

Créatine, hypertrophie musculaire et évolution de la force : une revue systématique

Travail de Bachelor

Gaillard Pierre : N° de matricule 16872525

Gremaud Nina : N° de matricule 16871782

Directrice de TBSc: Vernay Lehmann Laurence - Diététicienne, Chargée d'enseignement
HEdS filière Nutrition & diététique

Membres du jury: Vernay Lehmann Laurence - Diététicienne, Chargée d'enseignement
HEdS filière Nutrition & diététique
Rosset Robin - Assistant de recherche au département de
Physiologie de l'UNIL

Genève, le 30 juillet 2019



Les prises de position, la rédaction et les conclusions de ce travail n'engagent que la responsabilité de ses auteur-e-s et en aucun cas celle de la Haute école de santé Genève, du Jury ou du Directeur-trice de Travail de Bachelor.

Nous attestons avoir réalisé seul-e-s le présent travail, sans avoir utilisé d'autres sources que celles indiquées dans la liste des références bibliographiques.

Le 30 juillet 2019

Gaillard Pierre

Gremaud Nina

Remerciements

Nous souhaitons tout d'abord remercier notre directrice de Travail de Bachelor, Madame Laurence Vernay Lehmann pour sa disponibilité, ses conseils constructifs et son suivi.

Nous tenons également à remercier messieurs Dominique Gremaud et Loïc Bel pour leurs relectures et leur temps précieux, ainsi que nos familles et nos proches pour leur soutien tout au long de la rédaction de ce travail.

Table des matières

1	Liste des abréviations.....	1
2	Résumé.....	2
3	Introduction	3
4	Cadre de référence	4
4.1	Compléments alimentaires dans le milieu sportif	4
4.2	La créatine	4
4.2.1	Synthèse endogène de la créatine	5
4.2.2	Apport exogène.....	6
4.2.3	Métabolisme	6
4.2.4	Dégradation et excrétion	6
4.3	Besoins en créatine chez l'adulte en santé	7
4.4	Rôle de la créatine dans le métabolisme énergétique	7
4.5	Créatine et composition corporelle	8
4.6	Dosage de la créatine à des fins de performance	9
4.7	Les différentes formes de créatine	10
4.8	Entraînement de résistance	10
4.9	Force musculaire	11
4.9.1	Définition de la force	11
4.10	Marqueurs de la force et de la performance	12
4.10.1	Force de répétition maximale (1RM)	12
4.10.2	Le test de Wingate	12
4.10.3	Force maximale volontaire (MVC)	13
4.10.4	Saut vertical	13
4.10.5	Saut en longueur.....	13
4.10.6	Fibres musculaires.....	13
4.11	Hypertrophie musculaire	14
4.11.1	Définition de l'hypertrophie musculaire.....	14
4.11.2	Corrélation entre hypertrophie et force.....	15
4.12	Marqueurs de l'hypertrophie	15
4.12.1	Masse corporelle et masse maigre.....	15
4.12.2	Surface moyenne de section musculaire (MFA)	16
4.12.3	Cellules mononucléées et cellules satellites.....	17
4.12.4	Épaisseur musculaire (Muscle thickness).....	17
4.13	Effet de la créatine sur l'hypertrophie musculaire et la force selon la revue systématique de Volek et al.	17

4.13.1	Effets directs de la créatine sur la force musculaire	17
4.13.2	Effet de la créatine sur le volume d'entraînement.....	17
4.13.3	Effet de la créatine sur l'hypertrophie musculaire	18
4.13.4	Qualité de l'étude	18
5	Revue systématique.....	18
5.1	Question de recherche	18
5.1.1	Question PICO.....	18
5.1.2	But	19
5.1.3	Objectifs.....	19
5.2	Hypothèses	19
6	Méthode	19
6.1	Design	19
6.2	Choix des bases de données	20
6.3	Définition de l'équation de recherche	20
6.4	Critères d'inclusion et d'exclusion des études	21
6.4.1	Population.....	21
6.4.2	Intervention	21
6.4.3	Outcomes	21
6.4.4	Date de parution et design des études.....	22
6.5	Sélection des articles	22
6.5.1	Processus de sélection	22
6.5.2	Exclusion des doublons	22
6.5.3	Sélection par le titre et l'abstract	22
6.5.4	Sélection par lecture de l'article	22
6.5.5	Sélection par date de parution	23
6.6	Extraction des données	24
6.7	Résultats	24
6.7.1	Caractéristiques des études.....	24
6.8	Analyse qualité des articles	27
6.9	Résultats des études sur l'hypertrophie musculaire	28
6.9.1	Résultats sur l'hypertrophie.....	29
6.10	Résultats des études sur la force	31
6.10.1	Résultats sur la force	33
6.11	Résumé des résultats	34
6.11.1	Résumé de l'effet de la créatine sur les marqueurs de l'hypertrophie.....	34
6.11.2	Résumé de l'effet de la créatine sur les marqueurs de la force	35
7	Discussion.....	35

7.1	Réponse aux hypothèses	37
7.2	Mise en perspective des résultats de la créatine par rapport à la littérature existante	38
7.2.1	Créatine et glucides	38
7.2.2	Différence homme/femme	38
7.2.3	Augmentation de l'eau intracellulaire	38
7.2.4	Entraînements de résistance	38
7.2.5	Protocole de supplémentation	39
7.3	Mise en relation des résultats obtenus avec la revue systématique de Volek et al.	(1) 39
7.3.1	Effet de la créatine sur l'hypertrophie musculaire	39
7.3.2	Effet de la créatine sur la force musculaire	39
7.3.3	Effet de la créatine sur le volume d'entraînement	40
7.4	Forces	40
7.5	Limites	40
7.6	Biais	41
8	Perspectives	42
8.1.1	Pistes pour de prochaines études	42
8.1.2	Positionnement pour la pratique	42
9	Conclusion	43
10	Bibliographie	45
11	Liste des tableaux	48
12	Liste des figures	49
13	Annexes	50
13.1	Annexe I : Tableaux récapitulatifs des performances et masses	50
13.2	Annexe II : Analyse qualité revue – Volek et al.	52
13.3	Annexe III : Analyse qualité d'articles – Candow	56
13.4	Annexe IV : Analyse qualité d'articles – Chilibeck	63
13.5	Annexe V : Analyse qualité d'articles – Cribb	70
13.6	Annexe VI : Analyse qualité d'articles – Wilborn	77
13.7	Annexe VII : Analyse qualité d'articles – Olsen	84
13.8	Annexe VIII : Protocole de travail de Bachelor	91

1 Liste des abréviations

ACSA	surface de section anatomique
ADP	adénosine diphosphate
ANC	apport nutritionnel conseillé
AND	Academy of Nutrition and Dietetics
ANSES	Agence Nationale de Sécurité Sanitaire
ATP	adénosine triphosphate
BIA	impédancemétrie
CHO (<i>angl. Hdc</i>)	hydrates de carbones
CK	créatine kinase
Cr	créatine
CrP	créatine phosphate
CSA	surface de section
DEXA	dual-energy X-ray absorptiometry
FRC	Fédération Romande des Consommateurs
HAS	Haute Autorité de Santé
HdC (<i>fr. CHO</i>)	hydrates de carbones
MeSH	medical subject headings
MP	Mean Power (wingate test)
MVC	force maximale volontaire
OFSP	Office Fédéral du Sport
PCSA	surface de section physiologique
PP	Peak Power (wingate test)
RM	répétition maximum
SSNS	Société Suisse de Nutrition Sportive
Whey Protein	protéine en poudre issue du lactosérum

2 Résumé

Introduction : Dans un contexte d'expansion de la consommation de compléments alimentaires, notamment à des fins d'amélioration des performances, la créatine est particulièrement prisée par les sportifs pratiquant des efforts brefs et de haute intensité. Les allégations autour d'une supplémentation en créatine sont nombreuses et revendiquent notamment une augmentation significative de la force et de l'hypertrophie musculaire. Peu de littérature scientifique traite toutefois des réels effets de cette supplémentation de manière rigoureuse et complète.

But : Le but de notre travail est de définir, sur la base des connaissances actuelles, si la prise de créatine lors d'entraînements de résistance induit une réelle augmentation significative aussi bien de la force que de l'hypertrophie musculaire.

Méthode : Ce travail de Bachelor est une revue systématique réalisée sur la base de l'analyse de quatre essais cliniques randomisés et d'une étude pilote, mesurant de manière simultanée l'évolution de la force et de l'hypertrophie en lien avec la prise de créatine. Seuls les articles parus après 2004 ont été pris en compte dans notre travail, en lien avec la revue de Volek et al. (1) publiée cette année-là, afin d'apporter les connaissances les plus actuelles sur le sujet. Les articles ont été sélectionnés sur la base d'une équation de recherche lancée sur les bases de données PubMed et OVID. Ils ont ensuite été triés à partir de critères d'inclusion et d'exclusion préétablis.

Résultats : La majorité des études analysées dans ce travail ont mis en évidence une augmentation significative des marqueurs de l'hypertrophie musculaire chez les groupes supplémentés en créatine en comparaison aux groupes contrôles. Concernant l'évolution de la force musculaire, l'évolution des marqueurs dans la plupart des études n'était significativement pas différente entre les groupes supplémentés en créatine et les groupes contrôles, seules deux études ont montré une augmentation significative pour les groupes supplémentés en créatine. Ces études ont également relevé l'absence de différence significative entre les résultats obtenus par les groupes supplémentés en créatine et les groupes supplémentés en Whey Protein ou encore en CHO, et ce aussi bien pour l'évolution de l'hypertrophie que de la force.

Conclusion : Ce travail ne permet pas de répondre à notre question de recherche. Les résultats des études ne sont pas unanimes, ce qui rend difficile d'affirmer ou non l'impact positif de la créatine sur l'hypertrophie et la force musculaire. De plus le faible nombre d'études existantes et leur méthodologie ne permettent pas d'extrapoler ces résultats à la population générale. D'après les résultats récoltés dans ce travail, la créatine semble toutefois avoir un impact plus élevé sur l'évolution de l'hypertrophie musculaire que sur la force. Afin de pouvoir se positionner plus clairement sur notre question de recherche, un plus grand nombre d'études sur une population plus large et analysant des marqueurs fiables et représentatifs des résultats recherchés est nécessaire.

Mots clés : entraînement de résistance, créatine, hypertrophie musculaire, force musculaire

3 Introduction

Les compléments alimentaires sont de plus en plus présents sur le marché, particulièrement dans les milieux sportifs, aussi bien professionnels qu'amateurs, où ils vantent de nombreux bénéfices dont l'amélioration des performances, la perte de poids, ou encore la prise de masse musculaire. L'offre des compléments alimentaires est actuellement en constante expansion, tout comme la demande des consommateurs. En effet selon la Fédération romande des consommateurs (FRC), en Suisse, le marché des compléments alimentaires achetés en pharmacies, hôpitaux et drogueries représentait plus de 1,2 milliards de francs en 2012 avec un taux de croissance annuelle de 10%, sans compter les achats effectués sur internet et en centres sportifs (2). L'efficacité des effets prétendus de ces compléments n'est toutefois que rarement prouvée par les sociétés savantes et dans certains cas, ces compléments pour sportifs peuvent même s'avérer être dangereux pour la santé du consommateur en raison du manque de contrôle quant à leur qualité et composition (3).

Dans le cadre de notre Travail de Bachelor nous allons nous concentrer sur les effets de la créatine, utilisée principalement par les sportifs de tout niveau pratiquant des efforts courts et intenses, comme les bodybuilders, les basketteurs ou encore les footballeurs (2). Il existe actuellement de nombreuses études qui parlent de l'efficacité de la créatine sur l'augmentation de l'hypertrophie musculaire ou de la force dans le cadre d'entraînements de résistance. Toutefois ces deux effets sont principalement supposés et peu prouvés scientifiquement sur la base de preuves solides. Ils sont le plus souvent analysés de manière dissociée et les études sont régulièrement peu complètes ou financées par des sources d'une impartialité sujette à caution telles que les lobbys de l'industrie sportive, rendant alors les résultats peu fiables et généralisables.

En 2004 a été publiée une revue systématique, effectuée par Volek et al. (1) traitant des effets d'une supplémentation en créatine sur plusieurs aspects de performances, notamment sur l'évolution de l'hypertrophie et de la force. A notre connaissance, cette revue est à ce jour la plus récente ayant traité de cette thématique, aucune autre revue n'a été publiée depuis.

Ce travail s'articule en une revue systématique regroupant uniquement les études les plus récentes, parues après la publication de l'étude Volek et al. (1), ayant analysé de manière simultanée les effets d'une supplémentation en créatine sur l'hypertrophie musculaire et sur la force dans le cadre d'un entraînement de résistance. Cette revue a pour but d'actualiser ou de confirmer les connaissances actuelles en la matière afin de pouvoir aider les diététiciens dans leur pratique à conseiller et orienter au mieux la population sur ses choix nutritionnels et d'accompagner les consommateurs vers leurs objectifs, notamment sportifs.

Dans le cadre de référence seront développés les thèmes principaux de notre Travail de Bachelor, notamment les aspects essentiels de la créatine, de l'entraînement de résistance, de l'hypertrophie ou encore de la force musculaire. Les études sélectionnées dans cette revue seront ensuite analysées et leur processus de sélection présenté. Les résultats tirés de ces études seront finalement discutés, comparés et mis en perspective.

4 Cadre de référence

4.1 Compléments alimentaires dans le milieu sportif

La pratique sportive à titre de loisir ou de haut niveau ne cesse d'augmenter. En effet, d'après un rapport de l'Office Fédéral du Sport (OFSP) publié en 2014 (4), plus de 70% de la population âgée de 15 à 74 ans pratique un sport en Suisse, dont 44% plusieurs fois par semaine. Les sports de force rencontrent également un engouement croissant, avec une augmentation d'environ 7,2% de la pratique du fitness et 1,5% de la pratique du bodybuilding et de la musculation en l'espace de 6 ans.

Dans les milieux sportifs de tout niveau, la consommation de compléments alimentaires de toute sorte est omniprésente. Il est toutefois difficile d'en évaluer la prévalence en raison de l'hétérogénéité des consommateurs et du manque de statistiques à grande échelle. Selon l'agence nationale de sécurité sanitaire (ANSES), bien que le niveau de consommation varie en fonction de la discipline exercée et du niveau de pratique, entre 41 et 99% des adultes athlètes de haut niveau et plus de 25% des sportifs amateurs font usage de compléments (5,6).

Parmi tous les compléments alimentaires présents sur le marché, la créatine est très répandue. Lors des Jeux Olympiques d'Atlanta en 1996, la consommation de créatine a été estimée à approximativement 80% des athlètes et sa consommation s'est depuis démocratisée aux milieux amateurs (3). Une des hypothèses à sa forte présence dans le milieu du sport, et notamment olympique, est que l'utilisation de la créatine n'est pas limitée au culturisme, bodybuilding ou au powerlifting, mais également dans le ski alpin, l'aviron, le saut à ski ou des sports collectifs tels que le football, le basketball et le hockey sur glace (7).

4.2 La créatine

La créatine est un composé azoté dérivé d'acides aminés naturellement présent dans le corps humain et nécessaire au bon fonctionnement de celui-ci par son rôle essentiel dans les processus de contraction musculaire et de disponibilité énergétique de ceux-ci (3).

La créatine est apportée en partie de manière exogène par l'alimentation. Étant stockée dans les tissus musculaires, on la retrouve principalement dans les produits carnés et le poisson. Le corps est capable de synthétiser lui-même de la créatine par un processus endogène à partir de différents acides aminés présents dans l'alimentation (3).

Sur le marché on trouve également de la créatine de synthèse fabriquée en laboratoire, alors utilisée comme complément alimentaire, principalement dans le milieu sportif à des fins d'amélioration des performances. En effet, de nombreuses allégations sont faites au sujet de la créatine telles que l'augmentation des performances, du volume musculaire et de la force ainsi qu'une meilleure récupération après l'effort dans le cadre de la pratique d'activités physiques courtes et intenses (3,7,8).

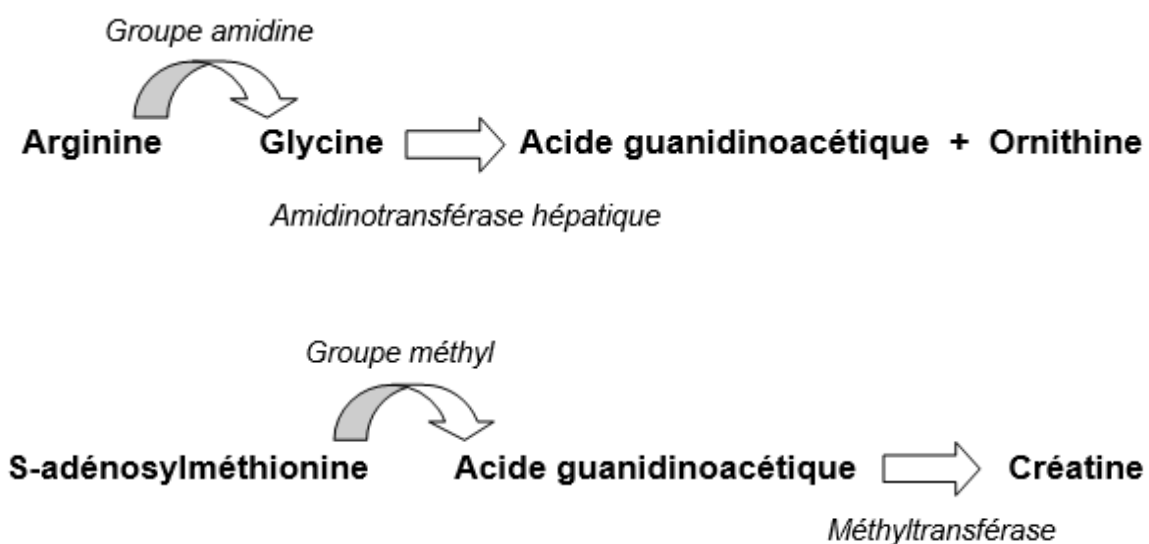
Ces allégations se basent sur différents processus mis en avant dans de nombreuses études, dont l'augmentation du taux de créatine musculaire suite à l'ingestion d'une supplémentation ou encore une régénération plus rapide du stock musculaire d'ATP après l'effort (7,8).

4.2.1 Synthèse endogène de la créatine

La synthèse endogène de la créatine a lieu au niveau des reins, du foie et du pancréas. Pour synthétiser cette dernière, la disponibilité de trois acides aminés est nécessaire : la méthionine, l'arginine ainsi que la glycine (7,9).

Le processus est mené principalement par l'enzyme amidinotransférase au niveau du foie, où a lieu un transfert d'un groupe amidine issu de l'arginine à la glycine, formant ainsi de l'ornithine et de l'acide guanidinoacétique. A cet acide vient s'ajouter, par un transfert irréversible sous l'action de la méthyltransférase, un groupe méthyl issu de la S-adénosylméthionine, formant ainsi la créatine (7,8).

Figure 1 : Synthèse de la créatine



L'organisme est capable d'ajuster la synthèse endogène de créatine. Il peut en effet en réguler la quantité synthétisée lorsque les apports en créatine exogène sont particulièrement faibles ou élevés (7,8,9).

4.2.2 Apport exogène

Dans le cadre d'une alimentation équilibrée, les apports exogènes représentent environ la moitié des apports journaliers en créatine. Cette quantité peut toutefois fortement varier d'un individu à l'autre en fonction de ses habitudes alimentaires. La biodisponibilité de la créatine est élevée et son absorption après ingestion est presque totale (3,8).

La viande, bovine et porcine, ainsi que les poissons prédateurs sont particulièrement riches en créatine. Les régimes de type végétarien, flexitarien ou encore vegan comportent donc un faible apport exogène en créatine. Le corps compensera alors cette faible disponibilité par la synthèse endogène en créatine, permettant ainsi un apport journalier suffisant et relativement stable (3,8).

4.2.3 Métabolisme

Après avoir été synthétisée dans le foie, la créatine endogène est transportée vers les tissus musculaires par un transporteur Na⁺ dépendant, de même que la créatine exogène au niveau plasmatique après son absorption intestinale. L'insuline joue également un rôle dans le transport intracellulaire de la créatine en augmentant sa captation musculaire suite à l'absorption de glucose (3,7,9).

Bien que principalement stockée dans les muscles squelettiques à raison d'environ 95%, la créatine se retrouve également dans d'autres organes tels que le coeur ou le cerveau (3).

Après son passage au travers de la membrane des cellules musculaires, la créatine est convertie en phosphocréatine (CrP) sous l'action de la créatine kinase, l'empêchant ainsi de passer à nouveau la barrière membranaire. Seule 30% de la créatine présente dans le muscle squelettique est stockée sous forme libre, le reste étant transformé en phosphocréatine (3,8,9).

4.2.4 Dégradation et excrétion

Le produit final de la dégradation de la créatine, qui est dégradée de manière constante via une réaction irréversible non-enzymatique, est la créatinine (3). La créatinine passe la membrane musculaire et atteint les reins où elle est excrétée dans l'urine. L'excrétion journalière de créatinine urinaire représente environ 2% de la créatine corporelle totale, variant toutefois selon

les individus et leur volume de masse musculaire. La pratique d'une activité sportive de haute intensité dans les 24h impacte également à la hausse l'excrétion urinaire de créatinine (3,10).

4.3 Besoins en créatine chez l'adulte en santé

Il n'existe aucun apport nutritionnel conseillé (ANC) concernant la créatine. Le corps étant capable d'en synthétiser en quantité suffisante pour subvenir à ses besoins, un apport externe minimal n'est pas nécessaire chez un individu en santé ayant une alimentation équilibrée. En effet, le respect des ANC en protéines induit une disponibilité suffisante en créatine mais également en acides aminés essentiels à sa synthèse endogène (8,9).

Bien que les sportifs aient une dépense plus élevée en créatine, leur consommation journalière élevée en protéines, dépassant généralement les ANC, suffit également à couvrir leurs besoins. A l'heure actuelle aucune carence ou déficit en créatine n'a été décrite chez l'adulte en santé (8).

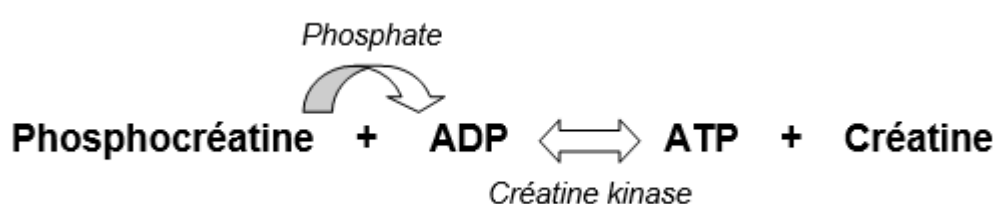
En fonction du taux de dégradation des protéines et de la créatinine urinaire, il est estimé qu'un apport journalier total d'environ 2 grammes de créatine, aussi bien endogène qu'exogène, couvre les besoins de la population générale. Chez le sportif pratiquant un sport de haute intensité et ayant une masse musculaire développée, l'apport global de créatine journalier se situerait plutôt entre 3 et 4 grammes (3,8,9).

4.4 Rôle de la créatine dans le métabolisme énergétique

La créatine joue un rôle essentiel dans le métabolisme énergétique par son rôle crucial dans le cycle de l'adénosine triphosphate (ATP).

Pour fournir une contraction lors d'un effort physique, les cellules musculaires d'actines et de myosines hydrolysent de l'ATP, produite dans la mitochondrie, pour produire de l'énergie mécanique et thermique. Il existe plusieurs voies pour synthétiser de l'ATP, mais lors d'un effort court et intense, le corps va favoriser la voie anaérobie après quelques secondes. Sous l'action de la créatine kinase, la créatine phosphate présente dans la cellule va se lier à l'adénosine diphosphate (ADP) pour lui céder une molécule de phosphate, créant alors de l'ATP et libérant ainsi de l'énergie par un processus constamment renouvelable (9).

Figure 2 : Cycle ATP et créatine



Les stocks intramusculaires de phosphocréatine et d'ATP sont toutefois limités et en faible quantité. Il a été estimé que ces stocks permettent de fournir de l'énergie pour un effort d'une grande intensité pour une durée de moins de 10 secondes (3,9,11). Le stock intramusculaire de phosphocréatine est donc essentiel afin de permettre la resynthèse quasi instantanée de l'ATP lors d'un effort de haute intensité, et ce dès le début de l'activité (3).

En augmentant les stocks musculaires de phosphocréatine par une supplémentation à moyen terme, il pourrait donc y avoir un effet favorable des performances lors de la pratique d'exercices physiques courts et intenses en lien avec une possible optimisation de la régénération énergétique ainsi qu'un meilleur développement et renforcement musculaire (12,13).

4.5 Créatine et composition corporelle

Suite à une supplémentation en créatine, l'un des principaux effets décrit par la littérature consiste en une augmentation de la masse maigre. Ce phénomène s'expliquerait notamment par l'augmentation de la quantité d'eau intramusculaire en lien avec la prise de créatine. En effet, lors de son passage à travers les parois cellulaires, la pression osmotique augmente et s'accompagne d'un appel d'eau au sein des cellules, créant une rétention d'eau (5).

Additionné à ce phénomène, une hypothèse a été faite selon laquelle cette augmentation du volume d'eau intramusculaire stimulerait la synthèse protéique, favorisant ainsi l'augmentation de la masse corporelle non grasse. Ce processus reste toutefois flou et à l'heure actuelle manque encore d'évidences (3).

Plusieurs études ont montré qu'une supplémentation en créatine de 5 à 6 jours, pouvait entraîner un gain de masse corporelle totale d'environ 0,8 à 2,9%, probablement en lien avec l'augmentation de l'eau intramusculaire. Il semblerait également que la prise de compléments durant au moins 12 semaines serait nécessaire à produire un impact significatif de l'augmentation de la synthèse protéique (9).

En parallèle de ce processus, l'augmentation de la masse maigre s'expliquerait également par le fait que l'augmentation de la disponibilité énergétique instantanée permettrait alors d'augmenter l'intensité des entraînements de résistance. Causant un stress musculaire plus élevé, ceci favoriserait alors une plus grande synthèse musculaire que celle ayant lieu après un entraînement à plus faible intensité (9).

4.6 Dosage de la créatine à des fins de performance

Afin d'aider les consommateurs à se repérer parmi la diversité des compléments alimentaires présents sur le marché et de limiter les risques pour leur santé, la Société Suisse de Nutrition Sportive (SSNS) a établi un classement afin de classer les compléments pour sportifs selon leur efficacité et leur dangerosité pour la santé (14). La créatine a été classée en niveau "A", correspondant à l'allégation "usage dans des situations spécifiques du sport soutenu par de bonnes évidences".

D'après la SSNS, il existe trois phases différentes à suivre lors d'une supplémentation en créatine afin d'obtenir des résultats optimaux, à savoir la phase de charge ou « loading », celle de conservation ou de maintien et la phase de sevrage. Il est estimé qu'une supplémentation adéquate permet d'augmenter le taux musculaire de créatine de 15 à 30% (9).

La première phase est la phase de charge. Lorsque la supplémentation est effectuée en « fast-loading », elle consiste à ingérer une grande quantité de créatine durant 5 à 7 jours, à raison de 0.3g/kg de poids corporel par jour soit environ 20g au total, répartie en 4 à 5 doses égales dans la journée. Cette consommation élevée a pour but de charger un maximum le stock musculaire en créatine (14). Il est également possible d'effectuer cette phase de charge en « slow-loading ». Cette technique dure alors un mois et consiste à consommer une supplémentation à raison de 3 à 5g par jour, répartie en 1 à 3 prises.

La deuxième phase, dite de conservation, consiste à maintenir le haut taux de créatine musculaire obtenue suite à la phase de charge. La consommation de supplément en créatine doit alors être à hauteur de 3g journaliers, pouvant être pris en une ou plusieurs prises. Cette phase dure environ entre 4 et 12 semaines (14).

Finalement intervient la phase de sevrage consistant en l'arrêt de la supplémentation. Cette phase doit durer entre 4 à 6 semaines, correspondant au laps de temps nécessaire au corps pour revenir à son taux initial de concentration de créatine musculaire (14).

Tableau 1 : Protocole de supplémentation

	Phase de charge	Phase de conservation	Phase de sevrage
Fast load	Quantité : 0,3g/kg de poids corporel/j. Répartition : 4 à 5 doses Durée : 5 à 7 jours	Quantité : 3g/j. Répartition : 1 dose Durée : 4 à 12 semaines	Quantité : Stoppée Répartition : Durée : 4 à 6 semaines
Slow Load	Quantité : 3 à 5g/j. Répartition : 1 à 3 doses Durée : 4 semaines	Quantité : 3g/j. Répartition : 1 dose Durée : 4 à 12 semaines	Quantité : Stoppée Répartition : Durée : 4 à 6 semaines

La concentration maximale de créatine sanguine apparaît environ dans l'heure suivant son ingestion et diminue après 5 à 6 heures. L'ingestion intestinale de la créatine est quasi-totale mais seuls 40 à 60% de la quantité totale consommée sera stockée en intramusculaire lors des premiers jours de charge. Selon la littérature, l'absorption de la créatine est optimisée par l'ingestion simultanée de glucides ou la pratique d'un effort physique suivant la prise du supplément (9).

4.7 Les différentes formes de créatine

Il existe différentes formes de créatine sur le marché. Les principales sont la créatine monohydrate, le citrate de créatine et la créatine pyruvate. Il est difficile de déterminer si l'une de ces formes est plus efficace que les autres, car très peu d'études ont été réalisées à ce sujet. La créatine monohydrate est toutefois la forme prétendue la plus efficace et est également la plus répandue sur le marché pour des raisons financières, les autres formes étant plus chères (15). La créatine peut se trouver sur le marché sous des formes diverses et variées, telles que poudre, boissons ou encore bonbons.

Auparavant les compléments de créatine étaient obtenus à partir de la transformation de la viande, généralement de bœuf, par extraction des tissus musculaires. Aujourd'hui la créatine est synthétique et obtenue de manière chimique en laboratoire. Les compléments alimentaires n'étant pas considérés comme des médicaments, ils échappent alors aux contrôles de qualité stricte (9,15). En effet ce sont les fabricants eux-mêmes qui se portent garants de la qualité de leurs produits, aussi bien des points de vue de leur composition et pureté que des risques sanitaires et de toxicité. Ceci induit donc que la qualité des compléments en créatine dépend de la fiabilité des fabricants et que les étiquetages peuvent manquer de transparence sur leur composition et leur provenance (9,15).

4.8 Entraînement de résistance

Ce type d'entraînement consiste à effectuer un effort musculaire contre une résistance de tout type, que ce soit des poids libres, des machines de musculation ou encore le simple poids du corps. L'entraînement de résistance, également appelé musculation, a pour but d'améliorer les performances physiques en augmentant notamment la force et l'endurance musculaire. Ce mode d'entraînement implique également la plupart du temps une augmentation de la masse musculaire en lien avec une forte sollicitation du travail musculaire (16,17).

Un minimum de 2 à 3 entraînements de résistance par semaine est indiqué afin de pouvoir en tirer des effets optimaux et l'intensité de l'effort pratiqué devrait se situer entre 60% et 80% de la force maximale que l'individu est capable d'exercer (16).

4.9 Force musculaire

4.9.1 Définition de la force

La force ou force musculaire se traduit par la capacité motrice permettant à un individu de lutter, à l'aide d'une contraction musculaire, contre une charge ou une résistance. Il existe trois types de contractions qui dépendent du type de résistance (18).

La contraction concentrique consiste à effectuer un mouvement contre une résistance, induisant une contraction musculaire qui engendre un raccourcissement et un rapprochement des insertions musculaires (18). Pour citer un exemple, une flexion du coude induit une contraction concentrique et un raccourcissement des muscles brachiaux.

La contraction isométrique correspond à une résistance maintenue immobile contre une charge égale à la force exercée par l'individu. La contraction musculaire n'entraîne ni allongement, ni raccourcissement des insertions musculaires (18).

La contraction excentrique se définit par un travail de freinage du muscle face à une résistance. Ce type de contraction provoque un allongement du muscle et un écartement des insertions musculaires (18).

Plusieurs modalités permettent de définir la force : la force maximale, la force vitesse et la force endurance (18).

La plus grande force qu'un individu est capable de générer avec une contraction volontaire est appelée force maximale, ou encore « 1RM », correspondant à la charge maximale qu'un individu peut soulever en une seule fois avant l'épuisement. De ce fait, si l'on parle de 5RM, cela représente la charge maximale avec laquelle l'individu peut réaliser cinq répétitions (18,19). Pour fournir l'énergie nécessaire aux muscles, la filière anaérobie alactique de l'ATP est la principale concernée lors d'exercices avec la force maximale, ou en très haute intensité sur de courtes périodes avec la force vitesse (18,19).

La force vitesse, correspond à la vitesse maximale à laquelle l'individu est capable de déplacer une charge. Cette force correspond également à la puissance musculaire ou encore l'explosivité musculaire. Cette force peut se travailler sans charge ou avec des charges représentant moins de 50% du 1RM de l'individu (18,19).

La force endurance correspond à la capacité maximale du corps à résister à la fatigue de l'organisme. Pour entraîner ce type de force, les charges de travail sont réduites alors que le

nombre de répétitions des mouvements doit être supérieur à 15 et le temps d'effort doit être rallongé (18).

4.10 Marqueurs de la force et de la performance

4.10.1 Force de répétition maximale (1RM)

La force maximale sur 1 répétition, ou le 1RM, est un marqueur de la force musculaire. C'est une valeur utilisée comme Gold-Standard dans la littérature pour évaluer l'évolution de la force. Cette valeur définit le poids maximal pouvant être soulevé, avec une technique correcte, par un individu. Le test du 1RM est un test fréquemment utilisé dans les études évaluant la force, généralement avec des exercices comme le développé couché ou le squat, permettant des mesures valides et fiables (19).

Le développé couché à la barre ou Barbell Bench Press, est un exercice ciblant principalement les muscles pectoraux. Pour effectuer cet exercice l'individu est allongé sur un banc plat, visage vers le haut. L'exercice s'effectue en poussant la barre du niveau des pectoraux vers le plafond. Les mains sont placées de sorte à obtenir un angle de 90 degrés au niveau du coude, à la moitié du mouvement (20). Le développé couché est généralement réalisé à l'aide d'une barre, mais peut aussi être réalisé avec des haltères ou des machines.

Le Barbell Squat est un exercice ciblant les muscles des jambes et principalement les quadriceps. L'exercice commence debout avec la barre chargée de poids ou non sur les trapèzes. En gardant le dos droit, l'individu va descendre en effectuant une flexion des genoux pour atteindre une position assise. L'individu doit ensuite pousser sur ses jambes pour retrouver la position de départ (21).

La presse de jambes, ou Leg Press, est un exercice ciblant également les muscles des jambes, tout comme le squat. L'exercice se pratique sur une machine de musculation où l'individu, assis, pose ses jambes contre un support pouvant être lesté en poids. L'exercice consiste à ramener le poids vers soi en pliant les genoux pour ensuite le repousser et atteindre la position de départ (22).

4.10.2 Le test de Wingate

Le test de Wingate est un test permettant d'évaluer la performance anaérobie d'un individu en quantifiant la puissance maximale qu'il peut générer durant un certain temps. C'est un test considéré comme fiable, valide et sensible à l'évolution de la performance. L'individu se place sur une bicyclette ergométrique sur laquelle une résistance est définie selon son poids ou sa masse musculaire. L'individu pédale alors le plus vite possible durant 30 secondes (23,25). Le test de Wingate décrit la performance d'une personne à l'aide de plusieurs indices. Le Peak

Power (PP) correspond à la puissance mécanique maximale, soit la force musculaire explosive atteinte lors de l'effort. Le Mean Power (MP) correspond à la puissance moyenne exercée par un groupe musculaire durant l'effort. L'index de fatigue représente la chute de puissance entre le Peak Power et la puissance la plus basse atteinte durant le test (23,26).

4.10.3 Force maximale volontaire (MVC)

La force maximale volontaire, ou Maximal Voluntary Contraction (MVC) en anglais, correspond à la quantité maximale de force qu'un groupe musculaire peut produire durant un effort (27). Cette force est généralement mesurée à l'aide de capteur de force, généralement un dynamomètre, lorsque l'individu effectue un exercice isométrique avec une résistance. L'évaluation de la MVC sur la base d'équations ou de capteurs semble moins fiable que les tests mécaniques, mais ces mesures restent toutefois valides (27). Il est également possible d'estimer la force maximale volontaire à l'aide du 1RM.

4.10.4 Saut vertical

Le saut vertical est un test fréquemment utilisé pour évaluer la puissance musculaire lors des sports dits explosifs (28). Il consiste simplement à faire sauter l'individu sur place le plus haut possible. Certaines études n'utilisent pas d'appareils spécifiques pour évaluer les résultats du saut vertical et estiment ces résultats à partir d'équations spécifiques, rendant les résultats peu fiables. Pour mesurer le saut vertical de manière plus fiable, il est possible d'utiliser une plateforme spécifique permettant de mesurer la force créée lors du saut et de déterminer la puissance musculaire de l'individu (28).

4.10.5 Saut en longueur

Le test de saut en longueur, ou Standing Broad Jump Test, est généralement utilisé pour déterminer la puissance explosive dans les jambes ainsi que la puissance anaérobie de l'individu (25). Les performances lors de ce test sont corrélées avec les caractéristiques physiques, par exemple la masse musculaire au niveau des jambes. Le test consiste à sauter le plus loin possible sans prise d'élan (25). Tout comme le saut vertical, ce test n'est pas d'une grande fiabilité pour l'évaluation de l'évolution de la force en raison des risques de biais qui l'entourent.

4.10.6 Fibres musculaires

La structure des muscles striés squelettiques est composée de différents types de fibres musculaires. Parmi elles se trouvent des fibres dont l'activation est plus lente, appelées fibres de type I, et des fibres plus rapides, nommées de types II (29).

Lors d'un effort de longue durée avec l'utilisation principale de la filière énergétique aérobie, ce sont majoritairement les fibres de type I qui sont sollicitées. Ces fibres sont lentes, très vascularisées et résistantes à la fatigue. Afin de stimuler ce type de fibres une faible activation musculaire par des charges légères suffit (18,29,30).

Les fibres de type II se divisent en deux sous-groupes : les fibres II A et les fibres II B.

Les fibres musculaires II B utilisent la filière énergétique anaérobie et sont sollicitées lors d'efforts à haute intensité, explosifs et rapides. Leur vascularisation et leur résistance à la fatigue sont faibles et une forte stimulation avec des charges moyennes à lourdes est nécessaire à leur activation (29,31).

Les fibres II A sont des fibres musculaires mélangeant des fibres de type I et II B; elles sont donc sollicitées aussi bien lors d'efforts intenses que modérés.

Un fort développement des fibres de type II pourrait indiquer un potentiel de résistance élevé aux exercices de force intenses, toutefois le processus de l'augmentation de la force dépend de nombreux facteurs; son estimation sur la base de la structure musculaire est donc peu valide et peu fiable (18,29,31).

4.11 Hypertrophie musculaire

4.11.1 Définition de l'hypertrophie musculaire

L'hypertrophie musculaire correspond à l'augmentation du volume du muscle due au développement cellulaire, que ce soit en raison d'une augmentation du nombre de fibres musculaires ou encore suite à l'augmentation du volume d'eau intracellulaire (18,31,32).

Dans le cadre d'entraînements de musculation, cette hypertrophie survient suite à la sollicitation d'un muscle face à une résistance suffisante pour créer volontairement des lésions aux fibres musculaires. La réparation de ces lésions par les protéines dans les jours suivant l'entraînement permet d'augmenter la résistance des fibres musculaires aux micros-déchirures et de synthétiser de nouvelles fibres, augmentant alors le volume des muscles et leur permettant de s'adapter aux prochains stress musculaires (18,31,32).

Afin d'éviter une trop grande adaptation du muscle à une résistance, limitant alors les progrès visés, la charge de travail doit évoluer et augmenter au fil des entraînements afin de permettre l'évolution constante de l'hypertrophie. Plusieurs facteurs permettent de modifier la charge de travail. Il est en effet possible d'augmenter l'intensité du travail ou le volume de travail, caractérisé par la quantité de séries, de répétitions et de temps de récupération entre les exercices (18,32).

4.11.2 Corrélation entre hypertrophie et force

Il a été montré dans la littérature qu'une augmentation de la force n'entraîne pas forcément une hypertrophie musculaire et inversement (18,33,35).

En effet bien que l'hypertrophie musculaire fasse partie des facteurs structuraux intervenant dans le développement de la force, d'autres facteurs entrent également dans ce processus tels que les facteurs nerveux qui jouent un rôle dans le recrutement des fibres musculaires, la synchronisation des unités motrices et la coordination intra et intermusculaire. L'évolution de la force et de l'hypertrophie musculaire est d'une grande hétérogénéité entre les individus et dépend de facteurs génétiques, de l'âge, du sexe, du niveau de condition physique initial des individus ou encore du mode d'entraînements effectués, influençant alors le type de fibres musculaires prédominant (33,35). Le type de cellules musculaires, leur nombre et leur forme semblent avoir plus d'influence sur l'évolution de la force que l'hypertrophie en elle-même.

Bien qu'il y ait un lien entre l'hypertrophie et la force musculaire, les connaissances actuelles sur cette relation force-volume restent encore lacunaires et les processus physiologiques impliqués sont encore peu connus (34,35). L'estimation de l'augmentation de la force sur la base du constat d'une hypertrophie musculaire est donc une mesure non fiable et non valide.

4.12 Marqueurs de l'hypertrophie

4.12.1 Masse corporelle et masse maigre

La masse corporelle correspond au volume total du corps, incluant la masse grasse et la masse maigre, soit l'eau, la masse cellulaire et les os qui le composent (36,37). L'estimation de l'augmentation d'une hypertrophie musculaire à partir de la masse corporelle totale est donc une mesure ni fiable ni valide, l'évolution du volume total étant influencée par trop de variables pour être représentative.

Plus que l'estimation de la masse corporelle totale, il est donc intéressant d'analyser la masse des différents compartiments corporels de manière dissociée pour obtenir une estimation plus précise du volume musculaire (36,37).

La masse maigre correspond à l'ensemble des éléments constituant la masse corporelle auxquels a été soustrait le volume de masse grasseuse présente dans le corps. Cette masse maigre est composée principalement d'eau, aussi bien intra qu'extracellulaire. La masse cellulaire active constitue l'ensemble des cellules organiques et musculaires du corps. Le dernier composant de cette masse maigre correspond à la masse minérale osseuse, soit le phosphate et le calcium constituant les os (37,38).

Pour mesurer les différents compartiments, plusieurs techniques, plus ou moins précises et coûteuses, existent aujourd'hui sur le marché médical. Ces mesures se basent toutefois toutes sur des valeurs prédictives évaluées sur la base de mesures anthropométriques ou électriques. Le seul moyen d'effectuer une mesure directe des compartiments est donc la dissection (37).

A l'heure actuelle dans la littérature, le moyen le plus précis et fiable pour mesurer les compartiments corporels lors des études est l'utilisation de la DXA (dual-energy X-ray absorptiometry), considérée comme gold standard en la matière (31,39). Cette mesure, également appelée densitométrie osseuse, permet de mesurer avec une marge d'erreur de 1% les compartiments de masse maigre, masse grasse et masse osseuse par la différence de propagation des rayons X à travers chacun d'eux. De plus, la DXA permet d'effectuer des analyses de composition par segment corporel, et non uniquement sur l'entièreté du corps. Les mesures de composition corporelle effectuées par la DXA sont considérées comme fiables et valides (31,39).

Des moyens plus accessibles et moins coûteux tels que la BIA (mesure d'impédancemétrie) et les mesures anthropométriques (taille, poids, plis cutanés, etc) permettent également d'estimer les compartiments corporels. Toutefois ces méthodes sont peu précises et ne sont pas applicables chez les individus ayant une composition corporelle ne correspondant pas à la moyenne comme par exemple les bodybuilders (31,36,38). L'évaluation de l'évolution de la masse musculaire sur la base de ces techniques est valide mais peu fiable en raison de la précision variable des mesures, de l'impossibilité de mesurer les compartiments de manière isolée et du manque de sensibilité aux faibles changements de composition corporelle (31,36,38).

4.12.2 Surface moyenne de section musculaire (MFA)

La surface moyenne de section musculaire, Muscle mean Fibre cross-sectional Area (MFA) en anglais, est une technique de mesure utilisée afin d'estimer l'évolution du volume musculaire (35). Dans la littérature, deux mesures sont principalement utilisées pour l'estimer : la surface de section anatomique (ACSA), qui mesure la surface de section perpendiculaire à la longueur d'un muscle et la surface de section physiologique (PCSA) qui mesure la surface de section perpendiculaire à la direction de toutes les fibres (35). Ces surfaces sont mesurées par la circonférence musculaire, par imagerie ou par coupe musculaire. Ces mesures sont toutefois des estimations, leur interprétation est donc peu valide et peu fiable. De plus ces mesures sont spécifiques à la surface de section mesurée mais ne sont pas représentatives de l'entièreté du muscle (35).

4.12.3 Cellules mononucléées et cellules satellites

Les cellules satellites sont un type de cellules mononucléées à noyau unique, également appelées myoblastes (27,40). Ce sont des cellules souches musculaires qui ont pour rôle de régénérer les fonctions du muscle squelettique endommagé et de stimuler la croissance des fibres musculaires en fusionnant avec d'autres cellules (40,42). Ces cellules sont au repos lorsque le muscle n'est pas lésé et s'activent et prolifèrent en cas de lésion au niveau des fibres musculaires après un effort musculaire (40,43). Le nombre de cellules satellites aurait donc un impact sur la capacité de régénération protéique des muscles et favoriserait alors l'augmentation de l'hypertrophie ; mais n'étant encore qu'une hypothèse, ce marqueur est insuffisamment fiable et valide pour évaluer l'évolution de l'hypertrophie musculaire.

4.12.4 Épaisseur musculaire (Muscle thickness)

L'épaisseur musculaire est un marqueur fréquemment utilisé pour estimer l'hypertrophie musculaire. Ce marqueur est généralement mesuré par ultrasonographie, plus accessible que les mesures par IRM, sur une section anatomique du muscle (ACSA) (37,44).

Selon la littérature, ce marqueur n'est toutefois que peu fiable pour comparer l'évolution de l'hypertrophie musculaire sur la base de la comparaison des mesures dans le temps, la répétabilité exacte de la mesure étant difficile (45).

4.13 Effet de la créatine sur l'hypertrophie musculaire et la force selon la revue systématique de Volek et al.

4.13.1 Effets directs de la créatine sur la force musculaire

Selon cette revue, une supplémentation en créatine sur un court terme, soit 5 à 7 jours, entraîne une augmentation des performances par rapport à la force maximale pour une répétition (1RM) et une augmentation du nombre de répétitions avant épuisement avec un poids stable (1).

Cette étude conclut qu'une partie des bénéfices apportés par une supplémentation aiguë en créatine est indépendante de toute variation des entraînements musculaires et serait due uniquement à l'augmentation du taux de créatine musculaire (1).

4.13.2 Effet de la créatine sur le volume d'entraînement

Permettant de réaliser un plus grand nombre de répétitions avec un même poids, la supplémentation en créatine favoriserait un accroissement du gain de force et de masse musculaire grâce à l'augmentation de l'intensité des entraînements. Cette revue exprime que

les groupes ayant reçu une supplémentation en créatine auraient bénéficié d'une augmentation plus élevée de leur volume d'entraînement en comparaison des groupes placebos (1).

4.13.3 Effet de la créatine sur l'hypertrophie musculaire

Selon différentes études analysées dans cette revue, une supplémentation en créatine durant 12 semaines combinée avec un programme d'entraînement physique induit une augmentation du volume de la section transversale des fibres musculaires (MFA) et un développement des fibres musculaires de type I, II A et II B plus élevé que pour les groupes placebos (1).

Une hypertrophie accrue des fibres musculaires pour les groupes supplémentés en créatine additionnée de glucose est également décrite. Cependant, cette augmentation était similaire à celle du groupe supplémenté en Whey Protein additionnée de glucose (1).

4.13.4 Qualité de l'étude

Afin d'évaluer la qualité de cette revue systématique, nous l'avons analysée sur la base de la grille d'évaluation spécifique de l'Academy of Nutrition and Dietetics (AND) (46). Selon les critères de cette analyse, la qualité de cette revue peut être considérée comme négative (annexe 2). En effet elle comprend de nombreuses zones d'ombres et manque de transparence et de clarté quant à sa méthodologie.

A titre d'exemples, le nombre d'articles scientifiques analysé dans cette revue, leur type ainsi que leur processus de sélection ne sont pas précisés. Les informations sur le nombre de sujets étudiés dans ces articles, les interventions pratiquées et l'extraction des données sont absentes. De plus les financeurs de cette revue restent inconnus, ce qui peut remettre en doute la neutralité des résultats présentés.

Les lacunes méthodologiques de cette revue justifient donc d'autant plus la réalisation de notre travail.

5 Revue systématique

5.1 Question de recherche

“Quel est l'effet d'une supplémentation en créatine dans le cadre d'entraînements de résistance sur l'hypertrophie musculaire et sur la force ?”

5.1.1 Question PICO

Afin d'établir notre question de recherche, nous avons défini les critères PICO suivants :

Population (P) : adultes pratiquant de l'activité physique avec entraînement de résistance.

Intervention (I) : prise d'une supplémentation en créatine.

Comparaison (C) : pas de comparaison.

Outcome (O) : effet sur l'hypertrophie musculaire et effet mesuré sur la force.

5.1.2 But

Le but de notre travail est de définir, sur la base d'une revue systématique traitant des connaissances récentes, si l'augmentation présumée de la force en lien avec la prise de créatine lors des entraînements de résistance a réellement été mesurée et si oui sur la base de quels critères, ou si l'augmentation de cette performance a été déduite uniquement sur la base du constat d'une hypertrophie musculaire.

5.1.3 Objectifs

Afin de pouvoir répondre à notre question de recherche, nos objectifs sont les suivants :

- Analyser les effets d'une supplémentation en créatine sur l'hypertrophie musculaire dans le cadre d'activités physiques avec résistance.
- Analyser les effets d'une supplémentation en créatine sur la force dans le cadre d'activités physiques avec résistance.
- Analyser les marqueurs utilisés dans la littérature pour mesurer l'évolution de la force et de l'hypertrophie et en évaluer leur pertinence et leur validité.
- Comparer les résultats obtenus lors de ce travail avec les précédentes revues existantes traitant de ce sujet.

5.2 Hypothèses

- La prise de créatine dans le cadre d'un entraînement de résistance induit réellement une augmentation significative et mesurable de la force musculaire.
- La plupart des études mesurant l'effet de la créatine sur l'hypertrophie et la force sont de faible qualité et les marqueurs analysés sont peu nombreux et peu valides

6 Méthode

6.1 Design

Afin de répondre à notre question de recherche, nous avons effectué une revue systématique regroupant les essais cliniques randomisés les plus récents ainsi qu'une étude pilote.

6.2 Choix des bases de données

Pour effectuer notre sélection d'articles nous avons concentré nos recherches sur le moteur de recherche Pubmed, dédié spécifiquement au domaine de la santé, et l'interface OVID, regroupant différentes bases de données (Medline, PsycINFO, Cochrane Library). En raison du nombre important d'articles correspondant à notre équation de recherche, nous nous sommes limités à ces deux moteurs de recherche.

6.3 Définition de l'équation de recherche

Afin de rédiger notre équation de recherche nous nous sommes basés sur les quatre thèmes principaux de celle-ci, à savoir la créatine, l'hypertrophie musculaire, la force et l'entraînement de résistance. Nous n'avons pas inclus la notion de sportif dans notre équation car nous ne voulions pas restreindre la population à la pratique d'un type de sport et de fréquences spécifiques afin d'obtenir les résultats les plus représentatifs possibles.

Pour chaque thème de notre question de recherche nous avons défini des mots-clés sous forme de termes MeSH (Medical Subject Headings), spécifiques au moteur de recherche PubMed. Pour ce faire nous avons traduit les thèmes sélectionnés en termes MeSH anglophones. Pour chacun de ces termes nous avons ensuite recherché tous les synonymes MeSH correspondants (tableau 2).

Nous avons ensuite testé plusieurs combinaisons de termes possibles afin de s'assurer de trouver l'équation de recherche nous donnant le plus grand nombre d'articles.

Tableau 2 : Mots-clés utilisés pour formuler l'équation de recherche

Thème	Termes MeSH utilisés	Termes Mesh synonymes
Entraînement de résistance	Resistance training	Exercise program, Weight-Bearing, Weight-Lifting, strengthening programs, Weight-Lifting training, resistance training, strength weight bearing exercise program, strengthening program, weight lifting exercise program, Weight-Bearing exercise programs, Weight-Bearing strengthening programs
Créatine	Creatine	∅
Force musculaire	Muscle strength	Strength, muscle
Hypertrophie musculaire	Hypertrophy	Hypertrophies

Après plusieurs essais d'équations différentes, nous avons décidé de lancer l'équation suivante pour sélectionner les articles de notre revue sur le moteur de recherche PubMed : (((resistance training) AND Creatine) AND muscle strength) AND hypertrophy.

Sur la plateforme OVID, nous avons entré les mots-clés de l'équation de recherche ci-dessus un à un dans les critères de recherche, les équations combinées PubMed n'étant pas adaptées pour cette base de données.

6.4 Critères d'inclusion et d'exclusion des études

6.4.1 Population

La population incluse dans notre revue est composée d'adultes pratiquant une activité physique de résistance. Le type d'entraînement de résistance, le niveau d'activité physique, la fréquence et le type d'activité sportive pratiqués par les participants avant ou durant l'étude ainsi que leur sexe n'ont pas été pris en compte comme critères de sélection de population pour notre étude. Par la diversité des populations étudiées dans les articles sélectionnés, nous espérons obtenir les résultats les plus représentatifs possibles de l'effet d'une supplémentation en créatine dans le cadre d'un entraînement de résistance.

Les études menées sur des enfants ou des personnes âgées ont été exclues.

6.4.2 Intervention

Le nombre d'études retenues pour notre travail se révélant faible, nous avons décidé d'inclure également les études comportant plusieurs interventions en parallèle de la prise de créatine, comme la prise de protéines ou d'hydrates de carbone. Nous n'avons pas inclus de critère de dose ou de fréquence minimale de supplémentation en créatine ; tous les types de prises ont été inclus.

Les études ne comparant pas les effets d'une prise de créatine à un groupe contrôle ont été exclues.

6.4.3 Outcomes

Seules les études analysant simultanément les marqueurs de l'hypertrophie musculaire et de la force en lien avec la prise de créatine ont été incluses dans notre revue. Les articles ne traitant que des effets de la créatine sur l'hypertrophie musculaire ou sur la performance physique, de manière séparée, ont été exclus.

6.4.4 Date de parution et design des études

Nous avons exclu les articles dont la date de parution précédait 2004, année à laquelle la revue de Volek et al. (1) a été publiée. Par cette sélection nous voulions analyser uniquement les études les plus récentes pour pouvoir mettre en lumière les nouvelles avancées des recherches et comparer celles-ci avec les résultats publiés dans cette précédente revue.

Seuls les essais randomisés contrôlés ont été inclus dans notre travail ainsi qu'une étude pilote, tous autres types de publications ont été exclus.

6.5 Sélection des articles

6.5.1 Processus de sélection

Afin de sélectionner les articles finaux sujets de notre travail de Bachelor nous avons effectué chaque étape du tri en binôme afin de prendre toutes les décisions en commun. Après avoir récolté les 648 articles totaux sur la base de notre équation de recherche, nous avons suivi le processus explicité ci-dessous.

6.5.2 Exclusion des doublons

Après avoir additionné le total des articles tirés des deux moteurs de recherche utilisés, nous les avons triés par ordre alphabétique afin de mettre en évidence les titres similaires. En effet la plateforme OVID regroupant les résultats de plusieurs moteurs de recherche, 16 articles au total étaient identiques, nous les avons donc exclus.

6.5.3 Sélection par le titre et l'abstract

Après avoir supprimé les doublons, nous avons lu le titre de chaque article et exclu ceux ne traitant pas d'une supplémentation en créatine. Lorsque nous avons un doute sur le contenu des articles à la simple lecture de leur titre, nous lisons leur abstract afin d'évaluer leur pertinence en lien avec notre question de recherche. Après avoir exclu les articles ne traitant pas de notre sujet, nous avons finalement obtenu un total de 32 articles.

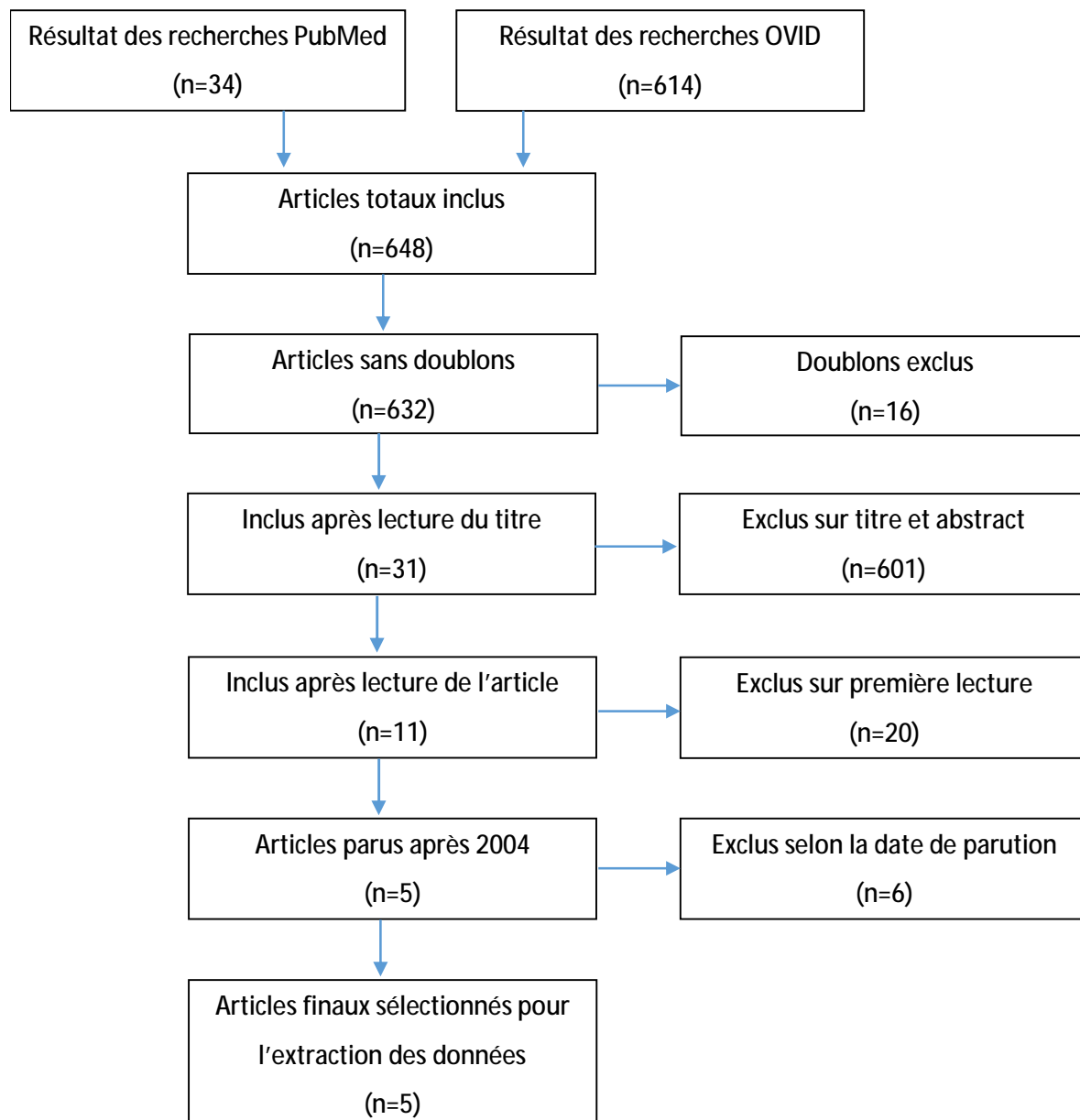
6.5.4 Sélection par lecture de l'article

Nous avons ensuite lu la totalité des 32 articles afin de retenir uniquement ceux correspondant à nos critères de sélection. Nous avons donc exclu les articles analysant l'évolution de la force ou de l'hypertrophie de manière indépendante ou encore ceux dont l'âge des participants ou l'intervention ne correspondait pas à nos critères d'inclusion. Nous avons ensuite exclu toutes les revues et les méta-analyses de l'échantillon, réduisant celui-ci à un total de 11 essais cliniques randomisés.

6.5.5 Sélection par date de parution

Suite à la lecture des 32 articles correspondant à notre question de recherche et nos critères de sélection, nous avons constaté qu'une revue de littérature parue en 2004 (1) traitait partiellement du sujet de notre question de recherche. L'impact de la créatine sur l'hypertrophie musculaire et la force n'étant pas le sujet principal de cette revue et celle-ci ayant une méthodologie peu claire, nous avons décidé de maintenir notre question de recherche en nous concentrant uniquement sur les études plus récentes traitant du sujet. Nous avons donc exclu de notre sélection les articles dont la date de parution précédait 2004, nous laissant un total de 5 articles finaux pour l'extraction des données.

Figure 3 : Résumé de la sélection des articles



6.6 Extraction des données

Nous avons choisi d'exposer toutes les caractéristiques des articles finaux retenus et leurs résultats sous forme de tableaux, présentés ci-dessous, afin d'offrir une vue d'ensemble synthétique des informations tirées de ceux-ci.

Les premiers tableaux que nous avons créés (tableaux 3,4,5) mettent en évidence les spécificités des 5 articles retenus dans notre revue en indiquant leur date de parution et auteurs, les caractéristiques des populations étudiées ou encore leur qualité selon la grille AND (46). Les tableaux suivants résument d'une part les résultats et les marqueurs de l'hypertrophie musculaire et d'autre part ceux de la force. La séparation des résultats en deux tableaux par étude permet une lecture plus claire des résultats.

6.7 Résultats

6.7.1 Caractéristiques des études

Tableau 3 : Caractéristiques des études

Nom de l'article	Auteurs	Année de parution	N° de référence	Pays	Design	Qualité des articles (AND)
« Effect of different frequencies of creatine supplementation on muscle size and strength in young adults »	Candow et al.	2011	(47)	Canada	RCT	Neutre
« Effect of Creatine Ingestion after Exercise on Muscle Thickness in Males and Females »	Chilibeck et al.	2004	(48)	Canada	RCT	Positive
« Effects of Whey Isolate, Creatine, and Resistance Training on Muscle Hypertrophy »	Cribb et al.	2006	(49)	Australie	RCT	Neutre
« A Pilot Study Examining the Effects of 8-Week Whey Protein versus Whey Protein Plus Creatine Supplementation on Body Composition and Performance Variables in Resistance-Trained Women »	Wilborn et al.	2016	(50)	USA	Étude pilote	Neutre
« Creatine supplementation augments the increase in satellite cell and myonuclei number in human skeletal muscle induced by strength training »	Olsen et al.	2005	(51)	Danemark	RCT	Neutre

Tableau 4 : Caractéristiques des populations

Référence	Nombre de participants	Âge moyen (années)	Sexe (H/F)	Activité physique pratiquée avant l'intervention	Consommation de créatine avant l'intervention
Candow et al. (47)	n = 32	21-28	H (n=15) F (n=17)	Activité physique amateur, sans entraînement de résistance	Nulle
Chilibeck et al. (48)	n = 38	24.6(±1.3)	H (n=11) F (n=10)	Entraînement de résistance depuis plusieurs années	Nulle
Cribb et al. (49)	n = 24	24-25(±7)	H	Body-building amateur, pratique d'entraînements de force trois à cinq fois par semaine pendant les six mois précédant l'étude	Nulle
Wilborn et al. (50)	n = 17	21(±3)	F	Entraînements de résistance depuis plus de 6 mois, à raison de trois fois par semaine	Nulle
Olsen et al. (51)	n = 32	19-26	H	Non précisée	Nulle

H : hommes, F : Femmes, n : nombre, Cr : Créatine, CHO : Hydrates de carbone, PRO + CRE : Groupe supplémenté en protéine et créatine, T1 T2 : Temps des mesures (varient selon les études)

Tableau 5 : Interventions sur les sujets et les groupes contrôles

Référence	Activité physique, entraînement de résistance	Intervention	Activité physique, entraînement de résistance du groupe contrôle	Traitement comparatif
Candow et al. (47)	CR2 (n=11): entraînement de résistance 2x/sem durant 6 semaines. Répétition des exercices en 3x10	CR2 (n=11): 0.15g/kg de créatine ou 12g de créatine 2x/sem	PLA2 (n=8): entraînement de résistance 2x/sem durant 6 semaines. Répétition des exercices en 3x10	PLA2 (n=8): placebo 2x/sem
	CR3 (n=11): entraînement de résistance 3x/sem durant 6 semaines. Répétition des exercices en 2x10	CR3 (n=11): 0.10g/kg de créatine ou 8g de créatine 3x/sem, avec prise d'une demi-dose avant l'entraînement, autre demi-dose après l'entraînement	PLA3 (n=8): entraînement de résistance 3x/sem durant 6 semaines. Répétition des exercices en 2x10	PLA3 (n=8): placebo 3x/sem, avec prise d'une demi-dose avant l'entraînement, autre demi-dose après l'entraînement
Chilibeck et al. (48)	Entraînement de résistance durant six semaines. Exercices unilatéraux côté droit du corps 2x/sem et côté gauche du corps 2x/sem. Toutes les deux semaines, diminution du volume d'entraînement mais augmentation de l'intensité	CR (n=11): 0.2g/kg de créatine. Groupe CR séparé en deux: Un groupe prend la créatine le jour où le côté droit est entraîné et le placebo le jour qui suit l'entraînement du côté gauche. Le deuxième groupe fait l'inverse	Entraînement de résistance durant 6 semaines. Exercices unilatéraux du côté droit du corps 2x/sem et côté gauche du corps 2x/sem. Toutes les deux semaines, diminution du volume d'entraînement mais augmentation de l'intensité	PL (n=10): prise de placebo après chaque entraînement (jour d'entraînement du côté gauche et droite).
Cribb et al. (49)	Entraînement de résistance de haute intensité durant 11 semaines	CrCHO : 0.3g/kg de créatine, 1x/jour durant une semaine, puis 0.1g/kg de créatine + 1.5g/kg d'hydrate de carbone. Le tout 1x/jour durant 11 semaines	Entraînement de résistance de haute intensité durant 11 semaines	CHO : 1.5g/kg d'hydrates de carbone 1x/jour durant 11 semaines
		CrWP : 0.3g/kg de créatine 1x/jour durant une semaine, puis 0.1g/kg de créatine + 1.5g/kg de protéine durant 11 semaines		
		WP : 1.5g/kg de protéines 1x/jour durant 11 semaines		
Wilborn et al. (50)	Entraînement de résistance 4x/sem durant 8 semaines	PRO + CRE (n=8): 24g Whey Protein + 5g créatine monohydrate	Entraînement de résistance 4x/sem durant 8 semaines	PRO (n=9): 24g de Whey Protein
Olsen et al. (51)	Entraînement de résistance 3x/sem durant 16 semaines Répétition des exercices en 5x12.	STR-CRE (n=9): 6g de créatine + 14g d'hydrates de carbone 1x/jour durant 15 semaines.	STR-CON (n=8): entraînement de résistance 3x/sem durant 16 semaines Répétition des exercices en 5x12	STR-CON (n=8): 80g d'hydrates de carbone 1x/jour durant 15 semaines
		STR-PRO (n=8): 20g de protéines + 60g d'hydrates de carbone 1x/jour durant 15 semaines	CON (n=7): pas d'entraînement de résistance	CON (n=7): pas de supplémentation

PRO + CRE : groupe supplémenté en protéine + créatine, **PRO** : Groupe supplémenté en protéine, **STR-CRE** : Groupe supplémenté en créatine + activité physique, **STR-PRO** : Groupe supplémenté en protéine + activité physique, **STR-CON** : Groupe supplémenté avec placebo + activité physique, **CON** : Groupe sans entraînement, ni supplémentation, **CR2** : Groupe supplémenté en créatine 2x/ semaine, **CR3** : Groupe supplémenté en créatine 3x/ semaine, **PLA2** : Groupe placebo supplémenté 2x/ semaine, **PLA3** : Groupe placebo supplémenté 3x/ semaine, **CrCHO** : Groupe supplémenté en créatine et hydrate de carbone, **CrWP** : Groupe supplémenté en whey protéine et hydrate de carbone, **CrCHO** : Groupe supplémenté en Whey protéine, **CHO** : Groupe supplémenté en hydrate de carbone

6.8 Analyse qualité des articles

Afin d'évaluer la qualité des études retenues pour notre Travail de Bachelor, nous nous sommes basés sur les critères d'évaluation de la grille de l'Academy of Nutrition and Dietetics (AND) fournie par la HEdS, classant la qualité des études comme étant négatives, neutres ou positives (46).

Selon les critères de la grille d'évaluation AND, la majorité des études traitées dans notre travail ont une qualité méthodologique considérée comme « neutre » (annexe 3-7). En effet, la méthodologie de ces études manque parfois de précision.

La majorité des études analysées présentait une sélection des participants sur la base du volontariat. Ce type de sélection peut constituer un biais, sachant que les personnes pouvaient être plus motivées lors des entraînements, avoir plus de temps à disposition ou à y consacrer que d'autres personnes. Ainsi il est à relever qu'il est possible que les échantillons ne soient pas représentatifs de la population visée.

Ces études comportent chacune un faible nombre de participants, variant de 17 à 38 participants. Ce nombre restreint de participants peut être considéré comme une source potentielle de biais car il pourrait ne pas être suffisant pour détecter ou confirmer un réel effet généralisable.

La durée des études variant entre 6 et 16 semaines peut également être une source de biais, le temps à disposition relativement faible ne permettant pas nécessairement aux potentiels effets de l'intervention de se révéler ou de se confirmer dans la durée.

Des informations essentielles concernant certains facteurs pouvant influencer les résultats étaient lacunaires dans plusieurs études, comme par exemple le régime alimentaire suivi par les participants ou encore leur niveau d'activité physique quotidien.

De plus, les méthodes de prélèvement des données n'étaient pas systématiquement indiquées et l'exposition des résultats manquait parfois de précision au niveau des statistiques.

6.9 Résultats des études sur l'hypertrophie musculaire

Tableau 6 : Résultats de Candow et al. sur l'hypertrophie musculaire

Candow et al., (2011) (47)	Masse corporelle totale (kg)		Elbow muscle thickness (cm)		Résultats	
	CON (PLA2)	INT (CR2)	CON (PLA2)	INT (CR2)		L'augmentation de la masse corporelle totale est plus grande pour les groupes CR2 et CR3 en comparaison avec PLA3 (p<0.05)
	-	1.8(±0.2)	0.05(±0.5)	0.6(±0.9)		
	p<0.05 par rapport à PLA3		p<0.05			Amélioration pour tous les groupes de l'épaisseur des fléchisseurs du coude, mais différences significatives en faveur des groupes interventions en comparaison des groupes contrôles (p<0.05)
	CON (PLA3)	INT (CR3)	CON (PLA3)	INT (CR3)		
0.2(±0.3)	1.5(±0.4)	0.13(±0.7)	0.4(±0.6)			
p<0.05		p=0.05				

Tableau 7 : Résultats de l'étude de Chilibeck et al. sur l'hypertrophie musculaire

Chilibeck et al., (2004) (48)	Masse maigre (MM) (kg)		Elbow muscle thickness (cm)		Knee muscle thickness (cm)		Résultats	
	CON (PLA)	INT (CREA)	CON(PLA)	INT (CREA)	CON(PLA)	INT (CREA)		Pas de différence dans l'évolution pour le groupe contrôle et intervention pour la masse maigre. Différences non-significatives entre les deux groupes pour l'épaisseur de la musculature du genou.
	0.75(±0.17)	0.89(±0.16)	0.24(±0.07)	0.36(±0.06)	0.14(±0.09)	0.22(±0.09)		
	Pas de différences		p<0.02		Non-significatif			Différences significatives (p<0.02) pour l'épaisseur de la musculature du coude en faveur du groupe intervention

Tableau 8 : Résultats de l'étude de Cribb et al. sur l'hypertrophie musculaire

Cribb et al., (2007) (49)	Masse corporelle totale (MC) (kg)			Masse maigre (MM) (kg)			Résultats	
		PRE	POST		PRE	POST		
	CrCHO	84.2(±4.9)	88.2(5.0)	CrCHO	67.0(±2.6)	71.3(±3.0)		Gain de masse corporelle totale pour tous les groupes, avec aucune différence significative entre les groupes.
	CrWP	83.9(±4.8)	87.9(±5.0)	CrWP	67.9(±2.6)	71.3(±2.8)		
	CHO	75.6(±4.7)	77.0(±4.8)	CHO	62.3(±2.8)	63.0(±2.7)		Tous les groupes ont augmenté leur masse maigre significativement (p=0.001), uniquement le groupe CrCHO a une augmentation statistiquement significative en comparaison avec le groupe CHO (p<0.05)
	WP	69.7(±5.0)	72.3(±4.3)	WP	59.0(±3.2)	61.3(±3.0)		

Tableau 9 : Résultats de l'étude de Wilborn et al. sur l'hypertrophie musculaire

	Masse corporelle totale (MC) (kg)		Masse maigre (MM) (kg)		Résultats		
	CON (PRO)	INT (PRO + CRE)	CON (PRO)	INT (PRO + CRE)			
Wilborn et al., (2016) (50)	W0	64.3(±8.6)	65.1(±8.4)	W0	41.4(±4.1)	41.6(±3.7)	Augmentation significative à 8 semaines de la masse corporelle et de la masse maigre en faveur du groupe intervention en comparaison avec le groupe contrôle (p<0.001)
	W4	66.0(±8.5)	65.4(±8.7)	W4	42.5(±4.3)	43.2(±3.7)	
	W8	67.2(±9.0)	65.9(±9.5)	W8	44.0(±4.3)	44.2(±4.4)	
	p<0.001		p<0.001				

Tableau 10 : Résultats de l'étude de Olsen et al. sur l'hypertrophie musculaire

	Cellules satellites par fibre (CS)		Cellules mononucléées		Muscle mean fibre cross-sectional area (MFA) (µm ²)		Résultats			
	WK0	WK16	WK0	WK16	WK0	WK16				
Olsen et al., (2006) (51)	STR-CRE	0.11(±0.03)	0.14(±0.03)	STR-CRE	1.90(±0.23)	2.13(±0.17)	STR-CRE	5268(±646)	6148(±969)	Augmentation significative à 16 semaines du nombre de cellules satellites par fibre pour les groupes STR-PRO et STR-CON (p<0.05). Pas de différence significative à 16 semaines pour le nombre de cellules satellites entre les groupes. Augmentation significative à 16 semaines du nombre de cellules mononucléées pour les groupes STR-CRE et STR-PRO (p<0.05) sans différence significative entre les groupes. Augmentation à 16 semaines de la mean muscle area pour les groupes STR-CRE et STR-PRO (p<0.01), sans différence significative entre les groupes.
	Pas significatif		p<0.05		p<0.01					
	STR-PRO	0.11(±0.03)	0.18(±0.06)	STR-PRO	1.98(±0.28)	2.18(±0.22)	STR-PRO	5064(±702)	5461(±873)	
	p<0.05		p<0.05		p<0.01					
	STR-CON	0.10(±0.01)	0.13(±0.03)	STR-CON	1.98(±0.18)	2.16(±0.30)	STR-CON	5052(±450)	5635(±648)	
	p<0.05									
	CON	0.10(±0.02)	0.12(±0.04)	CON	2.01(±0.24)	1.92(±0.29)	CON	5971(±690)	5725(±404)	

MC : Masse Corporelle, MM : Masse maigre, CS : Cellules satellites, T1 T2 T3 : Temps des mesures (varient selon les études), CHO : hydrate de carbone, CSA : Surface de section musculaire, DXA : DEXA (dual-energy X-ray absorptionmetry), CR : Créatine, EMFC : Epaisseur musculaire des fléchisseurs du coude, EMEG : Epaisseur musculaire des extenseurs du genou, EMGC : Epaisseur musculaire des fléchisseurs du coude et extenseurs du genou combiné.

6.9.1 Résultats sur l'hypertrophie

Masse corporelle totale : Les trois études ayant analysé l'évolution de la masse corporelle totale ont constaté une augmentation de la masse corporelle totale pour tous les groupes étudiés suite à la pratique d'un entraînement de résistance (47,48,49). Selon les études de Candow et al. (47) et Wilborn et al. (50), l'augmentation de la masse corporelle était significativement plus élevée (p<0,05) chez les groupes supplémentés en créatine comparés aux groupes consommant un placebo et chez les groupes consommant de la créatine en complément d'une supplémentation en Whey Protein comparés à la consommation en Whey Protein seule (p<0.001).

Masse maigre : Toutes les études ayant analysé ce marqueur (48,48,50) ont démontré une augmentation significative de cette masse après l'intervention (p=0.001) pour tous les groupes avec un entraînement de résistance, sans différence significative entre eux hormis pour le groupe supplémenté en créatine combiné à du CHO comparé au groupe supplémenté en CHO seul (p<0.05) dans l'étude de Cribb et al. (49). Selon l'étude de Chilibeck et al. (48) il n'y avait

pas de différence significative entre l'évolution de la masse maigre chez le groupe supplémenté en créatine comparé à celui consommant un placebo. Dans l'étude de Wilborn et al. (59) l'évolution de la masse maigre, mesurée par DXA, a significativement augmenté ($p < 0.01$) pour les deux groupes étudiés mais sans différence significative entre les deux.

Epaisseur musculaire : Pour l'étude de Chilibeck et al. (48), l'augmentation de l'épaisseur musculaire du fléchisseur du coude était significativement plus élevée ($p < 0.02$) du côté du corps entraîné le même jour que la prise d'une supplémentation en créatine comparé au côté contrôle, non supplémenté en créatine lors des entraînements. Dans cette même étude il n'y avait pas de différence significative quant à l'épaisseur musculaire des fléchisseurs du genou entre le côté du corps supplémenté en créatine lors du jour d'entraînement et le côté non supplémenté. Selon Candow et al. (47) analysant uniquement l'épaisseur musculaire du fléchisseur du coude, l'augmentation de l'épaisseur était significativement plus élevée après l'intervention ($p < 0.05$) en faveur des groupes supplémentés en créatine comparés à ceux consommant un placebo.

Cellules satellites et mononucléées : Concernant le nombre de cellules satellites contenues dans les fibres musculaires, les résultats de l'étude de Olsen et al. (51) ont exprimé une augmentation significative ($p < 0.05$) de celui-ci pour le groupe avec un entraînement de résistance combiné à de la Whey Protein et pour le groupe ayant un entraînement de résistance sans aucune supplémentation après 16 semaines d'intervention comparés à la baseline. Il n'y avait toutefois pas de différence significative de l'augmentation du nombre de cellules satellites entre tous les groupes à la 16^{ème} semaine d'intervention.

D'après cette même étude, il y avait une augmentation significative ($p < 0.05$) du nombre de cellules mononucléées chez le groupe supplémenté en créatine en combinaison avec un entraînement de résistance et chez le groupe supplémenté en Whey Protein combinée avec un entraînement après l'intervention comparés à la baseline. Il n'y avait en revanche pas de différence significative entre ces groupes. Selon cette étude, il semble également que l'augmentation de ce marqueur ait principalement lieu durant les premières semaines d'interventions.

Surface de section musculaire : Concernant l'augmentation de la surface de section musculaire (MFA) dans l'étude de Olsen et al. (51) il y avait une différence significative ($p < 0.01$) entre les groupes supplémentés en créatine et en Whey Protein combinés à un entraînement de résistance comparés aux groupes contrôles avec ou sans entraînement, sans différence significative entre ces deux groupes. Cette étude relève également une augmentation plus importante des fibres musculaires de type IIA et IIB pour le groupe supplémenté en créatine combiné à de l'HDC et le groupe supplémenté en Whey Protein avec de l'HDC comparé au groupe consommant uniquement de l'HDC.

Pour ce qui est des fibres de type I, le groupe supplémenté en créatine mélangé à l'HDC et le groupe supplémenté en créatine plu Whey Protein ont montré une augmentation plus élevée de cette fibre comparée au groupe supplémenté uniquement en Whey Protein.

Il est également intéressant de noter que parmi les études analysant des marqueurs de l'hypertrophie chez l'homme et chez la femme, l'augmentation des marqueurs était toujours plus élevée pour la population masculine alors que les différences avec une supplémentation en créatine n'étaient pas significatives chez la femme en comparaison avec les groupes contrôles.

6.10 Résultats des études sur la force

Tableau 11 : Résultats de l'étude de Candow et al. sur la force

	1RM-Bench Press/Rep to fatigue (kg)		1RM-Leg Press / Squat / Rep to fatigue (kg)		Résultats
	CON (PLA2)	INT (CR2)	CON (PLA2)	INT (CR2)	
Candow et al., (2011) (47)	5.5(±0.5)	8.6(±3.5)	40(±35)	63.1(±57)	Amélioration dans le temps du 1RM bench press et du 1RM leg press significative pour tous les groupes (p<0.05), sans différence significative entre les groupes interventions et contrôles
	p<0.05		p<0.05		
	CON (PLA3)	INT (CR3)	CON (PLA3)	INT (CR3)	
	3.6(±1.1)	6.6(±1.4)	40(±18)	35(±25)	
	p<0.05		p<0.05		

Tableau 12 : Résultats de l'étude de Chilibeck et al. sur la force

	1RM-Bench Press/Rep to fatigue (kg)		1RM-Leg Press / Squat / Rep to fatigue (kg)		Résultats
	CON (PLA)	INT (CREA)	CON (PLA)	INT (CREA)	
Chilibeck et al., (2004) (48)	15(±1)	15(±1)	29(±5)	34(±6)	Amélioration significative du 1RM bench press pour le groupe INT en comparaison avec le groupe CON (p<0.01). Pas de différences dans l'évolution du 1RM leg press entre les groupes interventions et les groupes contrôles
	p<0.01		Pas de différences		

Tableau 13 : Résultats de l'étude de Cribb et al. sur la force

	1RM-Bench Press / rep to fatigue (kg)			Résultats
		PRE	POST	
Cribb et al., (2007) (49)	CrCHO	84.2(±4.9)	88.2(±5.0)	Amélioration significative de tous les groupes (CrCHO, CrWP et WP) en comparaison avec le groupe CHO (p<0.05). Aucune différence significative entre les groupes CrCHO, CrWP et WP
	CrWP	83.9(±4.8)	87.9(±5.0)	
	CHO	75.6(±4.7)	77.0(±4.8)	
	WP	69.7(±5.0)	72.3(±4.3)	

Tableau 14 : Résultats de l'étude de Wilborn et al. sur la force

		1RM-Bench Press / rep to fatigue (kg)		1 RM - Leg Press / Squat / rep to fatigue (kg)		Vertical jump (VJ) (kg)		Broad Jump (BJ) (cm)		Wingate mean power (WP) (Watt)		Résultats				
		CON (PRO)	INT (PRO + CRE)	CON (PRO)	INT (PRO + CRE)	CON (PRO)	INT (PRO + CRE)	CON (PRO)	INT (PRO + CRE)	CON (PRO)	INT (PRO + CRE)					
Wilborn et al., (2016) (50)	W0	40 (±6)	43(±9)	W0	225(±38)	216(±33)	W0	44.3(±6.7)	47.5(±7.0)	W0	168(±23)	170(±23)	W0	377(±59)	367(±33)	Amélioration significative du 1RM bench press (p<0.001), du 1RM leg press (p<0.001), du broad jump (p<0.001) et du wingate mean power (p=0.009) à 8 semaines pour tous les groupes, sans différence statistiquement significative entre les groupes. Amélioration du vertical jump statistiquement non-significative (p=0.97) sans différence statistiquement significative entre les groupes contrôlés et interventions.
	W4	44 (±5)	47 (±9)	W4	285(±47)	261 (±44)	W4	42.5(±6.5)	45.6(±6.8)	W4	178(±22)	183(±15)	W4	399(±69)	375(±55)	
	W8	46(±7)	50(±8)	W8	323(±65)	296(±72)	W8	44.6(±6.2)	49.2 (±7.8)	W8	181 (±21)	188(±18)	W8	419 (±53)	387(±43)	
		p<0.001			p<0.001			p=0.97			p<0.001			p=0.009		

Tableau 15 : Résultats de l'étude de Olsen et al. sur la force

Maximal muscle strength (leg extension isometric test) (Nm)					Résultats	
	STR-CRE	STR-PRO	STR-CON	CON		
Olsen et al., (2006) (51)	WK0	307.2(±25.9)	277.4(±49.3)	294.0(±26.7)	330(±67.9)	Amélioration de la force maximale du membre inférieur pour tous les groupes dans le temps. Amélioration statistiquement significative pour le groupe STR-CRE en comparaison avec les autres groupes (p<0.05)
	WK16	371.8(±69.7)	326.3(±66.4)	339.9(±63.0)	315.3(±59.4)	
p<0.05 pour le groupe STR-CRE en comparaison aux groupes STR-PRO, STR-CON et CON						

1RM : 1 répétition maximum, *n max 65% 1 RM* : Nombre de répétition maximum avec une charge de 65% du 1 RM, *MVC* : Maximum voluntary contraction, *BPU* : Bench press unilatérale, *LPU* : Leg press unilatérale, *BP* : Bench press, *LP* : Leg press, *VJ* : Vertical Jump, *BJ* : Broad Jump, *WP* : Wingate mean power (Wingate test), *Bench Press* : Presse à pectoraux, *Leg Press* : Presse à jambes, *Cr* : Créatine, *PL* : Placebo

6.10.1 Résultats sur la force

1RM et répétitions jusqu'à épuisement : Concernant l'augmentation de la force maximale (1RM) et du nombre de répétitions avant l'épuisement, l'étude Candow et al. (47) a montré une augmentation significative (p<0.05) de la force maximale aux bench press, leg press et squat pour les groupes avec un entraînement de résistance et supplémentés en créatine ainsi que pour les groupes consommant un placebo durant l'entraînement. Il n'y avait pas de différence significative entre les groupes supplémentés en créatine et les groupes placebos. Cette étude montrait également une augmentation des marqueurs plus élevée pour les hommes supplémentés en créatine comparés aux femmes supplémentées en créatine.

Dans l'étude de Chilibeck et al. (48) il n'y avait pas de différence significative de l'évolution de la force au niveau du 1RM et des répétitions jusqu'à l'épuisement pour la leg press et le squat après l'intervention entre le groupe supplémenté en créatine avec un entraînement de résistance et le groupe entraîné avec une supplémentation en placebo. En revanche il y avait une augmentation significative (p<0.01) du 1RM au bench press pour les groupes créatines comparés aux placebos. De plus il a été relevé que l'augmentation des constantes en lien avec la créatine était plus élevée chez les sujets masculins que féminins. En effet il n'y avait aucune différence significative chez les femmes entre les groupes supplémentés en créatine et ceux en placebo.

L'étude de Cribb et al. (49) montrait une augmentation significativement plus élevée (p<0.05) de la force au bench press pour les groupes supplémentés en créatine combinée à du CHO, les groupes supplémentés en Whey Protein combinée à du CHO ainsi que pour le groupe supplémenté uniquement en Whey Protein comparés au groupe supplémenté uniquement en CHO, sans différence significative entre les trois groupes.

Pour ce qui est de l'étude de Wilborn et al. (50), l'évolution du 1RM aux bench press et leg press était significativement élevée ($p < 0.001$) pour le groupe supplémenté en créatine combinée à la Whey Protein et le groupe supplémenté uniquement en Whey Protein, sans différence significative entre eux.

Force musculaire maximale (MVC) : Selon l'étude d'Olsen et al. (51), la seule ayant analysé cette constante, il y avait une augmentation de la MVC significativement plus élevée ($p < 0.05$) pour le groupe supplémenté en créatine combinée avec un entraînement, le groupe supplémenté en Whey Protein combinée avec un entraînement ainsi que pour le groupe avec un entraînement sans supplémentation comparés au groupe contrôle non supplémenté et non entraîné dont les mesures sont restées inchangées. Le groupe supplémenté en créatine avait une augmentation significativement plus élevée ($p < 0.05$) comparé aux autres groupes après la période d'entraînement.

Test de Wingate : D'après Wilborn et al. (50) il y avait une augmentation significative ($p = 0.009$) de la valeur du test de Wingate pour le groupe supplémenté en créatine combinée à la Whey Protein et celui supplémenté uniquement en Whey Protein, sans différence significative entre les deux groupes.

Saut en longueur : D'après cette même étude, il y avait une augmentation significative ($p < 0.01$) de la valeur de ce test pour le groupe supplémenté en créatine combinée à la Whey Protein et celui supplémenté uniquement en Whey Protein, sans différence significative entre les deux groupes (50).

Saut en hauteur : Toujours d'après Wilborn et al. (50), il n'y avait pas d'augmentation significative ($p = 0.97$) des valeurs de ce test, et ce pour aucun des groupes. Hormis cette étude, aucune des autres n'a analysé ces trois derniers marqueurs (47-49,51).

6.11 Résumé des résultats

6.11.1 Résumé de l'effet de la créatine sur les marqueurs de l'hypertrophie

Les résultats concernant la masse corporelle totale et l'épaisseur musculaire du fléchisseur du coude étaient significativement plus élevés chez les groupes pratiquant un entraînement de résistance avec une supplémentation en créatine, mais ce uniquement chez les hommes (47,49,50). Les études de Candow et al. (47) et Wilborn et al. (50) n'ont pas comparé les résultats de la créatine avec d'autres suppléments.

Une amélioration des résultats sur la masse maigre, la MFA et le nombre de cellules mononucléées a été obtenue suite à une supplémentation en créatine en combinaison avec un entraînement de résistance comparé aux groupes placebos et aux groupes supplémentés

uniquement en HDC (48,50,51). Ces résultats n'étaient toutefois pas significativement meilleurs que pour les groupes supplémentés en Whey Protein ou en combinaison de créatine et d'HDC.

Les résultats obtenus n'ont pas montré de bénéfice de la créatine sur l'épaisseur musculaire des fléchisseurs du genou et du nombre de cellules satellites (48,51).

6.11.2 Résumé de l'effet de la créatine sur les marqueurs de la force

Les résultats concernant la performance à la bench press ont montré une augmentation significative pour les groupes ayant suivi un entraînement de résistance combiné à la prise de créatine (48,49). Cependant, les mêmes résultats ont été obtenus avec d'autres suppléments comme des protéines et CHO sans différence entre les groupes (49). L'augmentation des valeurs des marqueurs liés à la créatine était plus importante pour les hommes que les femmes. Les autres études n'ont pas montré de différence significative.

Les résultats sur les performances au squat et à la leg press ont montré une amélioration suite à la supplémentation en créatine combinée à un entraînement de résistance mais, comme pour la bench press, ils ont également été obtenus avec d'autres suppléments (49). Les autres études n'ont pas montré de différence significative.

Une amélioration des résultats sur la force de contraction maximale (1RM) a été observée avec une supplémentation en créatine lors d'entraînements de résistance (51). Aucun changement n'a été observé pour le groupe sans entraînement.

Pour les résultats de la bench press et leg press unilatérale, des améliorations ont été obtenues suite aux entraînements de résistance pour les muscles entraînés le jour de la supplémentation en créatine sans différence significative avec les résultats obtenus suite à la consommation de placebo (48).

Une augmentation des résultats du saut en hauteur et du test de Wingate a été observée suite à un entraînement de résistance couplé d'une supplémentation en créatine, sans différence significative avec les groupes non supplémentés en créatine (50).

Aucune amélioration des résultats des tests de saut en longueur n'a été observée pour tous les groupes (50.)

7 Discussion

Le but de notre travail de Bachelor était de répondre à la question de recherche suivante : « Quel est l'effet d'une supplémentation en créatine dans le cadre d'entraînements de résistance sur l'hypertrophie musculaire et sur la force ? ».

Par ce travail, nous voulions évaluer si les effets présumés de la créatine sur ces deux constantes étaient bel et bien avérés et si l'évolution de la force décrite dans la littérature n'était pas uniquement déduite sur la base des résultats obtenus sur l'hypertrophie musculaire.

Les résultats présentés dans les études analysées sont en majorité contradictoires et le manque d'homogénéité des interventions, marqueurs et populations étudiées empêche le positionnement clair et la comparaison pertinente entre ces résultats. Nous estimons donc que cette revue systématique ne nous permet pas de répondre de manière tranchée à notre questionnement initial.

Les principales constatations découlant de ce travail sont qu'une supplémentation en créatine semble avoir un effet favorable au bénéfice de l'hypertrophie musculaire mais que son impact sur l'augmentation de la force n'est pas aussi notoire.

Quatre des cinq études analysant l'évolution de la force ont montré une augmentation des performances pour tous les groupes ayant réalisé des entraînements de résistance et ce peu importe le type de supplémentation reçue. Certaines de ces études ont même montré l'absence de différence de performances entre une supplémentation en créatine et un placebo. L'élément ayant impacté l'évolution de la force semble donc plus en lien avec l'entraînement physique en lui-même qu'avec la supplémentation. Ces constats peuvent donc laisser penser qu'il est probable que dans la majorité des cas, les allégations faites sur l'augmentation de la force en lien avec la créatine ont été déduites sur le constat d'une hypertrophie musculaire mais non fondées sur des preuves scientifiques solides.

Concernant l'hypertrophie musculaire, la majorité des études a démontré une augmentation des marqueurs analysés chez les participants ayant consommé de la créatine en plus de la pratique d'entraînements de résistance. Seuls les marqueurs du nombre de cellules satellites et mononucléées n'ont pas obtenus d'évolution en lien avec la prise de créatine comparée au placebo, mais n'étant pas des marqueurs directement représentatifs de l'hypertrophie, ce constat n'est que peu extrapolable à l'impact réel de la créatine sur cette constante. La tendance indique donc un résultat positif en faveur d'une supplémentation en créatine sur l'hypertrophie musculaire. En revanche, de même que pour les marqueurs de la force, les résultats obtenus n'étaient régulièrement pas plus notoires avec une supplémentation en créatine qu'avec une supplémentation en Whey Protein ou combinée avec du glucose.

Des informations essentielles à l'interprétation des résultats étant lacunaires dans certaines études, il est impossible de prendre en compte tous les facteurs pouvant les influencer. A titre d'exemple, selon la littérature, l'apport calorique journalier aurait une influence sur l'efficacité des effets présumés de la créatine (3). Or dans les études analysées, seules deux ont publié des informations quant à l'apport énergétique des participants avant l'intervention, et seule une étude a exposé les différences d'apports journaliers en calories et en macronutriments en

fonction du type de supplémentation consommée (51). Cette étude estime que les différents types de suppléments ont un apport énergétique variant entre 340 et 447kcal, ce qui est un apport non négligeable.

7.1 Réponse aux hypothèses

Lorsque nous avons débuté cette revue systématique, nous avons formulé deux hypothèses, auxquelles la rédaction de ce travail a partiellement répondu.

La première hypothèse émise est celle selon laquelle la prise de créatine dans le cadre d'un entraînement de résistance induit réellement une augmentation significative et mesurable de la force musculaire. En l'état des résultats que nous avons obtenus et des points évoqués dans la discussion, nous infirmons cette hypothèse.

Deuxièmement, nous avons émis l'idée selon laquelle la majorité des études mesurant l'effet de la créatine sur l'hypertrophie musculaire et la force étaient de faible qualité et que les marqueurs analysés étaient généralement peu nombreux et d'une validité sujette à caution. Bien que les essais cliniques randomisés étudiés aient un niveau de preuve considéré comme élevé, seule une étude (48) était de qualité méthodologique considérée comme « positive », les autres étant toutes « neutres ».

Nous avons pu constater que le nombre de marqueurs analysés pour évaluer l'évolution de l'hypertrophie et de la force était effectivement faible, allant de 1 à 3 marqueurs selon les études. Seul l'étude de Wilborn et al. (50) a analysé au total 5 marqueurs pour évaluer la progression de la force. De plus en nous appuyant sur le cadre de référence, nous avons constaté qu'hormis la force maximale (1RM) et le Test de Wingate, les autres marqueurs analysés étaient peu fiables pour évaluer l'évolution de la force. En revanche toutes les études hormis Olsen et al. (51) ont utilisé la force maximale (1RM) parmi leurs marqueurs, rendant alors les résultats comparables et donc représentatifs. Pour l'évaluation de l'hypertrophie musculaire, le marqueur le plus fiable utilisé est la masse maigre, alors analysé dans 3 études sur 5 (48,49,50). Dans l'étude de Olsen et al. (51), l'évolution du nombre de cellules satellites et mononucléées, utilisée comme marqueur, est considérée comme un facteur d'hypertrophie. Or ce n'est pas un facteur de l'hypertrophie en elle-même, mais seulement un élément prétendu favorisant ; ce marqueur n'est donc pas représentatif de cette constante.

De même, l'analyse de la masse corporelle totale étudiée dans 3 des études (47,49,51) ne permet pas d'isoler la masse musculaire, les résultats obtenus ne sont donc pas représentatifs d'une hypertrophie musculaire. Finalement, les protocoles de mesures des marqueurs n'ont pas systématiquement été explicités dans les études sélectionnées, renforçant d'autant plus la remise en question de la fiabilité et de la répétabilité des mesures pratiquées et donc des

résultats obtenus. Sur la base de ce constat nous estimons que, pour les 5 études analysées dans notre travail (47,48,49), notre hypothèse est confirmée.

7.2 Mise en perspective des résultats de la créatine par rapport à la littérature existante

7.2.1 Créatine et glucides

Selon la littérature, une consommation simultanée de glucides lors de la prise de créatine serait un facteur facilitateur du passage de la créatine à travers la membrane musculaire en lien avec le rôle de l'insuline (3,9). Ce passage facilité favoriserait donc l'augmentation de la concentration musculaire en créatine et donc les effets présumés de celle-ci. Or, les études de Cribb et al. (49) et Olsen et al. (51) obtiennent un résultat contradictoire à cette théorie. En effet, les groupes supplémentés en créatine combinée à une prise de glucide n'ont pas obtenus de résultats significativement plus élevés que les autres groupes.

7.2.2 Différence homme/femme

Deux études montrent une évolution des valeurs des marqueurs étudiés plus élevée chez les hommes supplémentés en créatine que les femmes supplémentées aux exercices de la bench press et de la leg press (48,49). Ces résultats concordent avec les résultats présentés dans le rapport de l'ANSES (3). Cette différence pourrait donc être en partie expliquée par une augmentation plus marquée du stock musculaire de créatine et de phosphocréatine chez l'homme que chez la femme suite à une supplémentation aigüe en créatine.

7.2.3 Augmentation de l'eau intracellulaire

Une augmentation de l'eau intracellulaire en lien avec une supplémentation en créatine est régulièrement citée dans la littérature, comme expliqué dans le cadre de référence. Les résultats des études analysées dans notre travail de permettent pas d'apporter un lien avec cette notion car aucun des articles n'a mesuré l'eau corporelle totale ou des marqueurs spécifiques à la rétention d'eau en parallèle des marqueurs utilisés pour évaluer l'hypertrophie.

7.2.4 Entraînements de résistance

Tous les groupes ayant effectués un entraînement de résistance au cours des études ont obtenu une amélioration des performances physiques et ce quel que soit la supplémentation consommée. Le nombre d'entraînements de résistance pratiqués par les participants varient de 2 à 4 sessions hebdomadaires, ce qui correspond aux recommandations de fréquence nécessaire à l'obtention d'effets optimaux (16).

7.2.5 Protocole de supplémentation

Il y a une grande variété de protocole de supplémentation en créatine selon les 5 études analysées. Le nombre de gramme de créatine consommée par prise varie entre 5 et 18g et la fréquence des prises va de 2 prises hebdomadaires à une prise journalière. Ces différences notoires ne permettent pas de comparaisons entre les études et donc d'associer une absence de résultat à un protocole de supplémentation inadéquat.

Aucune de ces études n'applique un protocole de supplémentation similaire à celui recommandé par la SSNS (14).

Il serait intéressant de pouvoir comparer plusieurs études ayant une fréquence et un volume de consommation en créatine similaire afin de pouvoir établir quel mode de supplémentation semble le plus adéquat et efficace.

7.3 Mise en relation des résultats obtenus avec la revue systématique de Volek et al. (1)

7.3.1 Effet de la créatine sur l'hypertrophie musculaire

Les résultats que nous avons observés concernant les fibres musculaires correspondent à ceux issus de la revue de Volek et al. (1). Nos résultats communs montrent une augmentation de la section transversale des fibres musculaires de type I, IIA et IIB plus élevée pour tous les groupes supplémentés avec un mélange comprenant de la créatine en comparaison des groupes n'en consommant pas (58).

7.3.2 Effet de la créatine sur la force musculaire

Selon Volek et al. (1), une supplémentation en créatine sur une période de 5 à 7 jours combinée avec un entraînement de résistance permet une augmentation du nombre de répétitions maximales, et cette intervention sur une période d'un mois permet une augmentation de la force maximale (1RM).

Les résultats que nous avons observés sont eux contradictoires. Deux études (47,50) n'ont pas montré d'augmentation de cette constante pour les groupes consommant de la créatine comparés aux groupes contrôles; on constate un effet uniquement lors des tests au bench press et seule une des études (49) a démontré un effet positif de la créatine, égal toutefois à la supplémentation en protéine.

Pour ce qui est du nombre de répétitions maximales, aucun effet significatif de la créatine n'a été démontré dans le temps (50).

7.3.3 Effet de la créatine sur le volume d'entraînement

Les résultats obtenus par Volek et al. (1) ont montré qu'une supplémentation en créatine pourrait permettre d'augmenter le volume et l'intensité des entraînements, engendrant un gain de masse musculaire et de force à moyen terme.

Les résultats de deux des études traitées dans notre travail ayant analysé le volume d'entraînement des différents groupes n'ont pas démontré de différence significative pour les groupes supplémentés en créatine et ceux supplémentés en créatine combinée à de la Whey Protein en comparaison aux groupes supplémentés en placebos ou Whey Protein seule (47, 50).

De plus, les participants de cette étude sont uniquement de sexe féminin. D'autres études (103, 104) ont montré qu'une supplémentation en créatine apporte des effets plus importants chez les hommes. Nous gardons donc à l'esprit qu'il est possible que si l'étude avait été réalisée avec une population masculine, les résultats obtenus pourraient potentiellement différer.

7.4 Forces

A l'exception de l'étude pilote de Wilborn et al. (50) toutes les études incluses dans notre revue sont des essais cliniques randomisés de faible puissance qui, selon la grille de gradation de l'évidence scientifique de la Haute Autorité de Santé (HAS), sont de niveau 2 de preuve scientifique, soit le deuxième niveau de preuve le plus fort, garantissant ainsi la qualité des résultats obtenus (52).

L'exclusion volontaire des études parues avant 2004 induit donc que seuls les articles les plus récents ont été analysés lors de ce travail. De ce fait, les résultats de cette revue systématiques correspondent aux dernières avancées parues dans la littérature, permettant d'actualiser ou de confirmer les connaissances actuelles concernant notre problématique.

Le fait d'inclure uniquement des études traitent simultanément de l'impact de la créatine sur la force et l'hypertrophie musculaire permet de garantir que l'impact de la créatine sur la force à réellement été mesuré et étudié à part entière, de même pour l'hypertrophie, et donc qu'aucun des résultats concernant ces paramètres n'a été déduit.

7.5 Limites

Notre travail comprend également certaines limites. En effet, dans les études que nous avons analysées un grand nombre de marqueurs différents est étudiés et la plupart sont sujets que d'une seule étude. Ceci rend difficile la comparaison des résultats entre chaque étude, les moyens d'évaluation des effets de l'intervention n'étant pas les mêmes, de même que la fiabilité des marqueurs étudiés.

De plus, le faible nombre d'articles analysés et l'hétérogénéité des populations étudiées d'un point de vue de la pratique sportive rend difficile la généralisation des résultats sur une population générale. Il aurait en effet fallu que plusieurs études similaires soient effectuées sur chaque type de population afin que nous puissions les comparer entre elles pour augmenter la représentativité de nos résultats.

Le fait que les interventions de chaque étude ne soient pas identiques est également une limite. En effet, que ce soit concernant la fréquence ou le type d'exercice effectués lors des entraînements de résistance ou la fréquence et le dosage de la supplémentation en créatine, les protocoles diffèrent dans chaque étude. Encore une fois cette disparité entre les études rend peu représentatif la comparaison des résultats.

De plus, certaines informations pouvant avoir un impact sur les résultats des études n'étaient pas mentionnées dans certaines études, rendant alors difficile l'interprétation éclairée des données récoltées. A titre d'exemple, dans les études de Candow et al. (47) ainsi que Cribb et al. (49), il n'était formulé aucune précision quant au type de régime suivi par les participants avant ou durant l'intervention, ni concernant leur apport en calorie et en micronutriments. Dans trois des études analysées (47,48,51), le niveau d'activité physique, le type de sport ainsi que la fréquence pratiquée avant l'intervention n'était que peu précisé, voir totalement absent.

7.6 Biais

Nous expliquons dans les résultats que le recrutement des participants de chaque étude s'est fait sur la base du volontariat, ce qui peut être un biais de sélection. En effet, les participants sélectionnés pouvaient être plus motivés à réussir et à mieux s'entraîner que la population générale, ce qui ne correspond pas à un échantillon représentatif.

Nous pensons qu'il est également possible qu'il existe une source de biais liés au financement des études. En effet, parmi les 5 études analysées dans notre travail seul deux ont mentionné leur source de financement et parmi elles, une des études est financée par deux fabricants et vendeurs de compléments alimentaires américains (50). Cette étude affiche des résultats positifs quant aux bénéfices de la créatine sur différentes variables, il est donc possible de mettre en cause la fiabilité de ces résultats en raison du conflit d'intérêts. Le fait que la plupart des études n'indiquent pas leurs sources de financement peut laisser penser qu'elles manquent de neutralité et que la mention des financeurs a volontairement été omise.

Il est également possible qu'une partie de la littérature n'ait volontairement pas été publiée si les résultats obtenus n'étaient pas en faveur de l'efficacité d'une supplémentation en créatine sur les performances.

8 Perspectives

8.1.1 Pistes pour de prochaines études

Un plus grand nombre d'études récentes analysant à la fois la force et l'hypertrophie de manière simultanée en lien avec cette supplémentation est nécessaire afin de permettre un positionnement clair sur le sujet. Plus de transparence concernant les protocoles d'interventions et de mesures de même que concernant les sources de financement des études sont nécessaires à l'évaluation de leur fiabilité.

Dans les résultats que nous avons obtenus il ressort de manière quasi systématique que l'impact de la créatine sur l'évolution des marqueurs étudiés n'est pas significativement différent de l'impact de la Whey Protein ou de supplémentations combinées. Il semble donc pertinent d'inclure différentes sortes de supplémentations dans les essais cliniques et de les étudier de manière simultanée, toujours dans le but de confirmer ou non une plus-value à la consommation de créatine en comparaison avec d'autres substances.

A plusieurs reprises dans ce travail a été souligné une différence significative des résultats pour les groupes supplémentés en créatine entre les populations masculines et féminines. Des investigations plus poussées sur ce phénomène seraient pertinentes afin de confirmer ou non cette hypothèse et d'en comprendre les raisons physiologiques ou mécaniques, les résultats obtenus pouvant impacter les conseils transmis dans la pratique.

Finalement, une évaluation plus poussée de l'évolution de l'eau corporelle est nécessaire afin d'évaluer si une supplémentation en créatine favorise la synthèse de nouvelles fibres musculaires ou si l'hypertrophie et l'augmentation du volume musculaire et corporel décrite est uniquement due à une rétention d'eau. Afin d'investiguer cette piste, l'évaluation systématique de marqueurs de la rétention d'eau, tel que le volume de diurèse ou encore la pratique de ponctions-biopsie, est nécessaire en parallèle des marqueurs de l'hypertrophie.

8.1.2 Positionnement pour la pratique

Comme explicité dans l'introduction, le rôle des diététicien-ene-s est d'accompagner les individus au travers de leurs objectifs, de répondre aux questions de la population et de se positionner de manière professionnelle sur la base de connaissances actuelles.

Selon les informations recueillies dans cette revue systématique, une supplémentation en créatine chez les sportifs pratiquant des efforts courts et intenses ne peut pas être conseillée comme un moyen auxiliaire favorisant de manière nette les performances physiques. D'après notre travail, il est nécessaire d'informer le potentiel consommateur sur le fait que les résultats décrits sur cette supplémentation ne sont pas unanimes mais qu'ils n'excluent pas des effets

positifs sur l'hypertrophie musculaire. Son influence sur la force est plus mitigée et la population féminine semble moins sujette à obtenir des résultats significatifs en lien avec cette supplémentation.

Il est également à relever que les résultats indiquant une hypertrophie n'ont pas différencié une augmentation due à un accroissement de l'eau intracellulaire d'une augmentation due à un gain de volume musculaire et de nombre de cellules.

Une supplémentation en créatine à des fins d'amélioration des performances ne serait pas plus à conseiller qu'une supplémentation en Whey Protein, les deux ayant en moyenne démontré des résultats similaires.

Au vu des résultats obtenus, l'utilisation de la créatine chez les sportifs d'endurance pratiquant une activité nécessitant de la force musculaire comme par exemple pour le cyclisme n'est pas pertinente. La créatine n'a pas démontré d'effet significatif et fiable sur la force, de plus l'augmentation du poids corporel en lien avec l'hypertrophie et la rétention d'eau intracellulaire pourrait avoir un effet péjorant sur les performances d'endurance.

9 Conclusion

Malgré la publication de nombreuses études scientifiques sur les effets de la créatine sur la performance ces dernières décennies, peu d'études solides ont été effectuées pour investiguer les nombreuses allégations rattachées à la créatine.

Les résultats des études analysées dans cette revue systématique ne sont pas unanimes, rendant difficile le positionnement clair quant à l'effet de cette supplémentation sur l'augmentation de l'hypertrophie mais également de la force dans le cadre d'entraînements de résistance.

En raison du faible nombre d'études et de participants étudiés, de l'hétérogénéité des populations et des marqueurs discutés, ainsi que les lacunes méthodologiques de certains essais cliniques analysés, la comparaison entre les différentes données n'est pas nécessairement représentative, ce qui empêche l'interprétation éclairée des résultats et son extrapolation à la population générale.

Les principaux résultats amenés par ce travail indiquent que la créatine semble toutefois avoir un impact plus important sur l'évolution de l'hypertrophie musculaire que sur celle de la force, pouvant alors laisser penser que l'augmentation de la force citée dans une partie de la littérature a été déduite sur le constat d'une l'hypertrophie musculaire et non nécessairement mesurée, ou du moins sur des preuves de qualité discutables.

Afin de pouvoir se positionner plus clairement sur notre question de recherche, un plus grand nombre d'études est nécessaire. Les populations sélectionnées doivent être plus larges et homogènes et les marqueurs de performance analysés plus fiables et représentatifs des résultats recherchés.

Malgré le fait que notre travail ne puisse répondre complètement à notre question de recherche, nous espérons qu'il permettra aux différents professionnels de la nutrition ou des domaines sportifs de mieux se positionner et fournir des conseils adéquats en lien avec la consommation de créatine dans le cadre d'entraînements de résistance.

10 Bibliographie :

1. Volek JS, Rawson ES. Scientific basis and practical aspects of creatine supplementation for athletes. Nutrition [En ligne]. 2004 Jul [consulté le 2019 Jul 20];20(7–8):609–14. Disponible: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0899900704001054>
2. Kim E. Un marché plein de vitalité [En ligne]. Fédération romande des consommateurs. 2013 [consulté le 2018 Dec 17]. Disponible: <https://www.frc.ch/un-marche-plein-de-vitalite/>
3. Pérès G. L'évaluation des risques présentés par la créatine pour le consommateur - Véracité des allégations relatives à la performance sportive ou à l'augmentation de la masse musculaire [En ligne]. 2001. Disponible: <https://www.irbms.com/download/documents/NUT-Ra-Creatine.pdf>
4. Lamprecht M, Fischer A, Stamm H. Activité et consommation sportives de la population suisse [En ligne]. Office fédéral du sport OFSPO; 2014. Disponible: <https://www.baspo.admin.ch/fr/dokumentation/publikationen/sport-schweiz-2014.html>
5. Deloy L. Compléments et produits alimentaires chez le sportif: consommation, risques et importance du conseil officinal. :98.
6. Les compléments alimentaires destinés aux sportifs [En ligne]. Anses; 2016. Disponible: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2014SA0008Ra.pdf>
7. Di Costanzo G. CRÉATINE & CRÉATININE [En ligne]. [consulté le 2019 Jul 19]. Disponible: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/creatine-et-creatinine/>
8. Nau J-Y. Tout savoir sur la créatine (3) [En ligne]. Revue médicale suisse. [consulté le 2019 Jul 19]. Disponible: <https://www.revmed.ch/RMS/2001/RMS-2335/235>
9. Mottram D. Creatine. In: Drugs in Sport. 2005.
10. Wyss M, Kaddurah-Daouk R. Creatine and Creatinine Metabolism. 2000;80:107.
11. Nau J-Y. Tout savoir sur la créatine (1) [En ligne]. Revue médicale suisse. [consulté le 2019 Jul 19]. Disponible: <https://www.revmed.ch/RMS/2001/RMS-2333/207>
12. Becque M, Lochmann J, Melrose D. Effects of oral creatine supplementation on muscular strength and body composition. Med Sci Sports Exerc [En ligne]. 2000 Mar;32. Disponible: <https://insights.ovid.com/pubmed?pmid=10731009>
13. Souza-Junior TP, Willardson JM, Bloomer R, Leite RD, Fleck SJ, Oliveira PR, et al. Strength and hypertrophy responses to constant and decreasing rest intervals in trained men using creatine supplementation. J Int Soc Sports Nutr [En ligne]. 2011 Dec [consulté le 2019 Jul 29];8(1):17. Disponible: <https://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/1550-2783-8-17>
14. Flück J. GUIDE DES SUPPLÉMENTS NUTRITIONNELS Suppléments A pour la performance [En ligne]. Swiss Sports Nutrition Society; [consulté le 2019 Jul 19]. Disponible: http://www.ssns.ch/wp-content/uploads/2018/06/SSNS-Supplementguide-Kreatin_FR.pdf
15. Nau J-Y. Tout savoir sur la créatine (2) [En ligne]. Revue médicale suisse. Disponible: <https://www.revmed.ch/RMS/2001/RMS-2334/220>

16. Entraînement contre résistance [En ligne]. Toronto Rehabilitation Institute; Disponible: 22. <https://www.healtheuniversity.ca/FR/CardiacCollege/Documents/s2c12-fr.pdf>
17. Chabloz E, Ep M. Les bases de la planification en musculation. 2016;12.
18. Boudard A. Musculation et développement de la force [En ligne]. [consulté le 2019 Jul 19]. Disponible: <http://doczz.fr/doc/649080/musculation-et-d%C3%A9veloppement-de-la-force>
19. Seo D, Kim E, Fahs CA, Rossow L, Young K, Fergu SL. Reliability of the one-repetition maximum test based on muscle group and gender. :5.
20. Barbell bench press - medium grip [En ligne]. Bodybuilding.com. [consulté le 2018 Dec 17]. Disponible: <https://www.bodybuilding.com/exercises/barbell-bench-press-medium-grip>
21. Barbell squat [En ligne]. Bodybuilding.com. [consulté le 2018 Dec 17]. Disponible: <https://www.bodybuilding.com/exercises/barbell-squat>
22. Leg press [En ligne]. Bodybuilding.com. [consulté le 2018 Dec 17]. Disponible: <https://www.bodybuilding.com/exercises/leg-press>
23. Lessard Forcier J. Le test de Wingate: un test de puissance et de capacité anaérobie. :12.
24. Test anaérobie de Wingate [En ligne]. Cyclus 2. [consulté le 2018 Dec 17]. Disponible: <https://www.cyclus2.com/fr/test-anaerobie-de-wingate.htm>
25. Krishnan A, Sharma D, Bhatt M, Dixit A, Pradeep P. Comparison between Standing Broad Jump test and Wingate test for assessing lower limb anaerobic power in elite sportsmen. Med J Armed Forces India [En ligne]. 2017 Apr [consulté le 2019 Jul 20];73(2):140–5. Disponible: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377123716301654>
26. Wingate anaerobic sprint test [En ligne]. European College of Sport Science. [consulté le 2018 Dec 17]. Disponible: <https://www.smas.org/2-kongres/wingate.html>
27. Biologie de la force musculaire [En ligne]. Médecine Sorbonne Université; Disponible: <http://www.chups.jussieu.fr/polys/dus/dusmedecinedusport/dupromotionsportetsante2011/courspeciaux/1ercoursBiologiedelaForceMusculaire.pdf>
28. Gagné Lemieux L. Puissance musculaire et saut vertical? [En ligne]. Puissance musculaire et saut vertical ? [consulté le 2019 Jul 18]. Disponible: <http://scienceperfo.com/puissance-musculaire-et-saut-vertical/>
29. Typologie des fibres musculaires [En ligne]. Université de Rennes; Disponible: <https://cursus.univ-rennes2.fr/file.php/848/TypologieMusculaire.pdf>
30. Cometti G. LES MECANISMES DE LA FORCE : :20.
31. Lloret-Linares C, Oppert J-M. La mesure de la composition corporelle: nouveaux aspects. Sang Thromb Vaiss [En ligne]. 2009 May [consulté le 2019 Jul 27];(5):232–239. Disponible: <http://www.john-libbey-eurotext.fr/medline.md?doi=10.1684/stv.2009.0394>
32. Grappe F. Méthodes de quantification de la charge d'entraînement et Relation avec la performance. :74.
33. Debraux P. Gains en force et en hypertrophie musculaire : Sommes-nous tous égaux ? [En ligne]. 2016 [consulté le 2019 Jul 19]. Disponible: <https://www.sci-sport.com/articles/Gains-en-force-et-en-hypertrophie-musculaire-sommes-nous-tous-egaux-145.php>

34. Ahtiainen JP, Walker S, Peltonen H, Holviala J, Sillanpää E, Karavirta L, et al. Heterogeneity in resistance training-induced muscle strength and mass responses in men and women of different ages. *AGE* [En ligne]. 2016 Feb [consulté le 2019 Jul 29];38(1):10. Disponible: <http://link.springer.com/10.1007/s11357-015-9870-1>
35. Place N. « La force musculaire: considérations physiologiques et biomécaniques » [En ligne]. 2016 [consulté le 2019 Jul 19]. Disponible: https://sspmp.ch/crp/Champery2016_BigFiles/Place_La%20force%20musculaire.pdf
36. Composition corporelle [En ligne]. CHUV; Disponible: <https://www.chuv.ch/fr/rhumatologie/rhu-home/patients-et-famille/examens-et-traitements/composition-corporelle/>
37. Morales S. Comparaison de trois méthodes d'évaluation de la morphologie du bras affecté par le lymphoedème chez des femmes ayant été atteintes du cancer du sein. :86.
38. Composition corporelle. Collège Enseign Nutr [En ligne]. 2010 2011;12. Disponible: http://campus.cerimes.fr/nutrition/enseignement/nutrition_2/site/html/cours.pdf
39. Gonzalez E. Imagerie par DXA : le couteau suisse multifonction ? :6.
40. Brun CE, Dumont NA. Déficiences intrinsèques des cellules satellites dans la dystrophie musculaire de Duchenne. *médecine/sciences* [En ligne]. 2016 Oct [consulté le 2019 Jul 27];32(10):800–2. Disponible: <http://www.medecinesciences.org/10.1051/medsci/20163210003>
41. Barbosa I. Etude in vivo et in vitro de la myogenèse et des GAG naturels associés: effets des RGTA, mimétiques fonctionnels des héparanes sulfates. [En ligne]. 2003 [consulté le 2019 Jul 19]. Disponible: <http://doxa.u-pec.fr/theses/th0211099.pdf>
42. Roussel M-P. Adaptations du muscle squelettique induites par l'entraînement physique en résistance, aigu et chronique, chez les patients atteints de dystrophie myotonique de type. :111.
43. Guerci A, Lahoute C, Hébrard S, Collard L, Daegelen D, Sotiropoulos A. Srf: un acteur clé de l'hypertrophie du muscle squelettique. *médecine/sciences* [En ligne]. 2012 May [consulté le 2019 Jul 29];28(5):468–70. Disponible: <http://www.medecinesciences.org/10.1051/medsci/2012285008>
44. Muraki S, Fukumoto K, Fukuda O. Prediction of the muscle strength by the muscle thickness and hardness using ultrasound muscle hardness meter. *SpringerPlus* [En ligne]. 2013 Dec [consulté le 2019 Jul 29];2(1):457. Disponible: <https://springerplus.springeropen.com/articles/10.1186/2193-1801-2-457>
45. Franchi MV, Longo S, Mallinson J, Quinlan JI, Taylor T, Greenhaff PL, et al. Muscle thickness correlates to muscle cross-sectional area in the assessment of strength training-induced hypertrophy. *Scand J Med Sci Sports* [En ligne]. 2018 Mar [consulté le 2019 Jul 29];28(3):846–53. Disponible: <http://doi.wiley.com/10.1111/sms.12961>
46. Evidence Analysis Manual: Steps in the Academy Evidence Analysis Process [En ligne]. Academy of Nutrition and Dietetics; 2016. 106 p. Disponible: https://www.andean.org/vault/2440/web/files/2016_April_EA_Manual.pdf
47. Candow DG, Chilibeck PD, Burke DG, Mueller KD, Lewis JD. EFFECT OF DIFFERENT FREQUENCIES OF CREATINE SUPPLEMENTATION ON MUSCLE SIZE AND STRENGTH IN YOUNG ADULTS. :8.

48. Chilibeck PD, Stride D, Farthing JP, Burke DG. Effect of Creatine Ingestion after Exercise on Muscle Thickness in Males and Females: *Med Sci Sports Exerc* [En ligne]. 2004 Oct [consulté le 2019 Jul 29];36(10):1781–8. Disponible: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00005768-200410000-00018>
49. Cribb PJ, Williams AD, Stathis CG, Carey MF, Hayes A. Effects of Whey Isolate, Creatine, and Resistance Training on Muscle Hypertrophy: *Med Sci Sports Exerc* [En ligne]. 2007 Feb [consulté le 2019 Jul 29];39(2):298–307. Disponible: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00005768-200702000-00012>
50. Wilborn CD, Outlaw JJ, Mumford PW, Urbina SL, Hayward S, Roberts MD, et al. A Pilot Study Examining the Effects of 8-Week Whey Protein versus Whey Protein Plus Creatine Supplementation on Body Composition and Performance Variables in Resistance-Trained Women. *Ann Nutr Metab* [En ligne]. 2016 [consulté le 2019 Jul 29];69(3–4):190–9. Disponible: <https://www.karger.com/Article/FullText/452845>
51. Olsen S, Aagaard P, Kadi F, Tufekovic G, Verney J, Olesen JL, et al. Creatine supplementation augments the increase in satellite cell and myonuclei number in human skeletal muscle induced by strength training: Creatine supplementation and satellite cells. *J Physiol* [En ligne]. 2006 Jun 1 [consulté le 2019 Jul 29];573(2):525–34. Disponible: <http://doi.wiley.com/10.1113/jphysiol.2006.107359>
52. Haute Autorité de Santé. Choix méthodologiques pour l'évaluation de l'efficience à la HAS Version soumise à la consultation publique [En ligne]. 2019 [consulté le 2019 Jul 19]. Disponible: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2019-07/guide_metho_efficience_version_provisoire_juillet_2019.pdf

11 Liste des tableaux:

Tableau 1 : Protocole de supplémentation	9
Tableau 2 : Mots-clés utilisés pour formuler l'équation de recherche	20
Tableau 3 : Caractéristiques des études	24
Tableau 4 : Caractéristiques des populations	25
Tableau 5 : Interventions sur les sujets et les groupes contrôles	26
Tableau 6 : Résultats de Candow et al. sur l'hypertrophie musculaire	28
Tableau 7 : Résultats de l'étude de Chilibeck et al. sur l'hypertrophie musculaire	28
Tableau 8 : Résultats de l'étude de Cribb et al. sur l'hypertrophie musculaire	28
Tableau 9 : Résultats de l'étude de Wilborn et al. sur l'hypertrophie musculaire	29
Tableau 10 : Résultats de l'étude de Olsen et al. sur l'hypertrophie musculaire	29
Tableau 11 : Résultats de l'étude de Candow et al. sur la force	31
Tableau 12 : Résultats de l'étude de Chilibeck et al. sur la force	31
Tableau 13 : Résultats de l'étude de Cribb et al. sur la force	31
Tableau 14 : Résultats de l'étude de Wilborn et al. sur la force	32
Tableau 15 : Résultats de l'étude de Olsen et al. sur la force	33
Tableau 16 : Récapitulatif des performances	50
Tableau 17 : Récapitulatif des masses	51

12 Liste des figures

Figure 1 : Synthèse de la créatine	5
Figure 2 : Cycle ATP et créatine	7
Figure 3 : Résumé de la sélection des articles	23

13 Annexes

13.1 Annexe I : Tableaux récapitulatifs des performances et masses

Tableau 16 : Récapitulatif des performances

	1RM-Bench Press/Rep to fatigue (kg)		1RM-Leg Press / Squat / Rep to fatigue (kg)		Maximal muscle strength (Nm)				Vertical jump (VJ) (kg)		Broad Jump (BJ) (cm)		Wingate mean power (WP) (Watt)				
	CON (PLA2)	INT (CR2)	CON (PLA2)	INT (CR2)													
Candow et al., (2011) (47)	5.5(±0.5)	8.6(±3.5)	40(±35)	63.1(±57)													
	p<0.05		p<0.05														
	CON (PLA3)	INT (CR3)	CON (PLA3)	INT (CR3)													
	3.6(±1.1)	6.6(±1.4)	40(±18)	35(±25)													
p<0.05		p<0.05															
Chilibeck et al., (2004) (48)	CON (PLA)	INT (CREA)	CON (PLA)	INT (CREA)													
	15(±1)	15(±1)	29(±5)	34(±6)													
p<0.01		Pas de différences															
Cribb et al., (2007) (49)		PRE	POST														
	CrCHO	84.2(±4.9)	88.2(±5.0)														
	CrWP	83.9(±4.8)	87.9(±5.0)														
	CHO	75.6(±4.7)	77.0(±4.8)														
WP	69.7(±5.0)	72.3(±4.3)															
Wilborn et al., (2016) (50)		CON (PRO)	INT (PRO + CRE)		CON (PRO)	INT (PRO + CRE)		CON (PRO)	INT (PRO + CRE)		CON (PRO)	INT (PRO + CRE)		CON (PRO)	INT (PRO + CRE)		
	W0	40 (±6)	43(±9)	W0	225(±38)	216(±33)	W0	44.3(±6.7)	47.5(±7.0)	W0	168(±23)	170(±23)	W0	377(±59)	367(±33)		
	W4	44 (±5)	47 (±9)	W4	285 (±47)	261 (±44)	W4	42.5 (±6.5)	45.6(±6.8)	W4	178(±22)	183(±15)	W4	399(±69)	375(±55)		
	W8	46(±7)	50(±8)	W8	323 (±65)	296(±72)	W8	44.6 (±6.2)	49.2 (±7.8)	W8	181 (±21)	188(±18)	W8	419 (±53)	387(±43)		
p<0.001		p<0.001						p=0.97		p<0.001		p=0.009					
Olsen et al., (2006) (51)					STR-CRE	STR-PRO	STR-CON	CON									
					WK0	307.2(±25.9)	277.4(±49.3)	294.0(±26.7)	330(±67.9)								
					WK16	371.8(±69.7)	326.3(±66.4)	339.9(±63.0)	315.3(±59.4)								
				p<0.05 pour le groupe STR-CRE en comparaison aux groupes STR-PRO, STR-CON et CON													

Tableau 17 : Récapitulatif des masses

	Masse corporelle totale (kg)		Masse maigre (MM) (kg)		Knee muscle thickness (cm)		Elbow muscle thickness (cm)		Cellules satellites (CS)		Cellules mononuclées		Muscle mean fibre cross-sectional area (MFA) (μm^2)						
	CON (PLA2)	INT (CR2)					CON (PLA2)	INT (CR2)											
Candow et al., (2011) (47)	-	1.8(\pm 0.2)					0.05(\pm 0.5)	0.6(\pm 0.9)											
	p<0.05 par rapport à PLA3						p<0.05												
	CON (PLA3)	INT (CR3)					CON (PLA3)	INT (CR3)											
	0.2(\pm 0.3)	1.5(\pm 0.4)					0.13(\pm 0.7)	0.4(\pm 0.6)											
p<0.05						p=0.05													
Chilibeck et al., (2004) (48)			CON (PLA)	INT (CREA)	CON(PLA)	INT (CREA)	CON(PLA)	INT (CREA)											
			0.75(\pm 0.17)	0.89(\pm 0.16)	0.14(\pm 0.09)	0.22(\pm 0.09)	0.24(\pm 0.07)	0.36(\pm 0.06)											
	Pas de différences		Non-significatif		p<0.02														
Cribb et al., (2007) (49)		PRE	POST		PRE	POST													
	CrCHO	84.2(\pm 4.9)	88.2(5.0)	CrCHO	67.0(\pm 2.6)	71.3(\pm 3.0)													
	CrWP	83.9(\pm 4.8)	87.9(\pm 5.0)	CrWP	67.9(\pm 2.6)	71.3(\pm 2.8)													
	CHO	75.6(\pm 4.7)	77.0(\pm 4.8)	CHO	62.3(\pm 2.8)	63.0(\pm 2.7)													
	WP	69.7(\pm 5.0)	72.3(\pm 4.3)	WP	59.0(\pm 3.2)	61.3(\pm 3.0)													
Wilbom et al., (2016) (50)		CON (PRO)	INT (PRO + CRE)		CON (PRO)	INT (PRO + CRE)													
	W0	64.3(\pm 8.6)	65.1(\pm 8.4)	W0	41.4(\pm 4.1)	41.6(\pm 3.7)													
	W4	66.0(\pm 8.5)	65.4(\pm 8.7)	W4	42.5(\pm 4.3)	43.2(\pm 3.7)													
	W8	67.2(\pm 9.0)	65.9(\pm 9.5)	W8	44.0(\pm 4.3)	44.2(\pm 4.4)													
		p<0.001			p<0.001														
Olsen et al., (2006) (51)									WK0	WK16		WK0	WK16						
									0.11(\pm 0.03)	0.14(\pm 0.03)		1.90(\pm 0.23)	2.13(\pm 0.17)		5268(\pm 646)	6148(\pm 969)			
									pas significatif			p<0.05			p<0.01				
									0.11(\pm 0.03)	0.18(\pm 0.06)		1.98(\pm 0.28)	2.18(\pm 0.22)		5064(\pm 702)	5461(\pm 873)			
									p<0.05			p<0.05			p<0.01				
									0.10(\pm 0.01)	0.13(\pm 0.03)		1.98(\pm 0.18)	2.16(\pm 0.30)		5052(\pm 450)	5635(\pm 648)			
									p<0.05			p<0.05			p<0.01				
									CON	0.10(\pm 0.02)	0.12(\pm 0.04)		CON	2.01(\pm 0.24)	1.92(\pm 0.29)		CON	5971(\pm 690)	5725(\pm 404)

13.2 Annexe II : Analyse qualité revue – Volek et al.

h e d s

Haute école de santé
Genève
Filière Nutrition et diététique

DOCUMENT INTERNE A NE PAS DIFFUSER

Analyse qualité d'articles de REVUE DE LITTÉRATURE¹

« Scientific Basis and Practical Aspects of Creatine Supplementation for Athletes »

Résumé descriptif

Référence	Jeff S. Volek, PhD, RD, and Eric S. Rawson, PhD
Devis d'étude	
Niveau de qualité	<input type="checkbox"/> + (Positif) X – (Négatif) <input type="checkbox"/> ⊖ (Neutre)
But de la revue de littérature	Discuter les résultats des études montrant un effet bénéfique de la créatine sur les adaptations à l'entraînement avec résistance, en mettant l'accent sur les effets et les mécanismes d'action cellulaires.
Critères d'inclusion des articles	Non précisé
Critères d'exclusion des articles	Non précisé
Description du protocole de l'étude	Bases de données utilisées : non précisé N investigateurs impliqués dans la sélection des articles : non précisé Designs d'études incluses : Non précisé Méta-analyse présente ou non : oui
Extraction des variables	Variables dépendantes : évolution de la force et de l'augmentation de la taille musculaire, volume d'entraînement, hypertrophie des fibres musculaires, croissance musculaire, gonflement cellulaire, synthèse protéique Variables indépendantes : -- Autres variables en lien : --
Description de l'échantillon étudié	N articles inclus au final: non précisé

¹ Traduction libre de Worksheet template and Quality criteria checklist : Review Articles.

Academy of Nutrition and Dietetics, Evidence Analysis Library®. <http://www.andeal.org/evidence-analysis-manual> (accédé le 18 janvier 2017)

	Présence d'un schéma descriptif du processus de sélection des articles avec n exclus et raisons (oui ou non) : non Origines des études incluses : non précisé N (min et max) des sujets inclus dans les études : non précisé
--	--

Résumé des résultats	Constatations principales : augmentation significative de la force musculaire en raison de l'augmentation du stock musculaire en créatine, indépendamment du volume d'entraînement. Augmentation significative de du volume musculaire et du développement des fibres de types I et II en lien avec une supplémentation en créatine comparé aux groupes placebo. Constatations secondaires : --
Conclusion des auteurs	Des incertitudes persistent quant aux doses optimales de suppléments et les raisons pour lesquelles certains sujets ne répondent pas à la créatine.
Commentaires	--
Source de financement	Non précisé

Analyse qualité

Symboles	Légende
+	Positif : Indique que l'article a abordé clairement les critères d'inclusion et d'exclusion, les biais, la généralisabilité, le recueil et l'analyse des données
-	Négatif : Indique que les éléments ci-dessus n'ont pas été abordés de manière suffisante
⊖	Neutre : Indique que l'article n'est ni particulièrement robuste ni particulièrement faible

Checklist

Questions de pertinence	
1. Est-ce que la réponse à la question de recherche, en admettant qu'elle soit vraie, aura un impact direct sur la santé des patients ou du groupe cible?	<u>Q</u> -N-PP-NA
2. Est-ce que l'outcome ou le thème étudié (variable dépendante) est important du point de vue du groupe cible ?	<u>Q</u> -N-PP-NA
3. Est-ce que l'intervention ou la procédure (variable indépendante) ou le thème de la revue de littérature est pertinent en pratique diététique ?	<u>Q</u> -N-PP-NA

4. Est-ce que l'information, en admettant qu'elle soit vraie, requerra un changement de pratique ?	O- <u>N</u> -PP-NA
--	--------------------

Oui=O ; Non=N ; Peu de précisions=PP ; Ne s'applique pas=NA

Questions de validité	
1. La question de recherche de la revue de littérature était-elle appropriée et ciblée de manière claire ?	O- <u>N</u> -PP-NA
2. La stratégie de recherche utilisée pour trouver les études pertinentes était-elle exhaustive ? Y avait-il une description des bases de données examinées et des termes de recherche utilisés ?	O- <u>N</u> -PP-NA
3. Les méthodes de sélection des études à inclure dans la revue étaient-elles explicites ? Est-ce que les critères d'inclusion/exclusion étaient spécifiés et étaient-ils appropriés ? La sélection des études à inclure dans la revue était-elle exempte de biais ?	O- <u>N</u> -PP-NA
4. Est-ce que la revue incluait une évaluation de la qualité et de la validité des études incluses ? Si oui, est-ce que les méthodes d'évaluation étaient explicitées, appropriées et reproductibles ?	O- <u>N</u> -PP-NA
5. Y avait-il une description de traitements, d'interventions ou d'expositions spécifiques ? Les différents traitements étaient-ils suffisamment similaires pour être réunis/combinés ?	O- <u>N</u> -PP-NA
6. Est-ce que la variable de résultat était explicitée clairement ? Est-ce que des variables complémentaires étaient examinées ?	O- <u>N</u> -PP-NA
7. Est-ce que les modalités d'extraction de données, de synthèse et d'analyse des résultats étaient décrites ? Ces modalités étaient-elles utilisées systématiquement pour chaque étude et chaque groupe ? La synthèse (qualitative ou quantitative) était-elle effectuée de manière appropriée ? La variabilité des résultats entre les études était-elle analysée ? Est-ce que les problèmes d'hétérogénéité ont été pris en compte ? En cas d'agrégation de données pour une méta-analyse, la procédure était-elle décrite ?	O- <u>N</u> -PP-NA
8. Est-ce que les résultats sont présentés clairement, de manière narrative et/ou quantitative ? En cas de présentation de statistiques, est-ce que les niveaux de signification ou les intervalles de confiance sont inclus ?	O-N- <u>PP</u> -NA
9. Les conclusions sont-elles étayées par les résultats et tiennent-elles compte des biais et limites ? Est-ce que les faiblesses de la revue sont identifiées et discutées ?	O- <u>N</u> -PP-NA
10. Est-ce qu'un biais dû au financement ou au sponsoring de l'étude était peu probable ?	O- <u>N</u> -PP-NA

Cotation

POSITIF (+)

Si la majorité des réponses aux questions de validité ci-dessus sont « Oui », y compris les critères 1, 2, 3 et 4, l'article de revue devrait être désigné par le symbole plus (+).

NEGATIF (-)

Si la plupart (≥ 6) des réponses aux questions de validité ci-dessus sont « Non », l'article de revue devrait être désigné par le symbole moins (-).

NEUTRE (⊖)

Si la réponse à l'une des quatre premières questions de validité (1-4) est « Non », mais que d'autres critères révèlent des points forts, l'article de revue devrait être désigné par le symbole neutre (⊖).

13.3 Annexe III : Analyse qualité d'articles – Candow

h e d s

Haute école de santé
Genève
Filière Nutrition et diététique

DOCUMENT INTERNE A NE PAS DIFFUSER

Analyse qualité d'articles de RECHERCHE¹

« EFFECT OF DIFFERENT FREQUENCIES OF CREATINE SUPPLEMENTATION ON MUSCLE SIZE AND STRENGTH IN YOUNG ADULTS »

Résumé descriptif

Référence	Candow, DG, Chilibeck, PD, Burke, DG, Mueller, KD, and Lewis, JD.
Devis d'étude	--
Niveau de qualité	<input type="checkbox"/> + (Positif) <input type="checkbox"/> - (Négatif) X ⊙ (Neutre)
But de la recherche	Déterminer si une supplémentation en créatine avec différents dosages et fréquences directement après un exercice peut augmenter la taille musculaire lors d'entraînements de résistance.
Critères d'inclusion	Etudiants physiquement actifs sans pratique d'entraînement de résistance préalable.
Critères d'exclusion	Consommation de créatine dans les 6 mois précédents, végétariens, consommation journalière de plus de 150mg de caféine, anomalies des reins, fumeurs.
Description du protocole de l'étude	Recrutement : volontariat Design : RCT Aveuglement (si applicable) : double aveugle → suppléments de forme et taille similaire, randomisés, codés et placés dans des enveloppes Intervention (si applicable) : créatine → 0.10g/kg de créatine 3Xsemaine lors de résistance training pour groupe CR2, 0.15g/kg 3Xsemaine lors de résistance training pour le groupe CR3 Analyses statistiques : ANOVA
Recueil de données	Moments de mesure : juste avant et après l'intervention durant 6 semaines Variables dépendantes : volume musculaire de l'épaule et du genou, évolution 1RM, fonction rénale Variables indépendantes : --

¹ Traduction libre de Worksheet template and Quality criteria checklist : Primary Research. Academy of Nutrition and Dietetics, Evidence Analysis Library®. <http://www.andean.org/evidence-analysis-manual> (accédé le 18 janvier 2017)

	Autres variables en lien : --
Description de l'échantillon étudié	<p>N initial sujets: <u>50</u> (25 Hommes ; 24 Femmes)</p> <p>N final analysé : <u>38</u> (Taux de retrait : <u>19%</u>)</p> <p>Age (moyenne ; groupes ; etc.): 21-28 ans</p> <p>Origine : Canada</p> <p>Autres caractéristiques démographiques : --</p> <p>Données anthropométriques : (kg) CR2 : 77 (15.6) CR3 : 71 (9.4) PL2 : 76 (16) PL3 : 71 (13.4)</p> <p>Lieu de recrutement : non précisé</p>

Résumé des résultats	<p>Constatations principales : augmentation de la force et de l'épaisseur musculaire chez tous les groupes mais principalement chez les 2 groupes supplémentés en créatine.</p> <p>Constatations secondaires : Effets significativement plus présent chez les hommes que chez les femmes. Pas de différence de résultat entre les fréquences d'administration de la créatine.</p>
Conclusion des auteurs	La supplémentation en créatine lors d'entraînement de résistance induit un faible bénéfice sur l'augmentation du volume musculaire.
Commentaires	--
Source de financement	Pas mentionné dans l'étude

Analyse qualité

Symboles	Légende
+	Positif : Indique que l'article a abordé clairement les critères d'inclusion et d'exclusion, les biais, la généralisabilité, le recueil et l'analyse des données.
-	Négatif : Indique que les éléments ci-dessus n'ont pas été abordés de manière suffisante.
⊖	Neutre : Indique que l'article n'est ni particulièrement robuste ni particulièrement faible.

Checklist

Questions de pertinence	
-------------------------	--

1. En cas de résultat positif de l'intervention étudiée, est-ce que sa mise en application résulterait en une amélioration pour le groupe cible ? (Non applicable pour certaines études épidémiologiques).	<u>O</u> N PP NA
2. Est-ce que l'outcome ou le thème étudié (variable dépendante) est important du point de vue du groupe cible ?	<u>O</u> N PP NA
3. Est-ce que l'intervention ou la procédure (variable indépendante) ou le thème de l'étude est une préoccupation fréquente en pratique diététique ?	O N <u>PP</u> NA
4. Est-ce que l'intervention ou la procédure est réalisable/faisable ? (Non applicable pour certaines études épidémiologiques).	<u>O</u> N PP NA

Oui=O ; Non=N ; Peu de précisions=PP ; Ne s'applique pas=NA

Questions de validité	
1. Est-ce que la <u>question de recherche</u> a été clairement posée ?	<u>O</u> -N-PP-NA
1.1 Est-ce que l'intervention ou la procédure (variable indépendante) a été identifiée ?	<u>O</u> -N-PP-NA
1.2 Est-ce que les variables de résultat (outcome, variables dépendantes) ont été clairement indiquées ?	<u>O</u> -N-PP-NA
1.3 Est-ce que la population cible et le cadre de l'étude ont été spécifiés ?	O-N- <u>PP</u> -NA
2. Est-ce que la <u>sélection</u> des sujets de l'étude était exempt de biais ?	O-N- <u>PP</u> -NA
2.1 Est-ce que les critères d'inclusion et d'exclusion étaient spécifiés (facteurs de risque, stade de la maladie, critères de diagnostic, comorbidités, etc.) et avec suffisamment de détails, sans omettre ceux essentiels pour l'étude ?	O-N- <u>PP</u> -NA
2.2 Est-ce que les critères ont été appliqués de manière identique dans tous les groupes étudiés ?	<u>O</u> -N-PP-NA
2.3 Est-ce que les caractéristiques de santé, les caractéristiques sociodémographiques et les autres caractéristiques des sujets sont décrites ?	O-N- <u>PP</u> -NA
2.4 Est-ce que les sujets peuvent être considérés comme un échantillon représentatif de la population cible ?	O-N- <u>PP</u> -NA
3. Est-ce que les groupes étudiés étaient comparables ?	<u>O</u> -N-PP-NA
3.1 Est-ce que la méthode de répartition des sujets dans les groupes était décrite et non biaisée ? En cas d'essai contrôlé randomisé, est-ce que la méthode de randomisation était explicitée ?	<u>O</u> -N-PP-NA
3.2 Est-ce qu'au début de l'étude la distribution des caractéristiques (stade de la maladie, facteurs pronostiques ou sociodémographiques) était similaire	

<p>dans les groupes de l'étude ?</p> <p>3.3 Est-ce que les sujets du groupe contrôle étaient inclus en même temps que les autres sujet d'étude ? (Suivi en parallèle préféré au suivi rétrospectif)</p> <p>3.4 S'il s'agit d'une étude de cohorte ou transversale, est-ce que les groupes étaient comparables en termes de facteurs de confusion et est-ce que les différences préexistantes étaient prises en compte lors des analyses statistiques ? (ajustement, p.ex.).</p> <p>3.5 S'il s'agit d'une étude cas-témoin, est-ce que les facteurs de confusion potentiels étaient similaires chez les cas et les témoins? (s'il s'agit d'une étude de cas ou si les sujets étaient leur propre contrôle [cross-over] ce critère n'est pas applicable ; idem dans certaines études transversales).</p> <p>3.6 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique, est-ce qu'il y avait une comparaison indépendante faite en aveugle avec un <i>Gold standard</i> ?</p>	<p>O-N-<u>PP</u>-NA</p> <p>O-N-<u>PP</u>-NA</p> <p>O-N-PP-<u>NA</u></p> <p>O-N-PP-<u>NA</u></p> <p>O-N-<u>PP</u>-NA</p>
--	---

<p>4. Est-ce que la gestion des retraits (sujets ayant arrêté l'étude volontairement ou non) a été décrite ?</p> <p>4.1 Est-ce que les méthodes de suivi des sujets ont été décrites et étaient-elles identiques pour tous les groupes ?</p> <p>4.2 Est-ce que le nombre de retraits et les motifs (abandons, perdus de vue, etc.) ou le taux de réponse (études transversales) étaient décrits pour chaque groupe ? (Le taux de suivi pour une étude robuste est de 80%).</p> <p>4.3 Est-ce que tous les sujets inclus dans l'échantillon de départ ont été pris en compte dans l'analyse?</p> <p>4.4 Est-ce que les raisons de retrait étaient similaires dans tous les groupes ?</p> <p>4.5 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique: est-ce que la décision d'effectuer le test de référence (gold standard) n'était pas influencée par les résultats du test étudié (nouveau test) ?</p>	<p>O-<u>N</u>-PP-NA</p> <p>O-N-<u>PP</u>-NA</p> <p>O-<u>N</u>-PP-NA</p> <p>O-<u>N</u>-PP-NA</p> <p>O-N-<u>PP</u>-NA</p> <p>O-N-<u>PP</u>-NA</p>
<p>5. Est-ce que des méthodes en aveugle ont-été utilisées pour empêcher les biais ?</p> <p>5.1 S'il s'agit d'une étude d'intervention, est-ce que les cliniciens et les investigateurs étaient aveugles concernant l'attribution des groupes ?</p> <p>5.2 Est-ce que les personnes chargées de recueillir les données étaient aveugles concernant l'évaluation des résultats? (Si le résultat était évalué par un test objectif, p.ex. une valeur biologique, ce critère est d'emblée acquis).</p> <p>5.3 S'il s'agit d'une étude de cohorte ou d'une étude transversale, est-ce que les mesures de résultat et de facteurs de risque des sujets ont été effectuées à l'aveugle ?</p>	<p><u>O</u>-N-PP-NA</p> <p><u>O</u>-N-PP-NA</p> <p>O-N-<u>PP</u>-NA</p> <p>O-<u>N</u>-PP-NA</p> <p>O-N-PP-<u>NA</u></p>

<p>5.4 S'il s'agit d'une étude cas-témoins, est-ce que la définition d'un cas était explicite et son attribution au groupe « cas » non-influencée par le fait qu'il ait été exposé ou non au facteur étudié ?</p> <p>5.5 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique, est-ce que les résultats du test étaient traités en aveugle, relativement à l'histoire du patient et aux résultats d'autres tests ?</p>	<p>O-N-PP-<u>NA</u></p>
<p>6. Est-ce que l'intervention, les plans de traitement, les facteurs d'exposition ou la procédure, ainsi que les comparaisons ont été décrites en détail?</p> <p>6.1 S'il s'agit d'un essai randomisé contrôlé ou d'une autre étude d'intervention, est-ce que les protocoles étaient décrits pour chacun des plans de traitement étudiés ?</p> <p>6.2 S'il s'agit d'une étude d'observation, est-ce que les interventions, le cadre de l'étude et les professionnels impliqués étaient décrits ?</p> <p>6.3 Est-ce que l'intensité et la durée de l'intervention ou du facteur d'exposition étaient suffisantes pour produire un effet significatif ?</p> <p>6.4 Est-ce que l'ampleur de l'exposition et, le cas échéant, la compliance du sujet, était mesurée ?</p> <p>6.5 Est-ce que les co-interventions (traitements auxiliaires, autres thérapies, etc.) étaient décrites ?</p> <p>6.6 Est-ce que les traitements supplémentaires ou non planifiés étaient décrits ?</p> <p>6.7 Est-ce que les données relatives aux questions, 6.4, 6.5, et 6.6 étaient évaluées de la même manière pour tous les groupes ?</p> <p>6.8 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique, est-ce que la manière d'effectuer les tests et leur reproduction étaient suffisamment décrits ?</p>	<p>O-N-<u>PP</u>-NA</p> <p><u>O</u>-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-<u>NA</u></p> <p>O-N-<u>PP</u>-NA</p> <p>O-<u>N</u>-PP-NA</p> <p>O-N-PP-<u>NA</u></p> <p>O-N-PP-<u>NA</u></p> <p>O-N-PP-<u>NA</u></p> <p>O-N-PP-<u>NA</u></p>
<p>7. Est-ce que les variables de résultat étaient clairement définies et les mesures valides et fiables?</p> <p>7.1 Est-ce que les critères de résultats (endpoints) primaires et secondaires étaient décrits et pertinents pour répondre à la question ?</p> <p>7.2 Est-ce que les mesures nutritionnelles étaient appropriées pour étudier la question et les résultats d'intérêt ?</p> <p>7.3 Est-ce que la période de suivi était suffisamment longue pour que les résultats puissent se produire ?</p> <p>7.4 Est-ce que les observations et les mesures étaient basées sur des instruments, tests ou procédures de recueil de données standardisés, valides et fiables ?</p> <p>7.5 Est-ce que la mesure de l'effet était d'un niveau de précision approprié ?</p> <p>7.6 Est-ce que d'autres facteurs pouvant influencer les résultats étaient pris en compte ?</p>	<p><u>O</u>-N-PP-NA</p> <p><u>O</u>-N-PP-NA</p> <p>O-<u>N</u>-PP-NA</p> <p><u>O</u>-N-PP-NA</p> <p>O-N-<u>PP</u>-NA</p> <p>O-<u>N</u>-PP-NA</p> <p><u>O</u>-N-PP-NA</p>

7.7 Est-ce que les mesures étaient conduites de façon systématique dans chacun des groupes?	
8. Est-ce que les analyses statistiques étaient appropriées pour le design d'étude et pour le type de variables de résultat?	O-N- <u>PP</u> -NA
8.1 Est-ce que les analyses statistiques étaient suffisamment décrites et les résultats rapportés de manière adéquate ?	<u>O</u> -N-PP-NA
8.2 Est-ce que les tests statistiques utilisés étaient corrects et est-ce que les hypothèses des tests étaient respectées ?	O-N- <u>PP</u> -NA
8.3 Est-ce que les résultats statistiques étaient rapportés avec les niveaux de signification ou les intervalles de confiance ?	<u>O</u> -N-PP-NA
8.4 Est-ce que l'analyse des résultats était effectuée pour l'ensemble des sujets en «intention de traiter» ? (<i>le cas échéant, y avait-il une analyse des résultats pour les personnes les plus exposées ou une analyse dose-effet</i>) ?	O-N-PP- <u>NA</u>
8.5 Est-ce que des ajustements pour les facteurs de confusion potentiels étaient faits de manière adéquate ? (analyses multivariées p.ex.)	O-N- <u>PP</u> -NA
8.6 Est-ce que la signification clinique ainsi que la signification statistique étaient mentionnées ?	O- <u>N</u> -PP-NA
8.7 Si les résultats étaient négatifs, est-ce qu'un calcul de puissance permettait d'identifier une éventuelle erreur de type II ?	O-N-PP- <u>NA</u>
9. Est-ce que les conclusions étaient étayées par les résultats et tenaient compte des biais et des limites ?	O-N- <u>PP</u> -NA
9.1 Est-ce qu'il y a une discussion des résultats ?	<u>O</u> -N-PP-NA
9.2 Est-ce que les biais et les limites de l'étude sont identifiés et discutés ?	O- <u>N</u> -PP-NA
10. Est-ce qu'un biais dû au financement ou au sponsoring de l'étude est peu probable ?	O-N- <u>PP</u> -NA
10.1 Est-ce que les sources de financement et les affiliations des investigateurs sont mentionnées ?	O- <u>N</u> -PP-NA
10.2 Est-ce qu'il n'y avait pas de conflit d'intérêt apparent ?	O-N- <u>PP</u> -NA

Cotation

POSITIF (+)

Si la majorité des réponses aux questions de validité ci-dessus sont « Oui », y compris les critères 2, 3, 6 et 7 ainsi qu'au moins une réponse « Oui » à une autre question, l'article devrait être désigné par le symbole plus (+).

NEGATIF (-)

Si la plupart ($\geq 6/10$) des réponses aux questions de validité ci-dessus sont « Non », l'article devrait être désigné par le symbole moins (-).

NEUTRE (⊙)

Si les réponses aux questions de validité 2, 3, 6 et 7 n'indiquent pas que l'étude est particulièrement robuste, l'article devrait être désigné par le symbole neutre (⊖).

13.4 Annexe IV : Analyse qualité d'articles – Chilibeck

h e d s

Haute école de santé
Genève
Filière Nutrition et diététique

DOCUMENT INTERNE A NE PAS DIFFUSER

Analyse qualité d'articles de RECHERCHE¹

Résumé descriptif

Référence	Effects of creatine ingestion after exercise on muscle thickness in males and females Philip D. Chilibeck, David Stride, Jonathan P. Farthing, and Daren G. Burke
Devis d'étude	
Niveau de qualité	<input type="checkbox"/> + (Positif) <input type="checkbox"/> - (Négatif) <input checked="" type="checkbox"/> ○ (Neutre)
But de la recherche	Déterminer l'augmentation de l'épaisseur musculaire pouvant être obtenues après l'ingestion de créatine immédiatement après l'entraînement de groupes musculaires spécifiques durant 6 semaines.
Critères d'inclusion	
Critères d'exclusion	Pas de supplémentation en créatine durant les mois précédents l'étude. Être végétarien Les femmes avec aménorrhée
Description du protocole de l'étude	Recrutement : Volontariat Design : RCT Aveuglement (si applicable) : double aveugle Intervention (si applicable) : Supplémentation en créatine + entraînement Analyses statistiques :
Recueil de données	Moments de mesure : Avant et après entraînement pour l'épaisseur musculaire genou et coude. Epaisseur musculaire mesuré le jour même, juste avant des mesures de force. Variables dépendantes : Epaisseur musculaire fléchisseur coude et genou de chaque côté (Cr arm, Placebo Arm, Cr Leg, Placebo Leg), 1RM BP, 1RM LP, LBM, Whole-body bone mineral mass,

¹ Traduction libre de Worksheet template and Quality criteria checklist : Primary Research. Academy of Nutrition and Dietetics, Evidence Analysis Library®. <http://www.andeal.org/evidence-analysis-manual> (accédé le 18 janvier 2017)

	<p>Variables indépendantes :</p> <p>CR (n= 11) = 0.2gr creatine/kg) mixé avec maltodextrine (0.5g/kg, pour les deux groupes.</p> <p>Randomisé encore une fois. 1 groupe prend CR avec training du côté DROIT, GAUCHE. Le jour opposé, ils prennent PLACEBO.</p> <p>PL (n=10) = Prend Placebo après chaque entraînement (G et D)</p> <p>Autres variables en lien :</p>
Description de l'échantillon étudié	<p>N initial sujets: 24 (13 Hommes ; 11 Femmes)</p> <p>N final analysé : 21 (Taux de retrait : 0)</p> <p>Age (moyenne ; groupes ; etc.):</p> <p>24.6 ± 1.3 years groupe créatine</p> <p>29.6 ± 2.5 yr groupe placebo</p> <p>Origine : CANADA</p> <p>Autres caractéristiques démographiques :</p> <p>Données anthropométriques :Taille, Masse osseuse, BMI, LBM, muscle thickness (coude, genou)</p> <p>Lieu de recrutement :</p>
Résumé des résultats	<p>Constatations principales :</p> <p>Performance : Amélioration des performances pour Bench Press et Leg Press par côté dans 2 groupes, sans différences entre groupes. POur Bench press /Leg Press 2 côté : Amélioration pour les 2 groupes, ++ pour groupe Cr. ++ amélioration leg press chez homme que femme.</p> <p>Hypertrophie : Augmentation masse total pour tous les groupes, pas de différences entre groupe. Masse maigre coude et genou : Augmentation pour tous les groupes, sans différence signif. entre groupe. Chez les hommes, augmentation ++ avec Cr que Placebo.</p> <p>Meilleure augmentation pour coude et genou du côté entraîné jour Cr vs jour Placebo</p> <p>Constatations secondaires :</p>
Conclusion des auteurs	<p>La combinaison CR + prot n'apporterait pas une amélioration de l'adaptation du corps à un entraînement de résistance en comparaison à de la protéine seule.</p>
Commentaires	---
Source de financement	Iovate Health Sciences Research Inc. and NutraSense Corp.

	Funding for the strength training equipment was provided by the Saskatchewan Health Research Foundation
--	---

Analyse qualité

Symboles	Légende
+	Positif : Indique que l'article a abordé clairement les critères d'inclusion et d'exclusion, les biais, la généralisabilité, le recueil et l'analyse des données.
-	Négatif : Indique que les éléments ci-dessus n'ont pas été abordés de manière suffisante.
⊖	Neutre : Indique que l'article n'est ni particulièrement robuste ni particulièrement faible.

Checklist

Questions de pertinence	
1. En cas de résultat positif de l'intervention étudiée, est-ce que sa mise en application résulterait en une amélioration pour le groupe cible ? (Non applicable pour certaines études épidémiologiques).	<u>O</u> N PP NA
2. Est-ce que l'outcome ou le thème étudié (variable dépendante) est important du point de vue du groupe cible ?	<u>O</u> N PP NA
3. Est-ce que l'intervention ou la procédure (variable indépendante) ou le thème de l'étude est une préoccupation fréquente en pratique diététique ?	O <u>N</u> PP NA
4. Est-ce que l'intervention ou la procédure est réalisable/faisable ? (Non applicable pour certaines études épidémiologiques).	<u>O</u> N PP NA

Oui=O ; Non=N ; Peu de précisions=PP ; Ne s'applique pas=NA

Questions de validité	
1. Est-ce que la question de recherche a été clairement posée ?	<u>O</u> -N-PP-NA
1.1 Est-ce que l'intervention ou la procédure (variable indépendante) a été identifiée ?	<u>O</u> -N-PP-NA
1.2 Est-ce que les variables de résultat (outcome, variables dépendantes) ont été clairement indiquées ?	<u>O</u> -N-PP-NA

1.3 Est-ce que la population cible et le cadre de l'étude ont été spécifiés ?	<u>O</u> -N-PP-NA
2. Est-ce que la sélection des sujets de l'étude était exempte de biais ?	<u>O</u> -N-PP-NA
2.1 Est-ce que les critères d'inclusion et d'exclusion étaient spécifiés (facteurs de risque, stade de la maladie, critères de diagnostic, comorbidités, etc.) et avec suffisamment de détails, sans omettre ceux essentiels pour l'étude ?	<u>O</u> -N-PP-NA
2.2 Est-ce que les critères ont été appliqués de manière identique dans tous les groupes étudiés ?	<u>O</u> -N-PP-NA
2.3 Est-ce que les caractéristiques de santé, les caractéristiques sociodémographiques et les autres caractéristiques des sujets sont décrites?	O-N- <u>PP</u> -NA
2.4 Est-ce que les sujets peuvent être considérés comme un échantillon représentatif de la population cible?	<u>O</u> -N-PP-NA
3. Est-ce que les groupes étudiés étaient comparables?	<u>O</u> -N-PP-NA
3.1 Est-ce que la méthode de répartition des sujets dans les groupes était décrite et non biaisée ? En cas d'essai contrôlé randomisé, est-ce que la méthode de randomisation était explicitée ?	<u>O</u> -N-PP-NA
3.2 Est-ce qu'au début de l'étude la distribution des caractéristiques (stade de la maladie, facteurs pronostiques ou sociodémographiques) était similaire dans les groupes de l'étude ?	<u>O</u> -N-PP-NA
3.3 Est-ce que les sujets du groupe contrôle étaient inclus en même temps que les autres sujet d'étude ? (Suivi en parallèle préféré au suivi rétrospectif)	<u>O</u> -N-PP-NA
3.4 S'il s'agit d'une étude de cohorte ou transversale, est-ce que les groupes étaient comparables en termes de facteurs de confusion et est-ce que les différences préexistantes étaient prises en compte lors des analyses statistiques ? (ajustement, p.ex.).	<u>O</u> -N-PP-NA
3.5 S'il s'agit d'une étude cas-témoin, est-ce que les facteurs de confusion potentiels étaient similaires chez les cas et les témoins? (s'il s'agit d'une étude de cas ou si les sujets étaient leur propre contrôle [cross-over] ce critère n'est pas applicable ; idem dans certaines études transversales).	O-N-PP-NA
3.6 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique, est-ce qu'il y avait une comparaison indépendante faite en aveugle avec un <i>Gold standard</i> ?	O-N-PP-NA
4. Est-ce que la gestion des retraits (sujets ayant arrêté l'étude volontairement ou non) a été décrite ?	<u>O</u> -N-PP-NA
4.1 Est-ce que les méthodes de suivi des sujets ont été décrites et étaient-elles identiques pour tous les groupes ?	<u>O</u> -N-PP-NA
4.2 Est-ce que le nombre de retraits et les motifs (abandons, perdus de vue, etc.) ou le taux de réponse (études transversales) étaient décrits pour chaque groupe ? (Le taux de suivi pour une étude robuste est de 80%).	O-N- <u>PP</u> -NA
4.3 Est-ce que tous les sujets inclus dans l'échantillon de départ ont été pris en compte dans l'analyse?	O-N- <u>PP</u> -NA

4.4 Est-ce que les raisons de retrait étaient similaires dans tous les groupes ?	<u>O</u> -N-PP-NA
4.5 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique: est-ce que la décision d'effectuer le test de référence (gold standard) n'était pas influencée par les résultats du test étudié (nouveau test) ?	O-N-PP-NA
5. Est-ce que des méthodes en aveugle ont-été utilisées pour empêcher les biais ?	<u>O</u> -N-PP-NA
5.1 S'il s'agit d'une étude d'intervention, est-ce que les cliniciens et les investigateurs étaient aveugles concernant l'attribution des groupes ?	<u>O</u> -N-PP-NA
5.2 Est-ce que les personnes chargées de recueillir les données étaient aveugles concernant l'évaluation des résultats? (Si le résultat était évalué par un test objectif, p.ex. une valeur biologique, ce critère est d'emblée acquis).	<u>O</u> -N-PP-NA
5.3 S'il s'agit d'une étude de cohorte ou d'une étude transversale, est-ce que les mesures de résultat et de facteurs de risque des sujets ont été effectuées à l'aveugle ?	O-N-PP-NA
5.4 S'il s'agit d'une étude cas-témoins, est-ce que la définition d'un cas était explicite et son attribution au groupe « cas » non-influencée par le fait qu'il ait été exposé ou non au facteur étudié ?	O-N-PP-NA
5.5 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique, est-ce que les résultats du test étaient traités en aveugle, relativement à l'histoire du patient et aux résultats d'autres tests ?	
6. Est-ce que l'intervention, les plans de traitement, les facteurs d'exposition ou la procédure, ainsi que les comparaisons ont été décrites en détail?	O-N-PP-NA
6.1 S'il s'agit d'un essai randomisé contrôlé ou d'une autre étude d'intervention, est-ce que les protocoles étaient décrits pour chacun des plans de traitement étudiés ?	<u>O</u> -N-PP-NA
6.2 S'il s'agit d'une étude d'observation, est-ce que les interventions, le cadre de l'étude et les professionnels impliqués étaient décrits?	O-N-PP-NA
6.3 Est-ce que l'intensité et la durée de l'intervention ou du facteur d'exposition étaient suffisantes pour produire un effet significatif?	O-N- <u>PP</u> -NA
6.4 Est-ce que l'ampleur de l'exposition et, le cas échéant, la compliance du sujet, était mesurée?	O-N- <u>PP</u> -NA
6.5 Est-ce que les co-interventions (traitements auxiliaires, autres thérapies, etc.) étaient décrites?	O-N- <u>PP</u> -NA
6.6 Est-ce que les traitements supplémentaires ou non planifiés étaient décrits?	O-N- <u>PP</u> -NA
6.7 Est-ce que les données relatives aux questions, 6.4, 6.5, et 6.6 étaient évaluées de la même manière pour tous les groupes ?	<u>O</u> -N-PP-NA
6.8 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique, est-ce que la manière d'effectuer les tests et leur reproduction étaient suffisamment décrits ?	O-N-PP-NA

7. Est-ce que les variables de résultat étaient clairement définies et les mesures valides et fiables?	<u>O</u> -N-PP-NA
7.1 Est-ce que les critères de résultats (endpoints) primaires et secondaires étaient décrits et pertinents pour répondre à la question ?	<u>O</u> -N-PP-NA
7.2 Est-ce que les mesures nutritionnelles étaient appropriées pour étudier la question et les résultats d'intérêt ?	<u>O</u> -N-PP-NA
7.3 Est-ce que la période de suivi était suffisamment longue pour que les résultats puissent se produire ?	<u>O</u> - N-PP -NA
7.4 Est-ce que les observations et les mesures étaient basées sur des instruments, tests ou procédures de recueil de données standardisés, valides et fiables?	<u>O</u> -N-PP-NA
7.5 Est-ce que la mesure de l'effet était d'un niveau de précision approprié ?	<u>O</u> -N-PP-NA
7.6 Est-ce que d'autres facteurs pouvant influencer les résultats étaient pris en compte?	<u>O</u> -N- PP -NA
7.7 Est-ce que les mesures étaient conduites de façon systématique dans chacun des groupes?	<u>O</u> -N-PP-NA
8. Est-ce que les analyses statistiques étaient appropriées pour le design d'étude et pour le type de variables de résultat?	O-N- PP -NA
8.1 Est-ce que les analyses statistiques étaient suffisamment décrites et les résultats rapportés de manière adéquate ?	<u>O</u> -N-PP-NA
8.2 Est-ce que les tests statistiques utilisés étaient corrects et est-ce que les hypothèses des tests étaient respectées ?	O-N-PP-NA
8.3 Est-ce que les résultats statistiques étaient rapportés avec les niveaux de signification ou les intervalles de confiance ?	O-N- PP -NA
8.4 Est-ce que l'analyse des résultats était effectuée pour l'ensemble des sujets en «intention de traiter» ? (<i>le cas échéant, y avait-il une analyse des résultats pour les personnes les plus exposées ou une analyse dose-effet</i>) ?	<u>O</u> -N-PP-NA
8.5 Est-ce que des ajustements pour les facteurs de confusion potentiels étaient faits de manière adéquate ? (analyses multivariées p.ex.)	<u>O</u> -N-PP-NA
8.6 Est-ce que la signification clinique ainsi que la signification statistique étaient mentionnées ?	O-N- PP -NA
8.7 Si les résultats étaient négatifs, est-ce qu'un calcul de puissance permettait d'identifier une éventuelle erreur de type II ?	O-N- PP -NA
9. Est-ce que les conclusions étaient étayées par les résultats et tenaient compte des biais et des limites ?	<u>O</u> -N-PP-NA
9.1 Est-ce qu'il y a une discussion des résultats ?	<u>O</u> -N-PP-NA
9.2 Est-ce que les biais et les limites de l'étude sont identifiés et discutés ?	<u>O</u> -N-PP-NA

10. Est-ce qu'un biais dû au financement ou au sponsoring de l'étude est peu probable ?	O-N- <u>PP</u> -NA
10.1 Est-ce que les sources de financement et les affiliations des investigateurs sont mentionnées ?	O -N-PP-NA
10.2 Est-ce qu'il n'y avait pas de conflit d'intérêt apparent ?	O-N- PP -NA

Cotation

POSITIF (+)

Si la majorité des réponses aux questions de validité ci-dessus sont « Oui », y compris les critères 2, 3, 6 et 7 ainsi qu'au moins une réponse « Oui » à une autre question, l'article devrait être désigné par le symbole plus (+).

NEGATIF (-)

Si la plupart ($\geq 6/10$) des réponses aux questions de validité ci-dessus sont « Non », l'article devrait être désigné par le symbole moins (-).

NEUTRE (⊙)

Si les réponses aux questions de validité 2, 3, 6 et 7 n'indiquent pas que l'étude est particulièrement robuste, l'article devrait être désigné par le symbole neutre (⊙).

13.5 Annexe V : Analyse qualité d'articles – Cribb

h e d s

Haute école de santé
Genève
Filière Nutrition et diététique

DOCUMENT INTERNE A NE PAS DIFFUSER

Analyse qualité d'articles de RECHERCHE¹

« Effects of Whey Isolate, Creatine, and Resistance Training on Muscle Hypertrophy »

Résumé descriptif

Référence	PAUL J. CRIBB, ANDREW D. WILLIAMS, CHRIS G. STATHIS, MICHAEL F. CAREY, and ALAN HAYES
Devis d'étude	
Niveau de qualité	<input type="checkbox"/> + (Positif) <input type="checkbox"/> - (Négatif) <input type="checkbox"/> ⊖ (Neutre)
But de la recherche	Evaluer l'effet de la whey protéine et de la créatine monohydrate sur la composition corporelle, la force musculaire et l'hypertrophie musculaire durant un entraînement de résistance
Critères d'inclusion	Pas d'utilisation préalable de produits anabolisants, entraînement constant (3-5x/sem) durant les 6 mois précédents l'étude, pas de supplémentation alimentaire les 12 dernières semaines, aucune supplémentation nutritionnelle autre que ceux donnés dans l'intervention durant l'étude
Critères d'exclusion	Non précisé
Description du protocole de l'étude	Recrutement : non spécifié Design : RCT Aveuglement (si applicable) : double aveugle, Intervention (si applicable) : 1,5g /kg de supplément/s/placébo à prendre 3x/jour. La dose journalière est adaptée par le participant lui-même en fonction de son évolution de poids. Analyses statistiques : ANOVA
Recueil de données	Moments de mesure : 1 semaine avant le début de l'étude et lors de la 11 ^{ème} semaine après le début de l'étude

¹ Traduction libre de Worksheet template and Quality criteria checklist : Primary Research. Academy of Nutrition and Dietetics, Evidence Analysis Library®. <http://www.andeanal.org/evidence-analysis-manual> (accédé le 18 janvier 2017)

	<p>Variables dépendantes : force musculaire, composition corporelle, composition musculaire</p> <p>Variables indépendantes : --</p> <p>Autres variables en lien : --</p>																																			
Description de l'échantillon étudié	<p>N initial sujets: 33 (33Hommes)</p> <p>N final analysé : 33 (Taux de retrait : 0%)</p> <p>Age (moyenne ; groupes ; etc.): 24 \pm 5 \pm 7 , 25 \pm 6 \pm 4</p> <p>Origine : Australie</p> <p>Autres caractéristiques démographiques : --</p> <p>Données anthropométriques :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>CHO</th> <th>WP</th> <th>CrCHO</th> <th>CrWP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Age (yr)</td> <td>24 \pm 7</td> <td>24 \pm 5</td> <td>25 \pm 6</td> <td>25 \pm 4</td> </tr> <tr> <td>Training age (yr)</td> <td>6 \pm 3</td> <td>5 \pm 2</td> <td>6 \pm 3</td> <td>4 \pm 2</td> </tr> <tr> <td>Height (cm)</td> <td>177 \pm 5</td> <td>181 \pm 8</td> <td>177 \pm 6</td> <td>190 \pm 7</td> </tr> <tr> <td>Body mass (kg)</td> <td>76 \pm 12</td> <td>70 \pm 11</td> <td>84 \pm 14</td> <td>84 \pm 12</td> </tr> <tr> <td>Lean mass (kg)</td> <td>62 \pm 7</td> <td>59 \pm 7</td> <td>67 \pm 8</td> <td>68 \pm 6</td> </tr> <tr> <td>Fat mass (kg)</td> <td>13 \pm 7</td> <td>11 \pm 4</td> <td>17 \pm 7</td> <td>16 \pm 6</td> </tr> </tbody> </table> <p>Lieu de recrutement : non précisé</p>		CHO	WP	CrCHO	CrWP	Age (yr)	24 \pm 7	24 \pm 5	25 \pm 6	25 \pm 4	Training age (yr)	6 \pm 3	5 \pm 2	6 \pm 3	4 \pm 2	Height (cm)	177 \pm 5	181 \pm 8	177 \pm 6	190 \pm 7	Body mass (kg)	76 \pm 12	70 \pm 11	84 \pm 14	84 \pm 12	Lean mass (kg)	62 \pm 7	59 \pm 7	67 \pm 8	68 \pm 6	Fat mass (kg)	13 \pm 7	11 \pm 4	17 \pm 7	16 \pm 6
	CHO	WP	CrCHO	CrWP																																
Age (yr)	24 \pm 7	24 \pm 5	25 \pm 6	25 \pm 4																																
Training age (yr)	6 \pm 3	5 \pm 2	6 \pm 3	4 \pm 2																																
Height (cm)	177 \pm 5	181 \pm 8	177 \pm 6	190 \pm 7																																
Body mass (kg)	76 \pm 12	70 \pm 11	84 \pm 14	84 \pm 12																																
Lean mass (kg)	62 \pm 7	59 \pm 7	67 \pm 8	68 \pm 6																																
Fat mass (kg)	13 \pm 7	11 \pm 4	17 \pm 7	16 \pm 6																																

Résumé des résultats	<p>Constatations principales : L'augmentation de la force et de l'hypertrophie musculaire est significativement plus élevée chez les groupes supplémentés en Whey protéine, Créatine et en créatine+protéine comparé au groupe supplémenté en CHO</p> <p>Constatations secondaires : --</p>
Conclusion des auteurs	L'augmentation de la force et de l'hypertrophie musculaire est significativement plus élevée chez les groupes supplémentés en Whey protéine, Créatine et en créatine+protéine comparé au groupe supplémenté en CHO
Commentaires	Le faible nombre de participants dans chaque groupes rend difficile la généralisation des résultats
Source de financement	Non précisé

Analyse qualité

Symboles	Légende
+	Positif : Indique que l'article a abordé clairement les critères d'inclusion et d'exclusion, les biais, la généralisabilité, le recueil et l'analyse des données.

-	Négatif : Indique que les éléments ci-dessus n'ont pas été abordés de manière suffisante.
⊖	Neutre : Indique que l'article n'est ni particulièrement robuste ni particulièrement faible.

Checklist

Questions de pertinence	
1. En cas de résultat positif de l'intervention étudiée, est-ce que sa mise en application résulterait en une amélioration pour le groupe cible ? (Non applicable pour certaines études épidémiologiques).	<u>O</u> N PP NA
2. Est-ce que l'outcome ou le thème étudié (variable dépendante) est important du point de vue du groupe cible ?	<u>O</u> N PP NA
3. Est-ce que l'intervention ou la procédure (variable indépendante) ou le thème de l'étude est une préoccupation fréquente en pratique diététique ?	O N <u>PP</u> NA
4. Est-ce que l'intervention ou la procédure est réalisable/faisable ? (Non applicable pour certaines études épidémiologiques).	<u>O</u> N PP NA

Oui=O ; Non=N ; Peu de précisions=PP ; Ne s'applique pas=NA

Questions de validité	
1. Est-ce que la question de recherche a été clairement posée ?	<u>O</u> -N-PP-NA
1.1 Est-ce que l'intervention ou la procédure (variable indépendante) a été identifiée ?	O-N- <u>PP</u> -NA
1.2 Est-ce que les variables de résultat (outcome, variables dépendantes) ont été clairement indiquées ?	<u>O</u> -N-PP-NA
1.3 Est-ce que la population cible et le cadre de l'étude ont été spécifiés ?	<u>O</u> -N-PP-NA
2. Est-ce que la sélection des sujets de l'étude était exempte de biais ?	O-N-PP-NA
2.1 Est-ce que les critères d'inclusion et d'exclusion étaient spécifiés (facteurs de risque, stade de la maladie, critères de diagnostic, comorbidités, etc.) et avec suffisamment de détails, sans omettre ceux essentiels pour l'étude ?	O-N- <u>PP</u> -NA
2.2 Est-ce que les critères ont été appliqués de manière identique dans tous les groupes étudiés ?	<u>O</u> -N-PP-NA
2.3 Est-ce que les caractéristiques de santé, les caractéristiques sociodémographiques et les autres caractéristiques des sujets sont décrites ?	O- <u>N</u> -PP-NA
2.4 Est-ce que les sujets peuvent être considérés comme un échantillon	O- <u>N</u> -PP-NA

représentatif de la population cible?	
3. Est-ce que les groupes étudiés étaient comparables?	<u>O</u>-N-PP-NA
3.1 Est-ce que la méthode de répartition des sujets dans les groupes était décrite et non biaisée ? En cas d'essai contrôlé randomisé, est-ce que la méthode de randomisation était explicitée ?	<u>O</u> -N-PP-NA
3.2 Est-ce qu'au début de l'étude la distribution des caractéristiques (stade de la maladie, facteurs pronostiques ou sociodémographiques) était similaire dans les groupes de l'étude ?	<u>O</u> -N-PP-NA
3.3 Est-ce que les sujets du groupe contrôle étaient inclus en même temps que les autres sujet d'étude ? (Suivi en parallèle préféré au suivi rétrospectif)	<u>O</u> -N-PP-NA
3.4 S'il s'agit d'une étude de cohorte ou transversale, est-ce que les groupes étaient comparables en termes de facteurs de confusion et est-ce que les différences préexistantes étaient prises en compte lors des analyses statistiques ? (ajustement, p.ex.).	O-N- <u>PP</u> -NA
3.5 S'il s'agit d'une étude cas-témoin, est-ce que les facteurs de confusion potentiels étaient similaires chez les cas et les témoins? (s'il s'agit d'une étude de cas ou si les sujets étaient leur propre contrôle [cross-over] ce critère n'est pas applicable ; idem dans certaines études transversales).	O-N-PP- <u>NA</u>
3.6 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique, est-ce qu'il y avait une comparaison indépendante faite en aveugle avec un <i>Gold standard</i> ?	O-N-PP- <u>NA</u>

4. Est-ce que la gestion des retraits (sujets ayant arrêté l'étude volontairement ou non) a été décrite ?	O-N-PP-NA
4.1 Est-ce que les méthodes de suivi des sujets ont été décrites et étaient-elles identiques pour tous les groupes ?	<u>O</u> -N-PP-NA
4.2 Est-ce que le nombre de retraits et les motifs (abandons, perdus de vue, etc.) ou le taux de réponse (études transversales) étaient décrits pour chaque groupe ? (Le taux de suivi pour une étude robuste est de 80%).	<u>O</u> -N-PP-NA
4.3 Est-ce que tous les sujets inclus dans l'échantillon de départ ont été pris en compte dans l'analyse?	O-N- <u>PP</u> -NA
4.4 Est-ce que les raisons de retrait étaient similaires dans tous les groupes ?	O-N- <u>PP</u> -NA
4.5 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique: est-ce que la décision d'effectuer le test de référence (gold standard) n'était pas influencée par les résultats du test étudié (nouveau test) ?	O-N-PP- <u>NA</u>
5. Est-ce que des méthodes en aveugle ont-été utilisées pour empêcher les biais ?	O-N- <u>PP</u> -NA
5.1 S'il s'agit d'une étude d'intervention, est-ce que les cliniciens et les investigateurs étaient aveugles concernant l'attribution des groupes ?	O-N- <u>PP</u> -NA
5.2 Est-ce que les personnes chargées de recueillir les données étaient aveugles concernant l'évaluation des résultats? (Si le résultat était évalué	

<p><i>par un test objectif, p.ex. une valeur biologique, ce critère est d'emblée acquis).</i></p>	O-N- <u>PP</u> -NA
5.3 S'il s'agit d'une étude de cohorte ou d'une étude transversale, est-ce que les mesures de résultat et de facteurs de risque des sujets ont été effectuées à l'aveugle ?	O-N- <u>PP</u> -NA
5.4 S'il s'agit d'une étude cas-témoins, est-ce que la définition d'un cas était explicite et son attribution au groupe « cas » non-influencée par le fait qu'il ait été exposé ou non au facteur étudié ?	O-N-PP- <u>NA</u>
5.5 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique, est-ce que les résultats du test étaient traités en aveugle, relativement à l'histoire du patient et aux résultats d'autres tests ?	O-N-PP- <u>NA</u>
6. Est-ce que <u>l'intervention, les plans de traitement, les facteurs d'exposition ou la procédure, ainsi que les comparaisons ont été décrites en détail?</u>	<u>O</u> -N-PP-NA
6.1 S'il s'agit d'un essai randomisé contrôlé ou d'une autre étude d'intervention, est-ce que les protocoles étaient décrits pour chacun des plans de traitement étudiés ?	<u>O</u> -N-PP-NA
6.2 S'il s'agit d'une étude d'observation, est-ce que les interventions, le cadre de l'étude et les professionnels impliqués étaient décrits ?	O-N-PP- <u>NA</u>
6.3 Est-ce que l'intensité et la durée de l'intervention ou du facteur d'exposition étaient suffisantes pour produire un effet significatif ?	<u>O</u> -N-PP-NA
6.4 Est-ce que l'ampleur de l'exposition et, le cas échéant, la compliance du sujet, était mesurée ?	O- <u>N</u> -PP-NA
6.5 Est-ce que les co-interventions (traitements auxiliaires, autres thérapies, etc.) étaient décrites ?	O-N-PP- <u>NA</u>
6.6 Est-ce que les traitements supplémentaires ou non planifiés étaient décrits ?	O-N-PP- <u>NA</u>
6.7 Est-ce que les données relatives aux questions, 6.4, 6.5, et 6.6 étaient évaluées de la même manière pour tous les groupes ?	<u>O</u> -N-PP-NA
6.8 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique, est-ce que la manière d'effectuer les tests et leur reproduction étaient suffisamment décrits ?	O-N-PP- <u>NA</u>
7. Est-ce que les <u>variables de résultat étaient clairement définies et les mesures valides et fiables?</u>	<u>O</u> -N-PP-NA
7.1 Est-ce que les critères de résultats (endpoints) primaires et secondaires étaient décrits et pertinents pour répondre à la question ?	<u>O</u> -N-PP-NA
7.2 Est-ce que les mesures nutritionnelles étaient appropriées pour étudier la question et les résultats d'intérêt ?	O-N- <u>PP</u> -NA
7.3 Est-ce que la période de suivi était suffisamment longue pour que les résultats puissent se produire ?	<u>O</u> -N-PP-NA
7.4 Est-ce que les observations et les mesures étaient basées sur des instruments, tests ou procédures de recueil de données standardisés, valides et fiables ?	<u>O</u> -N-PP-NA

7.5 Est-ce que la mesure de l'effet était d'un niveau de précision approprié ?	<u>O</u> -N-PP-NA
7.6 Est-ce que d'autres facteurs pouvant influencer les résultats étaient pris en compte?	O-N- <u>PP</u> -NA
7.7 Est-ce que les mesures étaient conduites de façon systématique dans chacun des groupes?	<u>O</u> -N-PP-NA
8. Est-ce que les analyses statistiques étaient appropriées pour le design d'étude et pour le type de variables de résultat?	<u>O</u> -N-PP-NA
8.1 Est-ce que les analyses statistiques étaient suffisamment décrites et les résultats rapportés de manière adéquate ?	O-N- <u>PP</u> -NA
8.2 Est-ce que les tests statistiques utilisés étaient corrects et est-ce que les hypothèses des tests étaient respectées ?	O-N- <u>PP</u> -NA
8.3 Est-ce que les résultats statistiques étaient rapportés avec les niveaux de signification ou les intervalles de confiance ?	<u>O</u> -N-PP-NA
8.4 Est-ce que l'analyse des résultats était effectuée pour l'ensemble des sujets en «intention de traiter» ? (le cas échéant, y avait-il une analyse des résultats pour les personnes les plus exposées ou une analyse dose-effet) ?	O- <u>N</u> -PP-NA
8.5 Est-ce que des ajustements pour les facteurs de confusion potentiels étaient faits de manière adéquate ? (analyses multivariées p.ex.)	O-N- <u>PP</u> -NA
8.6 Est-ce que la signification clinique ainsi que la signification statistique étaient mentionnées ?	O- <u>N</u> -PP-NA
8.7 Si les résultats étaient négatifs, est-ce qu'un calcul de puissance permettait d'identifier une éventuelle erreur de type II ?	O-N-PP- <u>NA</u>
9. Est-ce que les conclusions étaient étayées par les résultats et tenaient compte des biais et des limites ?	<u>O</u> -N-PP-NA
9.1 Est-ce qu'il y a une discussion des résultats ?	<u>O</u> -N-PP-NA
9.2 Est-ce que les biais et les limites de l'étude sont identifiés et discutés ?	<u>O</u> -N-PP-NA
10. Est-ce qu'un biais dû au financement ou au sponsoring de l'étude est peu probable ?	O- <u>N</u> -PP-NA
10.1 Est-ce que les sources de financement et les affiliations des investigateurs sont mentionnées ?	O- <u>N</u> -PP-NA
10.2 Est-ce qu'il n'y avait pas de conflit d'intérêt apparent ?	O- <u>N</u> -PP-NA

Cotation

POSITIF (+)

Si la majorité des réponses aux questions de validité ci-dessus sont « Oui », y compris les critères 2, 3, 6 et 7 ainsi qu'au moins une réponse « Oui » à une autre question, l'article devrait être désigné par le symbole plus (+).

NEGATIF (-)

Si la plupart ($\geq 6/10$) des réponses aux questions de validité ci-dessus sont « Non », l'article devrait être désigné par le symbole moins (-).

NEUTRE (⊖)

Si les réponses aux questions de validité 2, 3, 6 et 7 n'indiquent pas que l'étude est particulièrement robuste, l'article devrait être désigné par le symbole neutre (⊖).

13.6 Annexe VI : Analyse qualité d'articles – Wilborn

h e d s

Haute école de santé
Genève
Filière Nutrition et diététique

DOCUMENT INTERNE A NE PAS DIFFUSER

Analyse qualité d'articles de RECHERCHE¹

Résumé descriptif

Référence	A pilot study examining the effects of 8-week whey protein versus whey protein plus creatine supplementation on body composition and performance variables in resistance-trained women Colin D. Wilborn, Jordan J- Outlaw, Petey W. Mumford, Stacie L. Urbina, Sara Hayward, Michael D. Roberts, Lem W. Taylor, Cliffla A. Foster
Devis d'étude	
Niveau de qualité	<input type="checkbox"/> + (Positif) <input type="checkbox"/> - (Négatif) <input checked="" type="checkbox"/> ⊙ (Neutre)
But de la recherche	Examiner les effets d'une supplémentation en créatine et protéine en comparaison d'une supplémentation en protéine seule sur la composition corporelle et les variables de performances chez un groupe limité de femmes entraînées.
Critères d'inclusion	Être une femme Pratique de Resistance training pendant au moins les 6 derniers mois, 3x/sem, minimum et les groupes musculaires majeurs sont travaillés.
Critères d'exclusion	Homme Sans d'entraînement pendant les 6 derniers mois.
Description du protocole de l'étude	Recrutement : Volontariat Design : RCT Aveuglement (si applicable) : double aveugle Intervention (si applicable) : Entraînement de résistance + supplémentation Analyses statistiques :
Recueil de données	Moments de mesure : T1 = Baseline. T2 = at 4 weeks, T3 = 8 weeks Variables dépendantes : 1RM BP, 1RM LP, VJ, BJ, Wingate peak power, wingate mean power Masse totale, DEXA fat mass, DEXA lean mass, BMI

¹ Traduction libre de Worksheet template and Quality criteria checklist : Primary Research. Academy of Nutrition and Dietetics, Evidence Analysis Library®. <http://www.andeanal.org/evidence-analysis-manual> (accédé le 18 janvier 2017)

	<p>Variables indépendantes :</p> <p>CR + Prot : 24g Whey + 5g créatine + activité physique</p> <p>Prot : 24g Whey + Activité physique</p> <p>Autres variables en lien : Kcal, Fat, prot, Carb</p>
Description de l'échantillon étudié	<p>N initial sujets: 17 (0 Hommes ; 17 Femmes)</p> <p>N final analysé : 17 (Taux de retrait : 0)</p> <p>Age (moyenne ; groupes ; etc.): 21 ± 3 years</p> <p>Origine : Volontaire, USA</p> <p>Autres caractéristiques démographiques :</p> <p>Données anthropométriques :BMI, Body mass, DEXA fat mass, DEXA lean mass</p> <p>Lieu de recrutement :</p>
Résumé des résultats	<p>Constatations principales :</p> <p>Amélioration des performances générales entre T1 et T3. Pas de différences significatives entre les groupes. Augmentation de la masse totale et de la masse maigre dans les 2 groupes sans différence significative entre les groupes.</p> <p>Constatations secondaires :</p>
Conclusion des auteurs	<p>La combinaison CR + prot n'apporterait pas une amélioration de l'adaptation du corps à un entraînement de résistance en comparaison à de la protéine seule.</p>
Commentaires	
Source de financement	<p>Human Performance Lab at the University of Mary Hardin-Baylor.</p> <p>Product support was donated by Dymatize Nutrition, Dallas, Tex., USA.</p>

Analyse qualité

Symboles	Légende
+	Positif : Indique que l'article a abordé clairement les critères d'inclusion et d'exclusion, les biais, la généralisabilité, le recueil et l'analyse des données.
-	Négatif : Indique que les éléments ci-dessus n'ont pas été abordés de manière suffisante.

⊖	Neutre : Indique que l'article n'est ni particulièrement robuste ni particulièrement faible.
---	---

Checklist

Questions de pertinence	
1. En cas de résultat positif de l'intervention étudiée, est-ce que sa mise en application résulterait en une amélioration pour le groupe cible ? (Non applicable pour certaines études épidémiologiques).	<u>O</u> N PP NA
2. Est-ce que l'outcome ou le thème étudié (variable dépendante) est important du point de vue du groupe cible ?	<u>O</u> N PP NA
3. Est-ce que l'intervention ou la procédure (variable indépendante) ou le thème de l'étude est une préoccupation fréquente en pratique diététique ?	O N PP NA
4. Est-ce que l'intervention ou la procédure est réalisable/faisable ? (Non applicable pour certaines études épidémiologiques).	<u>O</u> N PP NA

Oui=O ; Non=N ; Peu de précisions=PP ; Ne s'applique pas=NA

Questions de validité	
1. Est-ce que la question de recherche a été clairement posée ?	<u>O</u> -N-PP-NA
1.1 Est-ce que l'intervention ou la procédure (variable indépendante) a été identifiée ?	<u>O</u> -N-PP-NA
1.2 Est-ce que les variables de résultat (outcome, variables dépendantes) ont été clairement indiquées ?	<u>O</u> -N-PP-NA
1.3 Est-ce que la population cible et le cadre de l'étude ont été spécifiés ?	<u>O</u> -N-PP-NA
2. Est-ce que la sélection des sujets de l'étude était exempte de biais ?	O-N- PP -NA
2.1 Est-ce que les critères d'inclusion et d'exclusion étaient spécifiés (facteurs de risque, stade de la maladie, critères de diagnostic, comorbidités, etc.) et avec suffisamment de détails, sans omettre ceux essentiels pour l'étude ?	O-N- PP -NA
2.2 Est-ce que les critères ont été appliqués de manière identique dans tous les groupes étudiés ?	<u>O</u> -N-PP-NA
2.3 Est-ce que les caractéristiques de santé, les caractéristiques sociodémographiques et les autres caractéristiques des sujets sont décrites ?	O-N- PP -NA
2.4 Est-ce que les sujets peuvent être considérés comme un échantillon représentatif de la population cible ?	<u>O</u> -N-PP-NA

<p>3. Est-ce que les groupes étudiés étaient comparables?</p> <p>3.1 Est-ce que la méthode de répartition des sujets dans les groupes était décrite et non biaisée ? En cas d'essai contrôlé randomisé, est-ce que la méthode de randomisation était explicitée ?</p> <p>3.2 Est-ce qu'au début de l'étude la distribution des caractéristiques (stade de la maladie, facteurs pronostiques ou sociodémographiques) était similaire dans les groupes de l'étude ?</p> <p>3.3 Est-ce que les sujets du groupe contrôle étaient inclus en même temps que les autres sujet d'étude ? (Suivi en parallèle préféré au suivi rétrospectif)</p> <p>3.4 S'il s'agit d'une étude de cohorte ou transversale, est-ce que les groupes étaient comparables en termes de facteurs de confusion et est-ce que les différences préexistantes étaient prises en compte lors des analyses statistiques ? (ajustement, p.ex.).</p> <p>3.5 S'il s'agit d'une étude cas-témoin, est-ce que les facteurs de confusion potentiels étaient similaires chez les cas et les témoins? (s'il s'agit d'une étude de cas ou si les sujets étaient leur propre contrôle [cross-over] ce critère n'est pas applicable ; idem dans certaines études transversales).</p> <p>3.6 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique, est-ce qu'il y avait une comparaison indépendante faite en aveugle avec un <i>Gold standard</i> ?</p>	<p><u>O</u>-N-PP-NA</p> <p>O-N-<u>PP</u>-NA</p> <p><u>O</u>-N-PP-NA</p> <p><u>O</u>-N-PP-NA</p> <p><u>O</u>-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p>
<p>4. Est-ce que la gestion des retraits (sujets ayant arrêté l'étude volontairement ou non) a été décrite ?</p> <p>4.1 Est-ce que les méthodes de suivi des sujets ont été décrites et étaient-elles identiques pour tous les groupes ?</p> <p>4.2 Est-ce que le nombre de retraits et les motifs (abandons, perdus de vue, etc.) ou le taux de réponse (études transversales) étaient décrits pour chaque groupe ? (Le taux de suivi pour une étude robuste est de 80%).</p> <p>4.3 Est-ce que tous les sujets inclus dans l'échantillon de départ ont été pris en compte dans l'analyse?</p> <p>4.4 Est-ce que les raisons de retrait étaient similaires dans tous les groupes ?</p> <p>4.5 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique: est-ce que la décision d'effectuer le test de référence (gold standard) n'était pas influencée par les résultats du test étudié (nouveau test) ?</p>	<p>O-<u>N</u>-PP-NA</p> <p><u>O</u>-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-<u>NA</u></p> <p>O-N-<u>PP</u>-NA</p> <p>O-N-PP-<u>NA</u></p> <p>O-N-PP-<u>NA</u></p>
<p>5. Est-ce que des méthodes en aveugle ont-été utilisées pour empêcher les biais ?</p> <p>5.1 S'il s'agit d'une étude d'intervention, est-ce que les cliniciens et les investigateurs étaient aveugles concernant l'attribution des groupes ?</p> <p>5.2 Est-ce que les personnes chargées de recueillir les données étaient aveugles concernant l'évaluation des résultats? (Si le résultat était évalué par un test objectif, p.ex. une valeur biologique, ce critère est d'emblée acquis).</p>	<p><u>O</u>-N-PP-NA</p> <p><u>O</u>-N-PP-NA</p> <p><u>O</u>-N-PP-NA</p>

5.3 S'il s'agit d'une étude de cohorte ou d'une étude transversale, est-ce que les mesures de résultat et de facteurs de risque des sujets ont été effectuées à l'aveugle ?	<u>O</u> -N-PP-NA
5.4 S'il s'agit d'une étude cas-témoins, est-ce que la définition d'un cas était explicite et son attribution au groupe « cas » non-influencée par le fait qu'il ait été exposé ou non au facteur étudié ?	O-N-PP-NA
5.5 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique, est-ce que les résultats du test étaient traités en aveugle, relativement à l'histoire du patient et aux résultats d'autres tests ?	O-N-PP-NA
6. Est-ce que l'intervention, les plans de traitement, les facteurs d'exposition ou la procédure, ainsi que les comparaisons ont été décrites en détail?	<u>O</u> -N-PP-NA
6.1 S'il s'agit d'un essai randomisé contrôlé ou d'une autre étude d'intervention, est-ce que les protocoles étaient décrits pour chacun des plans de traitement étudiés ?	<u>O</u> -N-PP-NA
6.2 S'il s'agit d'une étude d'observation, est-ce que les interventions, le cadre de l'étude et les professionnels impliqués étaient décrits?	<u>O</u> -N-PP-NA
6.3 Est-ce que l'intensité et la durée de l'intervention ou du facteur d'exposition étaient suffisantes pour produire un effet significatif?	<u>O</u> -N-PP-NA
6.4 Est-ce que l'ampleur de l'exposition et, le cas échéant, la compliance du sujet, était mesurée?	O-N- <u>PP</u> -NA
6.5 Est-ce que les co-interventions (traitements auxiliaires, autres thérapies, etc.) étaient décrites?	O-N- <u>PP</u> -NA
6.6 Est-ce que les traitements supplémentaires ou non planifiés étaient décrits?	O-N- <u>PP</u> -NA
6.7 Est-ce que les données relatives aux questions, 6.4, 6.5, et 6.6 étaient évaluées de la même manière pour tous les groupes ?	O-N- <u>PP</u> -NA
6.8 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique, est-ce que la manière d'effectuer les tests et leur reproduction étaient suffisamment décrits ?	O-N-PP- <u>NA</u>
7. Est-ce que les variables de résultat étaient clairement définies et les mesures valides et fiables?	<u>O</u> -N-PP-NA
7.1 Est-ce que les critères de résultats (endpoints) primaires et secondaires étaient décrits et pertinents pour répondre à la question ?	<u>O</u> -N-PP-NA
7.2 Est-ce que les mesures nutritionnelles étaient appropriées pour étudier la question et les résultats d'intérêt ?	O-N- <u>PP</u> -NA
7.3 Est-ce que la période de suivi était suffisamment longue pour que les résultats puissent se produire ?	O-N- <u>PP</u> -NA
7.4 Est-ce que les observations et les mesures étaient basées sur des instruments, tests ou procédures de recueil de données standardisés, valides et fiables?	<u>O</u> -N-PP-NA
7.5 Est-ce que la mesure de l'effet était d'un niveau de précision approprié ?	<u>O</u> -N-PP-NA

7.6 Est-ce que d'autres facteurs pouvant influencer les résultats étaient pris en compte?	<u>O</u> -N-PP-NA
7.7 Est-ce que les mesures étaient conduites de façon systématique dans chacun des groupes?	<u>O</u> -N-PP-NA
8. Est-ce que les analyses statistiques étaient appropriées pour le design d'étude et pour le type de variables de résultat?	O-N-PP-NA
8.1 Est-ce que les analyses statistiques étaient suffisamment décrites et les résultats rapportés de manière adéquate ?	<u>O</u> -N-PP-NA
8.2 Est-ce que les tests statistiques utilisés étaient corrects et est-ce que les hypothèses des tests étaient respectées ?	<u>O</u> -N-PP-NA
8.3 Est-ce que les résultats statistiques étaient rapportés avec les niveaux de signification ou les intervalles de confiance ?	<u>O</u> -N-PP-NA
8.4 Est-ce que l'analyse des résultats était effectuée pour l'ensemble des sujets en «intention de traiter» ? (le cas échéant, y avait-il une analyse des résultats pour les personnes les plus exposées ou une analyse dose-effet) ?	<u>O</u> -N-PP-NA
8.5 Est-ce que des ajustements pour les facteurs de confusion potentiels étaient faits de manière adéquate ? (analyses multivariées p.ex.)	O-N- <u>PP</u> -NA
8.6 Est-ce que la signification clinique ainsi que la signification statistique étaient mentionnées ?	O-N- <u>PP</u> -NA
8.7 Si les résultats étaient négatifs, est-ce qu'un calcul de puissance permettait d'identifier une éventuelle erreur de type II ?	O-N- <u>PP</u> -NA
9. Est-ce que les conclusions étaient étayées par les résultats et tenaient compte des biais et des limites ?	<u>O</u> -N-PP-NA
9.1 Est-ce qu'il y a une discussion des résultats ?	<u>O</u> -N-PP-NA
9.2 Est-ce que les biais et les limites de l'étude sont identifiés et discutés ?	<u>O</u> -N-PP-NA
10. Est-ce qu'un biais dû au financement ou au sponsoring de l'étude est peu probable ?	O-N- <u>PP</u> -NA
10.1 Est-ce que les sources de financement et les affiliations des investigateurs sont mentionnées ?	<u>O</u> -N-PP-NA
10.2 Est-ce qu'il n'y avait pas de conflit d'intérêt apparent ?	<u>O</u> -N-PP-NA

Cotation

POSITIF (+)

Si la majorité des réponses aux questions de validité ci-dessus sont « Oui », y compris les critères 2, 3, 6 et 7 ainsi qu'au moins une réponse « Oui » à une autre question, l'article devrait être désigné par le symbole plus (+).

NEGATIF (-)

Si la plupart ($\geq 6/10$) des réponses aux questions de validité ci-dessus sont « Non », l'article

devrait être désigné par le symbole moins (-).

NEUTRE (⊖)

Si les réponses aux questions de validité 2, 3, 6 et 7 n'indiquent pas que l'étude est particulièrement robuste, l'article devrait être désigné par le symbole neutre (⊖).

13.7 Annexe VII : Analyse qualité d'articles – Olsen

h e d s

Haute école de santé
Genève
Filière Nutrition et diététique

DOCUMENT INTERNE A NE PAS DIFFUSER

Analyse qualité d'articles de RECHERCHE¹

Résumé descriptif

Référence	Creatine supplementation augments the increase in satellite cell and myonuclei number in human skeletal muscle induced by strenght training. Auteur : Steen Olsen, Per Aagaard, Fawzi Kadi, Goran Tufekovic, Julien Verney and Jens L. Olesen, Charlotte Suetta and Michael Kjaer.
Devis d'étude	
Niveau de qualité	<input type="checkbox"/> + (Positif) <input type="checkbox"/> - (Négatif) <input checked="" type="checkbox"/> ⊙ (Neutre)
But de la recherche	Investiguer l'influence d'une supplémentation en créatine et protéine sur les cellules satellites et le nombre de myonucléus dans le muscle squelettique durant un entraînement de 16 semaines de résistance lourd.
Critères d'inclusion	Être un homme
Critères d'exclusion	
Description du protocole de l'étude	Recrutement : Volontariat Design : RCT Aveuglement (si applicable) : double aveugle Intervention (si applicable) : Entraînement résistance 16 weeks et CHO+ supplémentation CRE, PRO, PLACEBO, ou sans entraînement Analyses statistiques :
Recueil de données	Moments de mesure : T1 = Baseline. T2 = at 4 weeks, T3 = 8 weeks T4 = 16 weeks Variables dépendantes : MVC, nombre de SC/fibre, Nombre relatif de SC, nombre de myonucleus/fibre, MFA Variables indépendantes : STR-CRE : training + CHO (80g après entraînement + 14g tous les jours) + Créatine (6g tous les jours)

¹ Traduction libre de Worksheet template and Quality criteria checklist : Primary Research. Academy of Nutrition and Dietetics, Evidence Analysis Library®. <http://www.andeanal.org/evidence-analysis-manual> (accédé le 18 janvier 2017)

	<p>STR-PRO : training + CHO (80g après entraînement + 14g tous les jours) + Protéine (20g après entraînement)</p> <p>STR-CON : training +CHO (80g après entraînement + 14g tous les jours) + PLACEBO</p> <p>CON : Pas d'entraînement, pas de supplémentation</p> <p>Autres variables en lien : muscle biopsie</p>
Description de l'échantillon étudié	<p>N initial sujets: 41 (41 Hommes ; 0 Femmes)</p> <p>N final analysé : 32 (Taux de retrait : 0)</p> <p>Age (moyenne ; groupes ; etc.): 19-26years</p> <p>Origine : Compenhagen, Denmark</p> <p>Autres caractéristiques démographiques :</p> <p>Données anthropométriques :BMI, Body mass, muscle fiber type</p> <p>Lieu de recrutement :</p>
Résumé des résultats	<p>Constatations principales :</p> <p>Augmentation SC/fibre pour STR-CRE vs Baseline. Augmentation SC pour tous les groupes STR-. Effet sur le temps supér. pour STR-CRE, et similaire pour STR-PRO et STR-CON.</p> <p>Augmentation signif. de Myonuclei/fibre pour STR-CRE. Différence signif. entre STR-CRE vs STR-CON et CON à WK4.</p> <p>Augmentation signif. MFA chez STR-CRE. Plus élevé pour STR-CRE vs STR-PRO à WK16. Corrél. positive entre augmentation MFA et nombre de myonucleus pour STR-CRE à WK16</p>
Conclusion des auteurs	<p>La combinaison CRE + entraînement induirait une adaptation accélérée des cellules satellites et myonucleus, avec un pique aux semaine 4 et 8, suivi d'un retour baseline à la semaine 16 d'entraînement, tandis que le nombre de myonuclus et les myofibre reste élevés.</p>
Commentaires	--
Source de financement	???

Analyse qualité

Symboles	Légende
+	Positif : Indique que l'article a abordé clairement les critères d'inclusion et d'exclusion, les biais, la généralisabilité, le recueil et l'analyse des données.
-	Négatif : Indique que les éléments ci-dessus n'ont pas été abordés de manière suffisante.

⊖	Neutre : Indique que l'article n'est ni particulièrement robuste ni particulièrement faible.
---	---

Checklist

Questions de pertinence	
1. En cas de résultat positif de l'intervention étudiée, est-ce que sa mise en application résulterait en une amélioration pour le groupe cible ? (Non applicable pour certaines études épidémiologiques).	<u>O</u> N PP NA
2. Est-ce que l'outcome ou le thème étudié (variable dépendante) est important du point de vue du groupe cible ?	<u>O</u> N PP NA
3. Est-ce que l'intervention ou la procédure (variable indépendante) ou le thème de l'étude est une préoccupation fréquente en pratique diététique ?	O N PP NA
4. Est-ce que l'intervention ou la procédure est réalisable/faisable ? (Non applicable pour certaines études épidémiologiques).	<u>O</u> N PP NA

Oui=O ; Non=N ; Peu de précisions=PP ; Ne s'applique pas=NA

Questions de validité	
1. Est-ce que la question de recherche a été clairement posée ?	<u>O</u> -N-PP-NA
1.1 Est-ce que l'intervention ou la procédure (variable indépendante) a été identifiée ?	<u>O</u> -N-PP-NA
1.2 Est-ce que les variables de résultat (outcome, variables dépendantes) ont été clairement indiquées ?	<u>O</u> -N-PP-NA
1.3 Est-ce que la population cible et le cadre de l'étude ont été spécifiés ?	<u>O</u> -N-PP-NA
2. Est-ce que la sélection des sujets de l'étude était exempte de biais ?	O-N- PP -NA
2.1 Est-ce que les critères d'inclusion et d'exclusion étaient spécifiés (facteurs de risque, stade de la maladie, critères de diagnostic, comorbidités, etc.) et avec suffisamment de détails, sans omettre ceux essentiels pour l'étude ?	O-N- PP -NA
2.2 Est-ce que les critères ont été appliqués de manière identique dans tous les groupes étudiés ?	<u>O</u> -N-PP-NA
2.3 Est-ce que les caractéristiques de santé, les caractéristiques sociodémographiques et les autres caractéristiques des sujets sont décrites ?	O-N- PP -NA
2.4 Est-ce que les sujets peuvent être considérés comme un échantillon représentatif de la population cible ?	<u>O</u> -N-PP-NA

<p>3. Est-ce que les groupes étudiés étaient comparables?</p> <p>3.1 Est-ce que la méthode de répartition des sujets dans les groupes était décrite et non biaisée ? En cas d'essai contrôlé randomisé, est-ce que la méthode de randomisation était explicitée ?</p> <p>3.2 Est-ce qu'au début de l'étude la distribution des caractéristiques (stade de la maladie, facteurs pronostiques ou sociodémographiques) était similaire dans les groupes de l'étude ?</p> <p>3.3 Est-ce que les sujets du groupe contrôle étaient inclus en même temps que les autres sujet d'étude ? (Suivi en parallèle préféré au suivi rétrospectif)</p> <p>3.4 S'il s'agit d'une étude de cohorte ou transversale, est-ce que les groupes étaient comparables en termes de facteurs de confusion et est-ce que les différences préexistantes étaient prises en compte lors des analyses statistiques ? (ajustement, p.ex.).</p> <p>3.5 S'il s'agit d'une étude cas-témoin, est-ce que les facteurs de confusion potentiels étaient similaires chez les cas et les témoins? (s'il s'agit d'une étude de cas ou si les sujets étaient leur propre contrôle [cross-over] ce critère n'est pas applicable ; idem dans certaines études transversales).</p> <p>3.6 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique, est-ce qu'il y avait une comparaison indépendante faite en aveugle avec un <i>Gold standard</i> ?</p>	<p><u>O</u>-N-PP-NA</p> <p><u>O</u>-N-PP-NA</p> <p><u>O</u>-N-PP-NA</p> <p><u>O</u>-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p>
<p>4. Est-ce que la gestion des retraits (sujets ayant arrêté l'étude volontairement ou non) a été décrite ?</p> <p>4.1 Est-ce que les méthodes de suivi des sujets ont été décrites et étaient-elles identiques pour tous les groupes ?</p> <p>4.2 Est-ce que le nombre de retraits et les motifs (abandons, perdus de vue, etc.) ou le taux de réponse (études transversales) étaient décrits pour chaque groupe ? (Le taux de suivi pour une étude robuste est de 80%).</p> <p>4.3 Est-ce que tous les sujets inclus dans l'échantillon de départ ont été pris en compte dans l'analyse?</p> <p>4.4 Est-ce que les raisons de retrait étaient similaires dans tous les groupes ?</p> <p>4.5 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique: est-ce que la décision d'effectuer le test de référence (gold standard) n'était pas influencée par les résultats du test étudié (nouveau test) ?</p>	<p>O-N-<u>PP</u>-NA</p> <p><u>O</u>-N-PP-NA</p> <p>O-N-<u>PP</u>-NA</p> <p>O-N-<u>PP</u>-NA</p> <p>O-N-PP-<u>NA</u></p>
<p>5. Est-ce que des méthodes en aveugle ont-été utilisées pour empêcher les biais ?</p> <p>5.1 S'il s'agit d'une étude d'intervention, est-ce que les cliniciens et les investigateurs étaient aveugles concernant l'attribution des groupes ?</p> <p>5.2 Est-ce que les personnes chargées de recueillir les données étaient aveugles concernant l'évaluation des résultats? (Si le résultat était évalué par un test objectif, p.ex. une valeur biologique, ce critère est d'emblée acquis).</p>	<p><u>O</u>-N-PP-NA</p> <p><u>O</u>-N-PP-NA</p> <p><u>O</u>-N-PP-NA</p>

5.3 S'il s'agit d'une étude de cohorte ou d'une étude transversale, est-ce que les mesures de résultat et de facteurs de risque des sujets ont été effectuées à l'aveugle ?	<u>O</u> -N-PP-NA
5.4 S'il s'agit d'une étude cas-témoins, est-ce que la définition d'un cas était explicite et son attribution au groupe « cas » non-influencée par le fait qu'il ait été exposé ou non au facteur étudié ?	O-N-PP-NA
5.5 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique, est-ce que les résultats du test étaient traités en aveugle, relativement à l'histoire du patient et aux résultats d'autres tests ?	O-N-PP-NA
6. Est-ce que l'intervention, les plans de traitement, les facteurs d'exposition ou la procédure, ainsi que les comparaisons ont été décrites en détail?	<u>O</u> -N-PP-NA
6.1 S'il s'agit d'un essai randomisé contrôlé ou d'une autre étude d'intervention, est-ce que les protocoles étaient décrits pour chacun des plans de traitement étudiés ?	<u>O</u> -N-PP-NA
6.2 S'il s'agit d'une étude d'observation, est-ce que les interventions, le cadre de l'étude et les professionnels impliqués étaient décrits ?	<u>O</u> -N-PP-NA
6.3 Est-ce que l'intensité et la durée de l'intervention ou du facteur d'exposition étaient suffisantes pour produire un effet significatif ?	<u>O</u> -N-PP-NA
6.4 Est-ce que l'ampleur de l'exposition et, le cas échéant, la compliance du sujet, était mesurée ?	O-N- <u>PP</u> -NA
6.5 Est-ce que les co-interventions (traitements auxiliaires, autres thérapies, etc.) étaient décrites ?	O-N- <u>PP</u> -NA
6.6 Est-ce que les traitements supplémentaires ou non planifiés étaient décrits ?	O-N- <u>PP</u> -NA
6.7 Est-ce que les données relatives aux questions, 6.4, 6.5, et 6.6 étaient évaluées de la même manière pour tous les groupes ?	O-N- <u>PP</u> -NA
6.8 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique, est-ce que la manière d'effectuer les tests et leur reproduction étaient suffisamment décrits ?	O-N-PP- <u>NA</u>
7. Est-ce que les variables de résultat étaient clairement définies et les mesures valides et fiables?	<u>O</u> -N-PP-NA
7.1 Est-ce que les critères de résultats (endpoints) primaires et secondaires étaient décrits et pertinents pour répondre à la question ?	<u>O</u> -N-PP-NA
7.2 Est-ce que les mesures nutritionnelles étaient appropriées pour étudier la question et les résultats d'intérêt ?	<u>O</u> -N-PP-NA
7.3 Est-ce que la période de suivi était suffisamment longue pour que les résultats puissent se produire ?	<u>O</u> -N-PP-NA
7.4 Est-ce que les observations et les mesures étaient basées sur des instruments, tests ou procédures de recueil de données standardisés, valides et fiables ?	<u>O</u> -N-PP-NA

7.5 Est-ce que la mesure de l'effet était d'un niveau de précision approprié ?	<u>O</u> -N-PP-NA
7.6 Est-ce que d'autres facteurs pouvant influencer les résultats étaient pris en compte?	<u>O</u> -N-PP-NA
7.7 Est-ce que les mesures étaient conduites de façon systématique dans chacun des groupes?	<u>O</u> -N-PP-NA
8. Est-ce que les analyses statistiques étaient appropriées pour le design d'étude et pour le type de variables de résultat?	<u>O</u> -N-PP-NA
8.1 Est-ce que les analyses statistiques étaient suffisamment décrites et les résultats rapportés de manière adéquate ?	<u>O</u> -N-PP-NA
8.2 Est-ce que les tests statistiques utilisés étaient corrects et est-ce que les hypothèses des tests étaient respectées ?	<u>O</u> -N-PP-NA
8.3 Est-ce que les résultats statistiques étaient rapportés avec les niveaux de signification ou les intervalles de confiance ?	<u>O</u> -N-PP-NA
8.4 Est-ce que l'analyse des résultats était effectuée pour l'ensemble des sujets en «intention de traiter» ? (le cas échéant, y avait-il une analyse des résultats pour les personnes les plus exposées ou une analyse dose-effet) ?	<u>O</u> -N-PP-NA O-N- <u>PP</u> -NA
8.5 Est-ce que des ajustements pour les facteurs de confusion potentiels étaient faits de manière adéquate ? (analyses multivariées p.ex.)	O-N- <u>PP</u> -NA
8.6 Est-ce que la signification clinique ainsi que la signification statistique étaient mentionnées ?	O-N- <u>PP</u> -NA
8.7 Si les résultats étaient négatifs, est-ce qu'un calcul de puissance permettait d'identifier une éventuelle erreur de type II ?	
9. Est-ce que les conclusions étaient étayées par les résultats et tenaient compte des biais et des limites ?	<u>O</u> -N-PP-NA
9.1 Est-ce qu'il y a une discussion des résultats ?	<u>O</u> -N-PP-NA
9.2 Est-ce que les biais et les limites de l'étude sont identifiés et discutés ?	<u>O</u> -N-PP-NA
10. Est-ce qu'un biais dû au financement ou au sponsoring de l'étude est peu probable ?	O-N- <u>PP</u> -NA
10.1 Est-ce que les sources de financement et les affiliations des investigateurs sont mentionnées ?	O-N- <u>PP</u> -NA
10.2 Est-ce qu'il n'y avait pas de conflit d'intérêt apparent ?	O-N- <u>PP</u> -NA

Cotation

POSITIF (+)

Si la majorité des réponses aux questions de validité ci-dessus sont « Oui », y compris les critères 2, 3, 6 et 7 ainsi qu'au moins une réponse « Oui » à une autre question, l'article devrait être désigné par le symbole plus (+).

NEGATIF (-)

Si la plupart ($\geq 6/10$) des réponses aux questions de validité ci-dessus sont « Non », l'article devrait être désigné par le symbole moins (-).

NEUTRE (⊖)

Si les réponses aux questions de validité 2, 3, 6 et 7 n'indiquent pas que l'étude est particulièrement robuste, l'article devrait être désigné par le symbole neutre (⊖).

13.8 Annexe VIII : Protocole de travail de Bachelor

h e d s

Haute école de santé
Genève
Filière Nutrition et diététique

Module Méthodologie de recherche 3
Protocole

Créatine, hypertrophie musculaire et évolution de la force

Protocole de Travail de Bachelor

« Quel est l'effet d'une supplémentation en créatine
dans le cadre d'entraînement de résistance sur
l'hypertrophie musculaire et la force ? »

Pierre Gaillard & Nina Gremaud
Genève, Décembre 2018

Directeur TBSc: Laurence Vernay

Table des matières

1. Résumé.....	3
2. Contexte.....	4
3. Introduction.....	5
3.1. La créatine, définition et description	5
3.2. Fonctionnement et métabolisme de la créatine	5
3.3. Choix du thème de la revue systématique :	5
4. Méthode :.....	6
4.1. But.....	6
4.2. Objectifs.....	6
5. Question de recherche.....	6
5.1. Question de recherche	6
6. Méthodologie.....	7
6.1. Design	7
6.2. Protocole de recherche:.....	7
7. Tableau des mots-clés à utiliser	8
8. Critères d'inclusion et d'exclusion.....	9
8.1. Population	9
8.2. Intervention.....	9
8.3. Outcome-s	9
9. Sélection des articles.....	10
9.2. Extraction des données	11
9.2. Qualité des articles	11
10. Bénéfices et risques.....	11
11. Budget et ressources	11
12. Ébauche de calendrier	12
13. Bibliographie.....	13

1. Résumé

La créatine est un acide aminé naturellement synthétisée de manière endogène à partir de la glycine, de l'arginine et de la méthionine par le corps au niveau rénal, hépatique et pancréatique. Un apport exogène en créatine est également amené par la consommation de produits d'origine animale. Cette créatine est stockée presque exclusivement au niveau des muscles squelettiques. On trouve également de la créatine au niveau sanguin, principalement dans les heures suivant son ingestion. Cette créatine est mobilisée lors des contractions musculaires, suite à la synthèse de l'ATP par la voie de la glycolyse anaérobie en permettant une régénération instantanée l'ATP afin de fournir aux cellules musculaires suffisamment d'énergie.

La supplémentation en créatine est actuellement courante dans le milieu sportif dans une optique d'augmentation des performances. Celle-ci n'étant présente qu'en petite quantité dans les muscles et étant rapidement mobilisée, une supplémentation en créatine lors d'un entraînement de résistance et de force permettrait d'améliorer les performances en augmentant la disponibilité de l'énergie présente dans le muscle et aider à la récupération en régénérant le stock de créatine musculaire après l'effort. L'effet recherché est donc une augmentation de la force lors de l'entraînement en lien avec une meilleure disponibilité énergétique et une hypertrophie musculaire.

La créatine et son action sont au centre de nombreuses recherches et articles scientifiques, toutefois la majorité de ces études faisant état de l'augmentation de la force musculaire en lien avec la survenue d'une hypertrophie musculaire n'étudient pas simultanément ces deux constantes. Nous avons donc décidé d'approfondir cette question lors de notre travail de bachelor.

Pour ce faire, nous allons réaliser une revue systématique en analysant les articles traitant simultanément de la force musculaire et de l'hypertrophie dans le cadre d'un entraînement de résistance musculaire et de force. Les études ne traitant qu'un de ces points ne seront volontairement pas prises en compte. Nous allons nous relever les constantes étudiées dans ces études, non seulement au niveau des marqueurs cliniques (hypertrophie musculaire, composition corporelle, taux de créatine musculaire, etc.) mais aussi des marqueurs de performance (force de contraction, nombre de répétitions, puissance anaérobie, etc.) afin d'évaluer la véracité de cet effet.

Pour effectuer notre revue nous sélectionner nos articles sur la base de différents moteurs de recherches scientifiques tels que Pubmed, Embase et Cinahl afin de nous assurer que notre sélection sera des plus complètes. Une fois les articles sélectionnés sur la base de notre équation de recherche, nous allons retenir les plus pertinents en nous basant sur une liste préétablie de critères d'inclusion et d'exclusion.

2. Contexte

A l'heure actuelle les compléments alimentaires sont de plus en plus présents sur le marché, particulièrement dans le domaine du sport où ils prônent beaucoup de bénéfices, comme l'amélioration de performance, la perte de poids, ou encore la prise de masse musculaire. Selon la Société Suisse de Nutrition Sportive (SSNS), la consommation de ces suppléments alimentaires devrait se faire en concordance avec la situation individuelle. Ils peuvent être pris dans le cadre d'une alimentation équilibrée, avec l'accord de spécialistes de la santé et de la nutrition, afin de compléter l'apport alimentaire et de s'assurer de la bonne couverture des besoins. Ces compléments ne peuvent pas être considérés comme un moyen de substitution à une alimentation de base [1].

L'offre de compléments alimentaires est en constante expansion, que ce soit dans les centres spécialisés, dans les grandes surfaces ou encore sur internet où l'accessibilité des prix et la variété des produits proposés défient toute concurrence. Cette croissance répond à une demande croissante des consommateurs. En effet, selon la Fédération romande des consommateurs (FRC), le marché Suisse des compléments achetés en pharmacie, hôpitaux et drogueries représentait plus de 1,2 milliards de franc en 2012 avec un taux de croissance annuelle de 10%. Ce chiffre est toutefois une estimation, et le marché est sous-estimé étant donné l'impossibilité de chiffrer les achats de compléments effectués sur internet et dans d'autres institutions (ex : fitness, magasins diététiques, etc.) [9]. Dans le milieu sportif, la plupart de ces produits, n'étant pas considérés comme des médicaments, sont peu ou pas contrôlés et la législation reste lacunaire. Les compléments alimentaires doivent correspondre aux normes Suisses sur la législation alimentaire [11] ; il n'y a toutefois pas d'agrément officiel et il est de l'unique responsabilité des fabricants de fournir des produits légaux et de qualité [10].

Pour ce qui est de l'efficacité, celle-ci est souvent supposée mais que peu prouvée scientifiquement. Dans certains cas ces compléments pour sportifs s'avèrent même être dangereux pour la santé du consommateur. Afin d'informer au mieux le consommateur et limiter le risque d'abus, la SSNS a établi une classification en quatre groupes en se basant sur des études scientifiques appropriées [1].

Le premier groupe (A) correspond aux compléments avec un « usage dans des situations spécifiques du sport soutenu par de bonnes évidences », le groupe B concerne les compléments dont les effets ne sont pas suffisamment explorés et nécessitent plus d'études. Le groupe C comprend ceux pour lesquels il n'y a aucun ou peu d'effet bénéfique dans le sport et dont l'usage n'est pas conseillé à des fins d'augmentation des performances physiques. Finalement, le groupe D correspond aux compléments interdits ou dont l'usage représente un risque pour la santé du consommateur [1].

Dans le cadre de notre travail, nous allons nous concentrer sur la créatine, un complément alimentaire se trouvant dans le groupe A de la classification de la SSNS. La créatine, ou créatine monohydrate est un supplément de performance. Elle est de plus en plus présente chez les sportifs, notamment les sportifs de haut niveau. Lors des Jeux Olympiques d'Atlanta, en 1996, on estimait déjà la consommation de créatine à approximativement 80% des athlètes [2].

Une des hypothèses à sa forte présence dans le milieu du sport, et notamment olympique, est que l'utilisation de la créatine n'est pas limitée au culturisme, bodybuilding ou au powerlifting, mais également dans le ski alpin, l'aviron, le saut à ski ou des sports collectifs tels que le football, basketball et hockey sur glace. [3]

3. Introduction

3.1. La créatine, définition et description

La créatine est un composé azoté, issu de 3 acides aminés (glycine, l'arginine et méthionine), et qui est naturellement formée dans les reins et le foie. On la trouve également dans l'alimentation, principalement dans la viande et le poisson (environ 0.5g/100g) [4]. Une supplémentation en créatine dans le cadre d'une activité physique a pour but d'augmenter la teneur musculaire en créatine du sujet, ce qui pourrait entraîner une augmentation de l'énergie disponible au sein du muscle et d'améliorer le développement et le renforcement musculaire lors d'exercices musculaires spécifiques [4].

Les premières études traitant de la créatine et de ses fonctions datent des années 1832-1835 [3]. Il a notamment été découvert que la créatine était présente en plus grande quantité dans la viande, notamment celle de renard sauvage. Dans les années 1912 et 1914, il est ressorti lors d'expériences menées sur des animaux que, suite à une ingestion de créatine, le taux de créatine musculaire était augmenté. En 1929, de nouvelles découvertes ont mis en évidence une diminution du stock de créatine lors d'exercices de contractions musculaires, suivie d'un « remplissage » des stocks lors de la phase de récupération [3].

3.2. Fonctionnement et métabolisme de la créatine

Après l'ingestion de la créatine par l'alimentation ou par l'intermédiaire de compléments alimentaires, celle-ci est absorbée dans l'intestin pour atteindre la circulation sanguine, où elle sera transportée vers le cœur, les muscles et autres organes. La concentration maximale de créatine sanguine apparaît 1h après son absorption et diminue après 5 à 6 heures. Il semblerait qu'une répartition quotidienne de 20 g de créatine, à raison de plusieurs prises de 4-5 g pourrait améliorer l'absorption dans les cellules et augmenter les valeurs sanguines [4].

Lors d'exercices physiques, le corps hydrolyse de l'adénosine triphosphate (ATP), qui est stocké en petite quantité dans le muscle. Lors d'exercices à haute intensité, la régénération de l'ATP est indispensable car ses stocks sont rapidement vidés, l'énergie mobilisée étant considérable. Cette synthèse de l'ATP se produit par la voie de la glycolyse anaérobie. Cette voie n'est cependant disponible qu'après quelques secondes d'effort et non de façon immédiate. La créatine kinase, à l'aide de la phosphocréatine (CrP) permet de régénérer instantanément l'ATP. Cette phosphocréatine est présente en quantité limitée dans le muscle et s'épuise en une dizaine de secondes lors de la pratique d'un effort physique à intensité maximale [3, 5].

En augmentant les stocks musculaires de phosphocréatine à l'aide d'une supplémentation, il pourrait y avoir un effet favorable lors de la pratique d'exercices physiques intenses et courts en lien avec une optimisation de la régénération énergétique, le développement et renforcement musculaire [6, 7, 8].

3.3. Choix du thème de la revue systématique :

Il existe actuellement de nombreuses études qui démontrent l'efficacité de la créatine sur l'hypertrophie musculaire ou sur l'augmentation de la force musculaire. Ces constantes sont toutefois le plus souvent étudiées de manières dissociées. Peu d'études analysent les effets sur l'hypertrophie musculaire mais également sur la force musculaire. Notre travail de Bachelor se veut être une revue systématique se concentrant sur les études ayant analysé les effets d'une supplémentation en créatine sur l'hypertrophie musculaire ainsi que sur la force musculaire utilisée dans le cadre d'un entraînement de résistance musculaire et de force.

4. Méthode :

4.1. But

Pour réaliser notre travail de Bachelor nous allons effectuer une revue systématique se concentrant sur des études scientifiques qui ont traité d'une supplémentation en créatine dans le cadre d'un entraînement sportif en résistance ou de force, en analysant les effets sur l'hypertrophie musculaire mais incluant également les effets mesurés sur la performance physique.

Le but de notre travail est de définir si l'augmentation de la force en lien avec la prise de créatine lors des entraînements de résistance a réellement été mesurée et si oui sur la base de quels critères, ou si l'augmentation de cette performance a été déduite uniquement sur la base d'un constat d'une hypertrophie musculaire.

Pour ce faire, nous allons repérer les critères utilisés dans la littérature sélectionnée pour mesurer une évolution de la force musculaire afin d'évaluer la validité et la pertinence des résultats obtenus dans ces études.

4.2. Objectifs

Les objectifs de nos recherches documentaires sont:

- Analyser les effets d'une supplémentation en créatine sur l'hypertrophie musculaire dans le cadre d'activités physiques avec résistance
- Analyser les effets d'une supplémentation en créatine sur la performance physique dans le cadre d'activités physiques avec résistance
- Créer une revue systématique regroupant les données récoltées dans les articles correspondants à notre sujet.

5. Question de recherche

Afin d'effectuer notre recherche, nous avons rédigé notre question de recherche PICO de la manière suivante :

Population : Sportifs pratiquant de l'activité physique avec entraînement de résistance.

Intervention : Prise d'une supplémentation en créatine.

Comparaison : Pas de comparaison.

Outcome : Effet sur l'hypertrophie musculaire et effet mesuré sur la force.

Nous allons nous baser sur les indicateurs ci-dessus afin de rédiger notre équation de recherche, formulée à partir de mots clés correspondant au moteur de recherche Pubmed, afin de sélectionner les articles les plus pertinents.

5.1. Question de recherche

Quel est l'effet d'une supplémentation en créatine dans le cadre d'entraînement de résistance sur 1) l'hypertrophie musculaire et 2) sur la force ?

6. Méthodologie

6.1. Design

Dans le cadre de notre travail de Bachelor, nous effectuerons une revue systématique regroupant des études scientifiques traitant des effets d'une supplémentation en créatine, chez des sportifs pratiquant une activité physique avec résistance, en analysant l'hypertrophie musculaire et également l'effet sur la force. Notre revue traitera uniquement des études qui ont analysé l'hypertrophie musculaire et l'effet sur la force simultanément. Les études ne traitant qu'un de ces points ne seront volontairement pas prises en compte.

Durant nos recherches, nous avons remarqué qu'il existait déjà une revue systématique. Cependant, cette revue ne répond pas exactement à notre question et a été publiée en 2004, nous pensons donc qu'il reste pertinent d'effectuer une revue actuelle sur ce sujet. De plus, la méthodologie de cette revue n'étant que très peu explicite, il est possible que sa validité et sa fiabilité s'avère relative.

6.2. Protocole de recherche:

Pour la réalisation de notre revue systématique, nous avons d'abord décidé de nous concentrer sur des études scientifiques avec un niveau de preuve le plus fort possible. Pour effectuer nos recherches d'articles, nous utiliserons plusieurs bases de données: Pubmed, Embase et Cinahl.

Pour effectuer des recherches d'articles, ces bases de données permettent l'utilisation de mots-clés spécifiques pouvant faciliter le filtrage des articles. Ces mots-clés sont aussi appelés « MeSH Terms », et peuvent différer selon la base de données choisie. Si nous désirons utiliser un terme dans notre équation n'étant pas reconnu comme « MeSH Term », il est possible d'utiliser des mots-clés "All fields", moins précis

7. Tableau des mots-clés à utiliser

Afin d'établir notre équation de recherche, nous allons préférentiellement la construire sur la base des termes suivants :

Thème	Termes MeSH « préférentiel »	Terme MeSH synonymes
Entraînement de résistance	<ul style="list-style-type: none"> Resistance training 	<ul style="list-style-type: none"> strength training exercise program, Weight-Bearing exercise program, Weight-Lifting exercise programs, Weight-Bearing strengthening programs, Weight-Lifting training, resistance training, strength weight bearing exercise program weight bearing strengthening program weight lifting exercise program weight lifting strengthening program Weight-Bearing exercise program Weight-Bearing exercise programs Weight-Bearing strengthening programs Weight-Lifting exercise program Weight-Lifting exercise programs Weight-Lifting strengthening programs
Créatine	<ul style="list-style-type: none"> Creatine 	-
Force musculaire	<ul style="list-style-type: none"> Muscle strength 	<ul style="list-style-type: none"> strength, muscle
Hypertrophie musculaire	<ul style="list-style-type: none"> hypertrophy 	<ul style="list-style-type: none"> hypertrophies

8. Critères d'inclusion et d'exclusion

8.1. Population

Inclusion:

La population que nous allons sélectionner sera des adultes pratiquant une activité physique en résistance. Une activité physique avec résistance est définie comme un programme d'exercices qui requiert une sollicitation musculaire pour agir contre une forme de résistance, comme un poids, une bande élastique, de l'eau ou tout autre objet immobile. L'exercice de résistance est une combinaison de contractions dynamiques et statiques qui induisent un étirement et une contraction musculaire.

Nous ne définirons pas de niveau d'activité physique précis, ce qui veut dire que nous prenons en compte les pratiquants de sport d'élite, tout comme les sportifs amateurs.

Nous ne définirons pas de critère concernant l'âge des échantillons étudiés. Nous pourrions inclure des études sur une population d'enfants ou de personnes âgées si elles sont pertinentes pour notre revue.

Le sexe ne sera pas considéré comme un critère de choix de la population.

Exclusion:

Dans l'état actuel de notre travail, nous n'avons pas mis en place de critère d'exclusion concernant la date de publication des études ou de la revue systématique. La raison principale est que si nous décidons d'exclure les études trop vieilles, nous réduirons le nombre d'études disponibles, qui est déjà faible.

8.2. Intervention

Inclusion:

Le critère d'inclusion principale permettant à une étude d'être sélectionnée pour notre revue systématique sera que l'intervention proposée est une supplémentation en créatine.

Exclusion:

Nous n'avons pas encore décidé si nous excluons les études qui proposent une autre intervention en plus d'une supplémentation en créatine. Certaines études comparent plusieurs groupes, dont certains reçoivent une intervention sous forme d'une supplémentation en protéine. L'exclusion de ces études réduirait encore le nombre d'études, déjà faible.

8.3. Outcome-s

Inclusion:

Nous incluons uniquement les articles qui ont mis en évidence, simultanément, un effet sur l'hypertrophie musculaire et sur la performance physique, comme la force.

Exclusion:

Les articles ne traitant que des effets sur l'hypertrophie musculaire ou sur la performance physique, de manière séparée, ne seront pas retenus.

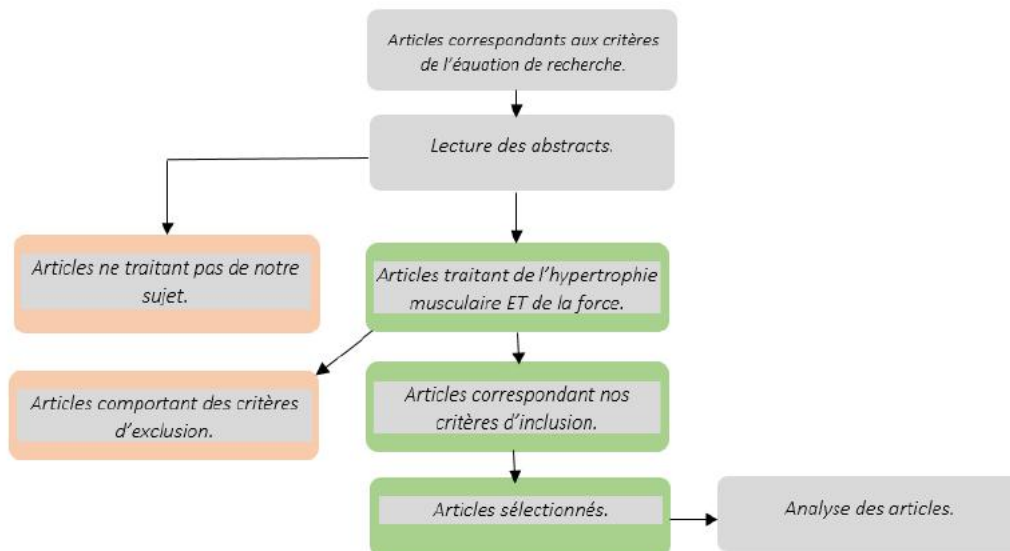
9. Sélection des articles

La sélection des articles pour notre revue systématique se fera en plusieurs étapes. La première consiste à trier à partir du titre de l'article. Si le titre n'est pas pertinent, l'article ne sera pas retenu. Pour les articles dont le titre est pertinent, nous lirons l'abstract de ces articles. Si nous remarquons des points rendant l'article non pertinent, nous ne le garderons pas. Dans le cas contraire, nous lirons l'article plus en détail. Au stade de la lecture, il y a de fortes probabilités que l'article soit gardé.

Toutes les étapes citées ci-dessus seront réalisées par les deux personnes séparément. Nous ferons une mise en commun des articles sélectionnés. En cas de doute, nous demanderons l'avis d'une tierce personne.

Nous tâcherons d'évaluer la qualité des articles sélectionnés au cas par cas.

Schéma résumé des étapes de sélection des articles :



9.2. Extraction des données

Le tableau suivant représente l'extraction des données que nous retenons lors de la lecture et l'analyse des études sélectionnées. Le tableau n'est pas encore définitif et peut encore être sujet à des modifications.

	Thème 1	Thème 2	Thème 3
Données analysées	Supplémentation en créatine	Marqueurs cliniques	Marqueurs de performances
		Hypertrophie des muscles squelettiques	Force de contraction
		Taux musculaire de créatine	Nombre de répétition
		Epaisseur et fibres musculaire	Puissance anaérobie
		Composition corporelle	Récupération et douleur musculaire
		Poids	1-RM au développé couché et/ou au squat

9.2. Qualité des articles

La qualité des articles sélectionnés sera évaluée à l'aide de la grille d'analyse présentée dans le cours du module "Méthodologie Recherche 3 et Biostatistiques" que nous avons appris à utiliser. L'analyse de la qualité des études sera réalisée par les deux personnes séparément et mise en commun. En cas de doute qu'en à la qualité d'une étude, nous demanderons l'avis à une tierce personne.

10. Bénéfices et risques

Notre travail de Bachelor est une revue systématique. Les bénéfices et les risques ne sont donc pas traités.

11. Budget et ressources

Les ressources principales que nous avons pour ce travail sont les bases de données que nous utiliserons pour nos recherches. La Haute Ecole de Santé de Genève (HedS) permet d'accéder à une certaine quantité d'articles gratuitement. Pour les articles payants, l'école s'engage à payer l'accès à 10 articles scientifiques par personne, ce qui représente un total de 20 articles pour notre groupe. Zotero est une base de donnée que nous utilisons depuis quelques années et qui nous permettra de réaliser une bibliographie de manière simplifiée.

Les différents professionnels et intervenants, qui nous ont donné un ou plusieurs cours dans le domaine du sport, sont également des ressources importantes que nous pourrons contacter.

Notre directrice de travail de Bachelor, Madame Laurence Vernay, sera obligatoirement une ressource importante.

Nous devons également penser au budget concernant les frais d'impression et de reliure lors de la restitution des versions physiques de notre travail.

12. Ébauche de calendrier

	Dates									
	21.déc.18	janv.19	févr.19	mars.19	avr.19	mai.19	juin.19	juil.19	Août 19 / sept.19	
Restitution du protocole de TBSc	X									
Séminaire de présentation TBSc		X								
Formation pratique			X	X	X					
Sélection et lecture des articles			X							
Extraction et interprétation des données			X							
Ecriture et rédaction du TBSc			X	X	X	X	X	X		
Séminaire de résultat						X				
Séminaire de discussion							X			
Sélectans du TBSc par Laurence + correction			X	X	X	X	X	X		
Restitution du TBSc								X		
Soutenance orale du TBSc										X

Nous avons créé une ébauche de calendrier en indiquant les échéances auxquelles nous devrions avoir réalisé les tâches citées en fonction de la date butoir de la reddition du travail de bachelor. Le calendrier est sujet à subir des modifications en fonction de l'avancement de notre travail et de la survenue possible d'imprévus.

13. Bibliographie

- [1] : Swiss Sports Nutrition Society. Wissenschaftlich fundierte Sporternährung für Fachleute und weitere Interessierte. [En ligne]. [consulté le 8 décembre 2018]. Disponible : <http://www.ssns.ch/?lang=fr>
- [2]: Sport Nutrition-3rd Edition. Jeukendrup, Asker, Gleeson, Michael. Google Livres [En ligne]. 1999 [consulté le 8 décembre 2018]. Disponible : [https://books.google.ch/books?id=SMVIDwAAQBAJ&pg=PA315&dq=Cr%C3%A9atine+consumption+\(Williams+et+al.,+1999\)&hl=fr&sa=X&ved=0ahUKEwi2xp2y55zfAhVmMewKHa7rDooQ6AEIKTAA](https://books.google.ch/books?id=SMVIDwAAQBAJ&pg=PA315&dq=Cr%C3%A9atine+consumption+(Williams+et+al.,+1999)&hl=fr&sa=X&ved=0ahUKEwi2xp2y55zfAhVmMewKHa7rDooQ6AEIKTAA)
- [3]: Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. L'évaluation des risques présentés par la créatine pour le consommateur - Véracité des allégations relatives à la performance sportive ou à l'augmentation de la masse musculaire [En ligne]. 2001 [consulté le 10 décembre 2018]. Disponible : <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT-Ra-Creatine.pdf>
- [4]: Swiss Sports Nutrition Society. [En ligne]. Guide Des Suppléments nutritionnels. Suppléments A pour la performance. 2017 [consulté le 10 décembre 2018]. Disponible : http://www.ssns.ch/wp-content/uploads/2018/06/SSNS-Supplementguide-Kreatin_FR.pdf
- [5]: Lucas Guimarães-Ferreira. Role of the phosphocreatine system on energetic homeostasis in skeletal and cardiac muscles [En ligne]. 2014 [consulté le 11 décembre 2018]. Disponible : http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-45082014000100024
- [6]: Becque MD1, Lochmann JD, Melrose DR. Effects of oral creatine supplementation on muscular strength and body composition [En ligne]. 2000 [consulté le 12 décembre 2018]. Disponible : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10731009>
- [7]: Strength and hypertrophy responses to constant and decreasing rest intervals in trained men using creatine supplementation. PubMed [En ligne]. [consulté le 13 décembre 2018]. Disponible : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22032491>
- [8]: The effects of age on skeletal muscle and the phosphocreatine energy system: can creatine supplementation help older adults. - PubMed - NCBI [En ligne]. [consulté le 13 décembre 2018]. Disponible : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20034396>
- [9]: Un marché plein de vitalité. Fédération romande des consommateurs [En ligne]. [consulté le 17 décembre 2018]. Disponible : <https://www.frc.ch/un-marche-plein-de-vitalite/>
- [10]: Suppléments nutritionnels et compléments alimentaires. Antidoping Suisse [En ligne]. [consulté le 17 décembre 2018]. Disponible : <https://www.antidoping.ch/fr/medecine-substances-et-methodes/supplements-nutritionnels-et-complements-alimentaires>
- [11]: RS 817.022.14 Ordonnance du DFI du 16 décembre 2016 sur les compléments alimentaires [En ligne]. [consulté le 17 décembre 2018]. Disponible : <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20143410/index.html>