

Apport de la musculation en sport collectif amateur: exemple du handball féminin

The use of resistance training in amateur level team sports: The example of female handball

B. Jidovtseff, P. Frère, C. Theunissen

Département des sciences de la motricité, université de Liège, allée des Sports 4, 4000 Liège, Belgique

Résumé

Objectif. — L'objectif de cette étude est de vérifier, au sein d'une équipe de handball féminin s'entraînant trois fois par semaine, si l'introduction de deux courtes séances de musculation hebdomadaires présente un impact positif sur les qualités physiques des joueuses au cours de l'année.

Population et méthode. — Dix-huit joueuses de handball du meilleur niveau belge ont été suivies au cours d'une saison entière. Dix de ces filles (groupe «Muscu») ont bénéficié, en plus de leur entraînement normal, de deux séances de musculation hebdomadaire d'une durée de 30 minutes. Les autres (groupe «Contrôle») ont suivi le même entraînement, sans les séances de musculation. Une batterie de tests (puissance des jambes, puissance des bras, détente verticale, sprint, lancer, souplesse) a été mise en place, à quatre reprises au cours de la saison, afin d'examiner l'évolution des performances musculaires.

Résultats. — Conformément à la littérature, le groupe «Contrôle» ne montre aucune modification de performance au cours de l'année. Les résultats du groupe «Muscu» montrent, en revanche, que les séances de musculation ont été bénéfiques, avec des améliorations significatives, pour la puissance des jambes ($p < 0,005$) et le sprint ($p < 0,05$). L'amélioration de la détente se rapproche du seuil de signification ($p = 0,06$) et la puissance des bras apparaît supérieure en fin d'année comparativement au groupe «Contrôle».

Mots clés : Musculation ; Entraînement ; Handball ; Préparation physique ; Suivi longitudinal

Summary

Introduction. — The aim of the study was to verify, in a non-professional handball female, if the introduction of two short workouts per week during all season has a positive impact on muscular performance.

Methods. — Eighteen female playing handball at the top Belgian level were monitored during the complete season. Ten of these girls ("Muscu" group) achieved, in addition to their usual training, two short (30 minutes) strength training sessions weekly. The other ("Control" group) followed the usual training, without any strength training session. A battery of tests (leg power, arm power, vertical jump, sprint, throwing, flexibility) has been set up to four times during the season to follow up muscular performance.

Results. — According to the literature, the "Control" group showed any change in performance during the year. By contrast, "Muscu" group results demonstrated that the short strength training program was efficient, with significant improvements in leg power ($P < 0.005$) and sprint ($P < 0.05$) tests. Increase in vertical jump was very close to the level of significance ($P = 0.06$). Arms power did not improve but appeared to be superior in the "Muscu" group in comparison with "Control" at the end of the season, which was not the case at the beginning.

Keywords : Resistance training; Handball; Muscle performance; Seasonal

1. Introduction

Si la préparation musculaire est toujours apparue évidente dans les disciplines sportives à composante physique telles que l'athlétisme, le cyclisme et la gymnastique par exemple, ça n'a pas toujours été le cas dans des disciplines comme les sports collectifs ou encore les sports de raquettes. Pourtant, dans ces sports où la technique et la tactique restent les fondements même de la performance, il est devenu illusoire de vouloir atteindre un haut niveau de performance sans envisager un travail de préparation physique à l'intérieur duquel l'entraînement musculaire revêt une importance particulière [1-3].

Les séquences de préparation physique proposées ont pour but :

- d'améliorer l'efficacité des efforts brefs, souvent décisifs dans ce type de discipline (accélération, sauts,

changements de direction, tirs...) ;

- de rendre le joueur capable de reproduire ces actions dans le temps sans perdre ni en qualité ni en efficacité (puissance aérobie, capacité de récupération, endurance vitesse) ;
- d'améliorer la motricité et la coordination générale du joueur (dissociation segmentaire, éducation athlétique, gainage) ;
- de réduire les risques de blessures et lui permettre de résister aux traumatismes durant les rencontres (équilibre musculaire, proprioception, renforcement des structures tendineuses et articulaires, souplesse) ;
- d'entretenir les capacités aérobie et anaérobie lactique [1-4].

Dans la plupart des sports collectifs, le développement de la force et de l'explosivité se trouve au cœur de la préparation physique. Le travail doit être orienté non seulement sur les groupes musculaires propulseurs mais également sur les groupes freinateurs et stabilisateurs. Comme la plupart des sports collectifs, le handball est en constante évolution et nécessite, à tous les niveaux, une préparation de plus en plus pointue [5,6]. Si les joueurs semblent s'améliorer au niveau du jeu de transition, une autre caractéristique marquante se situe dans l'élévation des capacités des joueurs à tous les postes pour effectuer des actions toujours plus efficaces dans des espaces et des temps de jeu réduits [6,7]. Le handball exige une part d'engagement physique très importante et il apparaît que le travail musculaire est réellement une composante primordiale de l'entraînement. Plusieurs études soulignent que, pour atteindre le haut niveau, les qualités morphologiques et musculaires sont indispensables [8—11]. Gorostiaga et al. [12] comparent des handballeurs élites à des joueurs de niveaux inférieurs. Ils mettent en évidence que la force maximale des membres supérieurs, la vitesse d'exécution lors du tir et les puissances des membres supérieurs et inférieurs, sont toutes significativement supérieures chez les joueurs de haut niveau. Au niveau des élites féminines, une étude très récente [11] confirme ces résultats avec une puissance musculaire supérieure aussi bien pour les bras que pour les jambes. Cette étude souligne par ailleurs une corrélation significative entre la vitesse de lancer de balle et la puissance en développé couché, confirmant les résultats d'autres études qui ont mis en évidence les liens entre la morphologie, la puissance musculaire et la vitesse de lancer de balle [13,14]. De toute évidence, le développement musculaire permet de créer une différence dans le handball de haut niveau et pas un uniquement pour la puissance de tir. Le développement musculaire permet d'être plus efficace dans une série d'actions de jeu (bloquer, repousser, contrôler l'adversaire, etc.). La pratique seule du handball ne suffit malheureusement pas à ce développement musculaire. Un entraînement spécifique doit donc être envisagé en parallèle.

Dans la majorité des sports collectifs, et en dehors de la période de reprise, on considère généralement que la préparation physique correspond à 20—30% du volume total de l'entraînement [15]. À haut niveau (professionnel), l'organisation de la préparation physique et du renforcement musculaire ne pose généralement pas de problème et est pris en charge par un spécialiste. À un niveau inférieur, en revanche, la problématique de la préparation physique est abordée différemment étant donné le volume réduit d'entraînement et les faibles moyens humains et financiers. En effet, engager un spécialiste de la préparation physique pour une séance hebdomadaire n'est vraiment envisageable et efficace que si les joueurs participent à au moins quatre entraînements par semaine (hors compétition). Lorsque le volume d'entraînement hebdomadaire est égal ou inférieur à trois séances, l'amélioration des qualités physiques ne pourra s'envisager que de manière intégrée au reste de l'entraînement technico-tactique. Dans ce contexte, l'entraîneur devra souvent gérer les différents aspects de la préparation physique. Il devra idéalement organiser ses drills de façon à améliorer les qualités aérobies et anaérobies, introduire des exercices de vitesse et de détente, se soucier du développement musculaire et de la souplesse mais aussi veiller à la prévention des blessures à travers des exercices de gainage, de proprioception et de rééquilibration musculaire [3].

En sports collectifs, il a été démontré que lorsqu'elles n'étaient pas travaillées tout au long de l'année, les qualités musculaires avaient tendance à diminuer au fil de la saison [16-18]. Quelques études se sont directement intéressées au handball et soulignent toute l'importance du renforcement musculaire, même lorsque le niveau n'est pas international [19-22]. Chez des jeunes joueuses (16,9 ± 1,2ans), l'introduction de deux petites séances hebdomadaire de musculation avec des médecine-ball a montré son efficacité en améliorant les performances aux tests de lancers mais aussi aux tests musculaires des membres supérieurs [22]. D'après Hermassi et al. [20] un entraînement musculaire maintenu pendant la période de compétition permet d'améliorer significativement les performances en sprint, en saut, en lancer et en puissance. À l'inverse, l'absence de musculation s'accompagne d'une stagnation du niveau de performance. Le même auteur souligne qu'un travail avec des charges lourdes serait plus efficace qu'un travail réalisé avec des charges moyennes [19]. Ces études ont cependant été conduites sur une période de huit semaines et ne donne aucune information sur l'évolution des performances tout au long de la saison. L'étude de Marques et al. [23] montre aussi qu'un entraînement musculaire chez des joueurs professionnels est efficace tant qu'il est maintenu. Après une période de douze semaines avec musculation, ils ont introduit une période de sept semaines sans entraînement musculaire spécifique. Ils constatent, au terme de

cette période, une stagnation, voire une diminution, des performances musculaires. À haut niveau, un certain volume d'entraînement musculaire semble nécessaire tout au long de l'année pour maintenir le niveau acquis lors de la période de préparation. Pour être efficace, une charge de travail régulière semble donc indispensable. Ainsi, une étude récente démontre que pendant la période de compétition, un entraînement musculaire réalisé toutes les deux semaines reste insuffisant pour maintenir le niveau de performance [24]. Le travail musculaire est souvent un des premiers laissés de côté lorsque l'on se trouve dans une structure sportive non professionnelle.

L'objectif de cette étude est de vérifier dans une équipe de handball féminin s'entraînant à raison de trois fois par semaine si l'introduction de deux courtes séances (20-30 minutes) de musculation hebdomadaire, présente un impact positif sur les qualités physiques au cours de l'année.

2. Population et méthodes

2.1. Population

Dix-huit joueuses de handball (23 ± 5 ans, $1,7 \pm 0,05$ m, 65 ± 7 kg) évoluant dans un club au plus haut niveau beige (six titres de champion de Belgique, six fois vainqueur de la Coupe de Belgique et dix participations en Coupe d'Europe au cours des dix dernières années) ont participé à cette étude. Les joueuses, non professionnelles, s'entraînent à raison de trois séances par semaine et participent à un match le week-end (6H30 de handball/semaine). Étant donné le milieu amateur, la plupart des joueuses sont étudiantes ou travaillent pendant la journée. Les entraînements sont donc exclusivement organisés en soirée. Le groupe auquel nous nous intéressons est constitué de trois gardiennes de but (GB), huit arrières (ARR), trois ailières gauches (ALG), une ailier jouant à droite et à gauche (AL), deux pivots (P) ainsi qu'une joueuse occupant aussi bien le poste d'ailier que le poste de pivot (AL-P).

L'équipe a été divisée en deux groupes homogènes: un groupe «Muscu» ($n = 10$, âge = 22 ± 4 ans, taille = $1,71 \pm 0,03$ m, poids = 67 ± 5 kg) et un groupe «Contrôle» ($n = 8$, âge = 24 ± 6 ans, taille = $1,70 \pm 0,06$ m, poids = 63 ± 6 kg). Le groupe «Contrôle» continue à s'entraîner normalement tandis que le groupe MUSCU bénéficie, chaque semaine, de deux séances de musculation supplémentaires (20-30 minutes). Pour des raisons organisationnelles, la séance du mardi est mise en place avant l'entraînement principal alors que la séance du jeudi est organisée après l'entraînement. Les joueuses engagées dans les séances de musculation ont été sélectionnées sur base volontaire, en fonction de leur disponibilité et dans le souci d'obtenir des groupes homogènes. Les joueuses du groupe MUSCU s'engagent à suivre scrupuleusement le programme tout au long de la saison.

2.2. Suivi longitudinal de l'entraînement

Quatre séances de tests ont été programmées durant la saison 2008—2009. Le choix des sessions de test (T) a été décidé, en collaboration avec le staff technique, en fonction du calendrier du championnat et de la disponibilité des joueuses. Ces tests ont été planifiés : à la reprise des entraînements (T1), un mois après la reprise du championnat (T2), un mois après la trêve de mi-saison (T3) et en fin de saison, durant les *play-offs* (T4).

2.3. Batterie de tests

La batterie de tests a été construite de façon à évaluer, en une seule séance, les principales qualités physiques des joueuses de handball. Les tests doivent être réalisables sur le lieu même de l'entraînement et ne nécessitent que du matériel déjà présent ou facilement transportable. Chaque séance est reproduite à l'identique. Après l'explication des tests aux joueuses et un échauffement standardisé de 20 minutes dirigé par le chercheur, les joueuses réalisent la batterie de neuf tests organisée sous forme de circuit. Les joueuses se regroupent par deux ou trois au niveau d'un atelier et suivent toujours la même séquence. Celle-ci est programmée de façon à permettre une bonne récupération entre les différents efforts.

2.3.1. Puissance des jambes

Le test de puissance des jambes consiste à réaliser, sur une presse horizontale, une poussée maximale concentrique à partir d'une position fléchie, standardisée et individualisée (genoux et hanches fléchis à 90°). Les critères de position pour chaque sujet sont notés à la première séance et reproduits à l'identique aux séances suivantes. Préalablement à l'évaluation, chaque sujet reçoit des instructions strictes et claires puis réalise des répétitions sous-maximales de façon à s'accoutumer au mouvement et échauffer spécifiquement la musculature. Lors du test, les sujets réalisent cinq essais maximum à une charge de 35 kg. Le meilleur essai, sur base de la vitesse maximale développée, est retenu pour l'analyse des résultats. Il est demandé au sujet de pousser le plus vite possible afin de faire reculer le siège au maximum sur son rail. La charge de 35 kg est sélectionnée après des essais préliminaires et doit permettre une cinétique suffisante pour assurer la bonne validité du Myotest. Une charge plus légère posait un autre problème : dans le sens où les sujets les plus puissants faisaient reculer le siège jusqu'au bout du rail et subissaient un choc inconfortable. La vitesse (V-PR) et la puissance (P-PR) développées

lors du mouvement sont mesurées à l'aide d'un accéléromètre (Myotest[®], Suisse) placé sur les charges mobilisées dans l'axe vertical. La fiabilité de cet outil a été démontrée pour les tests dynamiques à charge faible ou moyenne et pour les épreuves de détente verticale [25,26].

2.3.2. Puissance des bras

Le test de puissance des bras consiste à réaliser un développé couché sur une machine spécifique. Le sujet, positionné en couché dorsal sur le banc, pousse un bras de levier le plus vite possible vers le haut. Les poignées sont ajustées de façon à se trouver au-dessus du thorax des sujets, juste au-dessus du niveau du moignon de l'épaule. La procédure d'accoutumance et d'échauffement est identique au test de presse. Les sujets réalisent cinq essais maximum à une charge de 5 kg. Ils reçoivent comme instruction de pousser le plus vite possible et sur toute l'amplitude du mouvement sans lâcher les poignées. La vitesse (V-DC) et la puissance (P-DC) développées lors du mouvement sont mesurées à l'aide du Myotest placé sur les charges mobilisées au niveau de l'axe vertical. La charge de 5 kg a été sélectionnée afin de garantir la bonne validité de la mesure offerte par le Myotest.

2.3.3. Le test de détente verticale

La détente verticale (DV) est appréciée grâce à l'utilisation d'un Myotest[®] placé sur le côté gauche de la hanche des sujets, conformément aux recommandations du constructeur. Il est alors demandé à la joueuse de sauter le plus haut possible avec un contre-mouvement et une flexion de genou avoisinant les 90°. Lorsque la flexion est jugée incorrecte, l'évaluateur demande au sujet de recommencer son essai. Chaque sujet réalise cinq sauts d'accoutumance et cinq sauts maximaux.

2.3.4. Le test de sprint

Les joueuses réalisent un test de sprint de 30 m avec départ à l'arrêt. Les cellules photoélectriques initialement pré-vues ne fonctionnant pas dans la salle de sport (transmission sans fil des cellules parasitée par le réseau WIFI du centre sportif), les performances ont été mesurées à partir d'un enregistrement vidéo. Pour ce faire, l'entièreté de la course a donc été filmée à l'aide d'une caméra permettant de capturer 50 images à la seconde. La caméra, posée sur pied, était placée face à la ligne d'arrivée et est orientée de manière à cadrer le sujet depuis la ligne de départ. L'image à laquelle le sujet décolle le pied arrière lors du départ ainsi que l'image à laquelle le sujet franchi la ligne d'arrivée ont servi de référence pour déterminer le temps de course. Le nombre d'images entre ces deux positions extrêmes permet de mesurer la performance avec une précision acceptable de deux centièmes de seconde.

2.3.5. Le test de lancer

Le test consiste à lancer une balle lestée de 800 g, le plus loin possible, à partir d'un mouvement au-dessus de l'épaule similaire à celui de la passe en handball. Le sujet est assis en tailleur avec une orientation de 45° par rapport à l'axe du lancer, de façon à supprimer l'influence des jambes sur la performance. Le positionnement du lanceur (qu'il soit droitier ou gaucher) est indiqué au sol par des lignes. Le sujet dispose de trois lancers d'échauffement suivis de trois lancers mesurés. La performance est mesurée à 5 cm près.

2.3.6. Le test de souplesse des ischiojambiers (Soup IJ)

Le sujet se place debout, pieds nus, sur la plate-forme d'un flexomètre (CressSport, France) en maintenant les jambes tendues. Il fléchit le tronc en avant, sans à-coups, et essaye de pousser le curseur mobile le plus bas possible avec le bout des doigts. La position doit être maintenue trois secondes pour que l'essai soit validé. La performance est indiquée à partir de la position du curseur sur la règle de mesure. Le sujet réalise un essai d'échauffement avant les trois essais mesurés. Pour chaque sujet, le meilleur des trois essais est encodé.

2.3.7. Le test de souplesse des épaules (Soup Ep)

Le sujet est en position couchée sur le ventre, les bras tendus au-dessus de la tête et le front en contact avec le tapis. Il tient un bâton avec ses deux mains, écartées de la largeur de ses épaules. Le sujet tente alors de lever le bâton le plus haut possible en gardant les bras tendus et le front en contact avec le tapis. L'évaluateur mesure la distance verticale entre le bâton et le tapis. La position doit être maintenue trois secondes pour que le résultat soit validé. Le sujet réalise un essai d'échauffement avant les trois essais mesurés. Pour chaque sujet, le meilleur des trois essais est conservé.

2.4. Description de l'entraînement musculaire

Avec une programmation de trois entraînements par semaine et un match, il est indispensable de rentabiliser au maximum le temps imparti. C'est pour cette raison que le staff technique a opté pour l'intégration de la préparation physique, tactique et technique au sein d'un même entraînement et que toutes les séances se déroulent avec ballons selon un canevas bien précis. Le travail spécifique du gainage et de la proprioception est

introduit après l'échauffement dans chacune des séances à raison de huit à dix minutes. Au cours de l'expérimentation, dix joueuses de l'équipe ont bénéficié tout au long de l'année de deux séances de musculation supplémentaires par semaine, alors que le reste de l'équipe a servi de groupe témoin.

Le programme de musculation est divisé en plusieurs cycles de trois ou quatre semaines avec systématiquement une semaine plus légère en fin de cycle. Deux programmes sont préparés pour chaque cycle: un programme pour le mardi et un second pour le jeudi, afin de travailler un maximum de groupes musculaires et de varier les séances. Chacune de celles-ci est basée sur six exercices sollicitant en alternance les membres supérieurs et les membres inférieurs. Un exercice de compensation pour les rotateurs externes de l'épaule (avec élastique) est intégré à la plupart des séances. Toutes les séances de musculation ont été construites avec le matériel disponible dans la salle ou avec du petit matériel, limitant de ce fait les possibilités d'exercices mais permettant à la structure de fonctionner de manière autonome. La planification du travail musculaire est inspirée de la méthode proposée par Miller [27] comprenant les cinq thématiques d'entraînement suivantes (Tableau 1).

2.4.1. Accoutumance et endurance musculaire

Il s'agit d'un travail réalisé à la reprise des entraînements. Les premières séances sont consacrées à un travail sous-maximal davantage orienté vers l'endurance musculaire avec de longues séries (dix à 15 répétitions) réalisées avec des charges légères (< 60-70% du maximum). L'objectif est, d'une part, de maîtriser les mouvements de musculation et les placements adéquats sur les différentes machines et, d'autre part, de travailler l'endurance-force générale. N'ayant aucun point de repère à propos des capacités musculaires des joueuses pour les différents exercices, nous avons individualisé les charges sur base de l'échelle de perception de la difficulté OMNI-RES (Fig. 1) proposée par McGuigan et al. [28]. Lors de cette période, les joueuses doivent se trouver entre le niveau 4 et le niveau 6 de l'échelle.

2.4.2. Force Maximale

L'entraînement de la force se caractérise par l'utilisation de charges élevées ($\pm 85\%$ du 1RM) avec un nombre limité de répétitions (2×6). La joueuse doit se trouver, sur l'échelle OMNI-RES, entre les niveaux 8 et 10.

2.4.3. Puissance-force

L'entraînement en puissance force utilise des charges moyennes à élevées ($\pm 60\%$ 1RM) qui sont mobilisées avec une intention de vitesse maximale. Le nombre de répétitions (2×7) et la récupération totale limitent toute accumulation de fatigue d'une série à l'autre.

2.4.4. Contraste de charge

L'entraînement par contraste de charge vise à améliorer la puissance maximale. Dans chaque série, quelques répétitions à charge élevée (80-90% 1RM) sont immédiatement suivies de répétitions à charge très légère (20-50% 1RM) réalisées avec une intention de vitesse maximale.

2.4.5. Explosivité

L'entraînement consacré à l'explosivité consiste à réaliser des séries courtes (maximum dix répétitions) à vitesse maximale avec des charges légères (< 50% 1RM). Les exercices de plyométrie et de lancers sont compris dans cette thématique d'entraînement.

L'évolution du travail de musculation au cours de l'année et la localisation des tests sont représentées sur la Fig. 2.

Au cours des deux premiers cycles, les charges sont établies sur base de l'échelle OMNI-RES. Une estimation du 1RM est réalisée au terme du premier cycle et est ensuite utilisée pour individualiser les charges d'entraînement.

2.5. Analyse statistique des résultats

L'analyse statistique est réalisée à l'aide du logiciel Statistica 10 (Startsoft, France). La normalité des distributions est vérifiée à partir du test de Shapiro-Wilk. Une analyse de variance (Anova) à mesures répétées a permis de vérifier, pour chaque variable, les différences significatives d'un groupe à l'autre (effet groupe), d'une séance à l'autre (effet temps) ainsi que l'effet combiné du groupe sur le temps. Des tests post hoc basés sur le test de Student sont ensuite utilisés pour comparer les variables deux à deux.

Tableau 1 : Description des exercices, du mode de répétition et de l'intensité utilisés à l'intérieur de chaque

cycle pour les deux séances (S1 et S2).

Accoutumance et endurance musculaire

| | | | | | | | |
|----|-----|---------------|--------------|----------------|------------|---------------|------------|
| S1 | Ex | 1-J | Tirage nuque | Presse | DC | Mollets | RE |
| | Rép | 2x15 OR4-6 | 2x15 OR4-6 | 2x15 OR4-6 | 2x15 OR4-6 | 2x15 OR4-6 | 2x15 OR4-6 |
| S2 | Ex | Ext hanche | Rowing | Squat latéraux | Pull over | Squat fente | DA |
| | Rép | 2x10/jb OR4-6 | 2x15 OR4-6 | 2x10/jb OR4-6 | 2x15 OR4-6 | 2x10/Jb OR4-6 | 2x15 OR4-6 |
| S1 | Ex | 1-J | Tirage nuque | Presse | DC | Mollets | RE |
| | Rép | 2x10 OR5-7 | 2x10 OR5-7 | 2x10 OR5-7 | 2x10 OR5-7 | 2x10 OR5-7 | 2x10 OR5-7 |
| S2 | Ex | Ext hanche | Rowing | Squat latéraux | Pull over | Squat fente | DA |
| | Rép | 2x10 OR5-7 | 2x10 OR5-7 | 2x10 OR5-7 | 2x10 OR5-7 | 2x10 OR5-7 | 2x10 OR5-7 |

Force maximale

| | | | | | | | |
|----|-----|------------|--------------|-------------------------------|-----------|-------------------------|------------|
| S1 | Ex | 1-J | Tirage nuque | Presse | DC | Mollets | RE |
| | Rép | 2 x 6 85% | 2 x 6 85 % | 2 x 6 85 % | 2x6 85% | 2 x 6 85% | 2 x 6 85 % |
| S2 | Ex | Ext hanche | Rowing | Squat | Pull over | Squat | DA |
| | Rép | 2x6 85% | 2 x 6 85 % | latéraux + banc 2 x 6 85 % | 2x6 85% | fente+Banc 2 x 6 85% | 2 x 6 85 % |

Puissance—force

| | | | | | | | |
|----|-----|------------|--------------|--------------------------|-----------|---------------------|---------|
| S1 | Ex | 1-J | Tirage nuque | Presse | DC | Mollets | RE |
| | Rép | 2x7x60% | 2x7x60% | 2x7x60% | 2x7x60% | 2x7x60% | 2x7x60% |
| S2 | Ex | Ext hanche | Rowing | Squat latéraux + banc | Pull over | Squat fente+Banc | DA |
| | Rép | 2x7x60% | 2x7x60% | 2x7x60% | 2x7x60% | 2x7x60% | 2x7x60% |

Contraste de charge

| | | | | | | | |
|----|-----|--|---------------------------|---|-----------------------------------|---|----------|
| S1 | Ex | 1-J | Rowing | Presse | DC | Mollets | RE |
| | Rép | 3 x (4 x 85 % + 20 battements) | 3 x (4 x 85 % + 6x40%) | 2x12 | 3 x (4 x 85 % + 8 puch MB 3kg) | 2x12 | 2x12 |
| S2 | Ex | Presse | 1-J | Tirage front | Ext hanche | Développé assis | Stepping |
| | Rép | 3 x (4 x 85 % + 8 sauts avec 5 kg) | 2 x 10 excentrique | 3 x (4 x 85 % + 8 throwing MB 2 kg) | 2x12 | 3 x (4 x 85 % + 8 lancers verticaux MB 3 kg) | 3x10 |

Explosivité

| | | | | | | | |
|----|-----|----------------|---------|-----------------------------------|---------|--------------------|------------|
| S1 | Ex | 1-J | Rowing | Sauts haies | DC | Leg ext | RE |
| | Rép | 3x7x40% | 3x7x40% | 3 x (5 sec statique + 5 haies) | 3x7x40% | 3x7x40% | 2x12 |
| S2 | Ex | Triceps poulie | IJ | Tirage devant | Presse | Développé assis | DJ |
| | Rép | 3x7x40% | 2x10 | 3x7x40% | 3x7x40% | 3x7x40% | 3 x 7sauts |

Ex: exercices; Rép: répétition; 1-J: ischiojambiers; DC: développé couché ; DA: développé assis ; Ext: extension ; MB : médecine-ball ; RE: rotateurs externes de l'épaule; DJ: *drop jump*. L'intensité du travail est exprimée en pourcentage du 1RM (x%) ou en fonction du score à atteindre sur l'échelle perceptive OMNI-RES (ORx-y).

3. Résultats

Au terme de l'étude, sept sujets du groupe «Muscu» et cinq du groupe « Contrôle » ont réalisé l'ensemble des tests. Les six autres joueuses ont été retirées de l'échantillon car pour des raisons médicales (blessures) ou personnelles, elles n'ont pu participer à l'ensemble des évaluations. Notons qu'aucune joueuse ne s'est retirée volontairement de l'étude. Notre analyse longitudinale se limite donc à 12 sujets. Le Tableau 2 reprend les scores obtenus pour les deux groupes aux différents tests de T1 à T4.

Suite à un problème technique, les résultats de P-DC n'ont pu être enregistrés. Cette perte de données ne présente pas de conséquences pour notre analyse des résultats.

L'Anova démontre qu'au départ, les deux groupes pré-sentent un même niveau de performance pour tous les tests excepté pour le lancer qui est statistiquement supérieur dans le groupe «Muscu» ($p < 0,05$). L'analyse à deux facteurs (groupe \times temps) révèle des évolutions significativement différentes au cours de l'année dans les deux

groupes pour P Presse ($p < 0,01$); V Presse ($p < 0,05$); P-DC ($p < 0,05$); V-DC ($p < 0,05$); Soup IJ ($p < 0,01$) et Sprint 30 ($p < 0,01$).

Le Tableau 2 montre des améliorations de performance significatives pour le groupe «Muscu» de T1 à T4 pour la presse et pour le sprint. Une tendance à l'amélioration ($p = 0,06$) s'observe également dans ce groupe pour la détente verticale (DV). On constate, en revanche, un enraidissement significatif des ischiojambiers (IJ). Les observations établies entre T1 et T4 sont confirmées par l'étude Anova avec une amélioration pour la presse et le sprint ainsi qu'une diminution de la souplesse des IJ ($p < 0,05$).

Le groupe « Contrôle » ne montre, dans chacun des tests, aucune modification significative de la performance.

L'analyse comparative des deux groupes montre qu'en T1, ils présentent des performances similaires, sauf pour le test de lancer où les sujets du groupe «Muscu » apparaissent plus forts ($p < 0,05$). En revanche, en T4, le groupe «Muscu » se distingue du groupe «Contrôle» avec des performances statistiquement supérieures pour la presse, le lancer, le DC et le sprint.

4. Discussion

Dans une discipline telle que le handball, le développement musculaire représente une composante essentielle de l'entraînement car il permet de courir plus vite, de sauter plus haut, de lancer plus fort et de dominer son adversaire dans les duels. Lorsque l'on ne dispose que de trois entraînements par semaine, il est rare que l'entraîneur sacrifie du temps pour le développement musculaire. Pourtant, il apparaît qu'un travail relativement court, limité en séries d'effort et peu contraignant, présente une certaine efficacité [29]. Dans cette étude, la moitié d'une équipe féminine du top niveau beige en handball a bénéficié, durant toute l'année, de deux séances de musculation (30 minutes) hebdomadaires additionnelles. Les contraintes de ces séances sont relativement minimales car elles sont placées en début ou en fin d'entraînement et se déroulent sur le lieu même de l'entraînement technico-tactique.

La batterie de tests mise au point pour cette étude a permis de suivre l'évolution des qualités musculaires de chaque joueuse, tout au long de l'année, indépendamment du groupe auquel elles appartiennent (« Contrôle » ou «Muscu»).

L'évolution des paramètres physiques au cours d'une saison semble dépendre du niveau de performance [16]. Alors que chez les novices et les amateurs de faible niveau, une saison d'entraînement peut conduire à des améliorations significatives des qualités musculaires, chez les sportifs confirmés, pratiquants la discipline à haut niveau, on observe soit un maintien du niveau de performance, soit une diminution [16,30,31]. Dans notre étude, si les joueuses n'ont pas le statut de professionnelles et ne s'entraînent que trois fois par semaine, elles pratiquent tout de même le handball depuis de nombreuses années et évoluent au plus haut niveau beige. Elles se retrouvent donc à cheval entre les sportifs de haut niveau et les sportifs amateurs.

Dans le groupe «Contrôle», nous n'observons aucune amélioration de performance de T1 à T4. Ces joueuses n'ont pas bénéficié d'un travail spécifique de renforcement musculaire durant la phase de préparation et dans ce contexte, il n'est pas surprenant de n'observer aucune modification au cours de l'année. Il y a un équilibre entre stimulus de l'entraînement et performance musculaire. Ce maintien des qualités musculaires au niveau amateur et semi-professionnel a été reporté dans la littérature [16,32]. Pour certains tests, comme la presse et le développé couché, on constate même légère baisse de performance (-2 à -5%), qui n'atteint cependant pas le seuil de signification statistique. Ces résultats vont dans le même sens que l'étude de Astorino et al. [30] qui montre, chez des joueuses de hockey non professionnelles, une légère diminution de la force des bras et des jambes tout au long de la saison. Dans les équipes de haut niveau (professionnel), une préparation musculaire est généralement envisagée lors de la phase de préparation et se caractérise par une amélioration des performances musculaires [16,30]. S'il n'y a pas un travail régulier et suffisant de renforcement musculaire tout au long de l'année, le niveau de performance atteint ne peut être maintenu tout au long de la période de compétition [16,33,34]. Durant la saison, l'accent est essentiellement mis sur le travail technico-tactique et les stimuli peuvent s'avérer insuffisants que pour maintenir les qualités musculaires, qui, en plus de ne pas être travaillées spécifiquement, sont certainement affectées par une accumulation de fatigue [16,32].

En comparant les résultats obtenus par les deux groupes, nous pouvons affirmer que les deux séances hebdomadaires de renforcement musculaire spécifique ont été bénéfiques pour le groupe «Muscu». En effet, nous constatons dans ce dernier des améliorations significatives pour la presse (+17%, $p < 0,005$) ainsi que pour le sprint (-1,71 %, $p < 0,05$). L'amélioration de la détente est très proche du seuil de signification statistique (+5%, $p = 0,06$). Ces résultats confortent certaines études longitudinales en sports collectifs qui ont également constaté des améliorations musculaires à la suite d'un entraînement spécifique [8,35,36]. En 2006, Gorostiaga et al. [8] étudient l'effet de la préparation physique sur les performances d'une équipe de handball masculine. La même équipe de recherche s'attarde en 2008 à une équipe de handball féminine [35]. Les auteurs des deux études

en arrivent à la conclusion qu'une saison entière de préparation physique, que ce soit dans une équipe masculine ou féminine, conduit à des augmentations légères, mais significatives, du pourcentage de masse maigre, de la force maximale et de l'explosivité des membres inférieurs, de la force et de la puissance des membres supérieurs et de la vitesse de lancer. Contrairement à ce que nous observons, ces deux études ne relèvent aucune amélioration au niveau du sprint alors que les joueurs ont bénéficié d'un entraînement spécifique. Plusieurs travaux vont toutefois dans le sens de nos résultats et trouvent, après plusieurs semaines d'entraînement musculaire, des améliorations en force, en vitesse et en détente verticale [20,23,37]. Quoi qu'il en soit, les améliorations de la fonction musculaire constatées au niveau du test de presse sont probablement responsables des améliorations observées en sprint et en détente verticale. De nombreuses recherches confirment ce lien entre amélioration musculaire et amélioration fonctionnelle [19,20,23,37-39].

Figure 1 : Échelle de difficulté OMNI-RES. McGuigan et al. [28].

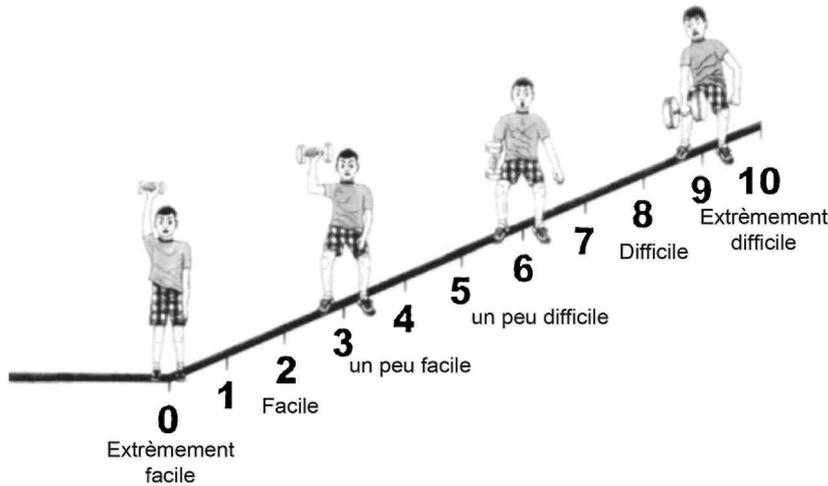


Figure 2 : Evolution du type de séance de musculation au cours de la saison.

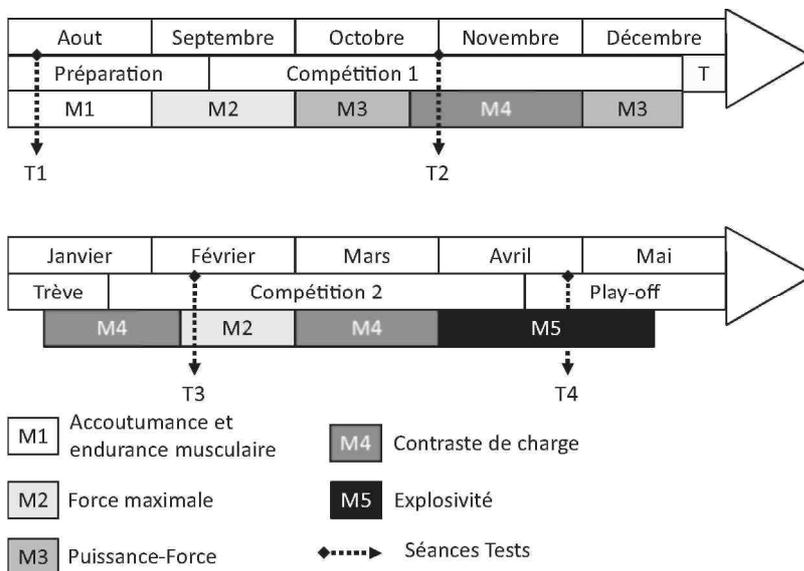


Tableau 2 : Evolution des performances de T1 à T4 dans les deux groupes (M : « Muscu » et C : « Contrôle ») pour chaque test. Les variations relatives des performances entre T1 et T4 ainsi que le niveau de signification statistique sont également présentés.

| | T1 | T2 | T3 | T4 | Diff% T1-T4 | P |
|------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|---------|
| <i>P Presse (w)</i> | | | | | | |
| M | 775 (64) | 840 (47) | 870 (40) | 906 (44)* | + 17% | < 0,005 |
| C | 793 (70) | 786 (96) | 779 (103) | 765 (98) | -3% | NS |
| <i>V Presse (m/s)</i> | | | | | | |
| M | 1,59 (0,09) | 1,66 (0,06) | 1,69 (0,08) | 1,72 (0,07)* | +8% | <0,05 |
| C | 163 (0,1) | 1,62 (0,1) | 1,61 (0,1) | 1,60 (0,12) | -2% | NS |
| <i>P-DC (w)</i> | | | | | | |
| M | 59 (4) | - | 64 (3) | 66 (9)* | + 12% | NS |
| C | 56(7) | - | 55 (14) | 53 (10) | -5% | NS |
| <i>V-DC (m/s)</i> | | | | | | |
| M | 0,99 (0,06) | 1,01 (0,04) | 1,04 (0,05) | 1,06 (0,11)* | +8% | NS |
| C | 0,95 (0,10) | 0,92 (0,14) | 0,93 (0,18) | 0,90 (0,14) | -5% | NS |
| <i>Lancer (m)</i> | | | | | | |
| M | 12,0 (1,9)* | 12,4 (1,7) | 12,9 (1,8)* | 12,3 (1,7)* | +3% | NS |
| C | 10,1 (1,3) | 10,8 (1,5) | 10,2 (0,8) | 10,2 (1,2) | + 1% | NS |
| <i>DV(m)</i> | | | | | | |
| M | 0,29 (0,02) | 0,31 (0,02) | 0,32 (0,03) | 0,31 (0,03) | +5% | 0,06 |
| C | 0,31 (0,03) | 0,31 (0,03) | 0,31 (0,04) | 0,31 (0,05) | + 1% | NS |
| <i>Sprint 30 m (s)</i> | | | | | | |
| M | 4,84 (0,17) | 4,78 (0,13)* | 4,83 (0,13) | 4,75 (0,13)* | -1,71% | <0,05 |
| C | 4,89 (0,16) | 4,89 (0,17) | 4,84 (0,20) | 4,84 (0,17) | -0,94% | NS |
| <i>Soup IJ (cm)</i> | | | | | | |
| M | 8,1 (7,3) | 9,1 (7,3) | 7,8 (7,5) | 6,0 (6,2) | -25% | <0,05 |
| C | 6,0 (7,2) | 6,9 (5,9) | 7,2 (5,5) | 6,8 (7,2) | + 12% | NS |
| <i>Soup Ep (cm)</i> | | | | | | |
| M | 50 (16) | 50 (15) | 52 (15) | 51 (16) | +2% | NS |
| C | 52 (10) | 54(6) | 53 (12) | 51 (13) | -2% | NS |

*Une différence significative entre les deux groupes est représentée par $p < 0,05$.

Dans notre étude, l'effet bénéfique de l'entraînement musculaire semble se marquer plus particulièrement au niveau des membres inférieurs. Toutefois, même si le test de DC ne montre pas d'évolution significative au cours de l'année, on constate que le groupe «Contrôle» a tendance à perdre de la puissance au niveau des bras alors que le groupe «Muscu» présente une tendance opposée. Ce contraste est illustré par une différence intergroupe significative ($p < 0,05$) constatée uniquement en fin de saison. Le test de lancer ne révèle quant à lui qu'une amélioration substantielle qui n'atteint jamais le seuil de signification statistique. Le nombre d'actions sur un match ou sur un entraînement faisant intervenir les membres inférieurs (sauts, sprints, changements de direction) est largement supérieur au nombre d'actions faisant intervenir intensément les membres supérieurs (tirs, passes). Cette plus grande sollicitation des membres inférieurs tout au long de l'année, pourrait expliquer la différence de

comportement observée entre le haut et le bas du corps. L'étude de Marques et al. [23] va dans le même sens et montre qu'après une période de sept semaines sans musculation, la performance est maintenue pour le test de jambe alors qu'elle est diminuée au niveau de la vitesse de lancer.

L'analyse de nos résultats révèle cependant que le travail musculaire hebdomadaire semble avoir un impact négatif sur la souplesse de la chaîne postérieure ($p < 0,05$). La perte de mobilité est en réalité constatée uniquement entre T3 et T4 et dépasse à peine les deux centimètres. Précisons que T4 a été réalisé au durant la phase finale du championnat, Le contexte compétitif, avec des enjeux importants à fait passer au second plan les exercices d'assouplissement associés au renforcement musculaire. Il est connu qu'un enraidissement musculaire peut survenir lorsque l'on oublie d'inclure des exercices d'assouplissement lors du renforcement musculaire [40]. Lorsque l'on fait de la musculation avec des athlètes, il faut être vigilant tout au long de l'année. En effet, une négligence du travail d'assouplissement peut avoir des conséquences sur la mobilité, sur la performance, et sur les risques de blessures musculaires [41].

5. Conclusion

Notre étude démontre que le groupe «Muscu» ayant bénéficié de deux courtes séances de musculation par semaine a amélioré ses performances, principalement au niveau des membres inférieurs. Cette étude met surtout en évidence l'intérêt réel d'un travail spécifique de musculation dans les sports collectifs, même lorsque la structure n'est pas professionnelle et que le nombre d'entraînements est réduit. Une bonne organisation permet d'assurer ce travail tout en limitant les contraintes. La musculation doit cependant être accompagnée, tout au long de l'année, d'un travail parallèle d'assouplissement, sous peine de provoquer une perte de mobilité indésirable.

Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

Références

- [1] Cometti G. La préparation physique en football. Paris: Chiron; 2002.
- [2] Pradet M, Hubiche JL. La préparation physique. Paris: INSEP; 1996.
- [3] Le Gallais D, Millet G. La préparation physique optimisation et limites de la performance sportive. Issy-les-Moulineaux: Elsevier-Masson; 2007.
- [4] Billat V. Physiologie et méthodologie de l'entraînement de la théorie à la pratique. Paris: De Boeck université; 1998.
- [5] Chelly MS, Hermassi S, Aouadi R, Khalifa R, Van den Tillaar R, Chamari K, et al. Match analysis of elite adolescent team handball players. *J Strength Cond Res* 2011;25:2410-7.
- [6] Povoas SC, Seabra AF, Ascensao M, Magalhaes J, Soares JM, Rebelo AN. Physical and physiological demands of elite team handball. *J Strength Cond Res* 2012;26:3365-75.
- [7] Martinet JP, Pages JL. Handball. Paris: Vigot; 2007.
- [8] Gorostiaga EM, Granados C, Ibanez J, Gonzalez-Badillo JJ, Izquierdo M. Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Med Sci Sports Ex* 2006;38:357-66.
- [9] Gorostiaga EM, Izquierdo M, Ruesta M, Iribarren J, Gonzalez-Badillo JJ, Ibanez J. Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *Eur J Appl Physiol* 2004;91:698-707.
- [10] Rogulj N, Srhoj V, Nazor M, Srhoj L, Cavala M. Some anthropological characteristics of elite female handball players at different playing positions. *Collegium Antropol* 2005;29:705-9.
- [11] Granados C, Izquierdo M, Ibanez J, Ruesta M, Gorostiaga EM. Are there any differences in physical fitness and throwing velocity between national and international elite female handball players? *J Strength Cond Res* 2013;27:723-32.
- [12] Gorostiaga EM, Granados C, Ibanez J, Izquierdo M. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *Int J Sports Med* 2005;26:225-32.
- [13] Chelly MS, Hermassi S, Shephard RJ. Relationships between power and strength of the upper and lower limb muscles and throwing velocity in male handball players. *J Strength Cond Res* 2010;24:1480-7.
- [14] Debanne T, Laffaye G. Predicting the throwing velocity of the ball in handball with anthropometric variables and isotonic tests. *J Sports Sci* 2011;29:705-13.
- [15] Bompa TO. Periodization: theory and methodology of training. Champaign: Human Kinetics; 1999.
- [16] Koutedakis Y. Seasonal variation in fitness parameters in competitive athletes. *Sports Med* 1995;19:373-92.
- [17] Posch E, Haglund Y, Eriksson E. Prospective-study of concentric and eccentric leg muscle torques, flexibility, physical conditioning,

and variation of injury rates during one season of amateur ice hockey. *Int J Sports Med* 1989;10:113-7.

[18] Hakkinen K. Changes in physical fitness profile in female volleyball players during the competitive season. *J Sports Med Phys Fitness* 1993;33:223-32.

[19] Hermassi S, Chelly MS, Fathloun M, Shephard RJ. The effect of heavy- vs. moderate-load training on the development of strength, power, and throwing ball velocity in male handball players. *J Strength Cond Res* 2010;24:2408-18.

[20] Hermassi S, Chelly MS, Tabka Z, Shephard RJ, Chamari K. Effects of 8-week in-season upper and lower limb heavy resistance training on the peak power, throwing velocity, and sprint performance of elite male handball players. *J Strength Cond Res* 2011;25:2424-33.

[21] Holm I, Fosdahl MA, Friis A, Risberg MA, Myklebust G, Steen H. Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. *Clin J Sport Med* 2004;14:88-94.

[22] Ignjatovic AM, Markovic ZM, Radovanovic DS. Effects of 12-week medicine ball training on muscle strength and power in young female handball players. *J Strength Cond Res* 2012;26:2166-73.

[23] Marques MC, Gonzalez-Badillo JJ. In-season resistance training and detraining in professional team handball players. *J Strength Cond Res* 2006;20:563-71.

[24] Ronnestad BR, Nymark BS, Raastad T. Effects of in-season strength maintenance training frequency in professional soccer players. *J Strength Cond Res* 2011;25:2653-60.

[25] Jidovtseff B, Crielaard JM, Cauchy S, Croisier JL. Validity and reliability of an inertial dynamometer using accelerometry. *Sci Sports* 2008;23:94-7.

[26] Nuzzo JL, Anning JH, Scharfenberg JM. The reliability of three devices used for measuring vertical jump height. *J Strength Cond Res* 2011;25:2580-90.

[27] Miller C. Développement des capacités musculaires. In: Thépaut-Mathieu CM, Miller C, Quièvre J, editors. *Entraînement de la force - spécificité et planification*. Paris: INSEP; 1997. p. 47-84.

[28] McGuigan MR, Al Dayel A, Tod D, Foster C, Newton RU, Pettigrew S. Use of session rating of perceived exertion for monitoring resistance exercise in children who are overweight or obese. *Pediatr Exerc Sci* 2008;20:333-41.

[29] Carpinelli RNO RM, Winett RA. A critical analysis of the ACSM position stand on resistance training: insufficient evidence to support recommended training protocols. *J. Exerc Physio* 2004;7:1-60.

[30] Astorino TA, Tarn PA, Rietschel JC, Johnson SM, Freedman TP. Changes in physical fitness parameters during a competitive field hockey season. *J Strength Cond Res* 2004;18: 850-4.

[31] Casajus JA. Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *J Sport Med Phys Fitness* 2001 ;41: 463-9.

[32] Caldwell BP, Peters DM. Seasonal variation in physiological fitness of a semiprofessional soccer team. *J Strength Cond Res* 2009;23:1370-7.

[33] Hakkinen K, Sinnemaki P. Changes in physical-fitness profile during the competitive season in elite bandy players. *J Sport Med Phys Fitness* 1991;31:37-43.

[34] Hoffman RJ, Fry CA, Howard R, Maresh MC, Kraemer JW. Strength, speed and endurance changes during the course of a division 1 basketball season. *J Appl Sport Sci Res* 1991 ;5:144-9.

[35] Granados C, Izquierdo M, Ibanez J, Ruesta M, Gorostiaga EM. Effects of an entire season on physical fitness in elite female handball players. *Med Sci Sports Ex* 2008;40:351-61.

[36] Gonzalez-Rave JM, Arija A, Clemente-Suarez V. Seasonal changes in jump performance and body composition in women volleyball players. *J Strength Cond Res* 2011 ;25: 1492-501.

[37] Chelly MS, Ghenem MA, Abid K, Hermassi S, Tabka Z, Shephard RJ. Effects of in-season short-term plyometric training program on leg power, jump- and sprint performance of soccer players. *J Strength Cond Res* 2010;24:2670-6.

[38] Cronin JB, McNair PJ, Marshall RN. Is velocity-specific strength training important in improving functional performance. *J Sport Med Phys Fitness* 2002;42:267-73.

[39] Delecluse C. Influence of strength training on sprint running performance. Current finding and implications for training. *Sports Med* 1997;24:147-56.

[40] Kraemer WJ, Ratamess NA, French DN. Resistance training for health and performance. *Cur Sports Med Reports* 2002;1:165-71.

[41] Witvrouw E, Mahieu N, Danneels L, McNair P. Stretching and injury prevention-an obscure relationship. *Sports Med* 2004;34:443-9.