



Année universitaire 2023-2024

Master 1^{ère} année

Master STAPS mention : *Entraînement et Optimisation de la Performance Sportive*

Parcours : *Préparation du sportif : aspects physiques, nutritionnels et mentaux*

MÉMOIRE

TITRE : L'amélioration des qualités physiques du footballeur par la pratique de l'haltérophilie.

Par : Max FAUVART

Sous la direction de : François-Xavier GAMELIN



« La Faculté des Sciences du Sport et de l'Education Physique n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les mémoires ; celles-ci sont propres à leurs auteurs. »

Je remercie le club du LOSC de m'avoir offert l'opportunité d'encadrer et d'intervenir auprès des joueurs en formation au Domaine de Luchin.

Merci à l'équipe chargée de la préparation physique d'avoir aidé et collaboré à ce mémoire dans son organisation et sa mise en œuvre. Grâce à leur implication, j'ai pu mener à bien cette étude en partageant des connaissances et en bénéficiant de précieux conseils.

Mention particulière à Lucas KIEBBE pour sa confiance et son soutien.

Je remercie également François-Xavier GAMELIN, mon tuteur de mémoire, d'être un soutien et un conseil chaque fois que ça a été nécessaire.

Sommaire

1. Introduction.....	7
2. Revue de littérature.....	9
1. L'haltérophilie.....	9
2. Le football.....	12
3. Problématique, objectif(s), hypothèse(s).....	14
3.1. Problématique.....	14
3.2. Objectif(s).....	14
3.3. Hypothèse(s).....	14
4. Stage.....	15
4.1 Milieu professionnel.....	15
4.2 Sujets.....	15
4.3 Protocole.....	15
4.4 Matériel et technique de mesure.....	16
4.5 Analyse statistique.....	17
5. Résultats.....	19
6. Discussion.....	23
6.1 Interprétation.....	23
6.2 Limites.....	24
6.3 Applications sur le terrain.....	25
6.4 Perspectives.....	25
7. Conclusion.....	26
8. Références bibliographiques.....	27
9. Annexes.....	31
10. Résumé.....	33
11. Abstract.....	34

Glossaire

Cm = centimètre

Kg = kilogramme

FFHM = fédération française d'haltérophilie et musculation

SJL = squat jump libre

BJ = broad jump

Power clean = épaulé debout

Hip = hanche

PDC = poids de corps

RER = répétitions en réserve

TBE = tirage de bras d'épaulé

TLE = tirage lourd d'épaulé

1. Introduction

La préparation physique appliquée au sport est un domaine qui repose sur de nombreux principes et méthodes. Le préparateur physique a pour rôle d'identifier les besoins en termes de qualités physiques et de contraintes imposées par l'activité. Il choisira en conséquence, les méthodes d'entraînements adaptées aux sportifs avec lesquels il intervient. L'athlétisme et l'haltérophilie sont deux disciplines par lesquelles nous pouvons exprimer et développer de la puissance, une qualité que l'on retrouve dans diverses activités. La puissance est le produit de la force et de la vitesse. En football, c'est prioritairement le travail athlétique qui est abordé, au détriment d'un travail axé sur de la force et des gestes plus techniques, comme le propose l'haltérophilie. En tant que spécialiste de cette pratique, je me suis intéressé au transfert potentiel que pourrait avoir l'activité sur les performances du footballeur.

Il est assez intuitif et commun à tous que la spécificité est un facteur déterminant dans les performances associées à une pratique (Chery, 2019). Cependant, pousser la réflexion et inciter au changement peut permettre d'élargir le champ d'action du préparateur physique. La performance dans le football est multifactorielle et le fait d'éviter ou de retarder au maximum une blessure est l'un des enjeux majeurs de cette discipline. C'est dans ce contexte de performance et de prévention qu'une activité qui ne semble pas pertinente de prime abord, peut avoir son rôle à jouer et démontrer son efficacité, ou non.

Ce mémoire a pour objectif d'évaluer l'effet de la pratique de l'haltérophilie sur les performances des footballeurs. Nous verrons donc dans un premier temps comment se définit l'haltérophilie et quelles sont les qualités physiques qui sont exploitées lors de sa pratique.

Nous aborderons également de façon plus succincte, la pratique du football et plus particulièrement, ce qu'on attend en termes de performance chez un footballeur.

Enfin, nous pourrions mettre en relation les deux pratiques citées ci-dessus par la mise en place d'un protocole d'entraînement spécifique intégrant de l'haltérophilie. Un recueil de données statistiques pourra, par son exploitation et par le biais de tests, établir une corrélation positive, nulle ou négative.

2. Revue de littérature

1. L'haltérophilie

1.1. Définition

Hori et al (2005) définissent l'haltérophilie comme un sport dans lequel l'athlète doit performer sur deux mouvements, l'arraché et l'épaulé jeté. La somme de ces deux mouvements donne ainsi à l'athlète un total, qui une fois opposé aux autres athlètes, permet de déterminer le classement de la compétition.

La Fédération Française d'Haltérophilie et de Musculation (FFHM) nous donne une définition de ces deux mouvements :

“L'arraché démarre avec la barre placée horizontalement devant les jambes de l'athlète. Celui-ci doit l'agripper, les mains en pronation et la tirer d'un seul mouvement, du plateau jusqu'au bout des bras tendus au-dessus de la tête. Le mouvement s'effectue, soit en fléchissant ou en fendant les jambes. La barre doit longer le corps d'un mouvement ininterrompu, sans qu'aucune autre partie que les pieds touche le plateau. Le poids soulevé doit être maintenu immobile, bras et jambes tendus, pieds alignés, jusqu'au signal de replacer la barre sur le plateau. Le retournement des poignets ne doit s'effectuer que lorsque la barre a dépassé la tête de l'athlète. L'athlète se redresse aussitôt qu'il le peut, en plaçant les pieds perpendiculairement au tronc et à l'haltère. Le signal doit être donné aussitôt que l'athlète est immobile de toutes les parties de son corps.”

“L'épaulé jeté démarre avec la barre placée horizontalement devant les jambes de l'athlète. Celui-ci doit l'agripper, les mains en pronation et la tirer d'un seul mouvement du plateau jusqu'aux épaules. Ce mouvement s'effectue, soit en fléchissant ou en fendant les jambes. Durant ce mouvement ininterrompu, il est permis que la barre glisse le long des cuisses, cependant elle ne doit pas toucher la poitrine avant la position finale, alors qu'elle repose sur les clavicules ou sur la poitrine au-dessus des mamelons ou sur les bras complètement repliés. L'athlète se redresse dès qu'il le peut en plaçant les pieds alignés et perpendiculairement au tronc et à l'haltère.”

1.2 Les qualités physiques en haltérophilie

Il est évident qu'à des fins de préparation physique, les deux mouvements cités ci-dessus ne sont pas effectués entièrement. C'est-à-dire que des variations de ces mouvements, appelées semi-techniques, sont utilisées pour permettre le développement des qualités physiques telles que l'explosivité (Janz et al, 2008) et la coordination musculaire.

Reiss et Prévost (2017) définissent l'explosivité comme la capacité à produire la plus grande accélération possible sur soi-même ou sur un engin. Ils précisent également que pour répondre au critère d'explosivité, il faut qu'il n'y ait plus de contact avec le sol ou que l'objet soit propulsé. Ces deux derniers paramètres, en addition de la volonté de produire la plus grande accélération possible, définissent parfaitement l'objectif d'un haltérophile qui souhaite soulever une charge.

Hackett et al (2016) mettent en avant l'amélioration de la performance en détente verticale grâce à un entraînement en haltérophilie. Cette méta-analyse compare notamment l'effet de cet entraînement en comparaison avec un entraînement classique et un entraînement en pliométrie. Les résultats montrent un gain de 7,7% en détente verticale pour l'entraînement en haltérophilie comparé au groupe contrôle et 5,1% comparé au groupe en entraînement classique. L'étude montre également qu'il n'y a pas de différence entre l'entraînement en pliométrie et l'haltérophilie. Si les bénéfices en détente verticale sont identiques pour les deux entraînements, ce n'est pas le cas pour les autres adaptations induites par ces types d'entraînement. En effet, l'haltérophilie permet au sportif de développer sa capacité de détente verticale en plus d'autres qualités telles que l'explosivité, la coordination neuromusculaire et la résistance aux charges externes (Suchomel et al, 2014).

Suchomel et al (2015) soulignent la pertinence d'intégrer des mouvements d'haltérophilie dans le développement de la puissance des membres inférieurs, notamment grâce à la triple extension qu'implique constamment l'activité. Ils affirment par ailleurs qu'un entraînement en haltérophilie présente un stimulus supérieur aux autres méthodes classiques telles que les sprints, la pliométrie ou l'entraînement avec kettlebell (Otto et al, 2012).

1.3 Le choix des mouvements

Suchomel et al (2014) dans une étude comparative des différentes variations de l'épaulé debout, montrent les bénéfices (coordination neuromusculaire, tolérance à la charge externe et adaptations du système neuromusculaire et squelettique) associés à la pratique même de mouvements basiques tels que le saut d'épaulé (jump shrug) ou au tirage haut d'épaulé (high pull clean) afin d'éviter la phase de réception (catch phase) plus compliquée dans l'apprentissage technique. Bien que ces mouvements soient simples d'exécution, ils permettent de générer des adaptations neuromusculaires similaires à un mouvement complet ou semi-technique plus complexe.

La difficulté étant moindre dans l'apprentissage d'un mouvement semi-technique, il est pertinent d'utiliser ces mouvements dans le but d'améliorer l'explosivité. Étant donné que la majorité des mouvements semi-techniques présentent une notion balistique (se propulser soi-même ou un objet), ils répondent à l'objectif de développement des qualités physiques qui est l'explosivité. Prenons l'exemple d'un tirage lourd d'épaulé (TLE), qui correspond au premier et second tirage du geste technique complet. L'intention durant l'exercice est d'appliquer le plus de vitesse à la charge, du sol jusqu'aux hanches (moment où l'extension est maximale et où les appuis quittent le sol) et en ayant un relâchement des bras qui permet à la barre de continuer à s'élever alors même que l'extension se termine.

Autre exemple, celui du hip power clean ou épaulé debout départ des hanches. Cette fois-ci, les appuis quittent le sol après avoir effectué une triple extension (cheville, genou, hanche) pour amener la barre sur les clavicules. La position de départ debout permet d'isoler la composante de triple extension, sans laquelle le sportif ne sera pas capable de donner de la hauteur à la barre. Il est nécessaire de sauter littéralement pour accélérer la charge et lui donner la hauteur suffisante pour réceptionner debout (ce qui correspond à une position en quart de squat).

La suppression de certaines parties du geste technique complet permet notamment de gagner en temps d'apprentissage, les contraintes de mobilité ou de coordination sont moindres. De plus, en ce qui concerne l'apprentissage des gestes, on retrouve des patterns assez similaires entre les gestes classiques et ceux réalisés en haltérophilie. En exemple, nous avons le TLE qui s'approche d'un soulevé de terre. C'est légèrement le placement qui diffère et majoritairement l'intention dans le tirage qui déterminera la différence entre les deux gestes.

Dans cette étude, les groupes ont été sensibilisés à la pratique de l'haltérophilie sur des gestes semi-techniques avant la mise en place du protocole.

Moulyk et al (2013) montrent dans une étude, que la pratique des mouvements d'haltérophilie avec une amplitude complète réduisent les contraintes que peuvent appliquer les contacts au sol. Cependant, cette application nécessite un apprentissage de la gestuelle technique du répertoire haltérophile. C'est notamment pour cette raison que dans la majorité des cas, le préparateur physique intervient auprès des sportifs avec des mouvements semi-techniques, moins chronophages et difficiles en termes d'apprentissage et de technicité.

2. Le football

2.1. Définition

Erick Mombaerts (Pédagogie du Football, Apprendre à jouer ensemble par la pratique du jeu, 1999) propose une définition du football comme étant « un affrontement collectif qui oppose deux équipes dans un espace interpénétré, en vue de s'approcher d'un but protégé par des joueurs de champ et un gardien de but seul habilité à se servir des mains pour manipuler le ballon. Le ballon est joué avec le pied, la tête, toute surface de contact autre que les bras. Les contacts sont réglementés par les lois du jeu. ».

2.2. La performance en football

Wisløff et al (2004) donnent plusieurs facteurs de performance propre à l'activité du football (soccer) tels que le changement de direction, le sprint et la capacité à changer de rythme rapidement.

Nous retrouvons ces mêmes facteurs de performance (Stølen et al, 2005) pour la majorité, si ce n'est pas totalité des études qui traitent de la performance en football. Stølen et al en 2005 propose une étude exhaustive des qualités physiques nécessaires au footballeur dans sa capacité à performer sur le terrain. On y retrouve les notions de force maximale et de puissance, que les auteurs définissent comme suit :

“La force maximale est définie comme le résultat d’une production de force musculaire maximale, isométrique ou dynamique, selon un effort volontaire dans une tâche spécifique. Typiquement, la force maximale est traduite par la 1RM lors d’un exercice standardisé tel que le squat.”.

“La puissance est la capacité à produire le plus de force à des vitesses élevées.”.

Ces deux définitions nous permettent de mettre en relation la performance en football et l’haltérophilie. Pour rappel, l’haltérophilie a pour but de soulever la charge la plus lourde (force maximale) et selon un règlement (FFHM) qui impose une durée d’effort brève.

Toujours dans la même étude (Stølen et al, 2005), les auteurs comparent les différences induites par l’entraînement en hypertrophie et par un entraînement à visée d’adaptations neuronales. L’hypertrophie se traduit par l’augmentation de la quantité de myofibrilles, donnant ainsi lieu à l’augmentation de la masse corporelle. Alors qu’un entraînement en force ou en puissance améliore la capacité du système neuromusculaire à recruter les unités motrices nécessaires pour une contraction musculaire plus importante. Il en résulte ainsi une amélioration de la production de force. Cette production de force est essentielle à la performance, notamment pour répondre aux exigences des situations de match (Stølen et al, 2005).

Dans une autre étude de Hoff et al (2004), l’importance d’un entraînement en force et en puissance est une nouvelle fois mise en avant. Les entraînements avec intention de vitesse contre des charges élevées, génèrent des améliorations élevées sur le sprint et les sauts chez les footballeurs. Il apparaît même que ce type d’entraînement permet d’augmenter l’économie de course de 4,7%.

La difficulté n’est donc plus de prouver l’efficacité de méthodes axées sur le développement de la force et de l’explosivité mais plutôt de convaincre les entraîneurs et les joueurs qu’il existe d’autres façons d’améliorer les performances que d’effectuer un travail athlétique.

3. Problématique, objectif(s), hypothèse(s)

3.1. Problématique

Le football utilise la préparation physique pour améliorer les qualités physiques des joueurs, grâce à un travail athlétique comme cité précédemment, mais aussi par la pratique de la musculation. Cependant, appliquer des méthodes et de la gestuelle technique par la pratique de l'haltérophilie n'est pas chose commune. Il existe dans le milieu du football une certaine réticence au travail en force et une appréhension à l'application de méthodes nouvelles. Cette étude me permet d'établir une connexion forte entre l'haltérophilie et la préparation physique appliquée au footballeur mais aussi de montrer que la mise en place d'une initiation en haltérophilie peut permettre une amélioration des qualités en explosivité.

3.2. Objectif(s)

Je cherche donc à montrer les bénéfices sur la performance au fait d'intégrer quelques mouvements d'haltérophilie dans les entraînements hebdomadaires du footballeur, en plus des programmes de musculation déjà en place.

Par le biais de cette étude, je souhaite vérifier les effets de 10 semaines d'initiation à l'haltérophilie sur les performances en squat jump libre (SJL), broad jump (BJ) et sprint sur 20 mètres.

3.3. Hypothèse(s)

La première hypothèse est qu'il y aura une amélioration des performances par l'intégration de mouvements du répertoire haltérophile de façon significative.

La seconde hypothèse est qu'il n'y aura pas d'amélioration significative des performances.

4. Stage

4.1 Milieu professionnel

J'effectue mon stage au sein du club professionnel de football de Lille, le LOSC. Plus particulièrement au Domaine de Luchin qui marque l'implantation du centre de formation. Le Domaine de Luchin a été inauguré en Septembre 2007 et s'étend sur 43 hectares de terrain.

4.2 Sujets

La population étudiée est issue du football à haut niveau puisque tous les individus se trouvent au centre de formation. Au total, 39 sujets seront retenus pour cette étude avec la constitution de 2 groupes. Ces groupes sont respectivement l'effectif de l'équipe évoluant en U19 et l'équipe de réserve professionnelle.

Il y aura donc un groupe A (n=19) ayant pour caractéristiques ; âge 17,3 (0,7) ans ; taille 180,1 (6,9) cm ; masse 70,5 (8,5) kg ; qui suivra le protocole dans des conditions identiques au groupe B (n=20) ayant pour caractéristiques ; âge 19 (2,4) ans ; taille 180,1 (6,5) cm ; masse 72,7 (8,1) kg.

4.3 Protocole

Le protocole s'étend sur 10 semaines d'entraînement. Les entraînements sont composés de mouvements de musculation utilisant des charges libres (barres et haltères), de mouvements au poids du corps et de mouvements d'haltérophilie (semi-techniques). Au total, les deux groupes effectuent 3 séances hebdomadaires. Ces 3 séances se répartissent avec 2 séances axées sur le renforcement du haut du corps (cf. Annexe 1) et 1 séance est dédiée au renforcement du bas du corps (cf. Annexe 2). Tous les sujets suivent également un entraînement traditionnel de football avec des séances spécifiques de travail athlétique et compensatoire en fin de séance avec régime de contraction excentrique.

Chaque séance propose des exercices globaux pour lesquels l'apprentissage est déjà effectué et dont la progression se décline en différents blocs, faisant ainsi varier l'intensité et le volume des entraînements. Dans le contexte de l'étude, chaque séance restera identique durant les 10 semaines et la variabilité de l'intensité se fera à mesure que le protocole avance.

Les deux groupes réalisent le protocole de façon similaire en termes de durée, d'ordre des séances et d'exercices imposés. La formation propose une qualité d'entraînement et de contenu similaire pour chaque joueur. Il est par conséquent impossible, dans le cadre de cette étude, d'identifier un groupe témoin pour lequel il n'y aurait pas de mouvements d'haltérophilie lors des entraînements en musculation.

4.4 Matériel et technique de mesure

4.4.1 Matériel

- Witty gate de chez microgate pour la mesure des sprints
- Opto jump de chez microgate pour la mesure de détente verticale
- Un ruban de 5 mètres pour la mesure de détente horizontale
- Odomètre (roue de mesure)

4.4.2 Méthode de mesure et consignes

- 1) Sprint ; le dispositif de mesure sera mis en place de sorte à effectuer une mesure de temps sur un sprint de 20 mètres. A l'aide d'un odomètre, le dispositif witty gate sera mis en place de sorte à positionner l'entrée des cellules à 0 mètre et la sortie à 20 mètres. Chaque sujet disposera de 3 essais pour réaliser sa meilleure performance. Pour des conditions de réalisation optimale et identique à chacun des sujets, le départ se fait à l'arrêt total et en position de fente, les mains sont posées au sol. Le pied avant est positionné sur la ligne de la première cellule. Le départ n'est pas soumis à un signal sonore, le sujet est libre de s'élancer lorsqu'il se sent prêt.
- 2) La détente verticale se mesure par un squat jump libre et à l'aide de l'opto jump. Chaque sujet a 3 essais pour obtenir la meilleure performance possible. Le sujet se tient immobile, les pieds sur la même ligne et espacés de la largeur du bassin. Il est ensuite demandé d'effectuer une flexion des membres inférieurs jusqu'à atteindre 90° d'angle entre le fémur et le tibia puis d'effectuer un saut verticalement par rapport au sol, l'usage des bras est requis pour l'exécution du saut afin d'accompagner la détente.
- 3) La détente horizontale se mesure par un broad jump et à l'aide d'un ruban. Chaque sujet aura 3 essais pour réaliser sa meilleure performance. Les pieds seront positionnés à la largeur du bassin et sur la même ligne. La pointe de pied marque alors

le point de départ de la mesure. Chaque sujet s'élance ensuite en effectuant un demi-squat (90° d'amplitude) en veillant à déporter le poids de son corps vers l'avant. Les bras accompagnent le saut en allant d'arrière à l'avant lors du saut. Pour que la mesure soit recevable, la réception doit être stabilisée et sur les deux pieds, c'est le talon le plus en arrière qui sera retenu pour la mesure de saut dans le cas où les pieds n'arrivent pas strictement sur la même ligne.

Sur l'ensemble des tests, c'est la meilleure performance qui sera retenue et utilisée pour établir les analyses statistiques. Les mesures initiales pour chaque test sont effectuées 1 semaine avant le début du protocole et ont lieu entre 9h30 et 10h30 les mardi, mercredi et jeudi. Le premier lundi suivant la mesure des tests initiaux marque le début de la programmation, la 11ème semaine étant dédiée aux tests finaux.

4.4.3 Le choix des tests

Dans la littérature, on retrouve différentes manières de tester les footballeurs sur la capacité à réaliser un sprint. Altmann et al (2019) montrent dans une méta-analyse, qu'il existe une multitude de tests concernant le sprint, mais que c'est généralement sur 10,20 et 30 mètres que l'on exprime le mieux une corrélation avec les situations de match. J'ai choisi de manière subjective d'effectuer le test sur une distance de 20 mètres afin de laisser l'opportunité aux joueurs de se rapprocher de V_{max} et dans un but d'entraînement en sprint.

Pour ce qui concerne le choix des sauts, à savoir le squat jump libre ainsi que le broad jump, je souhaite mesurer la qualité d'explosivité (Markovic et al, 2004) en force verticale et horizontale, les deux n'ayant pas la même application pratique sur terrain mais tout en restant fortement corrélées (Loturco et al, 2018).

4.5 Analyse statistique

Pour effectuer l'analyse des résultats que j'ai obtenus après avoir fait vivre mon protocole aux sujets, je les compare à ceux obtenus avant le protocole pour en déduire une amélioration ou non des performances.

Avant de sélectionner le test adéquat, je m'assure de la normalité de mes résultats avec le test de Shapiro-Wilk et de l'homogénéité de mes variances grâce au test de Levene. Voici les paramètres ayant été vérifiés :

- Squat jump libre avant et après ; normalité vérifiée et homogène.
- Broad jump ; normalité vérifiée et homogène.
- Sprint sur 20 m ; normalité vérifiée et homogène.

Je choisis donc le test de Student pour échantillon appariés pour comparer les résultats étant donné que je souhaite mesurer la performance avant et après pour les mêmes individus.

J'ai également effectué une analyse statistique en prenant en compte tout l'effectif au sein d'un seul groupe. J'ai donc utilisé une nouvelle fois le test de Student pour le paramètre sprint. Par contre, j'ai utilisé le test de Wilcoxon pour les paramètres squat jump libre et broad jump libre car la normalité n'était pas vérifiée dans les deux cas.

Les valeurs sont considérées significatives pour un $p < 0,05$. J'ai réalisé les statistiques à l'aide du site Anastats et du logiciel Excel.

5. Résultats

Table 1 Analyse de l'effet du protocole sur les différentes variables via le test de Student pour le groupe A

Groupe A			
Variabiles	Avant	Après	p-value
Squat jump libre, cm	47,7±5,4	48,4±5,5	0,003*
Broad jump, cm	245,4±11,1	246,9±8,9	0,1827
Sprint 20m, s	3±0,1	3±0,1	0,3227

* différence significative pour $p < 0,05$.

La table 1 nous montre l'effet du protocole sur les performances en squat jump libre, en broad jump ainsi qu'en sprint sur 20 mètres chez le groupe A. La seule valeur significative est attribuée au squat jump libre avec une valeur de $p = 0,003$. Il n'y a pas d'amélioration significative pour les autres variables.

Table 2 Analyse de l'effet du protocole sur les différentes variables via le test de Student pour le groupe B

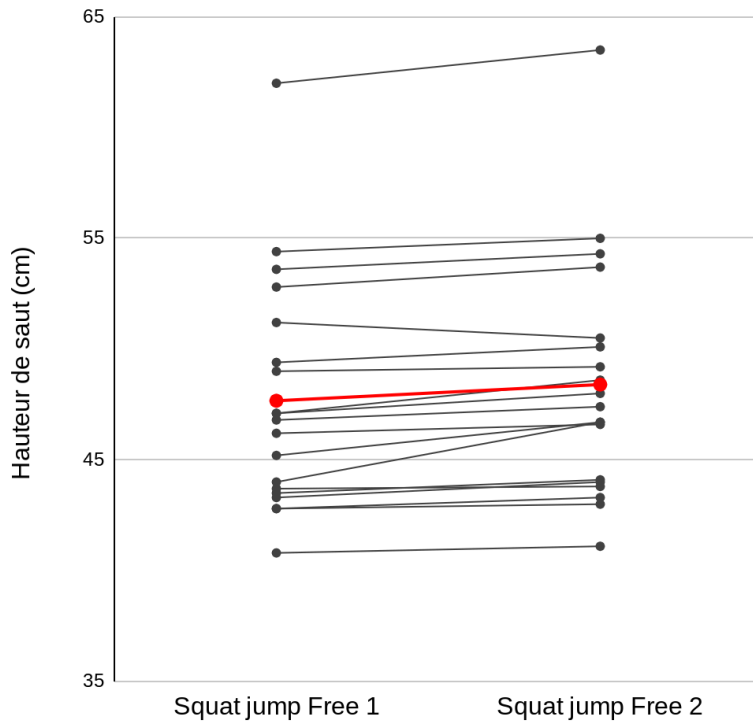
Groupe B			
Variabiles	Avant	Après	p-value
Squat jump libre, cm	48,1±5,5	48,8±5,7	0,0066*
Broad jump, cm	249±13,1	250,9±13,5	0,043*
Sprint 20m, s	3±0,1	3±0,1	0,4233

* différence significative pour $p < 0,05$.

La table 2 nous montre également l'effet du protocole sur les performances pour les mêmes variables mais pour le groupe B. Ici nous pouvons constater une valeur de $p = 0,0066$ et $p = 0,043$ respectivement pour le squat jump libre et le broad jump. Cette valeur indique qu'il y a

une augmentation de la performance de façon significative au sein du groupe pour ces deux variables.

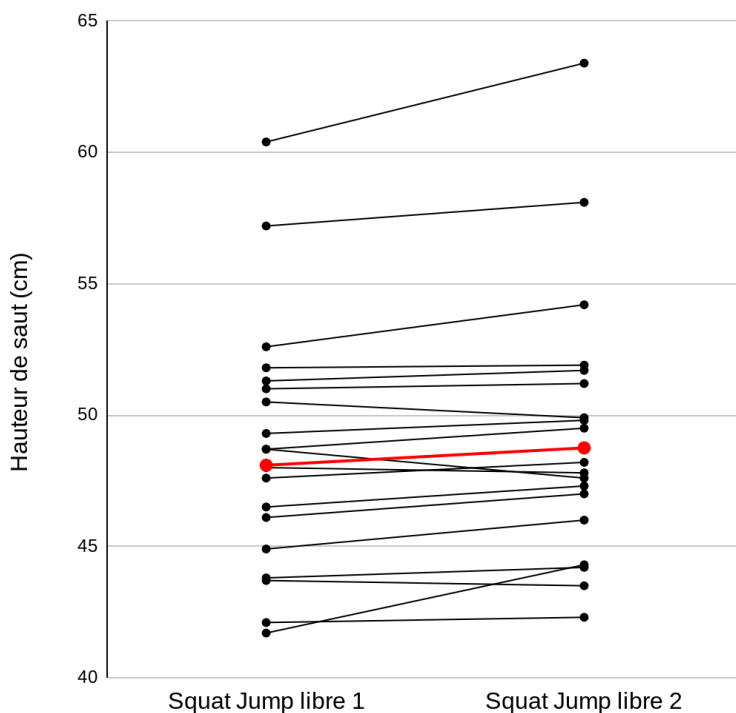
Comparaison de la hauteur de saut avant et après protocole pour le squat jump libre pour le groupe A



Graphique 1. Performances pré et post protocole en squat jump libre pour le groupe A.

Ce graphique nous montre la performance en squat jump libre avant et après application du protocole pour le groupe A. On constate que la majorité des sujets ont une amélioration de la performance, observable par l'inclinaison des courbes de façon positive.

Comparaison de la hauteur de saut avant et après protocole pour le squat jump libre pour le groupe B



Graphique 2. Performances pré et post protocole en squat jump libre pour le groupe B.

Ce graphique nous montre la performance en squat jump libre avant et après application du protocole pour le groupe B. De la même manière que pour le groupe A, nous pouvons constater une amélioration pour la majorité des sujets.

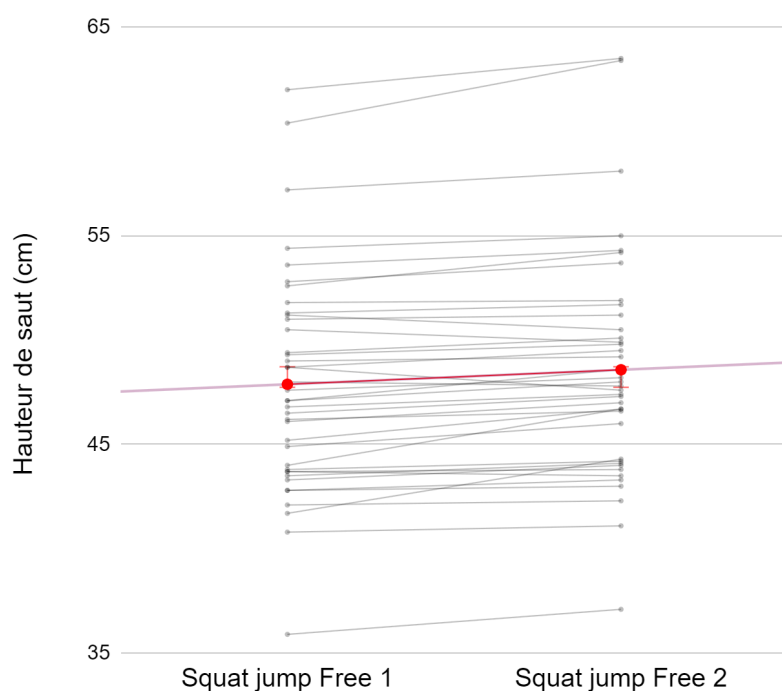
Table 3 Analyse de l'effet du protocole sur les différentes variables via les tests de Wilcoxon et Student pour le groupe A et B

Variables	Effectif total		Différence	p-value
	Avant	Après		
Squat jump libre, cm	47,9±5,3	48,6±5,5	Significative*	
Broad jump, cm	247,2±12,1	248,9±11,5	Significative*	
Sprint 20m, s	3±0,1	3±0,1		0,25

* pour un seuil de risque de 2,5%

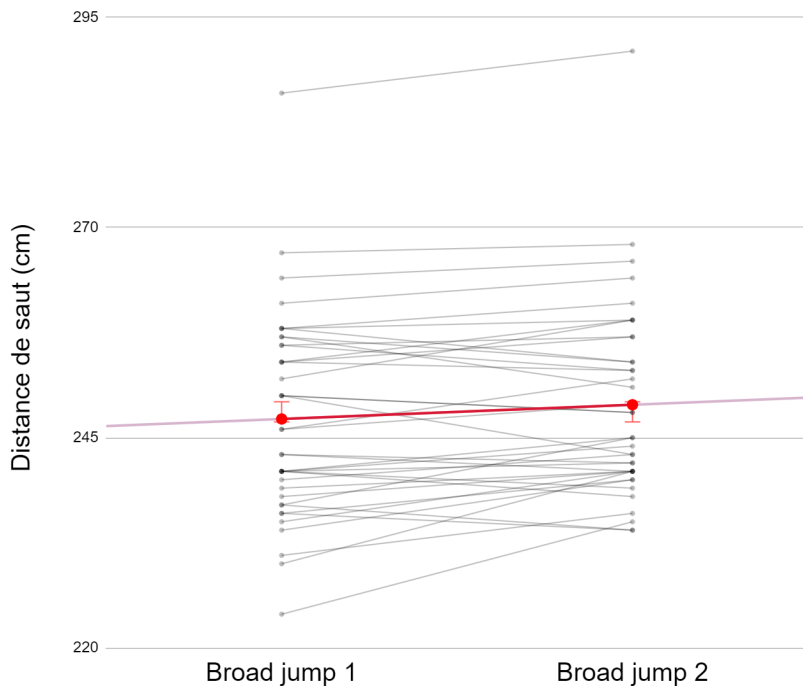
En regroupant l'effectif total en un même groupe, on peut constater dans la table 3 qu'une amélioration significative est présente pour la performance en SJ et BJ. Cependant, il n'y a toujours pas de significativité sur la performance en sprint. Ces résultats suggèrent donc une amélioration pour les performances en saut pour tout l'effectif alors que nous avons une amélioration non significative en BJ pour le groupe A.

Comparaison de la hauteur de saut avant et après protocole pour le squat jump libre pour l'effectif total



Graphique 3. Performances pré et post protocole en squat jump libre pour l'effectif total.

Comparaison de la distance de saut avant et après protocole pour le broad jump libre pour l'effectif total



Graphique 4. Performances pré et post protocole en broad jump libre pour l'effectif total.

6. Discussion

6.1 Interprétation

Les évaluations des différentes variables (squat jump libre, broad jump et sprint) ont montré une amélioration significative sur la performance en squat jump libre pour les deux groupes. On constate également une amélioration significative en broad jump pour le groupe B. Le groupe A ne présente pas d'amélioration en BJ de façon significative.. Ce résultat s'explique par des facteurs externes au protocole, certains sujets ont subi des traumatismes bénins au niveau neuromusculaire, en conséquence de l'intensité des matchs et d'un temps de récupération insuffisant. Nous avons donc dans certains cas, une évaluation des performances qui ne montre pas d'amélioration ou un niveau quasi similaire. De plus, le groupe B présente une moyenne d'âge supérieure et une plus grande expérience en musculation. Les deux groupes n'ont donc pas subi strictement les mêmes charges d'entraînement. Le groupe B a des performances en musculation supérieures à celles du groupe A et l'intensité (charge et incrémentation) proposée sur les gestes d'haltérophilie a suivi la même tendance. L'intensité serait donc un facteur déterminant dans les bénéfices associés à l'intégration de gestes semi-techniques.

Pour les deux groupes, il n'y a pas d'amélioration significative sur la performance en sprint sur une distance de 20 mètres. Ces résultats suggèrent que l'ajout de mouvements du répertoire gestuelle haltérophile a une influence positive sur les performances en saut. La performance en saut (verticale et horizontale) traduit une expression de l'explosivité (Hackett et al, 2016) des membres inférieurs, laquelle est nécessaire et recherchée par les pratiquants de football.

Ces résultats soulignent par ailleurs les travaux de Suchomel et al (2015) qui recommandent l'utilisation de l'haltérophilie pour le développement de la puissance des membres inférieurs. Par ailleurs, les résultats obtenus soutiennent les travaux de Otto et al (2012) comparant l'efficacité de différentes méthodes pour développer l'expression de la puissance des membres inférieurs. L'haltérophilie est un outil pertinent et qui se montre efficace en ce sens.

On distingue deux composantes d'orientation de la force, verticale et horizontale. Il a été montré (Loturco et al, 2018) qu'un entraînement basé sur des exercices à dominante de force horizontale améliore la capacité de production de force sur un départ en sprint. Cependant, il

est également montré que la capacité de production de force verticale amène à des performances supérieures en termes de maintien de vitesse de course sur des distances supérieures à 40 mètres. L'utilisation d'une composante par rapport à une autre ne crée pas l'exclusivité dans l'orientation de l'entraînement. En effet, l'étude de Loturco et al suggère une mixité dans la planification des exercices, dans le but de développer l'ensemble des qualités qui définissent la performance en sprint.

L'haltérophilie est une discipline dans laquelle il y a une recherche de verticalité constante. En traçant un axe vertical par rapport à la barre, la meilleure façon d'amener cette barre à s'élever à la hauteur souhaitée est de respecter cet axe en limitant les oscillations. Ce faisant, la déperdition en force est amoindrie et le travail de tirage est grandement facilité. On en conclut aisément que cette spécificité amène des améliorations sur la performance en détente verticale. Le groupe B présente cependant une amélioration sur la performance en broad jump, qui correspond à une détente horizontale. Ce qui suggère notamment que l'haltérophilie, par l'amélioration de la capacité des membres inférieurs à exprimer de la puissance, permet d'améliorer les performances sur d'autres composantes que la verticalité.

Outre l'amélioration des qualités de puissance et d'explosivité, la coordination, le gainage (maintien du bassin en position neutre), les amplitudes de mouvement (notamment sur le back squat et le pendlay rowing) et la répartition du centre de gravité (surface des appuis au sol sur tous les mouvements) sont des paramètres qui ont évolué chez l'ensemble des sujets. Ce qui démontre en réalité une amélioration à plusieurs niveaux et non ciblée sur les qualités de puissance et d'explosivité.

6.2 Limites

La limite majeure à cette étude est le manque d'objectivité par l'intégration d'un groupe témoin. Idéalement, un troisième groupe témoin pour lequel il n'y aurait pas eu d'ajout de mouvements d'haltérophilie sur les séances de musculation, aurait permis de croiser les résultats pour en faire une interprétation plus concrète. Proposer ce type d'approche dans un club professionnel n'est pas envisageable étant donné que chaque joueur doit bénéficier des mêmes outils dans l'entraînement.

Une autre limite à cette étude réside dans les qualités individuelles des joueurs. Certains présentent des facilités dans l'apprentissage par rapport à d'autres et cela influence inévitablement les bénéfices liés à la pratique de l'haltérophilie.

6.3 Applications sur le terrain

A la suite de cette étude, je recommande aux préparateurs physiques dans le milieu du football d'ajouter des gestes du répertoire haltérophile dans leurs entraînements. En effet, nous avons constaté des effets bénéfiques sur le développement de la performance par l'amélioration des qualités de puissance sur les membres inférieurs. Dans un objectif de maintenir ou de développer cette qualité durant la saison, l'haltérophilie est un outil efficace pour la préparation du joueur. Du fait de sa composante technique, il est préférable de se concentrer uniquement sur des exercices semi-techniques, moins chronophage en apprentissage et moins traumatisant chez les sportifs non accoutumés à ce type de travail. Dans un but d'optimisation de la performance, l'haltérophilie devrait être enseigné aux plus jeunes joueurs (U12, U13) afin de pouvoir exploiter tout le potentiel de cet outil à l'entrée dans les catégories supérieures (U15, U17, U19).

6.4 Perspectives

Il y a de nombreux paramètres qui méritent d'être pris en compte lorsqu'on souhaite mesurer les effets d'un entraînement en haltérophilie. La coordination musculaire, le renforcement spécifique de la chaîne postérieure, la mobilité (articulaire et musculaire) et le contrôle moteur sont des paramètres intéressants à exploiter pour en faire l'analyse. L'objectif de ce mémoire n'était pas de proposer une analyse exhaustive de tous les bénéfices liés à la pratique de l'haltérophilie. Cependant, une analyse des paramètres cités précédemment est envisageable et permettrait de compléter la présente étude.

7. Conclusion

L'haltérophilie est un outil efficace permettant de développer les qualités en puissance et en explosivité. La composante technique de cet outil peut être réduite en faisant le choix d'utiliser des exercices semi-techniques. Il doit être un supplément à une planification et non pas une méthode de travail unique. Pour une approche efficace, il faut que le préparateur physique justifie de compétences et d'expérience dans la pratique.

8. Références bibliographiques

Hori, Naruhiro; Newton, Robert U; Andrews, Warren A; Kawamori, Naoki; McGuigan, Michael R; Nosaka, Kazunori. Does Performance of Hang Power Clean Differentiate Performance of Jumping, Sprinting, and Changing of Direction?. *Journal of Strength and Conditioning Research* 22(2):p 412-418, March 2008. | DOI: 10.1519/JSC.0b013e318166052b

https://journals-lww-com.ressources-electroniques.univ-lille.fr/nsca-jscr/fulltext/2008/03000/does_performance_of_hang_power_clean_differentiate.13.aspx

Janz, Jonathon MS, CSCS, USAW, Cal Dietz, MEd; Malone, Mike CSCS, USAW. Training Explosiveness: Weightlifting and Beyond. *Strength and Conditioning Journal* 30(6):p 14-22, December 2008. | DOI: 10.1519/SSC.0b013e31818e2f13

https://journals.lww.com/nsca-scj/fulltext/2008/12000/Training_Explosiveness_Weightliftin_g_and_Beyond.1.aspx

Loturco, Irineu et al. “Vertically and horizontally directed muscle power exercises: Relationships with top-level sprint performance.” *PloS one* vol. 13,7 e0201475. 26 Jul. 2018, doi:10.1371/journal.pone.0201475

<https://www.ncbi-nlm-nih-gov.ressources-electroniques.univ-lille.fr/pmc/articles/PMC6062113/>

Randell, Aaron D MSc1; Cronin, John B PhD1,2; Keogh, Justin W L PhD1; Gill, Nicholas D PhD1. Transference of Strength and Power Adaptation to Sports Performance—Horizontal and Vertical Force Production. *Strength and Conditioning Journal* 32(4):p 100-106, August 2010. | DOI: 10.1519/SSC.0b013e3181e91eec

https://journals.lww.com/nsca-scj/fulltext/2010/08000/Transference_of_Strength_and_Power_Adaptation_to.11.aspx

Suchomel, T.J., Nimphius, S., Bellon, C.R. *et al.* The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Med* **48**, 765–785 (2018).

<https://doi-org.ressources-electroniques.univ-lille.fr/10.1007/s40279-018-0862-z>

Suchomel, T.J., Comfort, P. & Stone, M.H. Weightlifting Pulling Derivatives: Rationale for Implementation and Application. *Sports Med* **45**, 823–839 (2015).
<https://doi-org.ressources-electroniques.univ-lille.fr/10.1007/s40279-015-0314-y>

Moolyk, Amy N.1; Carey, Jason P.2; Chiu, Loren Z.F.1. Characteristics of Lower Extremity Work During the Impact Phase of Jumping and Weightlifting. *Journal of Strength and Conditioning Research* 27(12):p 3225-3232, December 2013. | DOI: 10.1519/JSC.0b013e31828ddf19
https://journals-lww-com.ressources-electroniques.univ-lille.fr/nsca-jscr/fulltext/2013/12000/characteristics_of_lower_extremity_work_during_the.1.aspx

Site de la Fédération Française d’Haltérophilie et de Musculation
<https://www.fhalterer.fr/Halterophilie/Accueil>

Suchomel, Timothy J.1,2; Wright, Glenn A.2; Kernozek, Thomas W.3; Kline, Dennis E.2. Kinetic Comparison of the Power Development Between Power Clean Variations. *Journal of Strength and Conditioning Research* 28(2):p 350-360, February 2014. | DOI: 10.1519/JSC.0b013e31829a36a3
https://journals-lww-com.ressources-electroniques.univ-lille.fr/nsca-jscr/fulltext/2014/02000/kinetic_comparison_of_the_power_development.7.aspx

Otto, William H. III; Coburn, Jared W.; Brown, Lee E.; Spiering, Barry A.. Effects of Weightlifting vs. Kettlebell Training on Vertical Jump, Strength, and Body Composition. *Journal of Strength and Conditioning Research* 26(5):p 1199-1202, May 2012. | DOI: 10.1519/JSC.0b013e31824f233e
https://journals-lww-com.ressources-electroniques.univ-lille.fr/nsca-jscr/fulltext/2012/05000/effects_of_weightlifting_vs_kettlebell_training.4.aspx

Wisløff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports*

Med. 2004 Jun;38(3):285-8. doi: 10.1136/bjism.2002.002071. PMID: 15155427; PMCID: PMC1724821.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1724821/pdf/v038p00285.pdf>

Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine.*, 35(6), 501–536. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>

<https://link-springer-com.ressources-electroniques.univ-lille.fr/article/10.2165/00007256-200535060-00004>

Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports Medicine.*, 34(3), 165–180. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434030-00003>

<https://link-springer-com.ressources-electroniques.univ-lille.fr/article/10.2165/00007256-200434030-00003>

Altmann S, Ringhof S, Neumann R, Woll A, Rumpf MC. Validity and reliability of speed tests used in soccer: A systematic review. *PLoS One.* 2019 Aug 14;14(8):e0220982. doi: 10.1371/journal.pone.0220982. PMID: 31412057; PMCID: PMC6693781.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6693781/>

Clément Chery. Réflexion sur les concepts de spécificité et d'entraînement fonctionnel. 14 Mars 2019. Science du Sport.com

<https://www.sci-sport.com/dossiers/reflexion-sur-les-concepts-de-specificite-et-d-entrainement-fonctionnel-008.php>

Hackett D, Davies T, Soomro N, Halaki M. Olympic weightlifting training improves vertical jump height in sportspeople: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2016;50(14):865-872. doi:10.1136/bjsports-2015-094951

<https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.ressources-electroniques.univ-lille.fr/26626268/>

Markovic G, Dizdar D, Jukic I, Cardinale M. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *J Strength Cond Res.* 2004;18(3):551-555. doi:10.1519/1533-4287(2004)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2

<https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.ressources-electroniques.univ-lille.fr/15320660/>

Loturco I, Contreras B, Kobal R, et al. Vertically and horizontally directed muscle power exercises: Relationships with top-level sprint performance. *PLoS One.* 2018;13(7):e0201475. Published 2018 Jul 26. doi:10.1371/journal.pone.0201475

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6062113/>

9. Annexes

Annexe 1 ; séances haut du corps

Les séances haut du corps sont composées d'exercices polyarticulaires (Tableau 1) pour lesquels la technique d'exécution et le suivi de progression est effectué.

Exercice	Travail	Repos	Intensité
Tractions	4 séries 6 répétitions	1:00 min / série	PDC
Pendlay rowing	4 séries 8 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
TBE	4 séries 8 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
Développé militaire en fente	4 séries 6 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
Palov press avec rotation du buste	4 séries 10 répétitions / côté	1:00 min / série	élastique

Tableau 1 ; Séance haut du corps durant le protocole.

Exercice	Travail	Repos	Intensité
Développé couché	4 séries 8 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
Jeté force départ de la nuque	4 séries 6 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
Tirage bûcheron	4 séries 8 répétitions / côté	1:00 min / série	RER = 2
Triceps au front avec haltères	4 séries 10 répétitions	1:00 min / série	RER = 1
Gainage latéral	4 séries 40 sec / côté	1:00 min / série	PDC

Tableau 2 ; Séance haut du corps durant le protocole.

Annexe 2 ; séance bas du corps

Les séances bas du corps sont également prévues avec des mouvements polyarticulaires pour lesquels il y a un suivi de progression (Tableau 3). La notion de RM ou de pourcentage de RM n'est pas utilisée lors des séances car nous n'effectuons pas de test en RM au centre de formation. Il est donc préférable d'utiliser l'outil RER ainsi qu'un suivi de charge hebdomadaire afin d'ajuster l'intensité en fonction de la forme et de l'évolution technique des joueurs. Pour cette séance de bas du corps, nous avons 2 exercices du répertoire haltérophile, à savoir le hip power clean (épaulé debout départ des hanches) et le TLE (tirage lourd d'épaulé).

Exercice	Travail	Repos	Intensité
Back squat	4 séries 8 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
Hip power clean	4 séries 5 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
TLE	4 séries 5 répétitions	1:00 min / série	RER = 2
Mountain climber + Gainage ventral	4 séries 20 répétitions + 45 sec	1:00 min / série	PDC

Tableau 3 ; Séance bas du corps durant le protocole.

10. Résumé

Cette étude a pour objectif de montrer l'effet de l'haltérophilie sur les qualités physiques du footballeur. Pour se faire, un effectif de 39 joueurs divisé en deux groupes ont suivi un protocole de 10 semaines. Le protocole impliquait l'ajout de mouvements semi-techniques propre au répertoire haltérophile, en addition de mouvements de musculation classique. Différents tests ont été sélectionnés (squat jump libre, broad jump et sprint sur 20 mètres) et chaque sujet a été évalué avant et après protocole. L'analyse statistique des résultats obtenus a montré une amélioration significative des performances en squat jump libre pour les deux groupes, ainsi qu'une amélioration significative en broad jump pour l'un des deux groupes. Nous pouvons donc en conclure que l'haltérophilie est un outil qui permet de développer les qualités physiques chez le footballeur.

11. Abstract

The aim of this study is to show the effect of weightlifting training on the footballer's physical capacities. 39 players were divided in two groups and they were following a 10 weeks protocol. The protocol included weightlifting movements, semi-technical ones in addition to free weight training (as standard training for these people). Different tests were selected (squat jump free, broad jump and 20 meters sprint) and each subject was evaluated before and after the protocol. Statistical analysis showed a significant improvement on squat jump free performance for each group and a significant improvement on broad jump for one of them. We can conclude that weightlifting training is an effective tool to improve the physical capacities of footballers.

Mots clés : haltérophilie, football, explosivité, puissance, musculation.

Key words : weightlifting, soccer, explosiveness, power, weight training.

Compétences : encadrer, planifier et s'adapter.