MINISTÈRE DE LA SANTÉ

RÉGION LORRAINE

INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE

DE NANCY

COMPARAISON DE TROIS TECHNIQUES D'ETIREMENTS POUR AMELIORER LA DETENTE DU VOLLEYEUR

Mémoire présenté par **Audrey CEROU**

étudiante en 3ème année de masso-kinésithérapie

en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat

de Masseur-kinésithérapeute

2009-2010.

SOMMAIRE

Page

RESUME

1. INTRODUCTION.....1

2. RAPPELS PHYSIOLOGIQUES ET BIOMECANIQUES.....1

2. 1. Physiologie du muscle strié.....1

2. 2. Les effets généraux des étirements.....3

2. 3. Les différents types d'étirements.....4

2. 3. 1. L'étirement auto-passif.....4

2. 3. 2. L'étirement analytique actif.....4

2. 3. 3. Le stretching global en chaînes.....5

2. 4. Le saut.....5

2. 4. 1. Différents tests.....5

2. 4. 2. Choix du saut étudié.....6

2. 4. 3. L'impact des étirements sur le saut.....7

3. MATERIEL ET METHODE.....7

3. 1. Population.....7

3. 1. 1. Description.....7

3. 1. 2. Recrutement.....8

3. 1. 3. Critères d'inclusion.....8

3. 1. 4. Critères de non inclusion.....9

3. 1. 5. Critères d'exclusion.....9

3. 2. Matériel expérimental.....9

3. 3. Méthode.....9

3. 3. 1. Protocole de réalisation.....10

3. 3. 2. Echauffement.....10

3. 3. 3. Evaluation de la détente avant les étirements.....11

3. 3. 4. Les protocoles d'étirements.....11

3. 3. 4. 1. Les étirements analytiques auto-passifs.....12

3. 3. 4. 2. Les étirements analytiques actifs.....16

3. 3. 4. 3. Le stretching global actif.....19

3. 3. 5. Evaluation de la détente après les étirements.....22

3. 4. Analyse statistique.....22

4. RESULTATS.....23

4. 1. La différence de hauteur.....23

4. 2. Interaction des différents paramètres.....24

4. 2. 1. Caractéristiques morphologiques.....24

4. 2. 2. Caractéristiques sportifs.....24

5. DISCUSSION.....25

5. 1. Interprétation des résultats.....25

5. 1. 1. Comparaison de l'efficacité des trois protocoles entre eux.....25

5. 1. 2. Comparaison de la détente avant/après chacun des protocoles d'étirements.....26

5. 2. Limites de l'étude.....26

6. CONCLUSION.....29

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

RESUME :

Dans le milieu sportif, les étirements musculaires sont fréquemment réalisés avant la compétition. Afin de préparer au mieux son corps à l'effort, l'athlète pratique un échauffement auquel il intègre le plus souvent des étirements. Cette pratique est néanmoins controversée : de nombreuses études s'interrogent sur l'intérêt des étirements avant la compétition, et plus particulièrement sur les modes d'étirements préconisés.

Elles se sont intéressées à leurs effets, cherchant à démontrer l'impact néfaste ou bénéfique des étirements réalisés avant l'effort.

Le présent travail ne cherche pas à justifier l'intérêt ou non des étirements avant la performance, mais à mettre en évidence le type d'étirements à recommander. Nous partons du postulat suivant : cette pratique étant répandue dans le milieu sportif, il s'agit de réfléchir au mode d'étirements le plus adéquat.

Pour ce faire, nous réalisons une étude comparative de performances évaluées suite à trois protocoles d'étirements comprenant respectivement des étirements analytiques auto-passifs, des étirements analytiques actifs et du stretching actif en chaînes.

La performance testée est un saut vertical sans élan.

L'étude est réalisée sur une population de 39 sujets (13 sujets par protocole).

La littérature à ce propos recommande le plus souvent l'étirement actif, au détriment du mode passif. Les résultats obtenus s'inscrivent dans cette tendance, bien que nous ne puissions pas statistiquement avancer cette théorie dans le cas du saut, au terme de la présente étude.

Mots clés : étirements, contraction, saut, performance.

1. INTRODUCTION :

L'échauffement pratiqué avant la compétition sportive intègre souvent des étirements musculaires. Cette pratique est fréquente, mais largement controversée quant aux bénéfices de ces derniers sur la performance.

Les techniques habituellement suggérées sont les étirements en contraction active du muscle, décrits pas Michèle Esnault (9), qui amélioreraient la performance musculaire. Les étirements passifs en revanche sont contre-indiqués dans de nombreuses études (5, 17). Norbert Grau (19), physiothérapeute belge, est lui partisan d'une nouvelle technique : le stretching global actif, qui utilise différentes postures afin d'étirer les chaînes musculaires, ce qui permettrait d'améliorer le geste sportif. Gilles Cometti (5), pour sa part, proscrit tout étirement avant l'effort.

Au milieu d'un tel débat, notre étude ne cherche pas à répondre à la question « pour ou contre les étirements avant l'effort », mais tente de comparer, via une recherche épidémiologique, l'impact de trois techniques différentes d'étirements en vue d'améliorer un geste sportif. La tendance est en faveur de l'étirement actif, et défavorable au mode passif. C'est ce que nous allons tenter de démontrer dans le présent travail.

La performance évaluée est le saut vertical sans élan sur une population de volleyeurs.

Les trois techniques comparées sont les étirements analytiques auto-passifs, les étirements analytiques actifs, et les étirements actifs en chaînes.

2. RAPPELS PHYSIOLOGIQUES ET BIOMECANIQUES:

2. 1. Physiologie du muscle strié :

Le muscle est composé d'un corps musculaire contractile qui produit la force de traction, et d'attaches tendineuses qui encadrent ce dernier et assurent la transmission de la

force aux leviers osseux (31). Le corps charnu est constitué de fibres musculaires organisées spécifiquement, elles-mêmes formées par la réunion de myofibrilles (ANNEXE I). Chaque myofibrille est composée de la mise bout à bout des plus petites unités contractiles : les sarcomères (fig. 1).

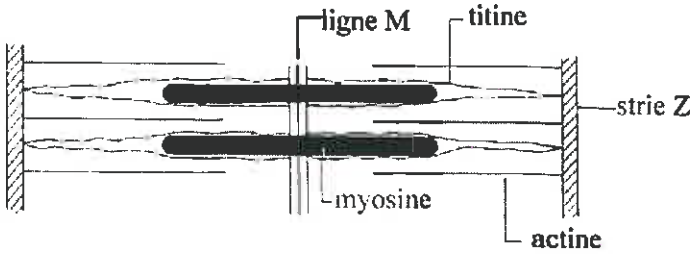


Figure 1 : Organisation du sarcomère (32).

Ces derniers sont disposés en série, et sont constitués de la juxtaposition de myofilaments d'actine et de myosine, qui glissent en s'encastrant les uns dans les autres lors de la contraction.

L'unité myotendineuse est schématisée sous la forme de 3 ressorts en série (fig. 2).

Figure 2 : Le modèle de Hill (15).

La composante contractile (CC) est constituée des myofilaments d'actine et de myosine, la composante élastique parallèle (CEP) comprend les enveloppes conjonctives (sarcolemne), et la composante élastique série (CES) les tendons.

La composante contractile est remarquablement extensible (20 à 50% de la longueur de repos) (15, 1). Les enveloppes conjonctives présentent une extensibilité moindre (15) et celle des tendons est encore inférieure (seulement 4 à 10% de la longueur de repos) (15, 16, 1).

L'allongement de l'unité myotendineuse en fonction de la contraction (fig. 3) :

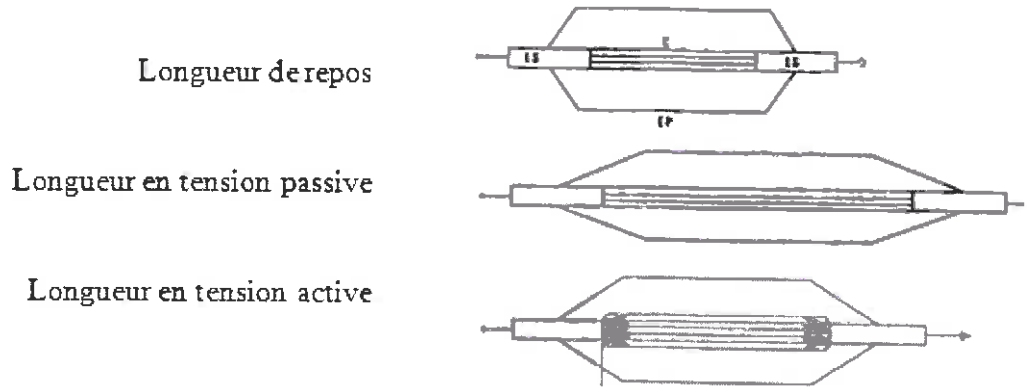


Figure 3 : Etirement en tension passive et en tension active (11).

L'unité myotendineuse a une organisation complexe pour répondre aux contraintes mécaniques et assurer les propriétés du muscle, qui sont les suivantes (23):

- raideur du tendon afin d'assurer une transmission de force la plus efficace possible aux leviers osseux, c'est-à-dire de façon immédiate, et sans perte d'énergie,

- extensibilité : capacité du muscle à se laisser allonger lorsqu'il est soumis à une traction,

- élasticité : capacité du muscle à retrouver sa longueur d'équilibre à l'arrêt de la traction (18). Toutefois, cette élasticité n'est pas celle d'un corps parfait (18, 7), le muscle n'est pas histologiquement homogène ; cette capacité est fonction de la longueur atteinte lors de l'allongement (ANNEXE II), mais aussi de la vitesse d'allongement (18).

2. 2. Les effets généraux des étirements :

Les étirements se voient attribuer différentes vertus, en fonction des auteurs :

- génération d'un afflux sanguin augmentant la température interne du muscle, permettant un échauffement rapide des structures musculaires, bénéfique avant l'effort (15, 12, 16, 17, 13),

- assouplissement des structures musculaires afin d'éviter les rétractions qui limitent les amplitudes articulaires (19, 18, 15, 7, 2, 25, 16, 17, 26, 13),

- renforcement de la vigilance proprioceptive du muscle, prévenant ainsi les accidents et blessures musculaires (19, 7, 2, 16, 24). Les étirements ont un rôle proprioceptif, puisqu'ils sollicitent les fuseaux neuromusculaires et les organes de Golgi, deux éléments qui fournissent des informations kinesthésiques et renseignent sur la déformation du muscle (10, 11, 2),

- pratiqués lors de la récupération, ils diminuent les tensions musculaires qui s'installent après l'effort et génèrent des courbatures (19, 25, 16, 14, 24),

- préparation du muscle à l'effort (effet attribué aux étirements actifs) (19, 15, 2, 16, 17, 13).

Lorsque la mise en tension d'un muscle est prolongée, la circulation artérielle est freinée, ce qui peut provoquer des crampes ischémiques douloureuses. C'est pourquoi les étirements avec une contraction préalable ne sont pas recommandés au-delà de 6 secondes (7).

2. 3. Les différents types d'étirements:

2. 3. 1. L'étirement auto-passif:

La mise en tension passive consiste à allonger un muscle relâché. Le but est d'obtenir un maximum de longueur du muscle : 150% de la longueur de repos (fig. 3) (15, 11).

Cet étirement cible la composante contractile et la composante élastique parallèle (11, 16, 1, 26).

Ce type d'étirement permettrait d'entretenir et d'améliorer l'extensibilité musculaire (9), mais il est également pratiqué lors de la phase de récupération.

2. 3. 2. L'étirement analytique actif :

L'étirement en tension active consiste à étirer un muscle en contraction préalable.

Pour pouvoir développer une contraction volontaire quasiment maximale, il faut exclure les amplitudes extrêmes, et tendre vers une longueur égale à 130% de celle de repos (fig. 3) (15, 11, 17).

Cette technique s'intéresse au tendon et à la jonction myotendineuse (15, 10, 11, 16, 17, 26). Elle prépare la jonction myotendineuse aux contraintes en cisaillement, auxquelles sera soumise cette structure fragile, lors de l'effort (11). Elle renforce la vigilance musculaire, entretient ses qualités de force (11, 16) et permet d'échauffer les structures musculaires afin de préparer à l'effort (15, 14).

2. 3. 3. Le stretching actif en chaînes :

Norbert GRAU décrit le stretching global actif (19) comme une technique dynamique utilisant la contraction des chaînes musculaires. Il s'agit de placer la chaîne musculaire en position d'allongement maximal infra-douloureux, muscle après muscle. Une fois cette mise en tension ressentie, une contraction isométrique de l'ensemble de la chaîne est demandée. D'après son auteur, cette technique prépare au geste sportif en vue d'améliorer la performance des muscles, considérés ici dans une chaîne fonctionnelle et non analytiquement.

Elle permet également de prévenir les blessures musculaires.

2. 4. Le saut :

Le saut est une prise d'appui, dynamique, suivie d'une élévation du centre de gravité grâce à l'énergie de la détente (8).

2. 4. 1. Différents tests (19, 6) (fig. 4):

- le squat jump (SJ): le saut est réalisé à partir d'une position semi-fléchie, mains aux hanches, genoux fléchis à 90°,

- le countermovement jump (CMJ): la position de départ est debout, mains aux hanches. Le sujet fléchit ses membres inférieurs jusqu'à atteindre 90° de flexion de genou, puis saute,

- le drop jump (DJ): le sujet se tient debout sur une marche, saute de celle-ci jusqu'au sol, où il tente d'amortir son saut pour rebondir immédiatement.

Figure 4: Les tests de détente (19).

2. 4. 2. Choix du saut étudié :

Lors du CMJ et du DJ, la flexion des membres inférieurs induit une contraction excentrique préalable à la contraction concentrique « explosive » qui permettra de sauter le plus haut possible (6). Durant la phase excentrique, de l'énergie élastique est emmagasinée dans les EES, puis, lors de la phase concentrique, le muscle utilise cette énergie afin de gagner de la force. L'enchaînement de ces deux types de contraction permet donc d'augmenter la force déployée grâce au stockage d'énergie, et ce gain reflète la capacité du muscle à utiliser l'énergie des EES (8, 21).

Cette capacité physiologique du muscle est intéressante à observer dans le cadre de cette étude : les protocoles d'étirements réalisés avant le saut vont tenter de stocker de l'énergie dans les EES en vue d'améliorer la puissance des muscles pour sauter.

Dans la présente recherche, nous préférons le saut de type CMJ puisque celui-ci ne nécessite pas de matériel et le saut sur place facilite la prise de vidéo.

2. 4. 3. L'impact des étirements sur le saut :

La capacité du muscle à utiliser l'énergie stockée dans les EES est fonction de (11):

- la durée de l'étirement : il doit être bref (25, 14). A défaut, s'il est prolongé, nous obtenons un allongement musculaire, ce qui rend le muscle moins réactif,
- le délai suite à l'étirement : la performance testée doit être réalisée immédiatement après l'étirement (21),
- l'amplitude de l'étirement: si elle est maximale, la force de réponse du muscle est diminuée, et une partie de l'énergie est dissipée en chaleur,
- la rapidité du mouvement : dans le cas d'un saut, il s'agit de rester le moins longtemps possible au sol (11).

Les protocoles d'étirements définis dans cette étude veillent à respecter ces paramètres :

- étirements brefs (3 à 6 secondes),
- saut faisant immédiatement suite aux étirements,
- saut rapide pour un résultat optimal.

Dans le protocole d'étirements auto-passifs, l'amplitude recherchée est maximale. D'après la littérature, cela diminuerait la réactivité musculaire et diminuerait de même la performance (11). C'est ce que nous allons tenter de démontrer pour l'exemple du saut.

3. MATERIEL ET METHODE :

3. 1. Population: (ANNEXE III)

3. 1. 1. Description (tab. 1):

Les sujets sont de sexe masculin et pratiquent le volley-ball régulièrement, dans un club affilié à la Fédération Française de Volley-ball.

Ils sont au nombre total de 39.

Tableau 1 : Description de la population.

Variable	Moyenne (écart-type)	Minimum	Maximum
Age (en années)	27,8 (6,6)	17	56
Poids (en kg)	81,4 (10,7)	52	102
Taille (en cm)	186,7 (7,6)	172	202

-réalisant le stretching actif en chaînes: 13

3.1.2. Recrutement :

Cette population est divisée en 3 groupes :

- 13 sujets réalisant le protocole d'étirements analytiques actifs,
- 13 sujets réalisant le protocole d'étirements analytiques passifs,
- 13 sujets réalisant le protocole de stretching en chaînes.

3. 1. 2. Recrutement :

Les volleyeurs ayant participé à cette recherche sont licenciés dans les clubs de Villers-les-Nancy, Moulins-les-Metz, Maizières-les-Metz, Thionville-Yutz et Terville-Florange.

Cette étude s'est déroulée du 12 novembre au 15 décembre 2009.

3. 1. 3. Critères d'inclusion :

Les sujets sont des volleyeurs masculins de niveaux régional et national.

Ils sont préalablement informés de la méthode et de l'intérêt de cette recherche, et sont disponibles et coopérants.

Pour participer à l'étude, tous ont rempli le questionnaire qui leur a été distribué (ANNEXE IV), et l'ont signé, donnant ainsi leur consentement éclairé.

3. 1. 4. Critères de non inclusion :

Les sujets présentant l'un des éléments suivants ne sont pas inclus dans l'étude:

- pathologie des membres inférieurs ou du tronc durant les 6 derniers mois,

- maladie nécessitant un arrêt de travail et la prise d'un traitement médicamenteux dans les 10 derniers jours,

- réalisation d'un effort physique particulièrement intense la veille ou le jour du test.

3. 1. 5. Critères d'exclusion :

Les sujets présentant une anomalie (exemple : douleur) pendant le test sont exclus. Ceux qui ne respectent pas les consignes sont de même exclus de l'étude.

3. 2. Matériel expérimental :

Le matériel nécessaire aux mesures est le suivant (ANNEXE V): une toise (d'une hauteur de 2 mètres, sur laquelle est fixé un mètre-ruban), un rouleau de strapping et un ciseau, un chronomètre, un appareil photo numérique (en mode vidéo, maintenu sur un pied de fixation), un banc suédois, un tabouret (faisant office d'escabeau), et enfin un ordinateur disposant du lecteur Windows Media et du logiciel d'analyse Kinovea.

3. 3. Méthode:

Nous étudions 3 groupes indépendants de volleyeurs :

- le groupe A réalisant des étirements auto-passifs,

- le groupe B réalisant des étirements actifs,

- le groupe C réalisant du stretching global actif.

Les résultats obtenus pour chacun des groupes A, B et C sont ensuite comparés entre eux, afin de déterminer si l'une des techniques d'étirements est plus efficace que les deux autres pour préparer au saut.

3. 3. 1. Protocole de réalisation :

Les mesures ont été réalisées dans un gymnase en fin de journée, avant l'entraînement de l'équipe. Le matériel expérimental est installé :

- le pied de fixation est réglé à une hauteur de 60 cm et placé à 3,5 mètres du mur (il est placé dans le profil strict de la toise, afin d'éliminer les effets de perspective),

- la toise et le mètre-ruban sont fixés au mur grâce à des bandes de strapping,

- une bande de strapping est positionnée au pied de la toise, elle sert de point de repère au sujet pour sauter sur place.

Les consignes du protocole sont expliquées et démontrées avant l'échauffement afin d'éviter toute perte de temps, ou difficultés de compréhension. Cela favorise la prise de conscience (16) des techniques d'étirements, en particulier en ce qui concerne le mode actif.

3. 3. 2. Echauffement (2, 16, 17):

Tous les sujets réalisent un échauffement préalable préparant à l'effort demandé, afin d'augmenter la température interne du muscle, et diminuer la viscoélasticité (16).

L'échauffement est le suivant : 10 minutes de course à allure moyenne (17, 26).

Les sujets s'échauffent les uns après les autres, à 2 minutes d'intervalle, afin que chacun réalise le protocole d'étirements dès que l'échauffement est terminé, évitant ainsi qu'un temps réfractaire ne s'installe pour certains d'entre eux.

3. 3. 3. Evaluation de la détente avant les étirements :

Une mesure initiale est réalisée, pour connaître la détente du sujet échauffé, sans étirements.

Celui-ci se tient debout, arrêté. Il effectue une triple flexion, puis une triple extension maximale, afin de sauter le plus haut possible. Il n'a pas pris d'élan et doit retomber au même endroit (la bande de strapping est placée sous ses pieds pour vérifier ce paramètre). Enfin, il ne doit pas élever ses bras au-delà de l'horizontale : la flexion d'épaule ne doit pas excéder 90°, afin d'éviter un auto-grandissement trop important.

Nous filmons son saut, puis, grâce au logiciel d'analyse Kinovea, nous évaluons sa détente (ANNEXE VI).

3. 3. 4. Les protocoles d'étirements :

Chacun des protocoles d'étirements suivants est réalisé dans le calme et sans provoquer de douleurs. La mise en tension est lente afin de ne pas étirer brutalement le fuseau neuromusculaire et ne pas générer de contraction réflexe (18, 16, 17). Pendant l'étirement, le sujet réalise des expirations forcées (17), suivant un rythme régulier, et à raison d'un cycle respiratoire toutes les 2 secondes. Dans les trois cas, le retour se fait à vitesse lente.

Dans le cadre des étirements analytiques (auto-passifs et actifs), nous avons désigné 5 muscles à étirer : l'ilio-psoas, le grand fessier, le quadriceps, les ischio-jambiers et le triceps sural.

3. 3. 4. 1. Les étirements analytiques auto-passifs:

Chaque étirement est réalisé une fois de chaque côté, puis c'est le muscle d'action opposée qui est étiré (14). Le protocole complet est répété 5 fois (11). Entre chaque étirement, un cycle respiratoire complet permet une rééquilibration du tonus.

Ces étirements sont réalisés sur un muscle initialement relâché.

La mise en tension du muscle est maximale : jusqu'à 150% de la longueur de repos (22). Elle est maintenue durant 3 secondes (9).

Le muscle ilio-psoas (figure 5): il est fléchisseur principal et rotateur latéral de la hanche en chaîne ouverte et il est rotateur controlatéral du rachis en chaîne fermée (20) (ANNEXE VII).

Pour étirer ce muscle, le sujet réalise donc une extension maximale de hanche.

→ Positionné en chevalier servant, (le psoas à étirer est celui du membre inférieur placé en arrière), il rétroverse son bassin (17) et avance celui-ci de façon à accentuer l'extension de la hanche homolatérale tout en maintenant la rétroversion.

Consigne : « en chevalier servant, basculez votre bassin vers l'arrière, puis étendez cette hanche en vous avançant (essayez d'avancer votre genou opposé). Sur une expiration profonde, poursuivez cette extension et ce jusqu'à sentir une tension musculaire en avant de la hanche. Maintenez cet étirement durant 3 secondes ».

Figure 5 : Etirement du muscle psoas (10, 16).

Le muscle grand fessier (figure 6): il est extenseur et rotateur latéral de la hanche en chaîne ouverte et il stabilise le bassin en prévenant son antéversion en chaîne fermée (20) (ANNEXE VII). Ce muscle est donc étiré en flexion maximale de hanche.

→ Le sujet est en décubitus et amène son genou homolatéral vers son épaule controlatérale, induisant ainsi un mouvement de flexion, accompagné d'une adduction et d'une rotation médiale de hanche.

Consigne : « sur le dos, saisissez votre cuisse pour amener le genou vers l'épaule opposée. Sur une expiration profonde, poursuivez cet étirement jusqu'à sentir une tension musculaire au niveau de la fesse. Maintenez alors cette position durant 3 secondes, en veillant à ne pas décoller la fesse du sol ».

Figure 6: étirement du muscle grand fessier (2).

Le muscle quadriceps (figure 7): il est extenseur du genou en chaîne ouverte et fléchisseur de hanche en chaîne fermée grâce au droit fémoral (20) (ANNEXE VII).

Ce muscle est donc étiré par une extension de hanche, accompagnée d'une flexion de genou.

→ Le sujet est debout, en appui unipodal sur le pied controlatéral. Le genou controlatéral est légèrement fléchi afin de libérer plus facilement le bassin et favoriser la rétroversion (17). Face à l'espalier ou près d'un mur, il prend un point fixe avec sa main controlatérale. Il maintient fermement sa cheville homolatérale dans sa main, afin d'amener le talon vers la fesse homolatérale, en conservant les deux genoux joints (17).

Consigne : « en appui sur un pied, et en vous stabilisant d'une main, saisissez votre cheville pour amener votre talon vers la fesse. Le genou du pied au sol est légèrement fléchi. Basculez le bassin vers l'arrière. Sur une expiration profonde, poursuivez cet étirement jusqu'à sentir une tension musculaire sur le devant de la cuisse. Maintenez alors cette position durant 3 secondes, en veillant à conserver le dos et le bassin droits : ne creusez pas vos lombaires ! ».

Figure 7 : Etirement du quadriceps (10, 16).

Les muscles ischio-jambiers (figure 8): ils sont fléchisseurs du genou en chaîne ouverte, avec des composantes de rotation médiale ou latérale. En chaîne fermée, ils sont extenseurs de la hanche (20) (ANNEXE VII).

Ces muscles sont étirés par une extension de genou associée à une flexion de hanche.

→ Le sujet se tient debout, en appui unipodal sur la jambe controlatérale. Le pied homolatéral est placé sur un banc suédois, la cheville à angle droit, et le genou tendu. Il n'y a pas de rotation de hanche. Le sujet antéverse son bassin (17) et accentue ainsi la flexion coxo-fémorale en tractant l'ischion vers l'arrière et en se penchant en avant (17).

Consigne : « debout, placez votre pied sur le banc. Celui-ci doit être dans l'axe et sans flexion de cheville. Le genou tendu, basculez votre bassin vers l'avant et penchez-vous en avant. Sur une expiration profonde, poursuivez ce mouvement jusqu'à sentir une tension musculaire à la face postérieure de votre cuisse, maintenez alors l'étirement durant 3 secondes ».

Figure 8 : Etirement des muscles ischio-jambiers (10).

Le muscle triceps sural (figure 9): il est fléchisseur plantaire de la cheville en chaîne ouverte, et fléchisseur du genou en chaîne fermée grâce aux gastrocnémiens (20) (ANNEXE VII).

Il sera donc étiré en flexion dorsale de cheville et extension du genou.

→ Le sujet est debout, face à un mur, mains et avant-bras appuyés sur celui-ci.

Il se positionne en fente avant, le pied homolatéral en arrière, à plat au sol et genou tendu.

Il rapproche son bassin du mur, accentuant ainsi la flexion dorsale passive homolatérale (17).

Consigne : « Debout en fente avant, appuyez vos avant-bras sur le mur. Le pied placé en arrière est à plat au sol et le genou est tendu. Rapprochez-vous du mur. Sur une expiration profonde, poursuivez ce mouvement jusqu'à sentir une tension à la face postérieure de la jambe. Maintenez alors cette position durant 3 secondes en veillant à ne pas décoller le talon postérieur du sol, et à conserver le genou tendu ».

Figure 9 : Etirement du triceps sural (10, 2, 16).

3. 3. 4. 2. Les étirements analytiques actifs:

Chaque étirement est réalisé une fois de chaque côté, puis c'est le muscle d'action opposée qui sera étiré. Le protocole complet est répété 5 fois (11). Entre chaque étirement, un cycle respiratoire complet permet de rééquilibrer le tonus.

Ces étirements sont réalisés sur un muscle initialement en contraction isométrique.

La mise en tension du muscle n'est pas maximale : 120 à130% (22) de la longueur de repos. Elle est maintenue durant 6 secondes (9).

Les consignes concernant la respiration sont expliquées en début de protocole. Comme décrit précédemment, il convient de respirer profondément et régulièrement, avec des expirations forcées, et ce à raison d'un cycle toutes les 2 secondes.

Les positions sont très proches de celles décrites dans le protocole d'étirements auto-passifs (fig. 10 à 12). Les nuances à apporter sont :

- la position d'étirement du muscle ilio-psoas est décrite en fente avant, le genou homolatéral n'est pas posé au sol mais légèrement décollé, les deux genoux sont semi-fléchis (10, 16).

Figure 10 : Etirement actif du muscle psoas.

«En fente avant, les deux genoux semi-fléchis, basculez votre bassin vers l'arrière, contractez le muscle situé en avant de la hanche comme pour fléchir celle-ci, puis poursuivez l'étirement en augmentant la fente avant, et ce jusqu'à ressentir une tension musculaire en avant de cette hanche »,

- pour le muscle grand fessier : « sur le dos, saisissez votre cuisse pour amener le genou vers l'épaule opposée, contractez alors la fesse en poussant sur votre main comme pour ramener la

cuisse au sol, puis poursuivez cet étirement et ce jusqu'à ressentir une tension musculaire au niveau de la fesse. Veillez à ne pas décoller la fesse du sol »,

- pour le muscle quadriceps : « en appui sur un pied, stabilisez-vous d'une main. Le genou du pied au sol est légèrement fléchi. Saisissez votre cheville pour amener votre talon vers la fesse, basculez le bassin vers l'arrière. Contractez alors le quadriceps en poussant sur votre main comme pour étendre le genou, puis poursuivez cet étirement en tractant votre cheville vers la fesse, et ce jusqu'à ressentir une tension musculaire sur le devant de la cuisse. Veillez à conserver le dos et le bassin droits : ne creusez pas vos lombaires ! »,

- la position de départ de l'étirement des ischio-jambiers se fera avec une flexion de 10 à 20° dans le genou, pour aller vers l'extension lors de l'étirement (10, 16),

Figure 11 : Etirement actif des ischio-jambiers.

« Debout, placez votre pied sur le banc. Celui-ci doit être dans l'axe et sans flexion de cheville. Le genou légèrement fléchi, basculez votre bassin vers l'avant et penchez-vous en avant, contractez alors les muscles postérieurs de la cuisse comme pour fléchir le genou.

Puis, poursuivez cet étirement en étendant le genou et en vous penchant encore en avant, et ce jusqu'à ressentir une tension musculaire à la face postérieure de votre cuisse »,

- de la même façon, la position de départ de l'étirement du triceps sural se fera avec une flexion de 10 à 20° dans le genou, pour aller vers l'extension lors de l'étirement (10).

Figure 12 : Etirement actif du triceps sural.

« Debout en fente avant, appuyez vos avant-bras sur le mur. Le pied placé en arrière est à plat au sol, et le genou légèrement fléchi. Penchez-vous en avant, et contractez le muscle du mollet, puis poursuivez cet étirement en étendant le genou et en vous rapprochant encore du mur, et ce jusqu'à ressentir une tension musculaire dans votre mollet ».

3. 3. 4. 3. Le stretching global actif (19):

Le sujet va réaliser une auto-posture, durant laquelle la respiration abdomino-diaphragmatique est importante. La posture place en situation d'allongement l'ensemble des muscles d'une chaîne, les uns après les autres. Nous n'étirons plus les muscles analytiquement comme dans les deux précédents protocoles, mais au sein de leur chaîne fonctionnelle.

Une fois l'allongement acquis, le sujet va réaliser une contraction isométrique de l'ensemble de la chaîne durant 6 secondes, tout en veillant à ne pas perdre l'étirement préalable, puis il relâche 6 secondes, en conservant la position. Il reprend ensuite la contraction active pendant 6 secondes, pour répéter cette alternance 3 fois.

Le travail complet est réalisé à deux reprises.

Avant de débuter les postures, la respiration abdomino-diaphragmatique est expliquée et démontrée au sujet. Nous tentons de veiller à sa bonne application durant l'exercice.

Posture de la chaîne postérieure du membre inférieur (19) (fig. 13) :

Le sujet est debout, en rotation externe de hanche telle que les pieds sont positionnés selon un angle de 30°. Les chevilles jointes, le sujet s'accroupit jusqu'à poser ses mains au sol. Il va à présent étendre ses genoux en conservant la flexion du tronc et la rotation externe des hanches. Une fois que les genoux sont proches de l'extension, et qu'une tension musculaire est ressentie sur l'ensemble de la chaîne, le sujet antéverse son bassin pour accentuer l'étirement. Il contracte alors ses ischio-jambiers, triceps et muscles fessiers et applique le protocole décrit ci-avant.

Consigne : « Debout, les pieds joints placés à 11h05, accroupissez-vous jusqu'à avoir les mains à plat au sol. Durant l'ensemble de l'exercice, veillez à respirer profondément. A présent relevez les fesses vers le plafond pour étendre les genoux, tout en restant penché en avant, le dos « en ballerine ». Lorsque vous commencez à ressentir une tension musculaire dans le mollet et derrière les cuisses, basculez votre bassin vers le bas comme pour creuser vos reins, ce qui va augmenter la tension ressentie. Contractez alors vos muscles de la fesse, du derrière de la cuisse et du mollet, et ce durant 6 secondes tout en respirant. Ne travaillez

pas en apnée. Ensuite relâchez la contraction et détendez-vous en conservant cette position pendant 6 secondes. Reprenez la contraction 6 secondes, et répétez cela 3 fois. ».

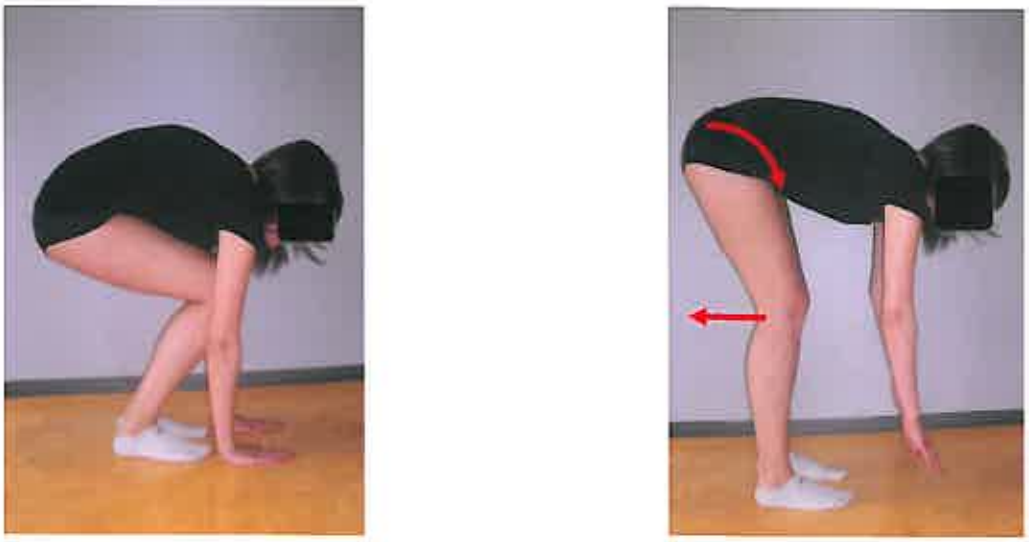


Figure 13 : Posture de la chaîne postérieure (19).

Posture de la chaîne antérieure (19) (fig. 14):

Le sujet est à genoux dressés, il rétroverse son bassin, puis se penche en arrière, en veillant à conserver le dos droit et la rétroversion de bassin. Il poursuit cette inclinaison du tronc jusqu'à ressentir une tension musculaire sur l'ensemble de la chaîne, et va alors réaliser une contraction isométrique des quadriceps, en appliquant le protocole décrit ci-avant.

Consigne : « A genoux, basculez votre bassin vers l'arrière. Durant l'ensemble de l'exercice, veillez à respirer profondément. Penchez-vous maintenant en arrière en gardant le dos droit et le bassin basculé. Penchez-vous jusqu'à ressentir une tension sur le devant de la cuisse, appuyez alors le dos des pieds dans le sol puis contractez vos quadriceps durant 6 secondes tout en respirant. Ne travaillez pas en apnée. Ensuite relâchez la contraction et détendez-vous en conservant cette position pendant 6 secondes. Reprenez à nouveau la contraction 6 secondes, et répétez cette alternance trois fois ».

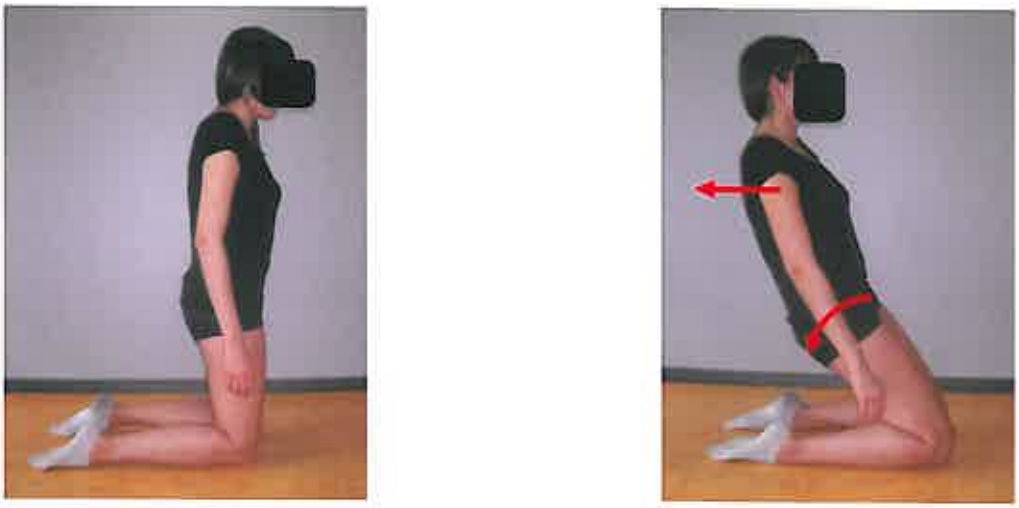


Figure 14 : Posture de la chaîne antérieure (19).

3. 3. 5. Evaluation de la détente après les étirements :

Une nouvelle mesure de la détente verticale est réalisée suite au protocole d'étirement. Elle se fait dans les mêmes conditions, et suivant les mêmes consignes que la mesure initiale.

3. 4. Analyse statistique :

Notre étude cherche à déterminer si l'un de ces trois protocoles permet d'améliorer de manière significative la détente, comparé aux deux autres.

Il s'agit donc dans un premier temps de calculer la différence de hauteur (delta H), entre la première mesure réalisée au terme de l'échauffement, et la seconde mesure effectuée suite aux techniques d'étirements ou de stretching (ANNEXE III). C'est cette variable quantitative qui est utilisée pour comparer les 3 groupes entre eux.

Nous utilisons le test non paramétrique de Kruskal-Wallis permettant de comparer les moyennes des rangs des observations de trois échantillons indépendants. Ce test est recommandé lorsque nous ignorons la loi de distribution de la variable analysée, que nous disposons d'un petit échantillon (39 sujets), et que nous voulons comparer plusieurs groupes dans cet échantillon (3 groupes de 13 sujets). L'hypothèse nulle (H_0) est qu'il n'y a pas de différence significative entre les deltas H de chaque groupe, ce qui signifie que sous H_0, les moyennes des différences de hauteur sont les mêmes dans les 3 groupes : m1 = m2 = m3. L'hypothèse alternative (H_1), dans le cas où H_0 est rejetée, est : m1 ≠ m2 ≠ m3.

4. RESULTATS :

4. 1. La différence de hauteur avant/après étirements:

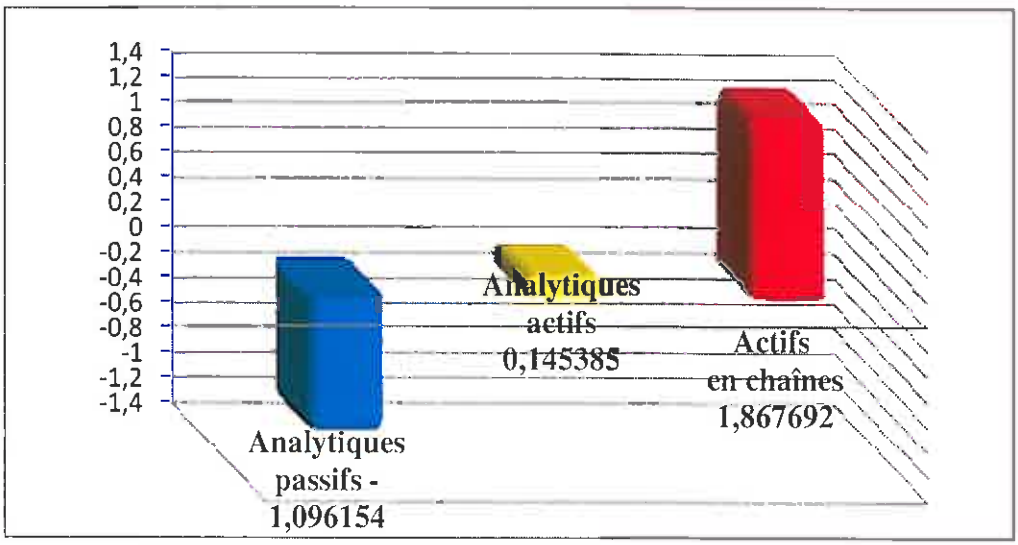


Figure 15 : Les différences de hauteur des 3 groupes.

Ces trois moyennes sont comparées grâce au test de Kruskal-Wallis, permettant d'apprécier s'il y a ou non une différence significative entre les 3 groupes (tab. II).

La valeur théorique permettant d'avancer que l'un des protocoles améliore significativement la performance par rapport aux deux autres est 1,55 centimètre (19).

Pour analyser ces résultats, nous calculons les degrés de liberté :

ddl= nombre de classes (groupes) – 1 = 3 – 1 = 2.

Tableau II : Analyse de la variable delta H.

	Etirements analytiques passifs	Etirements analytiques actifs	Etirements en chaînes	P
Effectif	13	13	13	0,264
Moyenne (en centimètres)	-1,1	0,15	1,87	
Ecart-type	4,51	3,11	4,06	

p : degrés de significativité (significatif lorsque $p \leq 0,05$).

Nous pouvons alors conclure qu'il n'y a pas de différence statistique significative entre les 3 groupes concernant l'analyse de la différence de hauteur avant et après les étirements.

Nous rejetons H1.

4. 2. Interaction des différents paramètres:

Nous analysons l'importance des biais pouvant interagir sur cette étude.

4. 2. 1. Analyse de l'interaction des caractéristiques morphologiques:

Les tests de comparaison des âges, tailles et poids sont non significatifs. Nous pouvons conclure qu'il n'y a pas de différence significative concernant ces 3 paramètres entre les 3 groupes (ANNEXE IX).

4. 2. 2. Analyse de l'interaction des caractéristiques sportives:

Les tests concernant les heures d'entraînement hebdomadaires de volley-ball et les heures de sport hebdomadaires sont non significatifs. Nous pouvons conclure qu'il n'y a pas de différence significative à propos de ces 2 paramètres entre les 3 groupes (ANNEXE IX).

En revanche, nous notons une différence significative de niveaux et d'années d'expérience entre les 3 groupes (ANNEXE IX).

En définitive, les groupes sont statistiquement comparables au niveau de leurs critères morphologiques et sportifs, à l'exception du niveau (national et régional) et des années d'expérience.

5. DISCUSSION :

5. 1. Interprétation des résultats :

5. 1. 1. Comparaison de l'efficacité des trois protocoles entre eux :

Après réalisation des étirements passifs, la détente est diminuée de 1,09 centimètre. D'après notre recherche, ce type d'étirements a tendance à diminuer la performance du muscle pour le saut. Ce résultat vérifie les dires de nombreux auteurs qui avançaient que les étirements passifs n'amélioraient pas les performances sportives (9, 19, 3, 25, 5, 17, 26, 28). Ce phénomène se justifie par le fait qu'un muscle raide implique de meilleures qualités de force, de vitesse et de puissance (25).

Le protocole d'étirements analytiques actifs n'augmente sensiblement pas la détente (0,15 cm).

En revanche, suite aux postures de stretching actif en chaînes, la détente est augmentée de 1,87 centimètre (19).

Nous observons que les étirements passifs ont tendance à diminuer la détente, alors que le stretching actif en chaînes semble l'améliorer. Cependant, le test statistique de comparaison de ces trois résultats est non significatif. Malgré l'observation des moyennes, nous ne pouvons pas avancer que l'un des trois protocoles est préférable aux deux autres.

Cependant les échantillons sont de très petite taille, ce qui limite notre traitement statistique. La présente étude, en s'intéressant à une population plus large, aurait peut-être permis de mettre en évidence une différence significative d'efficacité entre les protocoles.

5. 1. 2. Comparaison de la détente avant/après chacun des protocoles d'étirements :

Le but premier de notre étude n'était pas de prouver l'intérêt des étirements avant le test de détente, mais de tenter de montrer l'efficacité d'un mode d'étirement face aux autres modes existants. Néanmoins, nous pouvons utiliser les résultats obtenus afin d'observer si au sein d'un groupe, la détente a été significativement augmentée suite aux étirements.

Les tests de comparaison de la détente entre le premier et le second saut ne sont significatifs pour aucun des trois groupes (ANNEXE X). Notre étude ne permet donc pas de démontrer l'efficacité des étirements avant le saut (3, 5, 26, 29).

5. 2. Limites de l'étude :

Notre étude porte sur trois groupes indépendants, chaque sujet réalisant un seul protocole. Il ne s'agit pas de données appareillées, où un même sujet réalise les trois protocoles, et serait comparé à lui-même. Il y a alors des biais liés aux caractéristiques morphologiques et aux niveaux sportifs des sujets. Nous avons tenté de limiter ces biais en définissant des critères d'inclusion et de non-inclusion. Nous avons défini ces critères de

façon volontairement restrictive en nous limitant à deux divisions (régional et national) en vue d'étudier une population la plus homogène possible.

L'importance de ces biais a été évaluée statistiquement, et nous avons remarqué des différences de niveaux (divisions) et d'années d'expériences.

Le choix de comparer trois groupes indépendants a nécessité plus d'effectifs que si nous avions utilisé des données appareillées. Or il a été difficile d'étendre la recherche à un plus grand nombre de volleyeurs car l'installation du matériel, la mise en œuvre du protocole et les prises de mesures amputent partiellement l'entraînement, ce que certains entraîneurs ne pouvaient accepter compte tenu du calendrier sportif. De plus, l'étude aurait pu s'étendre à un plus grand nombre de clubs régionaux, mais pour des raisons de locomotion, je ne pouvais solliciter chacun d'eux.

Par conséquent, les échantillons sont très petits (3 groupes de 13 personnes), ce qui rend les données difficiles à interpréter, et réduit les moyens statistiques pouvant être déployés (impossibilité d'utiliser une loi paramétrique).

Les sujets n'ont pas été tirés au sort pour réaliser les protocoles, or c'est ce que nous aurions dû faire pour une répartition aléatoire des effectifs. Nous avons fait le choix de mettre en œuvre un même protocole (désigné subjectivement), pour une même équipe, puisqu'il était plus simple de donner les mêmes consignes à l'ensemble d'une équipe, et cela amputait moins de temps à leur entraînement. Nous avons procédé ainsi jusqu'à avoir des effectifs proches dans les 3 groupes, puis avons réparti la dernière équipe afin d'obtenir des effectifs égaux.

Le saut utilisé dans cette étude est un saut proche du CMJ : le sujet est arrêté et effectue une triple flexion suivie d'une triple extension. Le choix d'un saut avec élan aurait peut-être été plus pertinent par rapport au geste sportif du volleyeur qui se fait habituellement ainsi. C'est par souci de reproductibilité mais aussi de poste dans l'équipe (attaquants/libéraux) que nous avons préféré travailler sans élan.

L'alternance des phases excentrique et concentrique (exercice de type pliométrie) que nous retrouvons dans le CMJ permet d'apprécier le stockage d'énergie élastique dans les EES suivi de sa restitution en vue d'augmenter la force. Nous ne retrouvons pas cet élément dans le saut type squat jump, or cette notion nous a semblé pertinente dans le cadre de cette étude.

Nous n'avons pas utilisé le saut drop jump, car il nécessite un matériel supplémentaire afin de sauter en contrebas, et cet exercice s'éloignait d'autant plus du geste habituel du volleyeur.

En définitive, nous avons opté pour un saut proche du CMJ. Il diffère de ce dernier par la position des bras ; elle est décrite mains aux hanches dans le CMJ, or pour obtenir un saut que nous jugeons plus naturel, nous autorisons une élévation des membres supérieurs. Toutefois cette élévation antérieure reste inférieure à 90° afin d'éviter un auto-grandissement trop important qui fausserait la mesure.

A l'intérieur des protocoles d'étirements analytiques, nous aurions pu inclure un plus grand nombre de muscles (ex : tibial antérieur,...(4)). Soucieux de la durée de réalisation des protocoles, il paraissait difficile d'étirer l'ensemble des chaînes musculaires de flexion et d'extension, c'est pourquoi nous avons réduit les protocoles à 5 muscles. Le choix de ceux-ci à été dicté par leur importance dans les chaînes de triple flexion et de triple extension (10, 4).

Une composante rotatoire aurait pu être ajoutée aux manœuvres d'étirements, afin d'orienter les fibres musculaires et accentuer leur mise en tension (16, 17, 24).

Plusieurs auteurs préconisent la mise en place d'un protocole d'étirements sur plusieurs semaines pour une plus grande efficacité (19, 25). Par souci de temps et de difficulté de suivi (assiduité des joueurs à l'entraînement, entraînement de 2 équipes le même jour), nous avons préféré limiter notre étude à une seule séance.

Le protocole pourrait mêler les étirements à l'échauffement (27, 14) : ils seraient réalisés en alternance avec des exercices dynamiques (30), et non pas au terme de l'échauffement comme nous l'avons réalisé dans ce travail. Cela permettrait d'éviter le refroidissement musculaire qui s'opère pendant la durée des étirements, et pourrait peut-être catalyser l'effet des étirements.

Le logiciel d'analyse vidéo Kinovea (33, 34) est pratique d'utilisation. Il est toutefois moins précis qu'une étude réalisée dans un laboratoire du mouvement : il analyse les capteurs positionnés sur la vidéo, et non directement sur le sujet comme cela est mis en place dans un laboratoire. De plus, la droite matérialisant le saut (mesuré par les capteurs) est ensuite reportée au pied du mètre ruban placé sur le mur. Cela signifie que sur une même vidéo, nous mesurons deux éléments qui ne sont pas dans le même plan : le joueur saute légèrement en avant du mur. Il y a donc un effet de perspective qui fausse légèrement la mesure.
Pour objectiver la détente verticale, il existe des matériels plus précis que celui que nous avons utilisé, notamment le tapis de Bosco (6).

6. CONCLUSION :

Les résultats obtenus dans ce travail ne permettent pas de mettre en évidence statistiquement l'efficacité de l'un des trois protocoles sur les deux autres.

Cependant, si notre étude a été limitée par le faible effectif des sujets et les moyens de réalisation disponibles, soulignons tout de même qu'à l'observation des différences de hauteurs de chaque groupe, nous notons une différence entre les étirements passifs (qui diminuent la détente de plus d'un centimètre) et le stretching en chaînes (qui l'augmente de près de deux centimètres).

Néanmoins, la comparaison de la détente avant/après le protocole de stretching en chaînes ne permet pas de conclure que ce mode d'étirements améliore significativement le geste sportif étudié.

Considérant les limites de la présente recherche, il serait intéressant d'entreprendre un protocole alternant exercices dynamiques et postures de stretching actif en chaînes. Celui-ci serait établi sur plusieurs semaines et étudierait une population plus importante, afin de vérifier ou non nos conclusions.

Il convient de souligner que notre étude porte sur un geste donné, évalué au sein d'une population particulière ; nous ne pouvons donc pas généraliser nos conclusions à l'ensemble des performances sportives.

Toute personne responsable de la préparation physique de sportifs doit savoir remettre en cause ses connaissances tout au long de son enseignement, pour garantir une action réfléchie et consciencieuse sur le terrain.

BIBLIOGRAPHIE :

1. ABELLANEDA S., GUISSARD N., DUCHATEAU J. - Relation entre les modifications de l'architecture musculo-tendineuse et le développement de la tension pendant l'étirement passif du triceps sural – Kinésithérapie la revue, 2006, n°53, p. 29 - 33.

2. ANDERSON B. – Le stretching, pour être et rester en forme – Paris (adaptation française): Solar, 2001 – 221 p.

3. BELLAUD E. - Les étirements musculaires : résultats d'une enquête de pratique auprès des étudiants de Licence 1 en Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives – Kinésithérapie la revue, 2006, 53, 19, p. 19 – 23.

4. BUSQUET L. – Les chaînes musculaires des membres inférieurs– Tome IV – Paris : Frison-Roche, 1995 – 240 p.

5. COMETTI G. – Les limites du stretching – EPS, 2003, 304, p. 29 – 34.

6. COMETTI G., COMETTI D. – La pliométrie, méthodes, entraînement et exercices – Paris : CHIRON, 2007 – 299 p. – Collection Sports Pratique.

7. J.-P. DOUTRELOUX, M. MASSEGLIA, P. ROBERT – Le muscle, musculation et stretching, de l'entretien à la performance – Paris : Amphora, 1999 – 383 p. – Collection Sport et Connaissance.

8. DUFOUR M. – PILLU M. – Biomécanique fonctionnelle, membres, tête, tronc – Paris : Masson, 2005 – 568 p.

9. ESNAULT M., E. VIEL – Stretching : étirements par chaînes musculaires illustrées – Paris : Masson, 2002 – 172 p. – Collection Médecine du sport.

10. ESNAULT M. – Etirements analytiques en kinésithérapie active – Paris : Masson, 1992 – 68 p.

11. ESNAULT M., E. VIEL – Récupération du sportif blessé, de la rééducation en chaîne fermée au stretching en chaînes musculaires – Paris : Masson, 2003 - 187 p. – Collection Sport.

12. ESNAULT M., E. VIEL – Stretching. Auto-entretien musculaire et articulaire – Paris : Masson, 1998 - 130 p.

13. ESNAULT M. – Effets recherchés du stretching (étirements musculaires actifs) en thérapie et en milieu sportif – Annales de kinésithérapie, 1988, t. 15, n°1-2, p. 63 - 66.

14. ESNAULT M. – Que peut-on attendre du stretching en milieu sportif (kinésithérapie du sport) - Annales de kinésithérapie, 1988, t. 15, n°1-2, p. 67 - 68.

15. GEOFFROY C. - Les étirements (1re partie) – Kiné actualité, 2008, n°1110, p. 18 - 21.

16. GEOFFROY C. – Guide des étirements du sportif – 4ème édition – Barcelone : Sagrafic, S.L., 2003 – 293 p.

17. GEOFFROY C. – Etirements les techniques actives (2ème partie) – Kiné Actualité, 2008, n°1111, p.18 - 21.

18. GOURIET A. – Les étirements – Kiné actualité, 2007, n°1056, p. 18 - 21.

19. GRAU N. – Le stretching global actif au service du geste sportif –2ème édition – Editions Jean-Daniel BERGER, 2008 – 167 p.

20. KAMINA P. – Anatomie clinique tome 1- 3ème édition – Paris : Maloine, 2008 – 565 p.

21. LACOUR J.-R. – Aspects biomécaniques de la contraction musculaire – Annales de kinésithérapie, 2001, n°5, p. 193 - 195.

22. MAIGNIEN F. - Guide raisonné des étirements du sportif – Paris : SPEK (Société Presse Edition Kiné), 1991 – 77 p.

23. NEIGER H., GOSSELIN P. – Les étirements analytiques manuels – Paris : Maloine, 1998 – 138 p.

24. NEIGER H. – Etirements myo-tendineux/stretching. Une clarification nécessaire – Cinésiologie, 1997, n°173, p. 111-112.

25. PREVOST P. – Etirements et performance sportive : une mise à jour – Kiné Scientifique, 2004, n°446, p. 5 – 13.

26. REY S., VAILLANT J., HUGONNARD A. – Echauffement musculaire : comparais des effets sur la force musculaire des étirements passifs et des étirements actifs raisonnés myotendineux (1ère partie) – Kiné scientifique, 2002, n°425, p. 41 - 51.

27. REY S., VAILLANT J., HUGONNARD A. – Echauffement musculaire : comparaison des effets sur la force musculaire des étirements passifs et des étirements actifs raisonnés myotendineux (2ème partie) – Kiné scientifique, 2002, n°426, p. 43 - 48.

28. SHRIER I. – Stretching before exercise: an evidence based approach – Sport Med, 2000, n°34, p. 324 - 325.

29. SHRIER I. - Does Stretching Improve Performance? A Systematic and Critical Review of the Literature – Sport Med, vol. 14, n°5, 2004, p. 267 – 273.

30. SNYDER A., VALOVICH T. – The impact of stretching on sports, Injury risk and performance – Human Kinetics, 2006, n°11, p. 66 - 69.

31. H. WILMORE J., L. COSTILL D., W. LARRY KENNEY – Physiologie du sport et de l'exercice – Bruxelles : De Boeck, 2009 – 540 p. – Collection Sciences et pratiques du sport.

Pour en savoir plus :

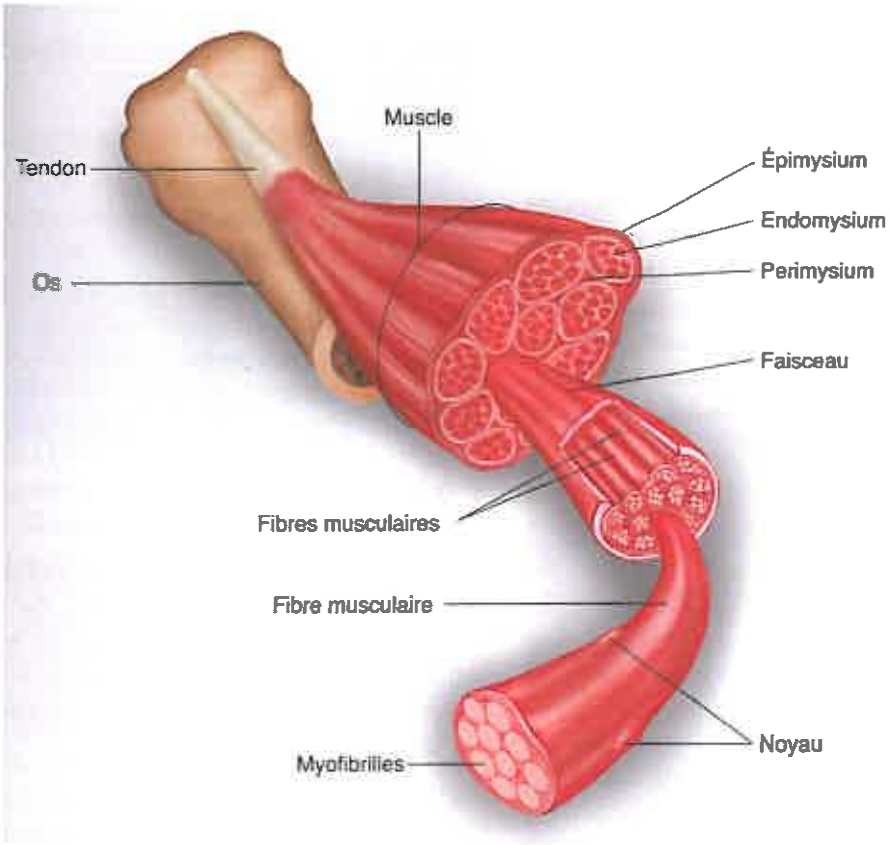
32. http://www.suaps-lareunion.fr/files/activites/1256630310/La_force_selon_Cometti.pdf

33. http://www.sialle.education.fr/fiche-detaillee-kinovea-265.php

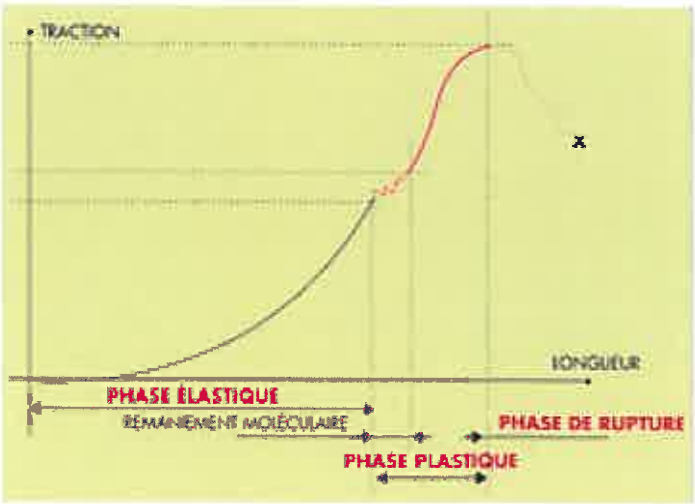
34. www.**kinovea**.org/fr/

Annexes

ANNEXE I : Structure de l'unité myotendineuse (31).



ANNEXE II : Courbe tension/longueur (15) :



ANNEXE III : Description détaillée de la population :

SUJETS	Age (années)	Poids (kg)	Taille (cm)	Expérience (années)	Entraînement hebdomadaire (heures)	Sport hebdomadaire (heures)	Niveau
1	26	68	175	11	4	6	Régional
2	32	101	188	16	2	4	Régional
3	17	52	172	1	4	6	Régional
4	28	90	195	10	4	6	Régional
5	27	81	192	4	2	2	Régional
6	30	72	180	12	4	7	Régional
7	30	84	184	10	2		Régional
8	25	75	190	14	8	11	National
9	28	78	178	9	4	6	Régional
10	23	82	184	7	4	4	Régional
11	25	80	172	11	4	4	Régional
12	31	93	194	15	6	5	Régional
13	19	62	179	6	7	12	National
14	23	75	194	8	4	4	National
15	31	102	200	0	4	6	National
16	31	94	194	12	10	12	National
17	22	85	192	11	6	15	National
18	28	92	186	6	4	8	Régional
19	29	73	176	14	4	7	Régional
20	29	77	180	13	6	6	Régional
21	30	73	184	10	6	6	Régional
22	35	82	196	6	4	8	Régional
23	56	82	180	20	4	6	Régional
24	31	94	190	12	6	6	Régional
25	24	99	195	7	4	8	Régional
26	22	80	185	16	6	20	Régional

27	27	84	191	12	6	7	National
28	31	92	187	17	6	6	National
29	23	83	185	15	4	4	National
30	25	87	191	17	6	7	National
31	32	91	188	19	6	6	National
32	28	86	193	11	6	6	National
33	22	68	173	13	6	8	National
34	24	75	189	9	4	4	National
35	24	72	188	16	6	6	National
36	42	75	184	27	6	12	National
37	24	87	192	17	2	3	Régional
38	21	72	183	10	2	2	Régional
39	30	75	202	15	4	4	Régional
Moyenne	**27,8**	**81,4**	**186,7**	**11,8**	**4,8**	**6,8**	
Mini	**17**	**52**	**172**	**0**	**2**	**2**	23 R
Maxi	**56**	**102**	**202**	**27**	**10**	**20**	16 N

ANNEXE IV : Questionnaire à l'usage des sujets participant à l'étude :

Numéro d'anonymat correspondant à la vidéo.

QUESTIONNAIRE :

Age :……ans.

Poids :……kg.

Taille :……cm.

♦Depuis quand pratiquez-vous le volley-ball ?.....ans.

Combien d'heures vous entraînez-vous chaque semaine ?.....heures.

Combien d'heures de sport faites-vous chaque semaine ?.....heures.

♦Quel est votre niveau ? □ National

□ Régional

♦Avez-vous des antécédents d'accidents ou de blessures du membre inférieur ?

□ Oui, dans ce cas, précisez la pathologie :……, et la date :……

□ Non.

♦Quelles modalités d'étirements connaissez-vous ?

□ Passifs □ Actifs

□ Auto-passifs □ En chaînes

♦Habituellement, vous étirez-vous avant un match ?

□ Non

□ Oui, dans ce cas quels types d'étirements pratiquez-vous ?

□ Passifs □ Actifs

□ Auto-passifs □ En chaînes

♦ Avez-vous présenté une maladie nécessitant un arrêt de travail et la prise d'un traitement médicamenteux dans les 10 derniers jours ?

□ Oui,

□ Non.

♦Avez-vous réalisé un effort physique particulièrement intense hier ou aujourd'hui ?

□ Oui,

□ Non

Cette étude vise à comparer l'intérêt des étirements auto-passifs, des étirements actifs et du stretching global actif dans la détente verticale sèche.

Trois groupes de volleyeurs réaliseront respectivement l'une de ces trois techniques d'étirements, puis ces trois mesures seront comparées et un traitement statistique permettra de montrer l'intérêt d'une méthode sur l'autre. Ces résultats me permettront de rédiger mon mémoire de dernière année d'étude de masso-kinésithérapie.

Pour participer à ce travail, vous acceptez de réaliser les étirements qui vous sont expliqués, et d'être filmé. Ces images seront utilisées pour l'analyse des résultats.

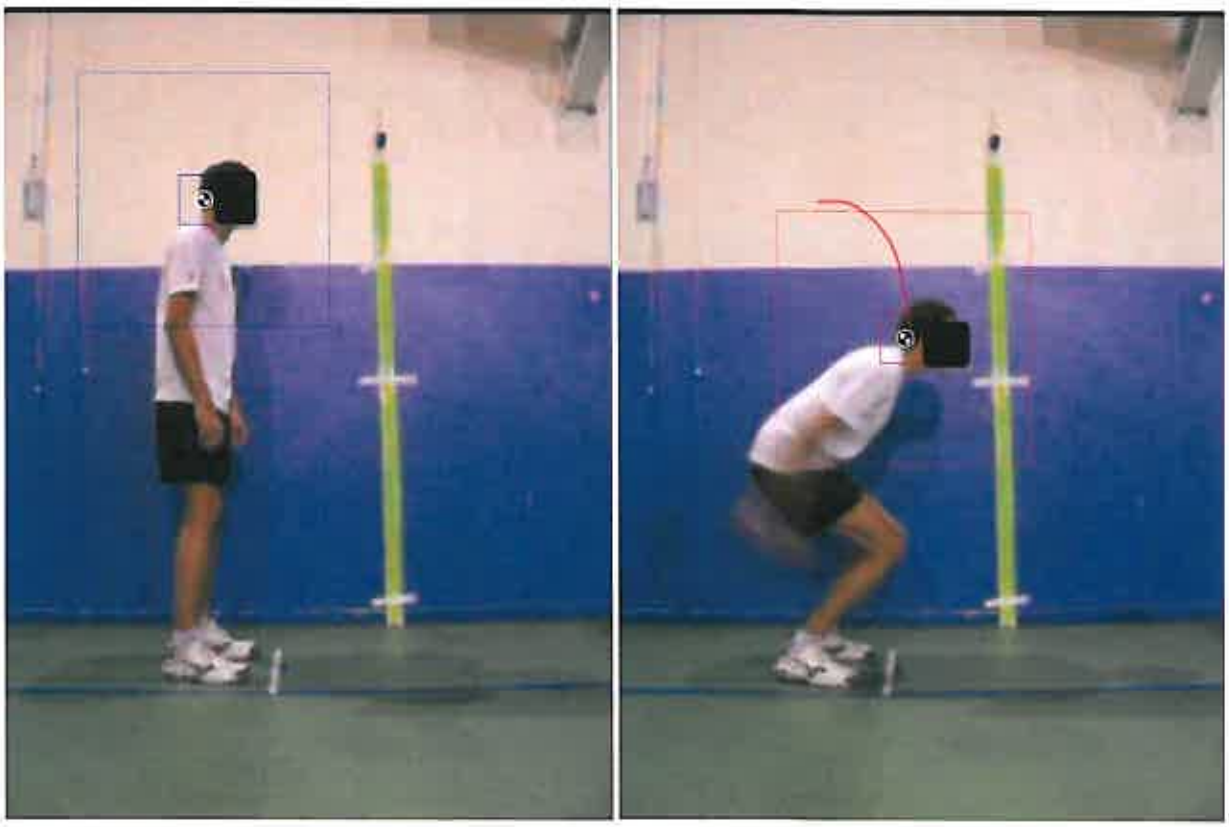
Je vous remercie beaucoup pour votre coopération, et l'attention que vous portez à mon travail.

Signature

ANNEXE V: Matériel expérimental :

ANNEXE VI : Analyse vidéo:

- Transférer les vidéos de l'appareil photo à l'ordinateur, grâce au lecteur Windows Media.
- Ouvrir le fichier vidéo avec le logiciel d'analyse Kinovea.
- Lire la vidéo dans ce logiciel, en ajustant la vitesse de lecture.
- Marquer une pause dans la lecture lorsque le sujet se tient debout, arrêté, afin de placer le « *marqueur en croix* » sur le tragus de son oreille.
- Sélectionner sur ce capteur l'option « *suivre la trajectoire* ».
- La trajectoire retrace le déplacement du tragus durant le saut du sujet.



- Relier le point de départ au point le plus élevé de la trajectoire en retracant une « ligne ».

- Sous Microsoft Office Word, reporter cette ligne au pied de la toise.

- Lire ainsi la hauteur de cette flèche.

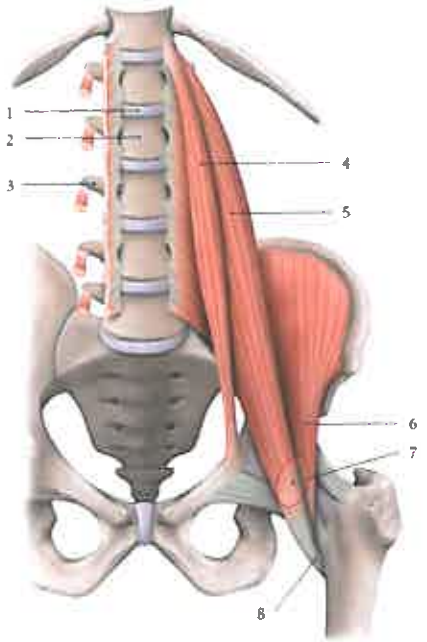
- Calculer la hauteur réelle de la flèche, en se référant à l'échelle de la toise, afin d'obtenir la détente verticale du sujet.

	A l'échelle de l'image	Valeur réelle
Hauteur du saut	2, 01	X
Hauteur de la toise	9,13	200

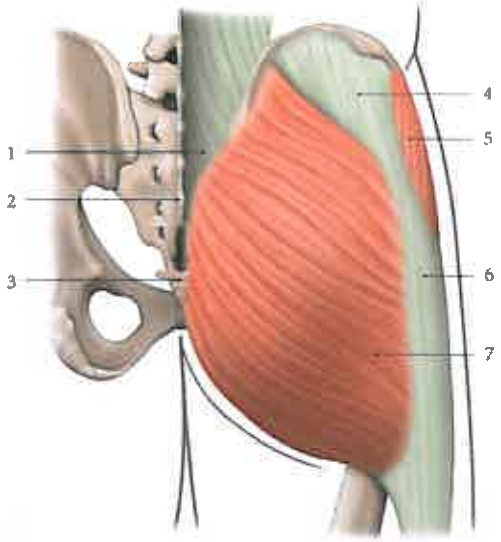
x = (2,01 * 200) / 9,13

x = 44,03 cm.

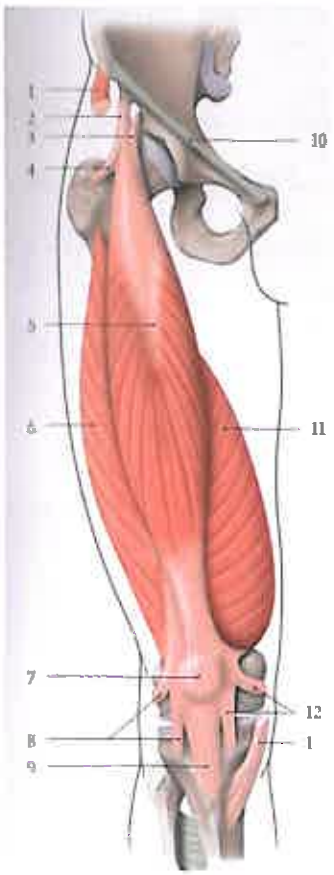
ANNEXE VII : Anatomie des muscles étirés dans les protocoles analytiques (20):



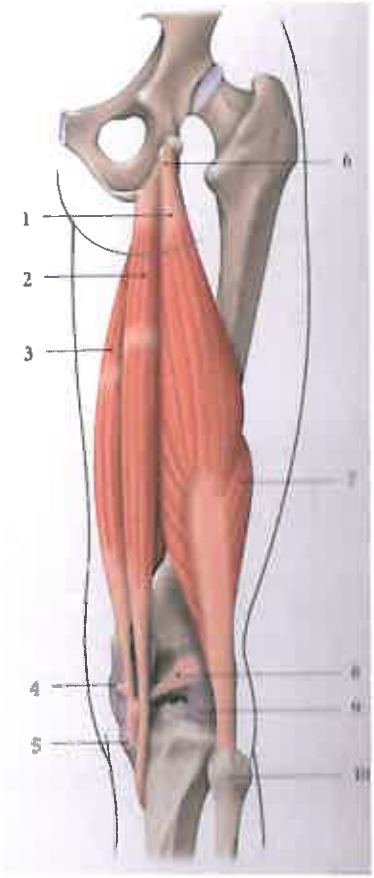
Muscle ilio-psoas :



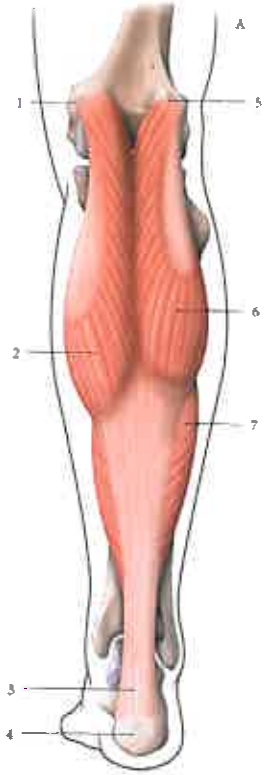
Muscle grand fessier :



Muscle quadriceps :



Muscles ischio-jambiers :



Muscle triceps sural :

ANNEXE VIII : Différence de hauteur avant et après réalisation des protocoles :

SUJETS :	PROTOCOLE REALISE (1=an. passifs ; 2=an. actifs ; 3=act. en chaînes)	Détente mesurée avant le protocole (en centimètres)	Détente mesurée après le protocole (en centimètres)	DIFFERENCE DE HAUTEUR
1	1	40,96	44,03	plus 3,07
2	1	34,32	24,6	moins 9,72
3	1	35,18	33,92	moins 1,26
4	1	38,67	40,74	plus 2,07
5	1	47,62	44,88	moins 2,74
6	1	35,85	38,22	plus 2,37
7	1	32,52	22,52	moins 10
8	1	30	34,21	plus 4,21
9	1	28,41	27,03	moins 1,38
10	1	29,57	26,46	moins 3,09
11	1	31,12	33,07	plus 1,95
12	1	30,87	32,43	plus 1,56
13	1	21,19	19,92	moins 1,27
14	2	23,7	22,67	moins 1,03
15	2	31,9	31,75	moins 0,15
16	2	26,66	30,24	plus 3,58
17	2	28,81	28,17	moins 0,64
18	2	27,21	28,11	plus 0,9
19	2	29,56	33,73	plus 4,17
20	2	35,49	36,48	plus 0,99
21	2	31,71	27,93	moins 3,78
22	2	31,98	30,54	moins 1,44
23	2	28,11	21,44	moins 6,67
24	2	28,65	28,83	plus 0,18
25	2	22,88	27,39	plus 4,51
26	2	26,66	27,93	plus 1,27
27	3	40,55	42,02	plus 1,47
28	3	34,4	34,68	plus 0,28
29	3	34,22	37,8	plus 3,58
30	3	37,16	34,22	moins 2,94
31	3	26,42	32,75	plus 6,33
32	3	33,94	30,09	moins 3,85
33	3	47,33	48,88	plus 1,55

34	3	36,7	36,42	moins 0,28
35	3	38,5	33,94	moins 4,56
36	3	29,82	34,68	plus 4,86
37	3	33,11	37,43	plus 4,32
38	3	26,53	31,41	plus 4,88
39	3	29,12	37,76	plus 8,64

ANNEXE IX : Interaction des caractéristiques morphologiques et sportives:

Avec p : degrés de significativité (significatif lorsque $p \leq 0,05$).

Interaction de l'âge :

	Analytique passif	Analytique actif	Stretching en chaînes	P
Nombre de sujets	13	13	13	0,4972
Moyenne (en années)	26,23	30,08	27,15	
Ecart-type	4,49	8,77	5,65	

Interaction de la taille :

	Analytique passif	Analytique actif	Stretching en chaînes	P
Nombre de sujets	13	13	13	0,1787
Moyenne (en centimètres)	183,31	188,62	188,15	
Ecart-type	8,05	7,33	6,66	

Interaction du poids :

	Analytique passif	Analytique actif	Stretching en chaînes	P
Nombre de sujets	13	13	13	0,3194
Moyenne (en kilogrammes)	78,31	85,23	80,54	
Ecart-type	13,03	9,96	8	

Interaction des niveaux de volley-ball :

	Analytique passif	Analytique actif	Stretching en chaînes	P
Nombre de sujets de niveau régional	11	9	3	0,004
Nombre de sujets de niveau national	2	4	10	

Interaction de l'expérience :

	Analytique passif	Analytique actif	Stretching en chaînes	P
Nombre de sujets	13	13	13	0,0122
Moyenne (en années)	9,69	10,38	15,23	
Ecart-type	4,33	5,11	4,68	

Interaction de l'entraînement hebdomadaire :

	Analytique passif	Analytique actif	Stretching en chaînes	P
Nombre de sujets	13	13	13	0,3009
Moyenne (en heures)	4,23	5,23	4,92	
Ecart-type	1,83	1,74	1,55	

Interaction du sport hebdomadaire :

	Analytique passif	Analytique actif	Stretching en chaînes	P
Nombre de sujets	13	13	13	0,0786
Moyenne (en heures)	6,08	8,62	5,77	
Ecart-type	2,87	4,48	2,55	

ANNEXE X : Comparaison de la détente avant/après chacun des protocoles d'étirements :

	Protocoles		
	Analytiques passifs (n=13)	Analytiques actifs (n=13)	Stretching en chaines (n=13)
Saut 1 (moyenne et écart-type)	33,56 (6,52)	28,72 (3,5)	34,45 (5,85)
Saut 2 (moyenne et écart-type)	32,46 (8,06)	28,86 (4,01)	36,31(4,89)
P	0.3984	0.8689	0.1226