des sujets.....	10
3.2 Effet des étirements sur la prévention des douleurs post-exercice.....	10
3.2.1 Nombre d'études.....	10

3.2.2 Méthodes.....	10
3.2.3 Interventions.....	11
3.2.4 Résultats.....	11
3.2.5 Limites éventuelles.....	11
3.2.6 Conclusions.....	11
3.3 Effet des étirements sur la prévention des blessures.....	12
3.3.1 Nombre d'études.....	12
3.3.2 Méthodes.....	12
3.3.3 Interventions.....	12
3.3.4 Résultats.....	12
3.3.5 Limites éventuelles.....	13
3.3.6 Conclusions.....	13
3.4 Effet des étirements sur la performance.....	15
3.3.1 Nombre d'études.....	15
3.3.2 Méthodes.....	15
3.3.3 Interventions.....	15
3.3.4 Résultats.....	16
3.3.5 Limites éventuelles.....	17
3.3.6 Conclusions.....	17
4 DISCUSSION.....	21
5 CONCLUSION.....	24
BIBIOGRAPHIE.....	25
ANNEXE 1 : Caractéristiques des études incluses. Étirements et prévention des douleurs post-exercice.....	27
ANNEXE 2 : Caractéristiques des études incluses. Étirements et prévention des blessures.....	29
ANNEXE 3 : Caractéristiques des études incluses. Étirements et performance.....	35
Résumé.....	49

1 INTRODUCTION

Depuis le début des années 80, les étirements ont été largement promus dans le monde sportif. Introduits initialement pour la prise en charge des tendinopathies liées au sport, le rôle des étirements a été rapidement considéré comme primordial par les médecins, les kinésithérapeutes et les entraîneurs dans la préparation physique du sportif. Les étirements font depuis partie intégrante des programmes d'échauffement, de musculation et de récupération.

1.1 Étirements : définition

Le dictionnaire Larousse® définit l'étirement en ces termes : « *Exercice pratiqué pendant l'échauffement précédant une activité sportive ou pendant la relaxation qui suit celle-ci, et jouant sur la contraction et le relâchement des muscles étirés.* »

Le terme de stretching est aussi très largement utilisé par les sportifs. Mot d'origine anglo-saxonne, « *stretching* » vient du verbe « *to stretch* » qui signifie « *étirer* ».

1.2 Types d'étirements

Il existe trois grands types d'étirements :

- statiques (passif ou actif)

Ils consistent à maintenir étiré un muscle ou un groupe musculaire, d'une ou plusieurs articulations positionnées dans leur amplitude maximale, durant un temps variable. L'étirement passif est provoqué par une force extérieure (pesanteur, partenaire) alors que l'étirement actif est provoqué par la contraction du muscle antagoniste.

- dynamiques / balistiques

Ils consistent à réaliser un mouvement avec élan grâce à la contraction d'un muscle antagoniste afin d'amener le groupe musculaire opposé vers son étirement maximal.

- facilitation proprioceptive neuro-musculaire (contracté-relâché ou contracté-relâché-contraction de l'antagoniste)

Ils consistent à effectuer une contraction isométrique maximale en position d'allongement sub-maximal (+/- contraction de l'antagoniste) puis d'attendre quelques secondes avant de réaliser un étirement statique passif du muscle

1.3 Étirements et sport

La pratique d'étirements est un élément extrinsèque, faisant aujourd'hui partie intégrante de la préparation physique, pouvant potentiellement prévenir les blessures, améliorer les performances et permettre une meilleure récupération.

Dans l'inconscient collectif, et en particulier dans le monde amateur, ne pas pratiquer d'étirements en pré et/ou post-exercice est souvent considéré comme de la négligence de la part du sportif et comme la cause d'une éventuelle blessure à venir.

A l'inverse, certains sportifs de haut-niveau et / ou leur encadrement bannissent totalement la pratique des étirements, accusés de diminuer l'efficacité neuro-musculaire avant la pratique sportive, ou d'aggraver des micro-lésions après la pratique sportive.

1.4 Problématique

Depuis les années 2000, de nombreuses études ont été réalisées. Celles-ci sont cependant de puissance très variable et réalisées selon des protocoles divers. Les résultats sont d'ailleurs parfois contradictoires. Il en résulte un discours inhomogène de la part des professionnels du sport et de la santé à l'attention du sportif.

1.5 Objectif

L'objectif principal de cette revue est donc de faire le point sur les connaissances disponibles dans la littérature concernant les diverses techniques d'étirement et leur impact sur la prévention des blessures, la performance et les douleurs en post-exercice, afin d'élaborer des recommandations claires et actualisées à l'usage du sportif pratiquant.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 Critères d'inclusion

2.1.1 Types d'études

Dans cette revue, ont été incluses les études de type prévention primaire, randomisées prospectives ou contrôlées prospectives. Les études contrôlées en crossover pour lesquelles l'assignement des groupes a été randomisé ont été considérées comme des études randomisées.

2.1.2 Population étudiée

Les études s'intéressant aux sportifs professionnels ou amateurs ainsi que les études s'intéressant à des sujets ayant une activité physique régulière ont été inclus.

Les sujets devaient avoir entre 17 et 50 ans.

2.1.3 Types d'interventions

Les interventions de type étirements pendant le pré exercice, le post-exercice et pendant des séances dédiées, afin d'étudier leurs effets sur la prévention des blessures, la performance et les douleurs du post-exercice, ont été incluses.

2.2 Méthodes de recherche

2.2.1 Recherche électronique

Nous avons recherché les articles référencés dans les bases de données Medline, the Cochrane Library, SportDiscus et Science Direct. Seuls les articles publiés entre 1990 et avril 2012 ont été inclus.

2.2.2 Recherche manuelle

Nous avons complété la recherche électronique par une recherche manuelle. Pour chaque article mis en évidence par la recherche électronique, répondant aux critères d'inclusion, nous avons recherché dans les articles référencés par la publication et dans les articles citant cette publication.

Nous n'avons défini aucune restriction quant à la langue de publication.

2.3 Critères d'exclusion

2.3.1 Nombre de sujets

Les études ayant inclus moins de 20 sujets ont été exclues.

2.3.2 Type de sujets

Les études réalisées sur des populations sédentaires ou pour lesquelles aucune information sur la pratique d'une activité physique régulière n'était donnée, ont été exclues.

2.3.3 Type d'interventions

Les études dans lesquelles des intervention multiples étaient réalisées simultanément, autres qu'un échauffement préalable aux étirements, ont été exclues.

Exemple d'étude exclue :

groupe intervention : échauffement standard + étirements + travail excentrique

groupe contrôle : échauffement standard mais ni étirements ni travail excentrique.

2.4 Recueil des données

Pour chaque article répondant aux critères d'inclusion et d'exclusion, les données suivantes ont été recherchées et entrées manuellement dans un éditeur de texte :

- auteur principal
- date de publication
- essai clinique randomisé ou contrôlé
- population étudiée
- type d'étirements
- intensité des étirements
- sites des étirements
- moment des étirements
- durée et répétition des étirements
- période d'intervention
- caractéristiques de la population contrôle
- paramètre(s) étudié(s)
- résultats
- remarques diverses
- limites éventuelles
- références complètes

L'ensemble de ces données sont disponibles en annexe 1, 2 et 3.

3 RÉSULTATS

3.1 Description générale des études incluses

3.1.1 Nombre d'études

33 études ont été retenues : 9 études concernant la prévention des blessures, 3 études concernant la prévention des douleurs post-exercice et 21 études concernant l'impact sur la performance. Toutes les études ont été publiées en langue anglaise sauf Liu 2008 [18], publiée dans un journal chinois.

3.1.2 Types d'études et nombre de sujets

7 études sont des études cliniques contrôlées ; 26 sont des études cliniques randomisées. Le nombre de participants est variable. La plus petite étude inclue 20 participants ; la plus grande 2377. 18 études comportent entre 20 et 50 sujets, 6 études entre 50 et 100 sujets, 3 études entre 100 et 200 sujets et 6 études en comportent plus de 200.

3.1.3 Activité sportive des sujets

Les sujets recrutés sont dans 3 études des sportifs de haut niveau, dans 7 études des militaires, dans 19 études des compétiteurs réguliers et/ou pratiquant un sport en loisir. Enfin dans 4 études, les sujets pratiquaient simplement une activité physique régulière.

3.2 Effet des étirements sur la prévention des douleurs post-exercice

3.2.1 Nombre d'études

3 études ont été incluses : Jamtvedt (2010) [15] ; Laroche et Connolly (2006) [17] ; Marques (2006) [19]. Leurs principales caractéristiques sont résumées dans le *Tableau 1*. L'ensemble des données recueillies sur ces études sont disponibles en *Annexe 1*.

3.2.2 Méthodes

Les 3 études sont des études cliniques randomisées. Les études de Jamtvedt et de Laroche et Connolly ont été réalisées sur des sujets pratiquant une activité physique régulière. L'étude de Marques, s'est intéressée à des recrues de l'armée.

3.2.3 Interventions

Ces études peuvent être réparties en 2 groupes. Au cours d'un programme de plusieurs semaines d'étirements des membres inférieurs, l'étude de Jamtvedt évalue l'impact d'étirements statiques passifs et celle de Laroche et Connolly l'impact d'étirements statiques passifs ou balistiques sur les douleurs post-exercice.

L'étude de Marques évalue l'impact d'étirements statiques passifs au décours d'une seule série d'étirements.

3.2.4 Résultats

Les études de Jamtvedt et de Laroche et Connolly ne mettent pas en évidence de différence significative en cas de pratique d'étirements en pré et/ou en post-exercice, sur la douleur post-exercice.

L'étude de Marques met en évidence une diminution de 6% de la douleur à 24 heures et de 2% à 48h (évaluée par une échelle visuelle analogique allant de 0 à 100 points).

3.2.5 Limites éventuelles

Bien qu'incluant un nombre important de sujets (n=2377), l'étude de Jamtvedt a été entièrement conduite sur internet ; aussi bien le recrutement que la remise des instructions ou encore le recueil des résultats (basé sur l'auto-déclaration). Cette méthode est ainsi plus à risque de biais.

L'étude de Marques conclue à une diminution des douleurs pour le groupe étirements statiques passifs. Dans ce travail, il n'est cependant pas fait mention du calcul de la significativité des résultats trouvés. De plus la réalisation d'une seule série d'étirements est peu représentative de la pratique sportive.

3.2.6 Conclusions

A la lumière de ce petit nombre d'études répondant à nos critères d'inclusion, il semblerait que les étirements statiques passifs, pratiqués avant et/ou après une activité physique, n'aient pas ou très peu d'impact sur la prévention des douleurs post-exercice. Les étirements balistiques, évalués dans une seule étude, n'ont pas montré non plus d'efficacité.

3.3 Effet des étirements sur la prévention des blessures

3.3.1 Nombre d'études

9 études ont été incluses : Amako (2003) [2] ; Bixler et Jones (1992) [4] ; Cross et Worrell (1999) [7] ; Hartig et Hendersen (1999) [12] ; Jamtvedt (2010) [15] ; Liu (2008) [18] ; Pope (1998) [24] ; Pope (2000) [25] ; Van Mechelen (1993) [29].

Leurs principales caractéristiques sont résumées dans le *Tableau 2*. L'ensemble des données recueillies sur ces études sont disponibles en *Annexe 2*.

3.3.2 Méthodes

6 de ces études sont des études cliniques randomisées ; 3 sont des études cliniques contrôlées. Toutes les études étudient l'effet de protocoles spécifiques d'étirements durant une période d'au moins 12 semaines. 5 études se sont intéressées à des militaires, 2 études à des joueurs universitaires de football américain, 1 à des coureurs à pied de loisir et 1 à des sujets ayant une activité physique régulière. Toutes ces études comportent un nombre significatif de sujets (122 sujets minimum).

3.3.3 Interventions

Toutes les études évaluent l'impact d'étirements statiques passifs sur la prévention des blessures des membres inférieurs. Les interventions ont été réalisées sur des périodes allant de 12 semaines à 2 ans.

3.3.4 Résultats

3 études randomisées (Pope (1998) ; Pope (2000) ; Van Mechelen) concluent à une absence d'efficacité des étirements statiques passifs sur la prévention des blessures des membres inférieurs. 2 études randomisées (Amako ; Jamtvedt) ne mettent pas en évidence de différence significative sur le risque global de blessures des membres inférieurs mais montrent cependant une diminution significative des lésions tendino-musculaires dans le groupe étirements. Une dernière étude randomisée (Liu) met en évidence une diminution significative du risque global de blessures.

Parmi les 3 études contrôlée, l'étude de Hartig et Hendersen conclue à une diminution significative du risque de blessure des membres inférieurs. L'étude de Bixler et Jones ne met pas en évidence de diminution du nombre de blessures durant le 3^{ème} quart-temps (critère principal de jugement) mais observe une diminution significative du nombre d'entorses et d'élongations par match. Enfin, l'étude de Cross et Worrell ne met pas en évidence de diminution significative du risque global de blessures mais montre une

diminution significative des lésions tendino-musculaires.

3.3.5 Limites éventuelles

Études ne mettant pas en évidence de différence significative

Comme précisé précédemment, l'étude de Jamtvedt a été entièrement conduite sur internet ; aussi bien le recrutement que la remise des instructions ou encore le recueil des résultats, basé sur l'auto-déclaration des blessures.

Études mettant en évidence une différence significative

L'étude de Liu conclue à une diminution du risque global de blessure mais aucun résultat n'a été publié afin de distinguer les lésions des tissus mou des fractures de fatigues, pathologie courante chez les militaires.

La comparabilité des groupes se pose dans l'étude de Hartig et Hendersen car le groupe intervention et le groupe contrôle étaient des militaires de 2 compagnies différentes, pratiquant uniquement la course à pied ensemble.

L'intervention, dans l'étude Cross et Worrell, a été réalisée au cours de 2 saisons successives, auprès des même joueurs de football américain. La première saison, les joueurs ont simplement été suivis. La seconde saison, des étirements statiques passifs ont été ajoutés avant l'entraînement. On peut donc se demander si la diminution des lésions tendino-musculaires observée n'est pas simplement liée à une meilleure préparation physique et technique.

3.3.6 Conclusions

Au regard de cette revue, il est difficile de conclure formellement à l'efficacité ou la non efficacité des étirements statiques passifs sur la prévention des blessures. La majorité des études de bonne puissance, randomisées, pour lesquelles la méthodologie n'est pas ou peu critiquable, concluent à l'absence de différence significative (Pope (1998) ; Pope (2000) ; Van Mechelen). Cependant d'autres études bien menées montrent le contraire. Amako, dans son étude randomisée réalisée sur 901 militaires, met en évidence une diminution des lésions tendino-musculaires dans le groupe étirements. Enfin, dans une étude contrôlée (Bixler et Jones), il est mis en évidence une diminution significative du nombre d'entorses et d'élongations par match.

Au total, les étirements statiques passifs n'ont pas fait la preuve de leur efficacité dans la prévention des blessures des membres inférieurs.

Tableau 1 – Résumé des études évaluant l'effet des étirements sur la prévention des douleurs post-exercice

Auteur	Méthode	Participants	Intervention	Résultats
Jamtvéd et coll. (2010)	ECR ¹ , intervention durant 12 semaines	2377 adultes, activité physique régulière	étirements statiques de 30s des muscles des membres inférieurs et du tronc avant et après un exercice physique contrôle : pas d'étirements	pas de différence significative
Laroche et Connolly (2006)	ECR ¹ , intervention durant 4 semaines	29 hommes, activité physique régulière	4 jours de travail excentrique sur dynamomètre isocinétique, puis 3 séances par semaine pendant 4 semaines d'étirements statiques ou balistiques des ischio-jambiers (10x30s), puis 4 jours de travail excentrique contrôle : pas d'étirements, travail excentrique seul	pas de différence significative
Marques et coll. (2006)	ECR ¹ , 1 test	30 recrues de l'armée, hommes de 18 ans	3x30s d'étirements statiques des fléchisseurs du coude avant ou après un exercice excentrique et concentrique contrôle : pas d'étirements	↓6% de l'EVA à 24h et ↓2% à 48h

Tableau 2 – Résumé des études évaluant l'effet des étirements sur la prévention des blessures

Auteur	Méthode	Participants	Intervention	Résultats
Amako et coll. (2003)	ECR ¹ , intervention entre 1996 et 1998	901 recrues de l'armée	étirements statiques de 30s, 18 exercices (4 aux membres supérieurs, 7 aux membres inférieurs, 7 au tronc). Séance de 20 min avant et après l'entraînement physique contrôle : pas d'étirements avant l'entraînement	pas de différence significative sur le risque global ; ↓ significative des lésions tendino-musculaires et des douleurs lombaires
Bixler et Jones (1992)	ECC ² , intervention durant 1 saison (52 match)	5 équipes universitaires de football américain	étirements statiques de 25s par groupe musculaire (ischio-jambiers, quadriceps, aine) durant la mi-temps contrôle : pas de programme d'étirements	pas de différence significative sur le risque durant les 3ème quart-temps ; diminution significative du nombre d'entorses et d'élongations par match
Cross et Worrell (1999)	ECC ² , intervention durant 1 an	195 joueurs universitaires de football américain	étirements statiques de 3x15s par groupe musculaire des membres inférieurs avant l'entraînement physique contrôle : pas de programme d'étirements	pas de différence significative sur le risque global de blessure ; diminution significative des lésions tendino-musculaires des membres inférieurs
Hartig et Hendersen (1999)	ECC ² , intervention durant 13 semaines	298 militaires d'infanterie	5x30s d'étirements statiques des ischio-jambiers au cours de séances dédiées 3 fois par jour en plus du programme habituel contrôle : programme d'échauffement et d'étirements habituels	diminution significative du risque de blessure
Jamtvéd et coll. (2010)	ECR ¹ , intervention durant 12 semaines	2377 adultes, activité physique régulière	étirements statiques de 30s des muscles des membres inférieurs et du tronc avant et après un exercice physique contrôle : pas d'étirements	pas de différence significative sur le risque global ; diminution significative des lésions tendino-musculaires des membres inférieurs
Liu et coll. (2008)	ECR ¹ , intervention durant 12 semaines	122 recrues de l'armée	5x30s d'étirements statiques du mollet au cours de 4 séances journalières contrôle : 1 seule séance journalière (matin)	diminution significative du risque global de blessure
Pope et coll. (1998)	ECR ¹ , intervention durant 12 semaines	1093 recrues de l'armée	20s d'étirements statiques de chaque groupe musculaire (soléaire, gastrocnémiens) puis 3min d'échauffement avant l'entraînement physique contrôle : étirement fléchisseurs du poignet et triceps puis échauffement identique	pas de différence significative
Pope et coll. (2000)	ECR ¹ , intervention durant 12 semaines	1538 recrues de l'armée	avant l'entraînement physique, alternance d'un étirement statique de 20s (membres inférieurs) avec 4 min d'échauffement (jogging + pas chassés latéraux) contrôle : échauffement seul	pas de différence significative
Van Mechelen et coll. (1993)	ECR ¹ , intervention durant 16 semaines	326 coureurs à pied de loisir	3x10s d'étirements statiques des membres inférieurs en fin d'échauffement contrôle : ni étirement ni échauffement	pas de différence significative

¹ ECR : essai clinique randomisé ² ECC : essai clinique contrôlé

3.4 Effet des étirements sur la performance

3.4.1 Nombre d'études

21 études ont été incluses : Aguillar (2012) [1] ; Beedle (2008) [3] ; Chaouachi (2010) [5] ; Christensen (2008) [6] ; Fletcher (2010) [8] ; Fletcher et Jones (2004) [9] ; Fletcher et Monte-Colombo (2010) [10] ; Gelen (2010) [11] ; Herman et Smith (2008) [13] ; Holt et Lambourne (2008) [14] ; Kokkonen (1998) [16] ; Mc Millian (2006) [20] ; Nelson (2005) [21] ; Pacheco (2011) [22] ; Perrier (2011) [23] ; Robbins et Scheuermann (2008) [26] ; Sayers (2008) [27] ; Van Gelder et Bartz (2011) [28] ; Vetter (2007) [30] ; Winchester (2008) [31] ; Winke (2010) [32]

Leurs principales caractéristiques sont résumées dans le *Tableau 3*. L'ensemble des données recueillies sur ces études sont disponibles en *Annexe 3*.

3.4.2 Méthodes

17 de ces études sont des études cliniques randomisées ; 4 sont des études cliniques contrôlées.

Les études évaluent l'effet d'étirements selon des protocoles divers. 1 étude ne précise pas la durée de l'intervention. 1 étude s'est intéressé à des militaires, 14 à des sportifs amateurs, 3 à des sportifs de haut niveau, semi-professionnels ou professionnels et 3 à des sujets ayant une activité physique régulière.

Toutes ces études comportent moins de 100 participants.

3.4.3 Interventions

L'effet des étirements statiques (actifs et/ou passifs) ont été évalués dans 19 études, des étirements dynamiques dans 14 études et des étirements de type facilitation proprioceptive neuro-musculaire dans 2 études.

Dans 21 études, les étirements sont pratiqués sur les membres inférieurs, dans 4 études sur les membres supérieurs et dans 5 études sur le tronc.

6 études évaluent l'effet immédiat d'une série d'étirements sur la performance. 8 études évaluent l'effet sur la performance de protocoles d'étirements mis en place durant moins d'une semaine , 3 pour des protocoles allant de 1 à 2 semaines et 3 pour des protocoles allant de 2 à 4 semaines.

3.4.4 Résultats

5 études cliniques randomisées (Aguilar ; Beedle ; Perrier ; Van Gelder et Bartz ; Wincke) et 2 études cliniques contrôlées (Chaouachi ; Mc Millian) ne mettent pas en évidence de différence significative de performance entre le groupe étirements statiques passifs et le groupe contrôle sans étirements. 8 études cliniques randomisées (Fletcher et Jones ; Gelen ; Holt et Lambourne ; Kokkonen ; Nelson ; Robbins et Scheuermann ; Sayers ; Vetter) et 1 étude contrôlée (Winchester) mettent elles en évidence une diminution des performance en cas d'étirements statiques (passifs et/ou actifs) par rapport au groupe contrôle sans étirements.

L'étude de Fletcher et Monte-Colombo met en évidence une diminution significative de la hauteur de saut après étirements statiques passifs par rapport au groupe sans étirements mais ne met pas en évidence de différence significative sur le pic de force du quadriceps.

L'étude contrôlée de Mc Millian est une des rares études à mettre en évidence une amélioration des performances après étirements statiques passifs par rapport au groupe sans étirements mais seulement à un test (5 step jump). Aucune différence significative n'a été mise en évidence pour les autres test de performance (T-drill et lancé de ballon). L'étude de Pacheco met elle aussi en évidence un bénéfice des étirements statiques (actifs comme passifs), par rapport à un groupe sans étirements, sur la performance.

4 études randomisées (Fletcher et Jones ; Fletcher et Monte-Colombo ; Herman et Smith ; Holt et Lambourne) mettent en évidence une diminution des performances après étirements statiques par rapport au groupe étirements dynamiques.

L'étude d'Aguilar met en évidence une amélioration significative de la force du quadriceps (seulement en excentrique) pour les étirements dynamiques.

4 études randomisées (Fletcher ; Fletcher et Monte-Colombo ; Gelen ; Van Gelder et Bartz) et 2 études contrôlées (Mc Millian ; Perrier) mettent en évidence une amélioration des performances après la pratique d'étirements dynamique par rapport au groupe sans étirements.

1 étude contrôlée (Chaouachi) ne met pas en évidence de différence significative de performance entre le groupe étirements dynamiques, statiques et le groupe sans étirements. Parmi les 7 protocoles d'étirements réalisés dans cette étude et seulement pour un test de performance parmi ceux réalisés (sprint sur 30m), seul le groupe étirements dynamiques associé à des étirements statiques avant le point d'inconfort obtient des résultats de performance significativement meilleur (1,9%) par rapport au groupe sans étirements.

L'étude de Beedle est une des rares étude contrôlée à ne pas mettre en évidence de différence significative entre le groupe étirements dynamiques, étirements statiques et le groupe sans étirements. Dans son étude Christensen ne met pas non plus en évidence de

différence significative de performance entre et étirements dynamiques ou de type facilitation proprioceptive neuro-musculaire et le groupe contrôle sans étirements. Dans cette étude aucune différence significative de performance n'a été mise en évidence entre les groupes étirements dynamiques ou de type facilitation proprioceptive neuro-musculaire.

Enfin, 4 études randomisées (Fletcher et Jones ; Fletcher et Monte-Colombo ; Herman et Smith ; Van Gelder et Bartz) et 1 étude contrôlée (Perrier) mettent en évidence une amélioration des performances pour le groupe étirements dynamiques par rapport au groupe étirements statiques.

3.4.5 Limites éventuelles

Dans son étude randomisée en cross-over, Beedle ne met donc pas en évidence de différence significative entre les groupes étirements statiques passifs ou étirement dynamique et le groupe contrôle sans étirements. Cette étude, menée sur 51 jeunes adultes modérément actifs à très actifs, a évalué l'impact d'étirements des membres supérieurs, du tronc et des membres inférieurs sur la performance. Les tests de performance étaient des tests de répétition maximale : développé-couché et presse (jambes). Il faut cependant noter que les séances d'étirements n'étaient pas standardisées, avec ou sans supervision selon les cas et que le choix des poids pour les tests de répétition maximale étaient laissés à l'appréciation du sujet. Les sujets n'étant pas familiers des tests de répétition maximale et de ce genre d'exercices.

L'étude de Holt et Lambourne, randomisée, réalisée sur 64 footballeurs américains, met en évidence une diminution significative des performances pour le groupe étirements statiques. Il est important de souligner qu'il s'agit de la seule étude pour laquelle il est fait mention du calcul de nombre de sujets nécessaires. On remarquera par contre qu'une différence significative existait lors du pré-test entre les groupes.

3.4.6 Conclusions

A la lumière de ces études, la pratique d'étirements statiques, en particulier passifs, semble diminuer significativement les performances. Au mieux ils n'entraînent aucune amélioration de performance par rapport à l'absence de pratique de tout étirement.

Les étirements dynamiques, dans presque toutes les études, améliorent significativement les performances (par rapport à un groupe pratiquant des étirements statiques ou par rapport à un groupe ne pratiquant pas d'étirements).

Seules deux études randomisées (Christensen ; Pacheco) ont évalué l'effet sur la performance d'étirements de type facilitation proprioceptive neuro-musculaire (FPN) par rapport à un groupe contrôle sans étirements. L'étude de Christensen ne met pas en évidence de différence significative alors que dans son étude Pacheco note lui une

amélioration des performance pour le groupe FPN.

Tableau 3 – Résumé des études évaluant l'effet des étirements sur la performance

Auteur	Méthode	Participants	Intervention	Résultats
Aguilar et coll. (2012)	ECR ¹ , 1 test	23 hommes et 22 femmes, football de loisir	étirements statiques (ES) de 2x20s (total 10min) ou étirements dynamiques (ED) des membres inférieurs contrôle : pas d'étirements, échauffement seul (O)	pas de différence significative entre ES et O. Amélioration significative uniquement de la force du quadriceps en excentrique pour ED
Beedle et coll. (2008)	ECR ¹ , intervention durant 1 semaine	51 jeunes adultes modérément à très actifs	étirements statiques 3x15s ou dynamique 3x30s des membres supérieurs, du tronc et des membres inférieurs contrôle : pas d'étirements	pas de différence significative
Chaouachi et coll. (2010)	ECC ² , intervention durant 16 jours	22 athlètes universitaires	7 protocoles : étirements statiques jusqu'au point d'inconfort (ESPI) ou avant le point d'inconfort (ES<PI), étirement dynamique (ED), ESPI+ED, (ES<PI)+ED, ED+ESPI, ED+(ES<PI) des membres inférieurs contrôle : pas d'étirements	pas de différence significative. Temps significativement meilleur (1,9%) pour le groupe contrôle vs. ED+ (ES<PI) et seulement au sprint sur 30m
Christensen et coll. (2008)	ECR ¹ , intervention durant 3 jours	68 athlètes universitaires	étirements dynamiques (8 exercices, 5 répétitions) ou proprioceptifs par facilitation neuromusculaire des membres inférieurs contrôle : pas d'étirements, jogging seul	pas de différence significative
Fletcher (2010)	ECR ¹ , durée d'intervention non précisée	24 sportifs universitaires	étirements dynamiques lents et rapides des membres inférieurs et du tronc contrôle : pas d'étirements	amélioration significatives de tous les tests pour les étirements dynamiques rapides. Amélioration significative des drop jump et squat jump pour les étirements dynamiques lents vs. groupe contrôle
Fletcher et Jones (2004)	ECR ¹ , 1 test	97 rugbyman amateurs	étirements statique passif, dynamique actif, statique actif, dynamique statique des membres inférieurs contrôle : comparaison entre protocoles	statique passif et statique actif : augmentation significative du temps de sprint dynamique actif : diminution significative du temps de sprint dynamique statique : diminution non significative du temps de sprint
Fletcher et Monte-Colombo (2010)	ECR ¹ , intervention durant 7 jours	21 footballeurs semi-professionnels	étirements statiques (ES) ou dynamiques (ED) des membres inférieurs contrôle : pas d'étirements (O)	différences significatives : hauteur de saut et fréquence cardiaque : ED > O > ES // température : ED > ES ou O // pic de force quadriceps : ED > ES ou O
Gelen (2010)	ECR ¹ , intervention durant 11 jours	26 footballeurs professionnels	étirements statique ou dynamique ou statique puis dynamique des membres inférieurs contrôle : pas d'étirements, jogging seul	statique < groupe contrôle < dynamique. Pas de différence significative pour le groupe statique + dynamique
Herman et Smith (2008)	ECR ¹ , intervention durant 4 semaines	24 lutteurs	étirements dynamiques des membres supérieurs, inférieurs et du tronc 5 fois par semaine précédant l'entraînement contrôle : étirements statiques	dynamique : ↑ pic de force du quadriceps (11%), du saut en longueur (4%), du lancé de ballon (4%), des abdominaux (11%), des tractions (3%) et amélioration significative du temps au 300y navette (-2%) et à la course sur 600m (-2,4%). ↓ significative des performances à la course sur 600m et aux tractions pour les étirements statiques
Holt et Lambourne (2008)	ECR ¹ , 1 test	64 footballeurs américains	étirements statiques ou dynamiques ou échauffement dynamique des membres inférieurs contrôle : pas d'étirements, échauffement seul	diminution significative des performances pour le groupe étirement statique vs. autres groupes. Pas de différence significative entre les groupes échauffement seul, dynamique et "échauffement dynamique"
Kokkonen et coll. (1998)	ECR ¹ , intervention durant 2 jours	30 étudiants en éducation physique	étirements statiques des membres inférieurs contrôle : pas d'étirements	diminution significative des performances pour le groupe « étirements statiques » en flexion (-7,3%) et en extension (-8,1%)
McMillian et coll. (2006)	ECC ² , intervention durant 3 jours	30 militaires	étirements statiques ou dynamiques des membres supérieurs, inférieurs et du tronc contrôle : pas d'étirements	amélioration significative de toutes les performances pour les étirements dynamiques. Pour les étirements statiques, amélioration significative uniquement pour le 5 step jump vs. pas d'étirement
Nelson et coll. (2005)	ECR ¹ , intervention durant 2 jours	49 étudiants en éducation physique	étirements statiques actifs et passifs des membres inférieurs contrôle : pas d'étirements	diminution significative des performances après étirements statiques en flexion (-3,6%) et en extension (-5,7%)

Tableau 3 (suite) – Résumé des études évaluant l'effet des étirements sur la prévention des douleurs post-exercice

Auteur	Méthode	Participants	Intervention	Résultats
Pacheco et coll. (2011)	ECR ¹ , 1 test	49 étudiants sportifs	étirements statique passif (ESP), facilitation proprioceptive neuro-musculaire (FPN), statique actif en tension active (ESAA) ou en tension passive (ESAP) des membres inférieurs contrôle : pas d'étirements	amélioration significative de toutes les performances de saut pour les groupes ESP, FPN, ESAA (meilleur résultat). Amélioration significative pour le squat jump et le countermovement jump pour le groupe ESAP
Perrier et coll. (2011)	ECC ² , 3 tests	21 sportifs de loisir	étirements statiques (ES) et dynamiques (ED) des membres supérieurs, du tronc et des membres inférieurs contrôle : pas d'étirements	amélioration significative des performances pour le groupe ED vs. ES ou groupe contrôle. Pas de différence significative entre les groupe ES et le groupe contrôle
Robbins et Scheuermann (2008)	ECR ¹ , intervention durant 4 jours	10 athlètes universitaires et 10 sportifs de loisir	étirements statiques des membres inférieurs contrôle : pas d'étirements	diminution significative des performances après 6 répétitions de l'étirement
Sayers et coll. (2008)	ECR ¹ , intervention durant 2 jours	20 footballeuses élites	étirements statiques des membres inférieurs contrôle : pas d'étirements	diminution significative des performances après étirements statiques
Van Gelder et Bartz (2011)	ECR ¹ , 1 test	60 joueurs de basket universitaires (18) et de loisir (42)	étirements statiques (ES) ou dynamiques (ED) des membres inférieurs et du tronc contrôle : pas d'étirements (O)	amélioration significative des performances pour le groupe ED vs. ES ou O. Pas de différence significative entre ES et O
Vetter (2007)	ECR ¹ , intervention durant 14 jours	14 hommes et 12 femmes, étudiants universitaires, sportifs de loisir	6 protocoles d'étirements des membres inférieurs : marche + course (MC), MC + petits sauts (MC+S), MC + étirements dynamiques actifs (ED) + S, MC + ED, MC + étirements statiques (ES) + S, MC + ES contrôle : marche et course seulement	pas de différence significative sur la vitesse de sprint. Diminution significative de la hauteur de saut si étirements statiques associés : MC+ES<MC ; MC+ES<MC+ED+S
Winchester et coll. (2008)	ECC ² , intervention durant 2 jours	11 hommes et 11 femmes athlètes universitaire	étirements statiques des membres inférieurs contrôle : pas d'étirements	diminution significative du temps de sprint sur le second 20m et sur l'ensemble du 40m (-3%) pour le groupe étirements statiques
Winke et coll. (2010)	ECR ¹ , intervention durant 2 jours	29 sportifs de loisir	étirements statiques des ischio-jambiers contrôle : pas d'étirements	pas de différence significative

¹ ECR : essai clinique randomisé ² ECC : essai clinique contrôlé

4 DISCUSSION

Afin de pouvoir proposer des recommandations de pratique aux sportifs à partir de cette revue de la littérature, seules les études s'intéressant aux sportifs professionnels ou amateurs devaient être retenues. Cependant au vu du faible nombre d'études répondant à ces critères, nous avons choisi d'inclure les études de bonne méthodologie s'intéressant à des sujets militaires ou ayant une activité physique régulière. De ce fait, le type de population est donc plus large, avec des contraintes musculo-tendineuses et ostéo-articulaires évidemment différentes entre le sportif de loisir et le militaire par exemple. Cependant, les études réalisées sur des militaires étant généralement réalisées sur de grands effectifs et avec des méthodologies peu critiquables, il n'était bien évidemment pas envisageable d'ignorer cette littérature.

L'âge minimal de 17 ans, correspondant généralement à l'âge de fusion du cartilage de croissance chez le garçon (vers 15 ans chez la fille), a été retenu afin de réduire le risque de biais de sélection lié à des pathologies intercurrentes de croissance. De même, l'âge maximal de 50 ans a été défini afin de réduire le risque de biais de sélection lié à des atteintes dégénératives.

Les études publiées avant 1990 n'ont pas été incluses. Bien que cette littérature soit tout aussi intéressante que la littérature récente, il était nécessaire de limiter le champ de recherche. Une revue de la littérature de ces 20 dernières années nous a semblé suffisamment pertinente.

L'étude attentive des paramètres anthropométriques disponibles a révélé que certaines populations étudiées étaient en surpoids (Laroche et Connolly [17]). Nous avons également constaté qu'aucune des études portant sur des sujets pratiquant une activité physique régulière (Jamtvedt [15] ; Beedle [3] ; Kokkonen [16] ; Nelson [21]) n'introduisait la définition d'activité physique régulière. Cette absence de définition du critère d'inclusion principal semble susceptible d'introduire un biais de sélection dans les groupes "sujets ayant une activité physique régulière" versus "sportifs de loisir" ou "sujets sédentaires".

Nous avons pris comme référence le document de synthèse « Activité Physique et Santé », établi dans le cadre du Programme National Nutrition Santé (PNNS), qui définit l'activité physique comme telle :

« L'activité physique au sens large inclut tous les mouvements effectués dans la vie quotidienne et ne se réduit pas à la seule pratique sportive. Les principales caractéristiques d'une activité physique donnée sont l'intensité, la durée, la fréquence et le contexte dans lequel elle est pratiquée. L'intensité représente, en valeur absolue ou relative, l'effort demandé par la réalisation d'une activité donnée et en pratique, son coût énergétique (en kcal/min). En fonction du contexte, on identifie trois situations principales :

- 1) l'activité physique lors des activités professionnelles*
- 2) l'activité physique dans le cadre domestique et de la vie courante (par ex. transport)*
- 3) l'activité physique lors des activités de loisirs (incluant les activités sportives) »*

Quelques autres définitions importantes sont aussi rappelées dans le tableau ci dessous extrait du même document.

Terme	Définition
Activité physique	Tout mouvement corporel produit par la contraction des muscles squelettiques entraînant une augmentation de la dépense d'énergie au dessus de la dépense de repos.
Entraînement physique	Activité physique planifiée, structurée, répétée et dont le but est d'améliorer ou de maintenir les capacités physiques d'un individu.
Condition physique	Niveau d'entraînement physique et psychologique minimum nécessaire pour satisfaire aux exigences d'une activité physique donnée.
Aptitude physique	Capacités globales (cardiorespiratoires, ostéomusculaires et psychologiques) d'un individu à réaliser une activité physique donnée.

La notion d'activité physique régulière peut donc être une notion vaste si elle n'est pas quantifiée.

A vu des résultats de notre revue, la place des étirements statiques (en particulier passifs) pourrait donc être remise en cause. En effet, contrairement aux idées reçues, les étirements statiques passifs n'ont pas démontré d'efficacité sur la prévention des blessures ou sur les douleurs post-exercice, et dans la majorité des études ils diminuent la performance (explosivité et force essentiellement). Qu'en est-il pour les disciplines d'endurance ? Peut-on conclure à un probable effet négatif sur la performance ou doit-on se garder de conclure, notamment du fait de l'absence d'étude et de l'intrication qui pourrait exister avec le maintien des amplitudes articulaires et l'efficacité du geste technique dont on sait qu'il s'agit d'un facteur majeur de la performance sportive dans certaines disciplines aérobies ? A ce jour, il n'existe pas de relation évidente entre amplitude articulaire et risque de blessure. L'étude de Pope (1998) [24] montre que l'amplitude articulaire de la cheville (dorsiflexion) est un mauvais facteur prédictif de blessure. Pourtant les bannir des programmes d'entraînement, comme certains le font déjà, est peut être extrême. En effet leur efficacité dans le gain d'amplitude articulaire n'est plus à démontrer [23] [35]. La raideur du système suro-achilléo-plantaire par exemple est un facteur de risque connu de blessure (aponévrosite plantaire, métatarsalgies, tendinite achilléenne) [34]. De plus, le maintien de bonnes amplitudes articulaires est indispensable à la réalisation du geste sportif. Certaines disciplines sportives nécessitent tout particulièrement de grandes amplitudes articulaires : danse, patinage, gymnastique artistique, du plongeon... L'athlète doit être préparé à aller dans ces amplitudes extrêmes « sans risque ».

Le moment de la pratique des étirements, qu'ils soient statiques, dynamiques ou de type facilitation proprioceptive neuro-musculaire, reste un sujet discuté. Dans les études sélectionnées pour notre travail, les étirements ont été pratiqués avant ou après la

pratique sportive ou au cours de séances dédiées pour les études s'intéressant à la prévention des douleurs post-exercice et majoritairement à la fin de l'échauffement pour les études concernant la prévention des blessures et l'effet sur la performance.

La pratique d'étirements passifs avant la pratique sportive semble donc à déconseiller. Dans ce contexte, ces étirements n'ont pas montré d'efficacité dans la prévention de blessures et sur les douleurs post-exercice et la plupart des études mettent en évidence une diminution des performances suite à leur pratique. Ils sont donc à déconseiller tout particulièrement dans les jours précédant une compétition.

L'effet d'étirements statiques réalisés après un effort physique a été étudié dans quelques études répondant à nos critères [2] [15] [19] mais seulement pour la prévention des blessures et des douleurs post-exercice. Aucune différence significative avec l'absence de pratique d'étirements n'a été mise en évidence. Concernant l'effet de ces étirements réalisés suite à un exercice physique, aucune de nos études n'a étudié leur effet. Cependant, leur effet négatif sur la contraction sarcomérique pourraient persister, d'après certains auteurs, plus de 24h après leur pratique. De plus les étirements statiques comprimerait les capillaires ; ils interrompraient ainsi la vascularisation ayant pour effet de diminuer l'apport sanguin, dont le muscle a besoin pour récupérer [36]. Il pourrait aussi aggraver des micro-lésions musculaires consécutives à l'exercice.

Au regard de cette revue, les étirements dynamiques se sont eux aussi montrés inefficaces dans la prévention des blessures et des douleurs post-exercice. La pratique d'étirements balistiques avant l'exercice semble par contre adaptée. Ils préparent mieux le muscle à l'exercice physique (augmentation de la température musculaire contrairement aux étirements statiques qui sont peu efficaces) en complément de l'échauffement et améliorent la performance dans la grande majorité des études.

En récupération, les étirements ne semblent donc pas avoir de place. Gilles Cometti, maître de conférence à la Faculté des sciences du sport à Dijon, dans un document de synthèse intitulé « *Les limites du stretching pour la performance sportive.* », propose une technique de récupération en adéquation avec nos connaissances actuelles.

« Pour favoriser la récupération nous suggérons un protocole voisin de l'échauffement « russe » consistant à effectuer des enchaînements de « contractions – relâchements » des différents groupes musculaires qui ont été sollicités pendant la compétition. Des positions de jambes surélevées pour faciliter le retour veineux seront les bienvenues. Les séries sont de 10 à 15 répétitions, les résistances sont faibles (parfois uniquement le poids du membre mobilisé), la vitesse d'exécution doit être lente pour éviter les mouvements balistiques et maintenir un minimum de tension dans le muscle pendant toute la contraction, le relâchement doit être bien marqué pour faciliter l'arrivée du sang. »

5 CONCLUSION

Les étirements statiques passifs, étirements les plus pratiqués chez le sportif amateur, n'ont pas fait la preuve de leur efficacité sur la réduction du risque de blessure tendino-musculaire. Aucune preuve de leur efficacité n'a été mise en évidence concernant la diminution des douleurs post-exercice. La plupart des études mettent par contre en évidence une diminution significative des performances lors de leur pratique autour d'un effort.

Concernant la prévention des douleurs post-exercice, les étirements dynamiques (balistiques) n'ont été évalués que dans une seule étude et n'ont pas montré non plus d'efficacité. Les étirements dynamiques semblent cependant plus à même de préparer le muscle à un exercice et améliorent les performances lorsqu'ils sont associés à un échauffement.

Avant une compétition, les étirements dynamiques semblent donc à favoriser et les étirements statiques passifs à déconseiller. Après une compétition ou un effort physique intense, les étirements de façon générale semblent à déconseiller car pourraient aggraver des micro-lésions tendino-musculaires consécutives à l'exercice.

Les étirements, y compris statiques, ne sont pourtant pas à bannir. Ils doivent cependant être intégrés à l'entraînement lui-même, réalisés au cours de séances dédiées, guidés par un intervenant extérieur afin de garantir la bonne exécution du geste, et avec des objectifs pré-définis (travail des amplitudes par exemple).

La diffusion de ces évidences scientifiques auprès des professionnels du staff médico-sportif (préparateur physique, entraîneur, kinésithérapeute, médecin...) semble susceptible de modifier certaines pratiques empiriques potentiellement délétères dans un objectif de préservation de la santé voire d'optimisation de la performance du sportif.

BIBLIOGRAPHIE

Études incluses dans la revue

- [1] Aguilar AJ, DiStefano LJ, Brown CN, Herman DC, Guskiewicz KM, Padua DA (2012) A dynamic warm-up model increases quadriceps strength and hamstring flexibility. *J Strength Cond Res.* 2012 Apr;26(4):1130-41
- [2] Amako M, Oda T, Masuoka K, Yokoi H, Campisi P (2003) Effect of static stretching on prevention of injuries for military recruits. *Journal of Military Medicine* 168(6): 442–446
- [3] Beedle B, Rytter SJ, Healy RC, Ward TR (2008) Pretesting static and dynamic stretching does not affect maximal strength. *J Strength Cond Res* 22:1838–1843
- [4] Bixler BA, Jones RL (1992) High-school football injuries: Effects of post-half time warm-up and stretching routine. *Family Practice Research Journal* 12(2): 131–139
- [5] Chaouachi A, Castagna C, Chtara M, Brughelli M, Turki O, Galy O, Chamari K, Behm DG (2010) Effect of warm-ups involving static or dynamic stretching on agility, sprinting, and jumping performance in trained individuals. *J Strength Cond Res* 24:2001–2011
- [6] Christensen BK, Nordstrom BJ (2008) The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation and dynamic stretching techniques on vertical jump performance. *J Strength Cond Res* 22:1826–1831
- [7] Cross KM, Worrell TW (1999) Effects of a static stretching program on the incidence of lower extremity musculotendinous strains. *Journal of Athletic Training* 34(1): 11–14
- [8] Fletcher IM (2010) The effect of different dynamic stretch velocities on jump performance. *Eur J Appl Physiol* 109:491–498
- [9] Fletcher IM, Jones B (2004) The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. *J Strength Cond Res* 18:885–888
- [10] Fletcher IM, Monte-Colombo MM (2010) An investigation into the possible physiological mechanisms associated with changes in performance related to acute responses to different preactivity stretch modalities. *Appl Physiol Nutr Metab* 35:27–34
- [11] Gelen E (2010) Acute effects of different warm-up methods on sprint, slalom dribbling, and penalty kick performance in soccer players. *J Strength Cond Res* 24:950–956
- [12] Hartig DE, Henderson JM. Increasing hamstring flexibility decreases lower extremity overuse injuries in military basic trainees. *American Journal of Sports Medicine* 1999;27(2):173–6
- [13] Herman SL, Smith DT (2008) Four-week dynamic stretching warmup intervention elicits longer-term performance benefits. *J Strength Cond Res* 22:1286–1297
- [14] Holt BW, Lambourne K (2008) The impact of different warm-up protocols on vertical jump performance in male collegiate athletes. *J Strength Cond Res* 22:226–229
- [15] Jamtvedt G, Herbert RD, Flottorp S, Odgaard-Jensen J, Havelsrud K, Barratt A, et al. A pragmatic randomised trial of stretching before and after physical activity to prevent injury and soreness. *British Journal of Sports Medicine* 2010; Vol. 44, issue 14:1002–9
- [16] Kokkonen J, Nelson AG, Cornwell A (1998) Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Res Quart Exerc Sport* 69:411–415
- [17] Laroche DP, Connolly DA. Effects of stretching on passive muscle tension and response to eccentric exercise. *American Journal of Sports Medicine* 2006;34(6):1000–7
- [18] Liu M-S, Huang H, Ke J-B, Geng L. Relationship between gastrocnemius flexibility and lower extremity overuse injuries in physical fitness training. [Chinese]. *Journal of Clinical Rehabilitative Tissue Engineering Research [Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu]* 2008;12 (28):5541–4
- [19] Marques DB, Valentini L, Penoni AC, Abe PT, Alvarenga NM. The effect of stretching on preventing delayed muscle soreness [O efeito do alongamento na prevenção de dor muscular tardia]. *Proceedings of the Congresso Internacional de Reabilitação Neuromusculoesquelética e Esportiva, Rio de Janeiro.* 2006

- [20] McMillian DJ, Moore JH, Hatler BS, Taylor DC (2006) Dynamic vs. static-stretching warm up: the effect on power and agility performance. *J Strength Cond Res* 20:492–499
- [21] Nelson AG, Kokkonen J, Eldredge C (2005b) Strength inhibition following an acute stretch is not limited to novice stretchers. *Res Q Exerc Sport* 76:500–506
- [22] Pacheco L, Balius R, Aliste L, Pujol M, Pedret C. (2011) The acute effects of different stretching exercises on jump performance. *J Strength Cond Res*. 2011 Nov;25(11):2991-8
- [23] Perrier ET, Pavol MJ, Hoffman MA (2012) The acute effects of a warm-up including static or dynamic stretching on counter movement jump height, reaction time, and flexibility. *J Strength Cond Res*. 2011 Jul;25(7):1925-31
- [24] Pope R, Herbert R, Kirwan J. Effects of ankle dorsiflexion range and pre-exercise calf muscle stretching on injury risk in Army recruits. *Aust J Physiother* 1998;44(3):165-172
- [25] Pope RP, Herbert RD, Kirwan JD, Graham BJ. A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Med Sci Sports Exerc* 2000 Feb;32(2):271-7
- [26] Robbins JW, Scheuermann BW (2008) Varying amounts of acute static stretching and its effect on vertical jump performance. *J Strength Cond Res* 22:781–786
- [27] Sayers AL, Farley RS, Fuller DK, Jubenville CB, Caputo JL (2008) The effect of static stretching on phases of sprint performance in elite soccer players. *J Strength Cond Res* 22:1416–1421
- [28] Van Gelder LH, Bartz SD. (2011) The effect of acute stretching on agility performance. *J Strength Cond Res*. 2011 Nov;25(11):3014-21 *J Strength Cond Res* 22:1416–1421
- [29] Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HCG, Voorn WJ, De Jongh HR (1993) Prevention of running injuries by warm-up, cool-down and stretching exercises. *American Journal of Sports Medicine* 21(5): 711–719
- [30] Vetter RE (2007) Effects of six warm-up protocols on sprint and jump performance. *J Strength Cond Res* 21:819–823
- [31] Winchester JB, Nelson AG, Landin D, Young MA, Schexnayder IC (2008) Static stretching impairs sprint performance in collegiate track and field athletes. *J Strength Cond Res* 22:13–19
- [32] Winke, M. R., Jones, N. B., Berger, C. G., & Yates, J. W. (2010). Moderate static stretching and torque production of the knee flexors. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 24(3), 706-710. doi:10.1519/JSC.0b013e3181c7c557

Références non incluses dans la revue

- [33] *Activité Physique et Santé. Arguments scientifiques, pistes pratiques. Programme national nutrition santé. Octobre 2006*
- [34] Riddle D.L. Risk factors for plantar fasciitis : a matched case-control study. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2003;85-A(5):872-7
- [35] Fasen JM, O'Connor AM, Schwartz SL, Watson JO, Plastaras CT, Garvan CW, Bulcao C, Johnson SC, Akuthota V. A randomized controlled trial of hamstring stretching : comparison of four techniques. *J Strength Cond Res*. 2009 Mar;23(2):660-7
- [36] J. Freiwald , M. Engelhardt , P. Konrad , M. Jäger , A. Gnewuch, Dehnen, Volume 37, Issue 1, pp 3-10, 1999, *Manuelle Medizin*, Springer-verlag.

ANNEXE 1

CARACTERISTIQUES DES ETUDES INCLUSES

ÉTIREMENTS ET PRÉVENTION DES DOULEURS POST-EXERCICE

Jamtvedt et coll.

Année	2010
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	2377 adultes de plus de 18 ans (âge moyen de 40 ans), pratiquant une activité physique régulière
Type d'étirements	statique passif
Intensité des étirements	sensation d'étirement sans douleur
Sites des étirements	gastrocnémiens, fléchisseurs, adducteurs et rotateurs externe de hanche, ischio-jambiers, droit fémoral, rotateurs du tronc
Moment des étirements	avant et après l'exercice physique
Durée et répétition des étirements	30 secondes par groupe musculaire
Période d'intervention	12 semaines, recueil de données hebdomadaires
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirements
Paramètre(s) étudié(s)	douleur gênante dans les jambes, le dos ou les fesses la semaine précédente évalué par échelle visuelle analogique (EVA)
Résultats	pas de différence significative
Remarques diverses	la totalité de l'étude a été conduite via internet : recrutement, randomisation, instructions et résultats de l'intervention
Limites éventuelles	
Références complètes	Jamtvedt G, Herbert RD, Flottorp S, Odgaard-Jensen J, Havelrud K, Barratt A, et al. A pragmatic randomised trial of stretching before and after physical activity to prevent injury and soreness. <i>British Journal of Sports Medicine</i> 2010; Vol. 44, issue 14:1002-9

Laroche et Connolly

Année	2006
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	29 hommes de 18 à 60 ans, pratiquant une activité physique régulière
Type d'étirements	statique passif ou balistique
Intensité des étirements	jusqu'au moment d'inconfort
Sites des étirements	ischio-jambiers
Moment des étirements	durant 4 jours consécutifs, réalisation d'un travail excentrique sur dynamomètre isocinétique. Puis 3 séances d'étirements par semaine durant 4 semaines

	consistant en un échauffement de 10 minutes sur ergocycle suivi du protocole d'étirements. Puis 4 nouvelles séances de travail excentrique pendant 4 jours
Durée et répétition des étirements	10 x 30 secondes (30 secondes de repos entre chaque répétition)
Période d'intervention	4 semaines
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirements
Paramètre(s) étudié(s)	douleur avant le travail excentrique puis après 24h, 48h et 72h
Résultats	pas de différence significative
Remarques diverses	origine des sujets d'étude non précisée. Les paramètres anthropométriques disponibles semblent mettre en évidence un surpoids chez la majorité des sujets
Limites éventuelles	
Références complètes	Laroche DP, Connolly DA. Effects of stretching on passive muscle tension and response to eccentric exercise. American Journal of Sports Medicine 2006;34(6):1000-7

Marques et coll.

Année	2006
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	30 recrues de l'armée, hommes 18 ans
Type d'étirements	statique passif
Intensité des étirements	non précisé
Sites des étirements	fléchisseurs du coude
Moment des étirements	avant ou après un exercice excentrique et concentrique
Durée et répétition des étirements	3 x 30 secondes
Période d'intervention	1 série
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirements
Paramètre(s) étudié(s)	douleur à 24h, 48h et 72h évalué par échelle visuelle analogique (EVA)
Résultats	diminution de 6% de la douleur sur l'EVA à 24h (IC 95% [-9 à -4]) et de 2% à 48h (IC 95% [-6 à 1])
Remarques diverses	pas de calcul de p. Étude non publiée. Pas de calcul de significativité des résultats trouvés
Limites éventuelles	protocole peu représentatif de la réalité sportive : une seule série d'étirement à un moment T puis évaluation de l'effet immédiat
Références complètes	Marques DB, Valentini L, Penoni AC, Abe PT, Alvarenga NM. The effect of stretching on preventing delayed muscle soreness [O efeito do alongamento na prevenção de dor muscular tardia]. Proceedings of the Congresso Internacional de Reabilitação Neuromusculoesquelética e Esportiva, Rio de Janeiro. 2006

ANNEXE 2

CARACTERISTIQUES DES ETUDES INCLUSES

ÉTIREMENTS ET PRÉVENTION DES BLESSURES

Amako et coll.

Année	2003
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	901 recrues de l'armée, hommes 18-25 ans
Type d'étirements	statique passif
Intensité des étirements	non précisé
Sites des étirements	18 exercices : 4 aux membres supérieurs, 7 aux membres inférieurs, 7 au tronc
Moment des étirements	avant et après l'entraînement physique
Durée et répétition des étirements	30 secondes par étirement, séance de 20 minutes
Période d'intervention	entre 1996 et 1998
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirements avant l'entraînement
Paramètre(s) étudié(s)	risque global de blessure
Résultats	pas de différence significative sur le risque global ; diminution significative des lésions tendino-musculaires et des douleurs lombaires
Remarques diverses	
Limites éventuelles	
Références complètes	Amako M, Oda T, Masuoka K, Yokoi H, Campisi P (2003) Effect of static stretching on prevention of injuries for military recruits. Journal of Military Medicine 168(6): 442-446

Bixler et Jones

Année	1992
Type d'étude	essai clinique contrôlé
Population étudiée	5 équipes universitaires de football américain
Type d'étirements	statique passif
Intensité des étirements	non précisé
Sites des étirements	ischio-jambiers, quadriceps, aine
Moment des étirements	pendant la mi-temps
Durée et répétition des étirements	1 minute et 30 secondes d'échauffement puis 25 seconde d'étirements par groupe musculaire
Période d'intervention	52 match soit 1 saison

Caractéristiques de la population contrôle	pas de programme d'étirement
Paramètre(s) étudié(s)	risque de blessure durant le 3ème quart-temps
Résultats	pas de différence significative sur le risque durant le 3ème quart-temps ; diminution significative du nombre d'entorses et d'élongations par match
Remarques diverses	le nombre exact et l'âge des sujets ne sont pas précisés
Limites éventuelles	
Références complètes	Bixler BA, Jones RL (1992) High-school football injuries: Effects of post-half time warm-up and stretching routine. Family Practice Research Journal 12(2): 131-139

Cross et Worrell

Année	1999
Type d'étude	essai clinique contrôlé
Population étudiée	195 joueurs universitaires de football américain
Type d'étirements	statique passif
Intensité des étirements	sensation d'étirement
Sites des étirements	gastrocnémiens, soléaire, ischio-jambiers, quadriceps, adducteur de hanche
Moment des étirements	avant l'entraînement physique
Durée et répétition des étirements	3 x 15 secondes par groupe musculaire
Période d'intervention	1 an
Caractéristiques de la population contrôle	pas de programme d'étirement
Paramètre(s) étudié(s)	risque de blessure des membres inférieurs
Résultats	pas de différence significative sur le risque global de blessure (2 blessures en moins) ; diminution significative des lésions tendino-musculaires des membres inférieurs
Remarques diverses	
Limites éventuelles	le groupe contrôle et le groupe intervention sont les mêmes ; l'intervention ayant été réalisée la saison suivante (probablement mieux préparés physiquement et techniquement)
Références complètes	Cross KM, Worrell TW (1999) Effects of a static stretching program on the incidence of lower extremity musculotendinous strains. Journal of Athletic Training 34(1): 11-14

Hartig et Hendersen

Année	1999
Type d'étude	essai clinique contrôlé
Population étudiée	298 militaires d'infanterie, âge moyen 20 ans
Type d'étirements	statique passif
Intensité des étirements	sensation d'étirement sans douleur

Sites des étirements	ischio-jambiers
Moment des étirements	avant l'entraînement physique
Durée et répétition des étirements	5 x 30 secondes au cours de séances dédiées 3 fois par jour (midi, soir et coucher)
Période d'intervention	13 semaines
Caractéristiques de la population contrôle	programme d'échauffement et d'étirements habituels
Paramètre(s) étudié(s)	risque de blessure des membres inférieurs
Résultats	diminution significative du risque
Remarques diverses	augmentation significative de la souplesse des ischio-jambiers dans le groupe intervention
Limites éventuelles	biais possibles : le groupe intervention et le groupe contrôle étaient 2 compagnies différentes, pratiquant uniquement la course en même temps
Références complètes	Hartig DE, Henderson JM. Increasing hamstring flexibility decreases lower extremity overuse injuries in military basic trainees. American Journal of Sports Medicine 1999;27(2):173-6

Jamtvedt et coll.

Année	2010
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	2377 adultes de plus de 18 ans (âge moyen de 40 ans), pratiquant une activité physique régulière
Type d'étirements	statique passif
Intensité des étirements	sensation d'étirement sans douleur
Sites des étirements	gastrocnémiens, fléchisseurs, adducteurs et rotateurs externe de hanche, ischio-jambiers, droit fémoral, rotateurs du tronc
Moment des étirements	avant et après l'exercice physique
Durée et répétition des étirements	30 secondes par groupe musculaire
Période d'intervention	12 semaines, recueil de données hebdomadaires
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirements
Paramètre(s) étudié(s)	risque de blessure des membres inférieurs
Résultats	pas de différence significative sur le risque global de blessure ; diminution significative des lésions tendino-musculaires des membres inférieurs
Remarques diverses	la totalité de l'étude a été conduite via internet : recrutement, randomisation, instructions et résultats de l'intervention. Les blessures étaient auto-déclarées par les sujets. Des « détails » sur la blessure leurs étaient demandés.
Limites éventuelles	
Références complètes	Jamtvedt G, Herbert RD, Flottorp S, Odgaard-Jensen J, Havelrud K, Barratt A, et al. A pragmatic randomised trial of stretching before and after physical activity to prevent injury and soreness. British Journal of Sports Medicine 2010; Vol. 44, issue 14:1002-9

Liu et coll.

Année	2008
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	122 recrues de l'armée, hommes de 17 à 19 ans
Type d'étirements	statique passif
Intensité des étirements	information non disponible (article original publié en chinois)
Sites des étirements	gastrocnémiens, soléaire
Moment des étirements	matin, avant déjeuner, avant dîner, avant coucher
Durée et répétition des étirements	5 x 30 secondes au cours de séances dédiées
Période d'intervention	12 semaines
Caractéristiques de la population contrôle	séance du matin seule
Paramètre(s) étudié(s)	risque de blessure des membres inférieurs
Résultats	diminution significative du risque
Remarques diverses	pas de résultat publié distinguant les lésions des tissus mou des fractures de fatigues
Limites éventuelles	
Références complètes	Liu M-S, Huang H, Ke J-B, Geng L. Relationship between gastrocnemius flexibility and lower extremity overuse injuries in physical fitness training. [Chinese]. Journal of Clinical Rehabilitative Tissue Engineering Research [Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu] 2008;12 (28):5541-4

Pope et coll.

Année	1998
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	1093 recrues de l'armée, hommes de 17 à 35 ans
Type d'étirements	statique passif
Intensité des étirements	"sans douleur, car douleur égal danger"
Sites des étirements	soléaire et gastrocnémiens
Moment des étirements	avant l'entraînement physique
Durée et répétition des étirements	20 secondes par groupe musculaire puis 3 minutes d'échauffement
Période d'intervention	12 semaines
Caractéristiques de la population contrôle	étirement fléchisseurs du poignet et du triceps puis échauffement identique
Paramètre(s) étudié(s)	risque de blessure des membres inférieurs
Résultats	pas de différence significative
Remarques diverses	l'amplitude articulaire de la cheville (dorsiflexion) est un mauvais facteur prédictif de blessure
Limites éventuelles	

Références complètes	Pope R, Herbert R, Kirwan J. Effects of ankle dorsiflexion range and pre-exercise calf muscle stretching on injury risk in Army recruits. Aust J Physiother 1998;44(3):165-172
----------------------	--

Pope et coll.

Année	2000
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	1538 recrues de l'armée, hommes de 17 à 35 ans
Type d'étirements	statique passif
Intensité des étirements	"sans douleur, car douleur égal danger"
Sites des étirements	gastrocnémiens, soléaire, ischio-jambiers, quadriceps, adducteur de hanche et fléchisseurs de hanche
Moment des étirements	avant l'entraînement physique
Durée et répétition des étirements	alternance d'étirement de 20 secondes avec 4 minutes d'échauffement (jogging + pas chassés latéraux)
Période d'intervention	12 semaines
Caractéristiques de la population contrôle	échauffement seul
Paramètre(s) étudié(s)	risque global de blessure
Résultats	pas de différence significative
Remarques diverses	pas de différence significative sur les lésions tendino-musculaires ou ostéo-articulaires seules
Limites éventuelles	
Références complètes	Pope RP, Herbert RD, Kirwan JD, Graham BJ. A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. Med Sci Sports Exerc 2000 Feb;32(2):271-7

Van Mechelen et coll.

Année	2003
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	326 coureurs à pied de loisir, homme de 40 à 47 ans
Type d'étirements	statique passif
Intensité des étirements	non précisé
Sites des étirements	gastrocnémiens, soléaire, ischio-jambiers, quadriceps, ilio-psoas
Moment des étirements	fin de l'échauffement
Durée et répétition des étirements	6 minutes de jogging puis 3 minutes de retour au calme et enfin 3 séries d'étirement de chaque groupe musculaire de 10 secondes chacun
Période d'intervention	16 semaines
Caractéristiques de la population contrôle	ni échauffement ni étirement
Paramètre(s) étudié(s)	risque global de blessure

Résultats	pas de différence significative
Remarques diverses	évaluation du risque de blessure pour 1000 heures de course à pied
Limites éventuelles	
Références complètes	Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HCG, Voorn WJ, De Jongh HR (1993) Prevention of running injuries by warm-up, cool-down and stretching exercises. American Journal of Sports Medicine 21(5): 711–719

ANNEXE 3

CARACTERISTIQUES DES ETUDES INCLUSES

ÉTIREMENTS ET PERFORMANCE

Aguilar et coll.

Année	2012
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	23 hommes et 22 femmes pratiquant le football de loisir
Type d'étirements	statique passif dynamique
Intensité des étirements	jusqu'au moment d'inconfort
Sites des étirements	mollets, adducteurs, fessiers, fléchisseurs de hanche
Moment des étirements	après un échauffement sur ergocycle de 10 minutes
Durée et répétition des étirements	statique passif : 2 x 20 secondes (10 minutes au total) dynamique : exercices dynamiques (étirements dynamiques, exercices d'agilité, exercices plyométrique), course (accélérations), jogging (récupération)
Période d'intervention	1 test
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirement, échauffement seul puis assis 10 minutes
Paramètre(s) étudié(s)	pic de couple des quadriceps et des ischio-jambiers saut vertical (hauteur et puissance)
Résultats	pas de différence significative entre les groupes étirements statiques et pas d'étirements. Amélioration significative uniquement de la force du quadriceps en excentrique pour le groupe étirements dynamiques
Remarques diverses	
Limites éventuelles	
Références complètes	Aguilar AJ, DiStefano LJ, Brown CN, Herman DC, Guskiewicz KM, Padua DA (2012) A dynamic warm-up model increases quadriceps strength and hamstring flexibility. J Strength Cond Res. 2012 Apr;26(4):1130-41

Beedle et coll.

Année	2008
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	51 jeunes adultes modérément à très actifs
Type d'étirements	statique passif dynamique
Intensité des étirements	non précisé

Sites des étirements	membres supérieurs et tronc, membres inférieurs
Moment des étirements	échauffement (développé-couché et presse) puis séance d'étirements puis test
Durée et répétition des étirements	statique : 3 x 15 secondes (10 secondes de repos entre chaque) par membre dynamique : 3 x 30 secondes (10 secondes de repos entre chaque) par membre
Période d'intervention	1 test
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirement, échauffement seul puis assis 10 min
Paramètre(s) étudié(s)	test de répétition maximale : développé-couché et presse (jambes)
Résultats	pas de différence significative
Remarques diverses	étude en cross-over : tous les sujets ont réalisé les 3 protocoles (pas d'étirement, statique, dynamique) dans un ordre aléatoire espacés de 72h
Limites éventuelles	séances d'étirements non standardisées, choix des poids libre, avec ou sans supervision en fonction des cas. Sujets inhabitués aux test de répétition maximale : meilleurs test parfois le troisième jour quelque soit le protocole.
Références complètes	Beedle B, Rytter SJ, Healy RC, Ward TR (2008) Pretesting static and dynamic stretching does not affect maximal strength. J Strength Cond Res 22:1838–1843

Chaouachi et coll.

Année	2010
Type d'étude	essai clinique contrôlé
Population étudiée	22 athlètes universitaires
Type d'étirements	7 protocoles : étirement statique jusqu'au point d'inconfort (ESPI) ou avant le point d'inconfort (ES<PI), étirement dynamique (ED), ESPI+ED, (ES<PI)+ED, ED+ESPI, ED+(ES<PI)
Intensité des étirements	
Sites des étirements	fléchisseurs plantaires, ischio-jambiers, quadriceps, adducteurs, extenseurs de hanche
Moment des étirements	5 minutes d'échauffement, 10 minutes d'étirements, 2 minutes de repos, échauffement explosif de 5 à 7 min, 2 minutes de repos, test de performance
Durée et répétition des étirements	statique : 3 x 15 secondes (10 secondes de repos entre chaque) par membre dynamique : 3 x 30 secondes (10 secondes de repos entre chaque) par membre
Période d'intervention	16 jours
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirement
Paramètre(s) étudié(s)	vitesse, puissance et agilité : sprint, sauts horizontaux et verticaux, test d'agilité (T-test)
Résultats	pas de différence significative. Temps significativement meilleur (1,9%) pour le groupe contrôle vs. ED+(ES<PI) et seulement au sprint sur 30m
Remarques diverses	3 sujets ont été exclus de l'analyse statistique (absent à un ou plusieurs tests). Étude en cross-over mais non randomisée. Chaque sujet à réalisé tous les protocoles sans ou avec étirement
Limites éventuelles	la puissance de l'étude est limitée par le nombre de participants

Références complètes	Chaouachi A, Castagna C, Chtara M, Brughelli M, Turki O, Galy O, Chamari K, Behm DG (2010) Effect of warm-ups involving static or dynamic stretching on agility, sprinting, and jumping performance in trained individuals. J Strength Cond Res 24:2001–2011
----------------------	--

Christensen et coll.

Année	2008
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	68 athlètes universitaires
Type d'étirements	étirements dynamiques (8 exercices, 5 répétitions)
Intensité des étirements	proprioceptif par facilitation neuromusculaire
Sites des étirements	chevilles, ischio-jambiers, quadriceps, adducteurs de hanche
Moment des étirements	600m de jogging, étirements, 2 minutes de repos, test (3 sauts)
Durée et répétition des étirements	statique : 3 x 15 secondes (10 secondes de repos entre chaque) par membre dynamique : 3 x 30 secondes (10 secondes de repos entre chaque) par membre
Période d'intervention	3 jours
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirement, jogging seul
Paramètre(s) étudié(s)	saut vertical
Résultats	pas de différence significative
Remarques diverses	étude en cross-over : chaque sujet a réalisé les 3 protocoles avec et sans étirement. Les sujets ont été répartis en 6 groupes, combinant l'ordre des protocoles
Limites éventuelles	
Références complètes	Christensen BK, Nordstrom BJ (2008) The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation and dynamic stretching techniques on vertical jump performance. J Strength Cond Res 22:1826–1831

Fletcher

Année	2010
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	24 sportifs universitaires (hommes)
Type d'étirements	dynamique lent (50/min)
Intensité des étirements	dynamique rapide (100/min)
Sites des étirements	membres inférieurs et tronc
Moment des étirements	après 10 min de jogging
Durée et répétition des étirements	2 x 10 répétitions sous maximales de chaque activité (ordre randomisé) : 90° squat, mouvements balistiques de jambe antéro-postérieur et latéro-latéral, flexions dorsales et plantaires de cheville, élévation de genou, talon-fesse, abdominaux, fente avant – puis 2 minutes de repos (3 essais par saut, 2 minutes assis entre chaque saut)

Période d'intervention	non précisé
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirement
Paramètre(s) étudié(s)	squat jump, drop jump, counter-movement jump
Résultats	amélioration significatives de tous les tests pour le groupe « étirements dynamiques rapides ». Amélioration significative des drop jump et squat jump pour le groupe « étirements dynamiques lents » vs. groupe contrôle
Remarques diverses	3 sessions de familiarisations précèdent les tests. 2 jours de repos entre chaque test.
Limites éventuelles	
Références complètes	Fletcher IM (2010) The effect of different dynamic stretch velocities on jump performance. Eur J Appl Physiol 109:491–498

Fletcher et Jones

Année	2004
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	97 rugbyman amateurs
Type d'étirements	statique passif dynamique actif statique actif dynamique statique
Intensité des étirements	jusqu'au moment d'inconfort
Sites des étirements	gastrocnémiens, soléaire, ischio-jambiers, quadriceps, adducteurs, fléchisseurs de hanche, grand fessier
Moment des étirements	2000 mètres de jogging (10 minutes), sprint, étirements (20 secondes par muscle ou 20 répétitions), sprint
Durée et répétition des étirements	
Période d'intervention	1 test
Caractéristiques de la population contrôle	comparaison entre les protocoles
Paramètre(s) étudié(s)	vitesse de sprint sur 20 mètres
Résultats	statique passif et statique actif : augmentation significative du temps de sprint ; dynamique actif : diminution significative du temps de sprint
Remarques diverses	diminution non significative du temps de sprint pour les étirements dynamiques statiques
Limites éventuelles	
Références complètes	Fletcher IM, Jones B (2004) The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. J Strength Cond Res 18:885–888

Fletcher et Monte-Colombo

Année	2010
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	21 athlètes universitaires : footballeurs semi-professionnels
Type d'étirements	statique passif dynamique
Intensité des étirements	jusqu'au moment d'inconfort
Sites des étirements	gastrocnémiens, soléaire, ischio-jambiers, quadriceps, adducteurs, fléchisseurs de hanche, grand fessier
Moment des étirements	5 minutes de jogging, étirements 2 x 15 secondes par muscle (5 secondes de repos entre chaque)
Durée et répétition des étirements	
Période d'intervention	7 jours
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirement
Paramètre(s) étudié(s)	hauteur de saut, pic de force du quadriceps, fréquence cardiaque, température centrale
Résultats	différences significatives : hauteur de saut : dynamique > contrôle > statique fréquence cardiaque : dynamique > contrôle > statique température : dynamique > statique ou contrôle pic de force du quadriceps : dynamique > statique ou contrôle
Remarques diverses	étude en cross-over : chaque sujet a réalisé les 3 protocoles (dynamique, passif et pas d'étirement)
Limites éventuelles	
Références complètes	Fletcher IM, Monte-Colombo MM (2010) An investigation into the possible physiological mechanisms associated with changes in performance related to acute responses to different preactivity stretch modalities. Appl Physiol Nutr Metab 35:27-34

Gelen

Année	2010
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	26 footballeurs professionnels
Type d'étirements	statique passif dynamique statique passif puis dynamique
Intensité des étirements	jusqu'au moment d'inconfort
Sites des étirements	statique : mollets, quadriceps, adducteurs, ischio-jambiers, rotateurs de hanche (10 minutes au total) dynamique : 12 exercices (10 minutes au total)
Moment des étirements	5 minutes de jogging, 2 minutes de repos actif (marche), étirements, 4 à 5 minutes de repos, test (3 essais par test)

Durée et répétition des étirements	par groupe musculaire : étirements de 20 secondes, 10 secondes de repos puis à nouveau 30 secondes d'étirements
Période d'intervention	11 jours
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirement, jogging seul
Paramètre(s) étudié(s)	sprint, dribble (slalom), penalty
Résultats	amélioration significative des performances pour les 3 tests dans le groupe « étirements dynamiques » vs. groupe contrôle. Diminution significative des performances pour le groupe « étirements statiques » vs. groupe contrôle. Pas de différence significative pour le groupe « statique + dynamique »
Remarques diverses	étude en cross-over : chaque sujet a réalisé les 4 protocoles dans un ordre aléatoire, sur des jours non consécutifs (délai exact entre 2 tests non précisé)
Limites éventuelles	
Références complètes	Gelen E (2010) Acute effects of different warm-up methods on sprint, slalom dribbling, and penalty kick performance in soccer players. J Strength Cond Res 24:950–956

Herman et Smith

Année	2008
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	24 lutteurs
Type d'étirements	dynamique
Intensité des étirements	"rythme lent à modéré"
Sites des étirements	dynamique : quadriceps, ischio-jambiers, adducteurs et abducteurs de hanche, fessiers, grand dorsal, biceps, triceps, pectoraux, deltoïdes, muscles du tronc statique : triceps, muscles du tronc, ischio-jambiers, quadriceps, fessiers, abducteurs, triceps sural
Moment des étirements	5 fois par semaine précédent l'entraînement habituel de pré-saison
Durée et répétition des étirements	dynamique : 10 répétitions de 10 exercices différents de type gymnastique puis 5 autres exercices (élévation de genoux, fentes latérales, pas chassés, sprint navette) statique : 8 étirements, 30s par étirement
Période d'intervention	4 semaines
Caractéristiques de la population contrôle	statique passif
Paramètre(s) étudié(s)	pic de force quadriceps et ischio-jambiers, lancé de ballon, 300 yards navette, tractions, pompes, abdominaux, saut en longueur, course sur 600m
Résultats	dynamique : augmentation pic de force du quadriceps (11%), du saut en longueur (4%), du lancé de ballon (4%), des abdominaux (11%), des tractions (3%) et amélioration significative du temps au 300 yards navette (-2%) et à la course sur 600m (-2,4%). Diminution significative des performances à la course sur 600m et aux tractions pour les étirements statiques
Remarques diverses	performance mesurée à au moins 24h de la dernière séance d'étirement et de la dernière pratique sportive

Limites éventuelles	
Références complètes	Herman SL, Smith DT (2008) Four-week dynamic stretching warmup intervention elicits longer-term performance benefits. J Strength Cond Res 22:1286–1297

Holt et Lambourne

Année	2008
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	64 footballeurs américains
Type d'étirements	statique passif dynamique échauffement dynamique
Intensité des étirements	jusqu'au moment d'inconfort
Sites des étirements	statique : ischio-jambiers, fessiers, lombaires, quadriceps, fléchisseurs de hanche
Moment des étirements	course sur tapis standardisée pendant 5 minutes, étirement/échauffement dynamique, test
Durée et répétition des étirements	statique : 3 x 5 secondes (1 seconde de repos entre 2 étirements) dynamique : 10 répétitions sur chaque jambe de 8 mouvements échauffement dynamique : 10 fentes avant, 10 fentes arrière, 10 single-leg Romanian dead lifts, 10 coups de pied avec chaque jambe, élévation de genou et talon fesses sur 10 yards
Période d'intervention	1 test
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirements, échauffement seul
Paramètre(s) étudié(s)	saut vertical
Résultats	diminution significative des performances pour le groupe étirement statique vs. autres groupes. Pas de différence significative entre les groupes échauffement seul, dynamique et "échauffement dynamique"
Remarques diverses	calcul du nombre de sujets nécessaire. Exclusion d'un sujet au vu d'un résultat "abérrant"
Limites éventuelles	pré-test : différences significatives entre les groupes
Références complètes	Holt BW, Lambourne K (2008) The impact of different warm-up protocols on vertical jump performance in male collegiate athletes. J Strength Cond Res 22:226–229

Kokkonen et coll.

Année	1998
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	15 hommes et 15 femmes, étudiants (professeurs d'éducation physique)
Type d'étirements	statique passif
Intensité des étirements	non assisté : non précisé assisté : jusqu'au moment d'inconfort

Sites des étirements	hanches, cuisses, mollets
Moment des étirements	étirements, test de répétition maximal, repos de 10 à 15 minutes, nouveau test de répétition maximal
Durée et répétition des étirements	3 répétitions de 5 types d'étirements non assisté puis idem assisté. Position maintenue 15 secondes puis 15 secondes de repos (durée totale 20 minutes)
Période d'intervention	2 jours
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirements (10 minutes de repos assis)
Paramètre(s) étudié(s)	test de répétition maximal (flexion/extension de genou)
Résultats	diminution significative des performances pour le groupe « étirements statiques » en flexion (-7,3%) et en extension (-8,1%)
Remarques diverses	
Limites éventuelles	
Références complètes	Kokkonen J, Nelson AG, Cornwell A (1998) Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. Res Quart Exerc Sport 69:411-415

McMillian et coll.

Année	2006
Type d'étude	essai clinique contrôlé
Population étudiée	30 militaires, âgés de 18 à 24 ans
Type d'étirements	statique passif dynamique
Intensité des étirements	absence d'informations précises
Sites des étirements	statique : 8 exercices (membres supérieurs, tronc et membres inférieurs) dynamique : 16 exercices (membres supérieurs, inférieurs et tronc)
Moment des étirements	étirements durant 10 minutes, test
Durée et répétition des étirements	statique : 1 répétition de chaque exercice de façon bilatérale. Etirement maintenu 20 à 30 secondes dynamique : 10 répétitions de 16 exercices (cadence lente à modérée)
Période d'intervention	3 jours
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirements (10 minutes de repos)
Paramètre(s) étudié(s)	T-drill, 5 step jump, lancé de ballon
Résultats	amélioration significative de toutes les performances pour les étirements dynamiques. Pour le groupe étirements statiques passifs, amélioration significative uniquement pour le 5 step jump vs. groupe pas d'étirement
Remarques diverses	étude en cross-over : tous les sujets ont réalisé les 3 protocoles dans un ordre aléatoire
Limites éventuelles	
Références complètes	McMillian DJ, Moore JH, Hatler BS, Taylor DC (2006) Dynamic vs. static-stretching warm up: the effect on power and agility performance. J Strength Cond Res 20:492-499

Nelson et coll.

Année	2005
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	18 hommes et 31 femmes, étudiants (professeurs d'éducation physique)
Type d'étirements	statique actif et passif
Intensité des étirements	douleur tolérable
Sites des étirements	hanche, cuisse, mollet
Moment des étirements	étirements durant 20 minutes, 10 à 15 minutes de repos, test
Durée et répétition des étirements	3 x 15 secondes (repos de 15 seconde entre 2 étirements) de 5 exercices d'étirements non assistés puis idem assistés (20 minutes au total)
Période d'intervention	2 jours
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirements (10 minutes assis)
Paramètre(s) étudié(s)	test de répétition maximal (flexion/extension de genou)
Résultats	diminution significative des performances après étirements statiques : -3,6% en flexion, -5,7% en extension
Remarques diverses	étude en cross-over : tous les sujets ont réalisé les 2 protocoles dans un ordre aléatoire
Limites éventuelles	
Références complètes	Nelson AG, Kokkonen J, Eldredge C (2005b) Strength inhibition following an acute stretch is not limited to novice stretchers. Res Q Exerc Sport 76:500-506

Pacheco et coll.

Année	2011
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	49 étudiants (14 femmes et 35 hommes), sportifs pratiquant de 15 à 20 heures d'activité physique par semaine
Type d'étirements	statique passif (ESP) facilitation proprioceptive neuro-musculaire (FPN) statique actif en tension active (ESAA) statique actif en tension passive (ESAP)
Intensité des étirements	non précisé
Sites des étirements	quadriceps, ischio-jambiers, triceps sural
Moment des étirements	test, échauffement de 10 minutes, étirements, test
Durée et répétition des étirements	ESP : 2 x 30 secondes par muscle FPN : contracté (4 secondes) relâché (4 secondes) étirement (15 secondes) ESAA : 2 x 4 secondes ESAP : 2 x 6 secondes
Période d'intervention	1 test
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirements

Paramètre(s) étudié(s)	squat jump, countermovement jump, drop jump
Résultats	amélioration significative de toutes les performances de saut pour ESP, FPN, ESAA (meilleur résultat) vs. G roupe contrôle. Amélioration significative pour le squat jump et le countermovement jump pour les ESAP
Remarques diverses	
Limites éventuelles	parmi les 49 volontaires, seulement 38 données complètes (blessures ou non-participation à une session)
Références complètes	Pacheco L, Balius R, Aliste L, Pujol M, Pedret C. (2011) The acute effects of different stretching exercises on jump performance. J Strength Cond Res. 2011 Nov;25(11):2991-8

Perrier et coll.

Année	2011
Type d'étude	essai clinique contrôlé
Population étudiée	21 sportifs de loisir
Type d'étirements	statique passif dynamique
Intensité des étirements	non précisé
Sites des étirements	statique : 8 exercices (membres inférieurs) dynamique : 11 exercices (membres supérieurs, tronc et membres inférieurs)
Moment des étirements	5 minutes de jogging, 2 countermovement jump (sous maximal), étirements
Durée et répétition des étirements	statique : 2 x 30 secondes par exercice (2 à 5 secondes de repos entre chaque). Durée totale : 15 minutes environ dynamique : exercices effectués sur 18 mètres, 2 répétitions. Durée totale : 14 minutes environ
Période d'intervention	3 tests
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirements, repos assis pendant 15 minutes
Paramètre(s) étudié(s)	10 countermovement jump
Résultats	amélioration significative des performances pour le groupe étirements dynamiques vs. groupe statique passif ou groupe contrôle. Pas de différence significative entre le groupe étirements statiques passifs et le groupe contrôle
Remarques diverses	étude en cross-over : tous les sujets ont réalisé les 3 protocoles dans un ordre aléatoire. Chaque test séparé de 3 à 7 jours
Limites éventuelles	différences de sites d'étirements entre protocoles statiques et dynamiques
Références complètes	Perrier ET, Pavol MJ, Hoffman MA (2012) The acute effects of a warm-up including static or dynamic stretching on countermovement jump height, reaction time, and flexibility. J Strength Cond Res. 2011 Jul;25(7):1925-31

Robbins et Scheuermann

Année	2008
Type d'étude	essai clinique randomisé

Population étudiée	10 athlètes universitaires et 10 sportifs de loisir
Type d'étirements	statique passif
Intensité des étirements	jusqu'au moment d'inconfort
Sites des étirements	quadriceps, ischio-jambiers, fléchisseurs plantaires
Moment des étirements	5 minutes d'échauffement sur ergocycle, 4 minutes de repos, test, étirements, 4 minutes de repos, test (un test = 3 essais)
Durée et répétition des étirements	15 secondes par muscle (15 secondes de repos entre 2 étirements). Ordre des muscles étirés randomisé. Protocole 1 : 2 répétitions Protocole 2 : 4 répétitions Protocole 3 : 6 répétitions
Période d'intervention	4 jours
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirements (15 minutes de repos)
Paramètre(s) étudié(s)	saut vertical
Résultats	diminution significative des performances après 6 répétitions
Remarques diverses	étude en cross-over : tous les sujets ont réalisé les 4 protocoles dans un ordre aléatoire
Limites éventuelles	
Références complètes	Robbins JW, Scheuermann BW (2008) Varying amounts of acute static stretching and its effect on vertical jump performance. J Strength Cond Res 22:781–786

Sayers et coll.

Année	2008
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	20 footballeuses élités
Type d'étirements	statique passif
Intensité des étirements	85% des possibilités individuelles maximales
Sites des étirements	ischio-jambiers, quadriceps, mollets
Moment des étirements	échauffement, étirements, 3 sprint (2 minutes de repos entre chaque)
Durée et répétition des étirements	1 x 30 seconde par muscle dans un ordre randomisé (10 à 20 secondes de repos entre 2 étirements). 3 cycles au total
Période d'intervention	2 jours
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirements (échauffement seul)
Paramètre(s) étudié(s)	sprint sur 30 mètres : accélération, temps en vitesse maximale, temps total
Résultats	diminution significative des performances après étirements statiques
Remarques diverses	étude en cross-over : tous les sujets ont réalisé les 2 protocoles dans un ordre aléatoire, sur des jours non consécutifs
Limites éventuelles	mesure objective de "l'intensité de l'étirement" mais difficilement reproductible sur le terrain

Références complètes	Sayers AL, Farley RS, Fuller DK, Jubenville CB, Caputo JL (2008) The effect of static stretching on phases of sprint performance in elite soccer players. J Strength Cond Res 22:1416–1421
----------------------	--

Van Gelder et Bartz

Année	2011
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	60 joueurs de basket universitaires (n=18) et de loisir (n=42)
Type d'étirements	statique passif dynamique
Intensité des étirements	non précisé
Sites des étirements	fessiers, abducteurs, adducteurs, érecteurs du rachis, rhomboïdes, iliopsoas, ischio-jambiers, abdominaux, obliques, pectoraux, bandelette ilio-tibiale, quadriceps, gastrocnémiens et soléaire
Moment des étirements	10 minutes d'échauffement , 3 minutes de repos, étirements, test
Durée et répétition des étirements	statique : 10 exercices, 30 secondes par muscle (total : 8 minutes 30 secondes) dynamique : 14 exercices (total : 8 minutes 30 secondes)
Période d'intervention	1 test
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirements
Paramètre(s) étudié(s)	505 agility test (3 essais)
Résultats	amélioration significative des performances pour le groupe étirements dynamiques vs. groupe étirements statiques ou groupe contrôle. Pas de différence significative entre le groupe étirements statiques et le groupe contrôle
Remarques diverses	
Limites éventuelles	
Références complètes	Van Gelder LH, Bartz SD. (2011) The effect of acute stretching on agility performance. J Strength Cond Res. 2011 Nov;25(11):3014-21 J Strength Cond Res 22:1416–1421

Vetter

Année	2007
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	14 hommes et 12 femmes, étudiants universitaires, sportifs de loisir
Type d'étirements	6 protocoles : marche + course (MC) marche + course + petits sauts (MC+S) marche + course + étirements dynamiques actifs (MC+ED) marche + course + étirements dynamiques actifs + petits sauts (MC+ED+S) marche + course + étirements statiques (MC+ES) marche + course + étirements statiques passifs + petits sauts (MC+ES+S)
Intensité des étirements	non précisé

Sites des étirements	membres inférieurs
Moment des étirements	cf protocoles (pas de temps de repos entre les exercices)
Durée et répétition des étirements	dynamique : 4 exercices (3 secondes en position d'étirement, 3 secondes en position neutre), 8 répétitions de chaque côté statique : 4 exercices (2 x 30 secondes)
Période d'intervention	14 jours
Caractéristiques de la population contrôle	marche et course seulement (MC)
Paramètre(s) étudié(s)	sprint sur 30 mètres, countermovement jump (3 essais pour chaque test)
Résultats	pas de différence significative sur la vitesse de sprint. Diminution significative de la hauteur de saut si étirements statiques associés : (MC+ES) < (MC) (MC+ES) < (MC+ED+S)
Remarques diverses	tests espacés de 48 à 72 heures. Étude en cross-over : tous les sujets ont réalisé les 6 protocoles dans un ordre aléatoire
Limites éventuelles	
Références complètes	Vetter RE (2007) Effects of six warm-up protocols on sprint and jump performance. J Strength Cond Res 21:819–823

Winchester et coll.

Année	2008
Type d'étude	essai clinique contrôlé
Population étudiée	11 hommes et 11 femmes athlètes universitaire
Type d'étirements	statique
Intensité des étirements	jusqu'au moment d'inconfort
Sites des étirements	membres inférieurs (4 exercices)
Moment des étirements	échauffement dynamique puis étirements
Durée et répétition des étirements	1 x 30 secondes par exercice, 10 à 15 seconde de repos, étirement contralatéral. 3 répétitions au total des exercices par jambe (total 10 min)
Période d'intervention	1 test
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirements
Paramètre(s) étudié(s)	sprint sur 40 mètres
Résultats	diminution significative du temps de sprint sur le second 20 mètres et sur l'ensemble du 40 mètres (-3%) pour le groupe étirements statiques
Remarques diverses	étude en cross-over : tous les sujets ont réalisé les 2 protocoles dans un ordre aléatoire à 1 semaine d'intervalle
Limites éventuelles	
Références complètes	Winchester JB, Nelson AG, Landin D, Young MA, Schexnayder IC (2008) Static stretching impairs sprint performance in collegiate track and field athletes. J Strength Cond Res 22:13–19

Winke et coll.

Année	2010
Type d'étude	essai clinique randomisé
Population étudiée	29 sportifs de loisir
Type d'étirements	statique passif
Intensité des étirements	jusqu'au moment d'inconfort
Sites des étirements	ischio-jambiers
Moment des étirements	après échauffement sur ergocycle (4 minutes)
Durée et répétition des étirements	3 x 30 secondes (15 secondes de repos entre chaque) non assisté puis idem assisté. Total : 3 minutes par jambe
Période d'intervention	2 jours
Caractéristiques de la population contrôle	pas d'étirements
Paramètre(s) étudié(s)	pic de couple des fléchisseurs de genou
Résultats	pas de différence significative
Remarques diverses	étude en cross-over : tous les sujets ont réalisé les 2 protocoles dans un ordre aléatoire à une semaine d'intervalle
Limites éventuelles	
Références complètes	Winke, M. R., Jones, N. B., Berger, C. G., & Yates, J. W. (2010). Moderate static stretching and torque production of the knee flexors. <i>Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association</i> , 24(3), 706-710. doi:10.1519/JSC.0b013e3181c7c557

Intérêts des étirements pour la performance, la prévention des blessures et les douleurs post-exercice. Une revue de la littérature.

I. MELLERIN¹, C. TROJANI², O. GALERA³

¹ Nice, France

² Service de Chirurgie Orthopédique et de Traumatologie du Sport, CHU de Nice, France

³ Service d'Exploration de la Fonction Respiratoire et de Médecine du sport, Hôpital Larrey, CHU de Toulouse, France

RESUME

Introduction : Les étirements sont très largement pratiqués par les sportifs, que ce soit avant ou après l'exercice. Les propriétés qui leur sont attribuées sont nombreuses : amélioration de la performance, prévention des blessures, meilleure récupération neuro-musculaire.

Objectif : L'objectif principal de cette revue était de faire le point sur les connaissances disponibles dans la littérature concernant les diverses techniques d'étirement afin d'élaborer des recommandations claires et actualisées à l'usage du sportif pratiquant.

Matériels et méthodes : Nous avons effectué une revue de la littérature sur les bases de données Medline, the Cochrane Library, SportDiscus et Science Direct, complétée par une recherche manuelle. Pour être retenus, les articles devaient avoir été publiés entre 1990 et avril 2012. Seules les études contrôlées et/ou randomisées d'au moins 20 sujets, âgés de plus de 17 ans, ont été incluses. Les études portant sur des sujets sédentaires ont été exclues.

Résultats : 33 études ont été retenues dans cette revue : 9 études concernant la prévention des blessures, 3 études concernant la prévention des douleurs post-exercice et 21 études concernant l'impact sur la performance.

Conclusion : Les étirements statiques passifs, étirements les plus pratiqués chez le sportif amateur, n'ont pas fait la preuve de leur efficacité sur la réduction du risque de blessure tendino-musculaire. Aucune preuve de leur efficacité n'a été mise en évidence concernant la diminution des douleurs post-exercice. Il semblerait même qu'ils puissent aggraver les lésions musculaires micro-traumatiques consécutives à l'exercice. Enfin, la plupart des études mettent en évidence une diminution significative des performances lors de leur pratique avant un effort.

Les étirements dynamiques semblent quant à eux plus à même de préparer le muscle à un exercice et améliorent les performances lorsqu'ils sont associés à un échauffement.

Avant une compétition, les étirements dynamiques semblent donc à favoriser et les étirements statiques passifs à déconseiller. Ces derniers pourraient garder une place dans la récupération de la longueur tendino-musculaire.