

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Centre universitaire, Belhadj Bouchaib de Ain Témouchent
Institut des Sciences, Département de SNV

MEMOIRE

Présenté par :
BENKHAL AHLEM FATIMA ZAHRA
MAMMAR IKRAM

En vue de l'obtention du
Diplôme de master en Sciences Biologiques
Option : Biochimie

Effet des suppléments utilisés en musculation sur la régulation métabolique

Soutenu le **28/ 06/2020**, devant le jury composé de :

Président : BENNABI Farid	MCB	CUBBAT
Examinatrice : ZERRIOUH Meriem	MCB	CUBBAT
Encadreur : BOUDGHENE-GUERRICHE Amina	MCB	CUBBAT

Année universitaire 2019/2020

*A mes parents et mon mari,
A mon fils Djoud et ma grande sœur,
A mes frères et mes amis.*

Ahlem

A mes chers parents ma mère et mon père,

À mes frères et ma sœur Yasmin,

A mes aïmes....

Ikram

Remerciements

Après avoir rendu grâce à Dieu le tout puissant et le miséricordieux de nous avoir donné la santé, la volonté et la patience pour mener à terme notre formation de master et pouvoir réaliser ce travail de recherche.

Nous exprimons notre profonde gratitude à notre chère enseignante et encadreur, **Dr BOUDGHENE-GUERRICHE Amina**, maitre de conférences classe B au centre universitaire BELHADJ BOUCHAIB d'Ain Témouchent, pour son suivi et ses énormes soutiens, elle n'a cessé de nous prodiguer tout au long de la période de se travail.

Nous tenons à gratifier aussi nos chères enseignants et membres du Jury :

Dr BENNABI Farid, maitre de conférences classe B au centre universitaire BELHADJ BOUCHAIB d'Ain Témouchent, d'avoir accepter de présider notre soutenance et d'analyser se modeste travail.

Dr ZERRIOUH Meriem, maitre de conférences classe B au centre universitaire BELHADJ BOUCHAIB d'Ain Témouchent, pour l'intérêt qu'elle a porté à notre travail en acceptant de l'examiner.

Nous tenons à remercier vivement tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travaille, notamment les hommes volontaires qui ont participés à cette étude.

Enfin, j'adresse aussi nos remerciements à tous les enseignants de la filière de Biochimie.

Résumé

L'entraînement physique est l'ensemble des méthodes et exercices physiques visant l'entretien et l'amélioration des performances sportives. A ce jour, de nombreuses publications scientifiques ont montré les bienfaits de l'activité physique tant dans le traitement des maladies chroniques que dans leur prévention. Cependant, la stratégie nutritionnelle des athlètes, en particulier chez les culturistes, est complétée par un apport en suppléments ergogéniques. Cette supplémentation peut accentuer les modifications de la fonction rénale et hépatique. Dans cette optique, nous avons entrepris cette étude cas-témoins chez 14 athlètes consommateurs de suppléments ergogéniques et 14 athlètes témoins qui pratiquent la musculation mais ne consomment aucun supplément afin de déterminer les modifications des marqueurs de la régulation métabolique. Les marqueurs de l'évaluation de la fonction rénale (Urée, Créatinine) et hépatique (TGO, TGP, Phosphatase Alcalina, GGT) ont été explorés. Nos résultats montrent une augmentation hautement significative des teneurs en Urée, Créatinine, TGP et GGT chez les athlètes consommateurs comparées aux témoins. En revanche, les variations en Phosphatase Alcalina et TGO ne sont pas significatives entre les deux groupes. En conclusion, la supplémentation en compléments à visée ergogénique chez les culturistes peut perturber la régulation métabolique. Dans cette optique, il apparaît intéressant d'entreprendre une étude qui étudie l'effet de chacun de ces suppléments séparément, sur la régulation métabolique.

Mots clés : Régulation métabolique, musculation, suppléments ergogéniques.

Abstract

Physical training is the set of physical methods and exercises aimed at maintaining and improving sports performance. To date, numerous scientific publications have shown the benefits of physical activity both in the treatment and prevention of chronic diseases. However, the nutritional strategy of athletes, particularly bodybuilders, is complemented by ergo-genetic supplements. This supplementation may accentuate changes in kidney and liver function. With this in mind, we undertook this case-control study in 14 athletes consuming ergo-gene supplements and 14 control athletes who practice bodybuilding but do not consume any supplements to determine changes in metabolic regulation markers. Markers of renal (Urea, Creatinine) and hepatic (GTT, GPT, Alcalina Phosphatase, GGT) function were explored. Our results show a highly significant increase in Urea, Creatinine, TGP and GGT levels in consumer athletes compared to controls. On the other hand, the variations in Alcalina Phosphatase and GGT were not significant between the two groups. In conclusion, ergogenic supplementation in bodybuilders may disrupt metabolic regulation. From this point of view, it seems interesting to undertake a study that studies the effect of each of these supplements separately on metabolic regulation.

Key words: Metabolic regulation, bodybuilding, ergogenic supplements.

ملخص

التدريب البدني هو مجموعة من الأساليب والتمارين البدنية التي تهدف إلى الحفاظ على الأداء الرياضي وتحسينه. حتى الآن ، أظهرت العديد من المنشورات العلمية فوائد النشاط البدني في علاج الأمراض المزمنة والوقاية منها. ومع ذلك ، فإن الاستراتيجية الغذائية للرياضيين ، ولا سيما بين لاعبي كمال الأجسام ، يتم استكمالها بتناول مكملات غذائية منشئة. يمكن أن تزيد هذه المكملات من تعديلات وظيفة الكلى والكبد. مع أخذ ذلك في الاعتبار ، أجرينا دراسة التحكم في الحالة هذه في 14 رياضيًا متحكمًا يمارسون كمال الأجسام ولكنهم لا يستهلكون أي الارغوجينات 14 رياضيًا يستهلكون مكملات مكمل لتحديد التغيرات في علامات تنظيم التمثيل الغذائي. تم استكشاف علامات تقييم وظائف الكلى (اليوريا ، الكرياتينين) تظهر نتائج زيادة (، ألانين أمينوترانسفيراز غاما جي تي ، الفوسفاتيز الكالينا ، الأسبارتام أمينوترانسفيراز) والكبد في الرياضيين الاستهلاكية مقارنة غاما جي تي و ألانين أمينوترانسفيراز كبيرة للغاية في محتويات اليوريا والكرياتينين و ليست كبيرة بين الأسبارتام أمينوترانسفيراز ، الفوسفاتيز الكالينا و بالضوابط. من ناحية أخرى ، فإن الاختلافات في المجموعتين. في الختام ، يمكن أن تؤدي المكملات الغذائية التي تحتوي على مكملات غذائية في كمال الأجسام إلى تعطيل تنظيم التمثيل الغذائي. مع أخذ ذلك في الاعتبار ، يبدو من المثير للاهتمام إجراء دراسة تدرس تأثير كل من هذه المكملات بشكل منفصل ، على تنظيم التمثيل الغذائي

الكلمات المفتاحية: تنظيم التمثيل الغذائي ، كمال الأجسام ، المكملات الغذائية

Liste des tableaux

Tableau 1 : Intensité de l'activité physique	4
Tableau 2 : Exemples d'instruments d'évaluation et d'indicateurs de l'activité physique et de la sédentarité.....	5
Tableau 3 : Auto-questionnaire pour l'évaluation du niveau d'activité physique quotidienne, sportive et de loisir.....	7
Tableau 4 : Caractéristiques de la population étudiée	20

Liste des tableaux en annexe

Tableau A1 : Bilan biochimique chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.....	38
--	----

Liste des figures

Figure 1: Schéma simplifié de la transduction du signal liée à l'exercice physique.....	11
Figure 2: La pyramide alimentaire d'inspiration crétoise constitue la base d'un bon équilibre alimentaire pour un sportif.....	12
Figure 3 : Teneurs plasmatiques en Urée chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.....	22
Figure 4 : Teneurs en Créatinine plasmatiques chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.....	22
Figure 5 : Teneurs plasmatique TGO en chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.....	23
Figure 6 : Teneurs plasmatique en TGP chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.....	23
Figure 7 : Teneurs plasmatiques en Phosphatase Alcalina chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.....	24
Figure 8 : Teneurs plasmatiques en Gamma GT chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.....	24

Liste des abréviations

AA: Acide amine

ADP: Adénosine-5-di phosphate

AF: 4-aminophénazone

ALT: l'alanine amino transférase

AMP: Adenosine monophosphate

AP : Activité physique

APS : Activité physique sportive

AST: aspartate amino transférase

ATP : adénosine triphosphate

BA: Bêta-alanine

BCAA : branched-Chain AminoAcid (Acides aminés ramifiés)

ClONa: hypochlorithe de sodium

CO₂: anhydride carbonique

DAP: dihydroxiacétone phosphate

DFG: débit de filtration glomérulaire (Glomerular filtration rate des AngloSaxons)

DLW: doubly labeled water

DT2: diabète de type 2

EPO : érythropoïétine

FC: Fréquence cardiaque

G3P: glycérol-3-phosphate

GGT: gamma-glutamyl transférase

GK: glycérol kinase

GOD: glucose oxydase

GT: Teneurs plasmatiques en Gamma

H₂O₂: peroxyde d'hydrogène

HDL : lipoprotéines de haute densité

IMC: indice de masse corporelle

LDH : lactate déshydrogénase

LDL : Lowdensitylipoprotein (lipoprotéines de basse densité)

LPL: lipoprotéin lipase

MDH: malate-déshydrogénées

MET: metabolic equivalent of task

NAD: Nicotinamide adenine dinucleotide

NADH : Nicotinamide adénine dinucléotide

NH₃: ammoniac

NH₄⁺ : ion ammonium

OMS: organisation mondiale de la santé

PAL: phosphatases alcalines

POD: peroxydase

S: second

SA: stéroïdes anabolisants

SHBG: Sex Hormone Binding Globulin

TGO: transaminase glutamate oxaloacétique

TGP: transaminase glutamique pyruvique

VO₂: consommation maximale d'oxygène

WP: whey proteins

Sommaire

Introduction	1
Etat actuel du sujet	3
1- Activité physique.....	3
2- Activité physique et bénéfice santé.....	8
3-Activité physique et supplément utilisé en musculation et régulation métabolique.....	10
Matériel et méthodes	16
1 - Population étudiée	16
2-Prélèvement sanguin.....	16
3-Les Analyses biochimiques.....	16
3-1-détermination de glycémie.....	16
3-2-Détermination de l'urée.....	16
3-3-Détermination de la créatinine.....	17
3.4- Détermination des paramètres lipidiques.....	17
3.4.1-Dosage du cholestérol total.....	17
3.4.2- Dosage des triglycerides.....	17
4-Détermination des paramètres hépatiques.....	18
4.1- Dosage de TGO.....	18
4.2-Dosage de TGP.....	18
4.3. Dosage de PAL.....	19
4-4- Dosage de GGT.....	19
5. Analyse statistique :.....	19
Résultats et interprétation	20
1. Caractéristiques de la population étudiée	20

2. Evaluation de la fonction rénale chez les athlètes consommateurs et témoin.....	21
2.1. Teneurs plasmatiques en Urée chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.....	21
2.2. Teneurs plasmatiques en Créatinine chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.....	21
3. Evaluation de la fonction hépatique chez les athlètes consommateurs et témoin.....	21
3.1. Teneurs plasmatiques en TGO chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.....	21
3.2. Teneurs plasmatiques en TGP chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.....	21
3.3. Teneurs plasmatiques en Phosphatase Alcalina chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.....	21
3.4. Teneurs plasmatiques en Gamma GT chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.....	21
Discussion.....	26
Conclusion.....	29
Références bibliographiques.....	30
Annexes.....	38

Introduction

L'activité physique (AP) est définie comme « tout mouvement corporel produit par les muscles squelettiques qui entraîne une augmentation de la dépense énergétique par rapport au repos. Elle peut être classée en quatre principaux domaines : l'activité physique liée aux déplacements actifs (marche, vélo, montée des escaliers...), aux activités domestiques (travaux de bricolage, ménage...), aux activités professionnelles et aux loisirs (jardinage, gymnastique individuelle, activités sportives) (**Ancellin et Gaillot, 2017**).

Les bénéfices de l'AP sont actuellement bien connus. Si l'on résume brièvement, ils sont cardiovasculaires (amélioration de la performance cardiaque, meilleure vascularisation tissulaire), respiratoires (augmentation de la consommation d'oxygène, meilleure oxygénation cellulaire), métaboliques (meilleur profil lipidique, moindre production de lactates, augmentation de la sensibilité à l'insuline), locomoteurs (augmentation de la force musculaire, prévention de l'ostéoporose), neuropsychiques (moins de dépression et d'anxiété, meilleur sommeil et meilleur contrôle de soi), psychosociaux (vie active, attitude positive devant la vie, intégration sociale) (**Fabien et Daniel, 2009**).

Le sport unique dans cette apparence c'est la musculation, plutôt que la performance athlétique, souligné pour atteindre une masse musculaire importante (**Richards et al., 2020**).

La musculation est faite de mouvements répétés à contre résistance des principaux groupes musculaires de l'organisme (**Chanudet et al., 2005**). Elle est pratiquée dans le but d'acquérir un physique musclé qui se travaille grâce à un programme de musculation et une diète bien particulière (**Mosley, 2009**). En effet la musculation est une pratique sportive très vaste qui présente de nombreux bienfaits et qui vise avant tout un renforcement musculaire en effectuant, de façon structurée des mouvements de force (**Guedin, 2017**).

En revanche, les culturistes ont pour unique et seul objectif l'augmentation de leur puissance musculaire par rapport au poids corporel. Ainsi, au-delà de l'alimentation et de l'entraînement de force, ceci nécessite un apport énergétique élevé (**Gary et Stuart, 2011**).

Les compléments alimentaires sont définis comme des denrées alimentaires dont le but est soit de couvrir des besoins qui ne le sont pas par un régime alimentaire normal, soit d'avoir des effets physiologiques spécifiques. Ces produits ne se présentent pas comme des aliments, mais sous forme de comprimés, gélules, ampoules, etc... (**Dubecq et al., 2014**).

Parmi ces compléments à visée ergogénique, les protéines, les acides aminés, les boissons énergétiques, les hormones et ses dérivés tel que les anabolisants stéroïdiens, la créatine et les produits anti- fatigue (**Lafourcade et al., 2017**).

Les athlètes consomment ses suppléments pour améliorer leurs performances et la récupération, principalement les suppléments protéiques qui remplissent cette fonction en augmentant la masse musculaire ; cependant, leur effet sur la santé est moins connu (**Diego Moreno-Pérez et al., 2018**).

Ces suppléments considérés comme un risque pour la régulation métabolique et peuvent être toxiques pour le foie et les reins si elles sont prises à fortes doses sur une longue période (**Richards et al., 2020**). Même s'il existe peu de recherche scientifique validée sur leur efficacité ou leur innocuité. Cependant, des études bien documentées ont démontré récemment que l'apport exagéré de ces compléments nuit à l'adaptation de l'organisme à l'entraînement (**Gremion et Saugy, 2013**).

Dans cette optique, nous avons entrepris cette étude cas-témoins afin de déterminer les modifications des marqueurs de la régulation métabolique chez des athlètes qui consomment des suppléments utilisés en musculation et des athlètes témoins qui pratiquent la musculation mais ne consomment aucun supplément, afin de déterminée l'impact de la consommation de ces suppléments sur la fonction hépatique et la fonction rénale.

Etat actuel du sujet

1. Activité physique

L'AP est un comportement impliquant des mouvements du corps à travers l'espace selon plusieurs dimensions. Elle est le plus souvent considérée en termes d'énergie et des tensions liées aux dépenses des forces de portance et de réaction au sol, et a également une composante majeure de la performance, principalement considérée dans des aptitudes spécifiques au mouvement et des mesures de la condition physique (**Malina et Katzmarzyk, 2006**).

La définition de l'AP la plus répandue et celle proposée par Caspersen, qui la définit comme l'ensemble des mouvements corporels produits par la mise en action des muscles squelettiques et entraînant une augmentation substantielle de la dépense énergétique au-dessus du métabolisme de repos (**Caspersen, 1985**).

Les différents types d'activité physique peuvent être caractérisés selon le type d'exercice. Ces derniers sont pratiqués en aérobie ou en anaérobies et ils diffèrent entre eux selon l'intensité, l'intervalle et les types de fibres musculaires incorporés (**Patel et al., 2017**).

L'AP aérobie stimule la fonction cardiorespiratoire, au cours de laquelle la majeure partie de l'énergie est produite par l'oxydation des substrats énergétiques dans les muscles (**Thibault, 2009**). Le critère de mesure pour les activités en aérobie est la consommation maximale d'oxygène (VO_2), qui peut être mesurée soit par l'ergométrie graduée des exercices, soit par le protocole du tapis roulant avec un analyseur de la consommation de l'oxygène ou via des formules mathématiques (**Patel et al., 2017**).

Par ailleurs, l'exercice anaérobie a été défini par le Collège américain de médecine du sport comme une AP intense de très courte durée, alimentée par les sources d'énergie dans les muscles contractés et indépendamment de l'utilisation de l'oxygène inhalé comme source d'énergie (**Patel et al., 2017**). En revanche, on considère que la performance anaérobie musculaire dépend de trois composées temporelles, la capacité anaérobie à court terme, c'est à dire le travail total que le muscle peut faire en 10 secondes (s), aussi la capacité anaérobie à moyen terme, ou le travail total que les muscles peuvent faire pendant une activité maximale d'une période de 30s et enfin la capacité anaérobie à long terme qui est définie comme le travail total pendant un exercice maximale qui dure 90s (**Yanci et al., 2016**).

Cependant, les AP et sportives représentent un continuum allant de l'inactivité à une activité au moins modérée jusqu'à la pratique d'une activité à intensité élevée de façon régulière (Muller, 2015). En effet, sa mesure est de plus en plus importante du fait des relations établies entre un niveau d'AP et un état de santé (Tessier et al., 2008).

Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), l'intensité des différentes formes d'AP varie d'une personne à l'autre. Cette intensité dépend de l'expérience antérieure de chacun en matière d'exercice ainsi que de son niveau de forme physique (OMS, 2017). On retrouve différentes intensités en évaluant les activités physiques présentées dans le Tableau 1 :

Tableau1 : Intensité de l'activité physique (Ancellin et Gaillot, 2017)

Intensité	MET (Metabolic Equivalent of Task)	Exemples
Faible	1,6 à 2,9	<ul style="list-style-type: none"> • Marche <5km/h • Promener son chien • Conduite automobile
Modérée	3 à 5,9	<ul style="list-style-type: none"> • Marche de 5 à 6,5 km/h • Montée d'escaliers à vitesse lente • Nage de loisir • Vélo à 15 km/h
Elevée	6 à 8,9	<ul style="list-style-type: none"> • Montée rapide d'escaliers • Course de 8 à 9 km/h • Marche à 5 km/h sur une pente à 12 % • Vélo à 20 km/h
Très élevée	≥ 9	<ul style="list-style-type: none"> • Course de 9 à 16 km/h • Vélo > 25 km/h

Il existe diverses méthodes pour évaluer le niveau d'AP. On peut les classer en méthodes soit subjectives (observation directe, journaux d'activité, questionnaires...etc.), soit objectives (podomètre, accéléromètre, cardiofréquencemètre) (Terrier et Yves, 2004). Les exemples d'instruments d'évaluation et d'indicateurs de l'activité physique et de la sédentarité sont représenté dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Exemples d'instruments d'évaluation et d'indicateurs de l'activité physique et de la sédentarité (Tremblay, 2010)

Méthodes d'évaluation	Mesure de l'activité physique		Mesure de la sédentarité	
	Procédure d'évaluation	Exemple d'indicateurs	Procédure d'évaluation	Exemple d'indicateurs
Directes (objectives)	Observation directe Calorimétrie indirecte portable Eau doublement marquée Accéléromètre Podomètre Surveillance du rythme cardiaque	Minutes d'AP, types d'AP Dépense énergétique, VO ₂ Dépense énergétique Minutes au-dessus des seuils Nombre de pas par jour Minutes au-dessus des seuils	Observation directe Calorimétrie indirecte portable Eau doublement marquée Accéléromètre Podomètre Surveillance du rythme cardiaque	Minutes de SB, types de SB Minutes au taux métabolique de repos Dépense énergétique Minutes en-dessous des seuils Nombre de pas par jour Minutes en-dessous des seuils ou au repos
Rapportées (subjectives)	Questionnaire ou interview sur l'AP ^a Journal de relevé de l'AP Log ^c de l'AP Rappel du transport actif	Dépense énergétique, minutes d'AP Dépense énergétique, minutes d'AP Fréquence d'AP, types d'AP Type, fréquence, durée, distance	Questionnaire ou interview sur SB ^b Journal de relevé de SB Log de la sédentarité Rappel de l'usage de l'automobile	Minutes de SB, temps passé assis ou devant écran Minutes de SB, temps passé assis ou devant écran Fréquence de SB, types de SB Fréquence, durée, distance, temps en voiture

Concernant les méthodes d'évaluations de l'AP objectives, plusieurs auteurs ont souligné que pour estimer le niveau d'AP dans une population d'une manière fiable, il est essentiel d'avoir recours à des données objectives (**Terrier et Yves, 2004**).

Le podomètre, permet de mesurer le nombre de pas effectués par un sujet, est le plus simple des compteurs de mouvement. L'appareil se présente sous la forme d'un boîtier de la taille d'une petite boîte d'allumettes et se fixe latéralement à la ceinture au-dessus de la hanche à l'aide d'un clip (**Oppert, 2006**). Ceci réagisse à l'accélération verticale du corps, ainsi, seuls les déplacements verticaux sont pris en compte et sont mémorisés (**Olivier, 2005**). En revanche, le podomètre ne mesure que le nombre de pas ou d'impulsions effectués en marchant ou en courant et ne permet pas d'évaluer l'intensité du mouvement ni la dépense énergétique liée à l'activité (**Oppert, 2006**).

L'accéléromètre permet d'enregistrer les accélérations et les décélérations d'un sujet. Ce système évalue l'intensité, la fréquence et la quantité de mouvements. Différents types d'accéléromètres sont commercialisés, les accéléromètres unidimensionnels, les plus nombreux, et la dernière génération d'accéléromètres tridimensionnels qui suscite actuellement le plus d'intérêt (**Olivier, 2005**).

Les capteurs de fréquence cardiaque (FC) permettent d'obtenir une indication directe de l'AP en reflétant l'intensité du stress imposé au système cardiorespiratoire du sujet lors de différents mouvements (**Benjamin et al., 2009**). En effet, les moniteurs de FC miniaturisés «sports testers» est constitués d'un émetteur de petite taille, avec des électrodes précordiales maintenues par une sangle thoracique ou d'un microprocesseur sous la forme d'une montre-bracelet qui enregistrent la fréquence cardiaque en continu (**Oppert, 2006**).

La calorimétrie directe est une technique assez compliquer car elle nécessite la mesure de tous les transferts de chaleur, y compris le rayonnement, la convection et la conduction, ainsi que les pertes de chaleur dues à l'évaporation (**Yan et Eric, 2016**). En revanche cette technique est incapable d'analyser les variations de dépense énergétique au cours de la journée et de la semaine, elle doit donc être couplée avec d'autres techniques (**Olivier, 2005**).

Enfin, la calorimétrie indirecte ou l'eau doublement marquée (DLW) est la méthode de référence qui permet de mesurer la dépense énergétique au repos. En revanche, selon certains auteurs, la calorimétrie indirecte est une méthode peu encombrante et non invasive pour

mesurer la dépense d'énergie totale quotidienne d'un sujet en condition de vie courante (Benjamin et al., 2009).

Concernant les méthodes subjectives de l'évaluation de l'AP, elles se basent principalement sur les questionnaires, c'est la méthode d'évaluation la plus répandue. Ils peuvent être autoadministrés ou remplis lors d'un entretien. Les questions portent sur les différents types d'activités (professionnelles, domestiques, loisirs, sport, ou des activités spécifiques) à l'aide de réponses ouvertes ou fermées (Oppert, 2006) (Tableau 3). Ainsi que les paramètres pris en compte, tel que la période de rappel, le mode, la durée d'administration, les dimensions de l'AP et les échelles de mesure employées sont variables (Olivier, 2005).

Tableau 3 : Auto-questionnaire pour l'évaluation du niveau d'activité physique quotidienne, sportive et de loisir (Gusto et al., 2015)

Niveau d'activité physique	Thèmes des questions
Quotidienne	Dépense physique habituelle au travail Temps passé debout Temps passé assis Marche Port de charges lourdes Transpiration Sentiment de fatigue physique Comparaison de l'activité physique quotidienne par rapport aux personnes du même âge
Sportive	Pour les deux activités sportives pratiquées au plus : le niveau de dépense physique, le nombre d'heures, le nombre de mois de pratique Comparaison de l'activité physique lors des loisirs par rapport aux personnes du même âge Transpiration lors des loisirs Activités sportives lors des loisirs
De loisirs	Temps passé devant un écran Marche Activités physiques lors des loisirs autres que le sport Le temps des déplacements

2. Activité physique et bénéfice santé

Aujourd'hui il est reconnu que l'exercice physique a des effets positifs sur la sante. Il est en effet un facteur important dans la prévention du cancer, du diabète, des maladies cardiovasculaires et dans la prévention et le traitement des troubles psychopathologiques tels que la dépression et l'anxiété (**Nourdine et Antonia, 2013**). En effet, l'AP et/ou sportive joue un rôle primordial dans la prévention de certaines maladies mentales et physiques (**Muller, 2015**).

Elle permet aussi de réduire la prévalence du syndrome métabolique. En effet, selon certains auteurs, une dépense énergétique située entre 1 000 et 2 000 kcal par semaine entraîne de nombreux bénéfices physiques sur la santé (**Longuet et Couillandre, 2008**). Ce qui rend l'AP très recommandée dans le domaine des maladies cardiovasculaires, à la fois pour prévenir leur survenue et pour en limiter les conséquences lorsqu'elles sont installées, les principales affections concernées sont la coronaropathie, l'insuffisance cardiaque chronique et l'artériopathie des membres inférieurs (**Muller, 2015**).

En outre, l'AP réduit la pression artérielle chez les patients hypertendus, en moyenne de 11 mmHg pour la pression artérielle systolique et de 8 mmHg pour la pression diastolique. Elle permet de différer, voire de rendre inutile, le traitement médicamenteux d'une hypertension artérielle de diagnostic récent (**Inserm, 2008**).

L'AP peut aussi prévenir l'apparition de certains cancers. En effet, les cancers les plus fréquents chez l'homme et la femme sont, respectivement, le cancer de la prostate et le cancer du sein. Ils sont suivis en termes de fréquence par le cancer du poumon et du côlon. La prévention de la survenue de ces différents types de cancers représente donc un véritable enjeu de santé publique pour lequel l'AP pourrait jouer un rôle important (**Duclos, 2009**).

On a notamment montré que pendant et après un traitement, une AP adaptée d'intensité faible à modérée améliore la qualité de vie et diminue la sensation de fatigue. Un des effets systémiques de l'AP est la diminution de la fraction biologiquement active (fraction libre) des hormones sexuelles. Cet effet bénéfique s'exerce sur les cancers hormono-dépendants (sein, endomètre, prostate) en réduisant la production endogène des œstrogènes, mais aussi en augmentant la SHBG (Sex Hormone Binding Globulin) (**Muller, 2015**).

De même, le pratique d'une AP régulière est aujourd'hui reconnu comme un des piliers du traitement du diabète de type 2 (DT2), avec la prise de médicaments et une alimentation équilibrée. En effet , plusieurs études on démontrés qu'une AP régulière fait baisser la glycémie, améliore la sensibilité a l'insuline, diminue la masse grasse, améliore le bilan lipidique et d'une façon générale elle contribue à contrôler les facteurs de risque et à prévenir les complications secondaires au DT2 (**Perrin et al ., 2008**).

Aussi l'AP a des effets particulièrement bénéfiques chez les personnes âgées. En effet, elle constitue un moyen efficace pour ralentir le processus du vieillissement et pour prévenir les conséquences qui lui sont associées. Si l'âge et les problèmes de santé sont souvent les raisons invoquées de ne pas pratiquer une AP, il est important de souligner que ces raisons sont justement celles qui justifient la nécessité d'inciter et d'accompagner vers une pratique (**Vuillemin, 2012**).

En revanche l'obésité et le surpoids sont des facteurs de risque indépendants (**Schlienger et al., 2009**). Aujourd'hui, l'AP constitue le principal pilier dans le traitement de cette épidémie et ses bénéfices sur la santé donnent lieu à des études, tant dans ses dimensions biologiques que psychologique (**Merlaud et Terral, 2016**).

3. Activité physique, suppléments utilisés en musculation et régulation métabolique

Depuis les années 2000, la nutrition des sportives évolue en même temps que les progrès rapides en biologie et physiologie de l'exercice. Les investigations au niveau cellulaire ont permis de mieux cerner le lien entre la nutrition, l'entraînement et les adaptations subséquentes (**Caillaud, 2018**). En effet, la nutrition et l'entraînement physique est un élément déterminant de la performance chez le sportif. Si la charge d'entraînement physique est importante, une modification de l'alimentation, à partir des apports nutritionnels conseillés, peut parfois être envisagée (**figure 1**) (**Richard, 2014**).

En revanche, la pratique régulière d'un exercice physique combinée à une alimentation saine est de plus en plus associée à la meilleure qualité de vie, car elle favorise les avantages physiologiques et psychologiques pour les individus (**Silva et Paula, 2018**).

L'alimentation du sportif doit satisfaire les besoins générés par les adaptations physiologiques inhérentes à l'exercice. Elle est basée sur la prise d'aliments courants dans le cadre d'une alimentation équilibrée et diversifiée, sous forme de repas et de collations (**figure2**) (**Pillon et Screve, 2011**).

De nos jours, la plupart des athlètes et des personnes actives considèrent la supplémentation comme étant le principal moyen d'obtenir des résultats quand le but est de développer la masse musculaire et la force, toute en accordant la plus grande importance à l'éducation nutritionnelle (**Silva et Paula, 2018**).

Les suppléments alimentaires sont des composés nutritionnels qui peuvent amener des bénéfices pour la performance ou pour la santé. Il est bien connu que des glucides, des protéines et des fluides ingérés en quantité adéquate à des moments bien précis peuvent améliorer les prestations sportives (**Joint Position Statement, 2000**).

La musculation vise un renforcement musculaire en effectuant, de façon structurée, des mouvements contre résistances afin d'engager une transformation du système neuromusculaire, elle comprend de nombreuses méthodes d'entraînements sportifs en fonction du protocole choisi, le but sera d'améliorer la fonction neuromusculaire comme la force, l'endurance et le volume musculaire (**Guedin, 2017**). Cependant les culturistes utilisent fréquemment des stéroïdes anabolisants et des compléments ergogéniques pour acquérir force et masse corporelle et les principaux suppléments utilisés sont les protéines, la créatine et les vitamines (**Almukhtar et al., 2015**).

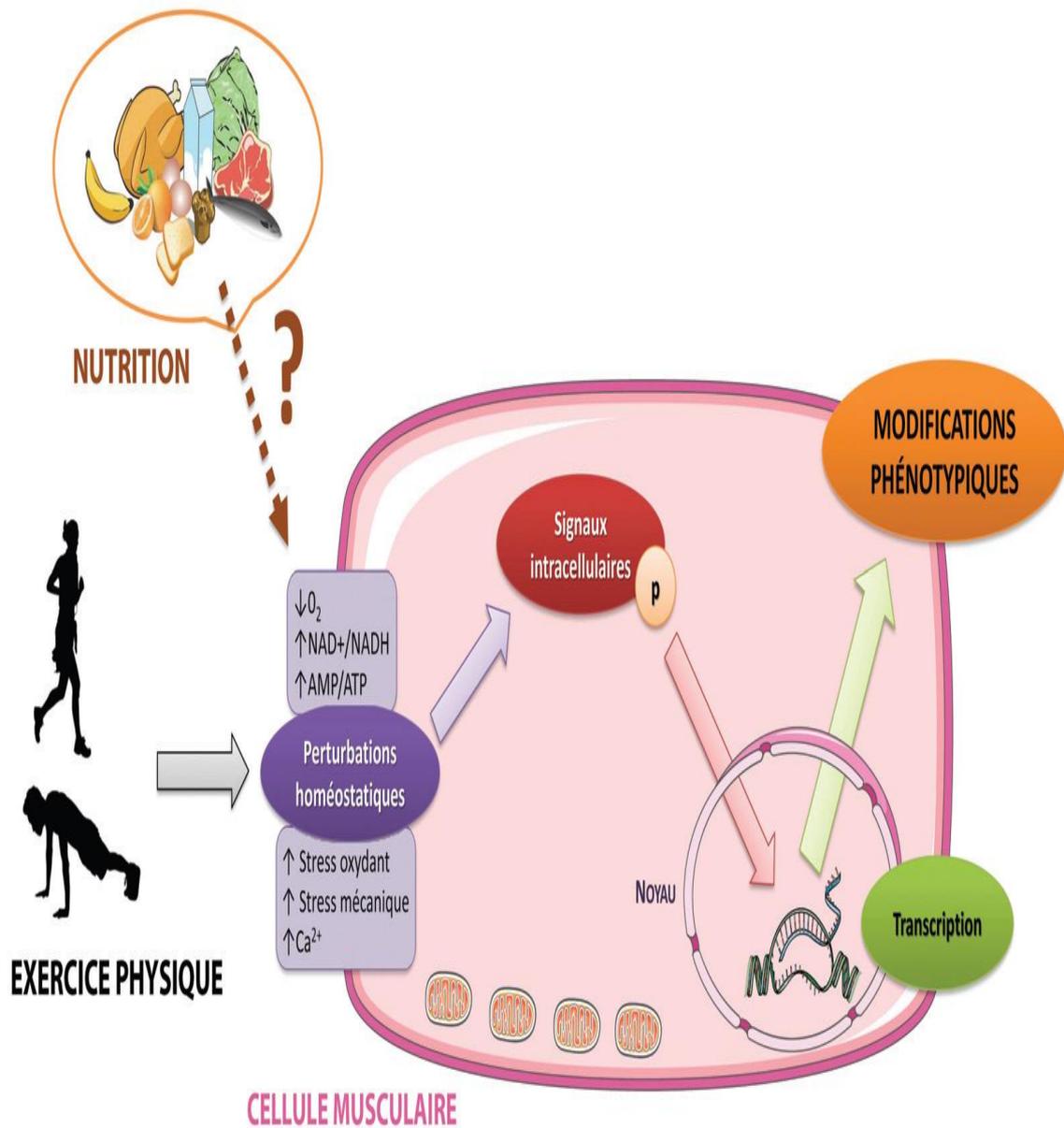


Figure 1. Schéma simplifié de la transduction du signal liée à l'exercice physique (Caillaud, 2018).

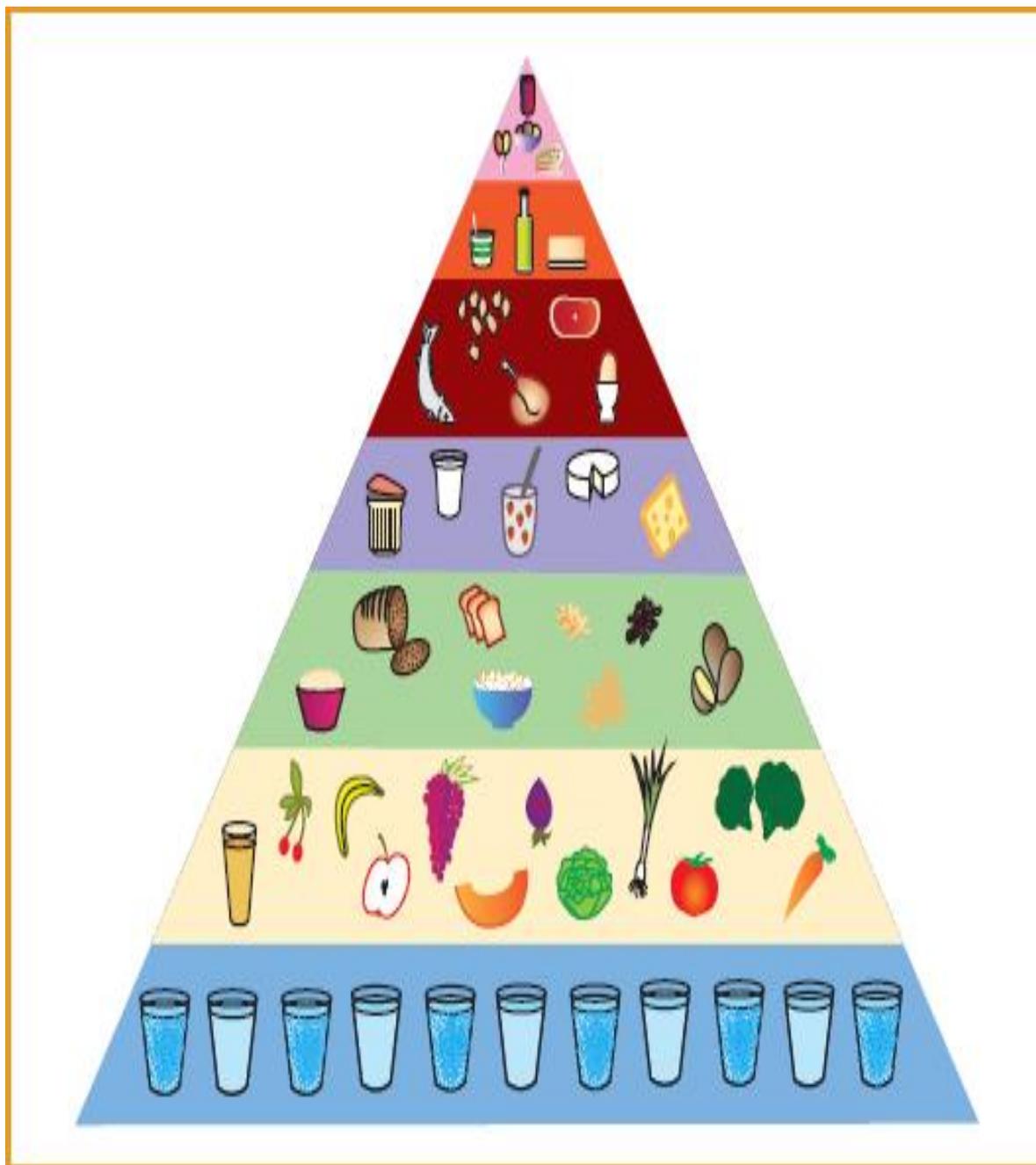


Figure 2. La pyramide alimentaire d'inspiration crétoise constitue la base d'un bon équilibre alimentaire pour un sportif (Labarde, 2015).

Nombreux athlètes utilisent des suppléments ergogéniques dans le cadre d'un entraînement excessif. En revanche, ces suppléments sont utilisés sans complément à une évaluation complète des avantages et des risques associés à leur utilisation **(Ronald et al., 2007)**.

Parmi les suppléments essentiellement utilisés en musculation, la whey protéines (WP) ou le lactosérum qui est l'une des sources de protéine de haute qualité avec une proportion d'acides aminés indispensables par rapport à d'autres sources. Sa concentration élevée en leucine fait du lactosérum une source optimale de protéine pour maximiser la synthèse des protéines musculaires et atténuer leurs dégradations au repos et après l'exercice **(Fernando, 2019)**.

En effet, les suppléments de WP, sont l'un des suppléments couramment utilisés comme aide ergogénique pour les athlètes afin d'améliorer leurs performances musculaires et leur récupération lors de blessures liées au sport **(Lam et al., 2019)**.

Cependant, la consommation du lait et des produits laitiers est inversement associée à un risque moindre des troubles métaboliques et des maladies cardiovasculaires. En particulier, les protéines du lactosérum qui lui aussi, semble induire ces effets en raison de la bio-activité des composés tels que la lactoferrine, les immunoglobulines, la glutamine et la lactalbumine **(Graf et al., 2011)**.

La créatine est une petite molécule dérivée d'un acide aminé, elle est synthétisée par l'organisme au niveau du foie et libérée dans le sang. A ce niveau, une partie de la créatine est transférée dans les muscles, où elle est transformée en phosphocréatine puis utilisée lors des contractions musculaires. On la retrouve également dans certains aliments comme le saumon, le thon et le bœuf **(Mélanie, 2002)**.

La créatine semble être le complément alimentaire le plus efficace pour améliorer la capacité anaérobie et le masse maigre **(Branch, 2003)**. De nos jours, la créatine est le supplément le plus utilisés par les athlètes professionnels pour stimuler leur force et masse musculaire **(Davani et al., 2018)**.

Aussi, de nombreux athlètes et sportifs occasionnels utilisent des suppléments de créatine, le plus souvent à base de monohydrate de créatine administrable par voie orale **(Bigard, 1998)**. En revanche la créatine peut se convertir en créatinine dans le muscles squelettiques et foie par une hydrolyse non enzymatique.

Cependant, la créatinine sérique est considérée par les néphrologues comme marqueur classique de la fonction rénale et de nombreux facteurs autres que l'apport en protéines et la masse musculaire peuvent potentiellement modifier son niveau (**Davani et al., 2018**).

La bêta-alanine (BA) est un acide aminé non protéogène qui est produit de manière endogène dans le foie. De plus, les humains acquièrent de la bêta-alanine en consommant des aliments tels que la volaille et la viande. Les propriétés ergogéniques de la bêta-alanine sont limitées ; cependant, la bêta-alanine a été identifiée comme le précurseur limitant la vitesse de synthèse de la carnosine (**Eric et al., 2015**).

Les acides aminés à chaîne ramifiée (BCAA) soit la leucine, l'isoleucine et la valine, constituent jusqu'à un tiers des protéines musculaires (**Anthony, 2001**). Ces acides aminés essentiels peuvent être oxydés dans le muscle squelettique et leurs oxydations sont favorisées par l'exercice (**Shimomura, 2004**).

Cependant, les BCAA agissent également comme des neurotransmetteurs qui vont agir en activant l'anabolisme musculaire, sous l'influence de nombreux paramètres comme l'intervention des hormones de croissance et de l'insuline et ils jouent aussi un rôle fondamental dans la modulation de la synthèse et de la dégradation des protéines musculaires (**Waldron et al., 2017**).

La glutamine est un acide aminé qualifié de conditionnellement essentiel dans les situations d'agression ou de stress sévère (**Coëffier et al., 2009**). Il est aussi le premier carburant des cellules à multiplication rapide de la muqueuse intestinale et du système immunitaire ou des tumeurs, où elle sert de précurseur d'acides nucléiques (**Darmaun, 1990**).

Ces suppléments protéiques sous forme de poudres, barres ou gels ainsi que les préparations d'acides aminés sont les produits les plus vendus. Cependant, les besoins protéiques sont largement couverts par des apports raisonnables en viandes, œufs, poissons et produits laitiers est une supplémentation en protéines est donc rarement utile, excepté chez les végétariens. De plus, un excès de consommation peut entraîner la formation de graisses de réserves et une charge supplémentaire pour le foie et les reins (**Pillon et Screve, 2011**).

Les vitamines sont des substances organiques sans valeur énergétique propre, indispensables à l'organisme qui est incapable de les synthétiser (du moins en quantité

suffisante), et devais nécessairement être apportées par l'alimentation. Elles sont classiquement réparties en vitamines hydrosolubles (groupe B, C) et liposolubles (A, D, E, K) **(Schlienger, 2016)**. Chez les sportifs de haut niveau, une augmentation modeste en vitamine D est souvent recommandé dans le but d'améliorer la construction osseuse **(Almukhtar et al., 2015)**.

Les anabolisants stéroïdiens (AS) dérivé de la testostérone on à la fois des effets anabolisants (augmentation du muscle et de la force) et androgéniques (caractères sexuels primaires et secondaires). Les efforts entrepris pour limiter les effets androgéniques tout en augmentant les effets anabolisants n'ont pas été couronnés de succès. Les altérations de la structure de la testostérone, induites pour augmenter la pharmacocinétique des AS, ont donnés naissances a des produits pharmaceutiques qui sont actifs par voie orale et ont une demi vie plasmatique accrue et peuvent être administres sous forme d'injections a effet retards **(George, 2003)**.

Matériel et méthodes

1. Population étudiée

Notre étude porte sur des athlètes volontaires pratiquants la musculation, au minimum depuis 2 ans. Notre population a été partagée en deux groupes, le premier groupe est constitué d'athlètes consommateurs des suppléments ergogéniques et le deuxième groupe est constitué d'athlètes qui ne consomment aucun supplément ergogénique.

Un interrogatoire minutieux est mené auprès des deux groupes d'athlètes afin de relever les paramètres suivants : L'âge, l'indice de masse corporelle (IMC) (kg/cm^2), le temps de pratique de la musculation en heures /semaines, le temps de pratique la musculation en année et la consommation ou pas des suppléments ergogéniques (avec précision).

Tous les participants sont informés du but de l'étude et leur consentement est préalablement obtenu.

2. Prélèvement sanguin

Les prélèvements sanguins sont effectués sur les athlètes au niveau de la veine du pli du coude, le matin après 12 heures de jeûne. Une quantité de sang prélevé est récupérée dans des tubes à héparine. Ces derniers sont centrifugés à 3000 tr/min pendant 15 min. Ensuite, nous les mettons dans l'automate où il fait son travail et ce dernier donne les résultats de l'analyse biochimique

3. Les Analyses biochimiques

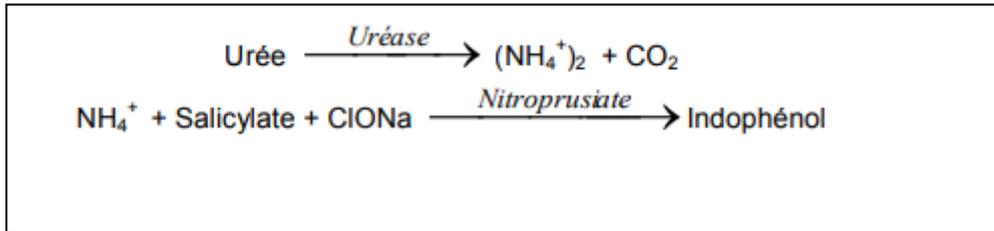
3.1. Détermination de la glycémie

Le glucose sérique est déterminé par la méthode enzymatique et colorimétrique en présence d'une enzyme qui est la glucose oxydase (GOD) et les valeurs de la glycémie est mesurée avec un automate de marque « SPINREACT ». Le glucose est oxydé en acide gluconique et peroxyde d'hydrogène, ce dernier, en présence de peroxydase et de phénol, oxyde un chromogène (Le 4- amino-antipyrine) incolore en couleur rose. La coloration obtenue est proportionnelle à la concentration en glucose présente dans l'échantillon et l'absorbance est mesurée à une longueur d'onde de 505 nm (**Kit SPINREACT**).

3.2. Détermination de l'urée

Le dosage de l'urée est effectué par la méthode enzymatique et colorimétrique qui est basée sur l'action spécifique de L'uréase qui catalyse l'hémolyse de l'urée, présente dans l'échantillon, en ammoniac (NH_3) et en anhydride carbonique (CO_2). Les ions ammonie

réagis avec salicylate et hypochlorithe (ClONa), en présence du catalyseur nitroprusiate, pour former un indophénol vert :



L'intensité de la coloration est proportionnelle a l'urée présent dans l'échantillon testé, mesuré à une longueur d'onde de 580nm (**Kit SPINREACT**).

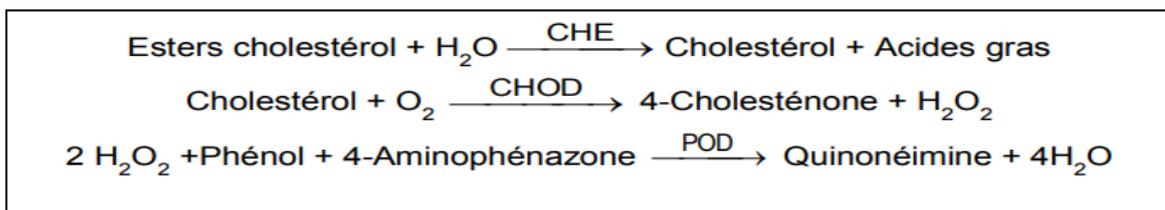
3.3. Détermination de la créatinine

Les méthodes les plus utilisées pour la détermination de la créatininémie reposent sur la réaction de Jaffe (kit SPINREACT). Le principe général de cette méthode consiste à mesurer à 492 nm, l'intensité de la coloration du complexe jaune formé par la créatinine et l'acide picrique en milieu alcalin à 30 seconds puis à 90 seconds, la concentration de créatinine est proportionnelle à l'intensité de la coloration (**SPINREACT**).

3.4. Détermination des paramètres lipidiques

3.4.1. Dosage du cholestérol total

Le dosage du cholestérol total est réalisé par méthode enzymatique et colorimétrique, Le cholestérol présent dans l'échantillon donne lieu à un composé coloré, selon la réaction suivante



La concentration en quinonéimine colorée est mesurée à 510 nm elle est proportionnelle à la concentration du cholestérol total présent dans l'échantillon (**Kit SPINREACT**).

3.4.2. Dosage des Triglycérides

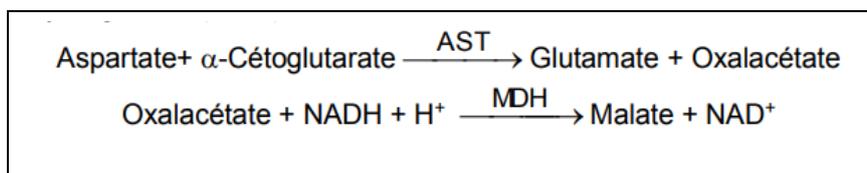
Le dosage du Triglycéride est réalisé par méthode enzymatique et colorimétrique, ils sont incubés avec de la lipoprotéïnlipase (LPL) libèrent du glycérol et des acides gras libres. Le

glycérol est phosphorylé par du glycérophosphate déshydrogénase (GPO) et de l'ATP en présence de glycérol kinase (GK) pour produire du glycérol-3-phosphate (G3P) et de l'adénosine-5-di phosphate (ADP). Le G3P est alors transformé en dihydroxiacétone phosphate (DAP) et en peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) par le GPO. Au final, le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) réagit avec du 4-aminophénazone (4- AF) et du p-chlorophénol, réaction catalysée par la peroxydase (POD), ce qui donne une couleur rouge. L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de triglycérides présents dans l'échantillon testé qui est mesuré à une longueur d'onde de 505nm (**Kit SPINREACT**).

4. Détermination des paramètres hépatiques

4.1. Dosage de TGO

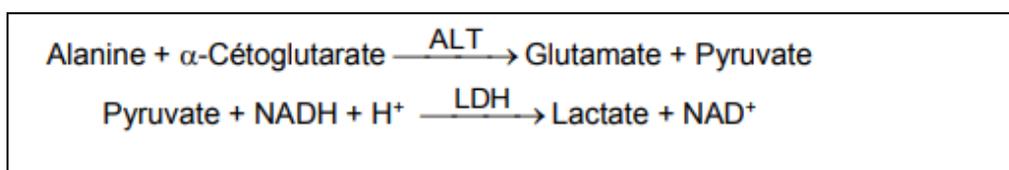
Détermination cinétique de l'aspartate amino transférase (AST), initialement appelée transaminase glutamate oxaloacétique (GOT) repose sur la catalyse du transfert réversible d'un groupe amine de l'aspartate vers l'alpha-cétoglutarate pour former de glutamate et d'oxalacétate. L'oxalacétate produit est réduit en malate en présence de la malate-déshydrogénase (MDH) et NADH :



La diminution dans la concentration de NADH mesurée à une longueur de 340 nm photométriquement, est proportionnelle à la concentration catalytique de GOT (ASAT) dans l'échantillon (**Kit SPINREACT**).

4.2. Dosage de TGP

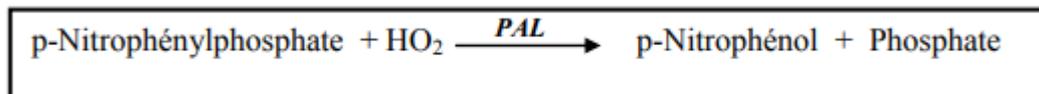
Détermination cinétique de l'alanine amino transférase (ALT), initialement appelée transaminase glutamique pyruvique (GPT) repose sur la catalyse du transfert réversible d'un groupe amine d'alanine vers l'alpha-cétoglutarate pour former le glutamate et de pyruvate. Le pyruvate produit est réduit en lactate en présence de lactate déshydrogénase (LDH) et NADH :



La diminution dans la concentration de NADH mesurée photométriquement à une longueur de 340 nm, est proportionnelle à la concentration catalytique de GPT (ALAT) dans l'échantillon (**Kit SPINREACT**).

4.3. Dosage de PAL

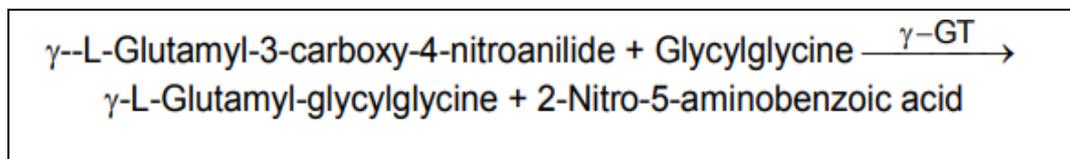
La phosphatase alcaline catalyse l'hydrolyse de p-nitrophényl phosphate à pH 10.4 pour donner le p-nitrophénol et le phosphate selon la réaction suivante :



La formation de p-nitrophénol est mesurée photométriquement à une longueur de 405 nm, où elle est proportionnelle à l'activité catalytique de la phosphatase alcaline dans l'échantillon (**Kit SPINREACT**).

4.4. Dosage de GGT

Détermination cinétique de la gamma-glutamyl transférase (GGT) qui catalyse le transfert d'un groupe glutamyle du-glutamyl-p-nitroanilide à l'accepteur glycyglycine, selon la réaction suivante :



Le taux de formation d'acide 2-nitro-5-aminobenzoïque, mesuré photométriquement à une longueur de 405nm, est proportionnelle à la concentration catalytique de-GT présent dans l'échantillon (**Kit SPINREACT**).

5. Analyse statistique

Les résultats sont présentés sous forme de moyenne \pm erreur standard. Après analyse de la variance, la comparaison des moyennes entre les athlètes témoins et consommateurs est réalisée par le test « t » de Student pour les différents paramètres. *p < 0,05 ; ** p < 0,01 ; *** p < 0,001.

Résultats et interprétations

1. Caractéristiques de la population étudiée :

Notre population est composée de 14 athlètes qui consomment des suppléments variés et 14 athlètes témoins ne consomment aucuns suppléments, les deux groupes ne représentent aucun antécédent de maladie chronique. Les caractéristiques des deux groupes sont représentées dans le tableau 4.

La moyenne d'âge est significativement diminuée chez le groupe des athlètes consommateurs comparée aux témoins. En revanche, l'IMC, est significativement augmentée chez les athlètes consommateurs comparée aux témoins.

Le temps de pratique de la musculation est représenté en heures /semaine, ainsi que le nombre d'année de pratique de la musculation.

Tableau 4 : Caractéristiques de la population étudiée

Caractéristiques	Athlètes témoins	Athlètes consommateurs
L'âge (ans)	35,85 ± 4,67	29±4,56 ***
IMC (Kg /cm²)	25,68 ± 1,32	27,28 ± 2,07 *
Temps de pratique de musculation en heures/semaines	9,71 ± 1,97	11 ± 2,07
Année de pratique de musculation en années	9,14 ± 3,52	7,57 ± 3,88
Glycémie (g/l)	0,82 ± 0,11	0,84 ± 0,10
Cholestérol total (g/l)	1,75 ± 0,35	1,86 ± 0,28
Triglycerides (g/l)	0,91 ± 0,23	0,97 ± 0,27

Chaque valeur représente la moyenne ± écart type. La comparaison entre les deux groupes des athlètes témoins et consommateurs est effectuée par le test t Student. * p < 0,05 ; *** p < 0,001.

2. Evaluation de la fonction rénale chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoin

2.1. Teneurs plasmatiques en Urée chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.

Une augmentation hautement significative des teneurs en urée plasmatique est notée chez athlètes consommateurs comparées aux athlètes témoins (**figure 3**).

2.2. Teneurs plasmatiques en Créatinine chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.

Une augmentation hautement significative des teneurs en créatinine est notée chez athlètes consommateurs comparées aux athlètes témoins (**figure 4**).

3. Evaluation de la fonction hépatique chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoin

3.1. Teneurs plasmatiques en TGO chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.

Les variations en TGO ne sont pas significatives entre les athlètes consommateurs et les athlètes témoins (**figure 5**).

3.2. Teneurs plasmatiques en TGP chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.

Une augmentation hautement significative des teneurs en TGP est notée chez athlètes consommateurs comparées aux athlètes témoins (**figure 6**).

3.3. Teneurs plasmatiques en Phosphatase Alcalina chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.

Les variations en Phosphatase Alcalina ne sont pas significatives entre les athlètes consommateurs et les athlètes témoins (**figure 7**).

3.4. Teneurs plasmatiques en Gamma GT chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.

Une augmentation hautement significative des teneurs en Gamma GT est notée chez athlètes consommateurs comparées aux athlètes témoins (**figure 8**).

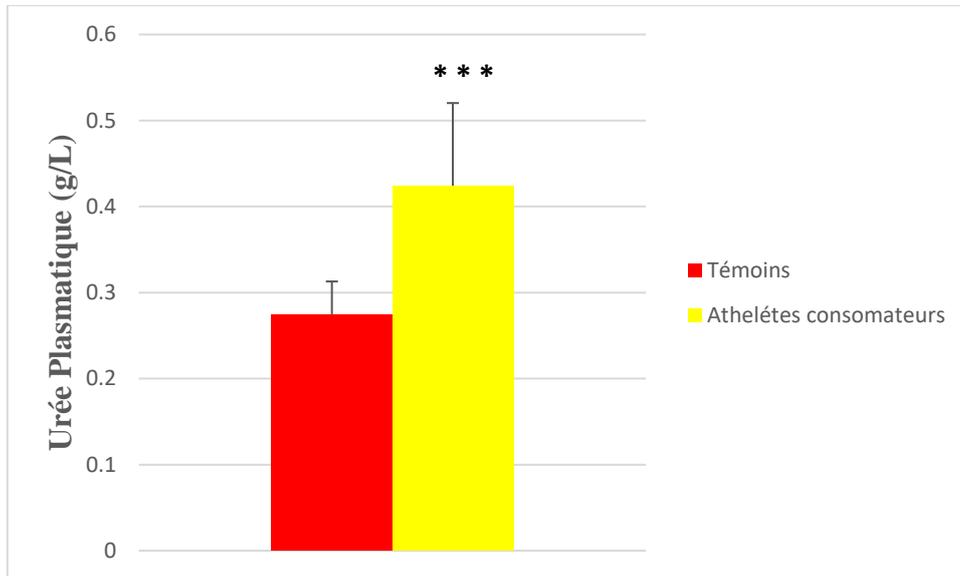


Figure 3 : Teneurs plasmatiques en Urée chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.

Chaque valeur représente la moyenne \pm Ecart type. La comparaison des moyennes entre les deux groupes de athlètes est effectuée par le test "t" de Student. *** p < 0,001.

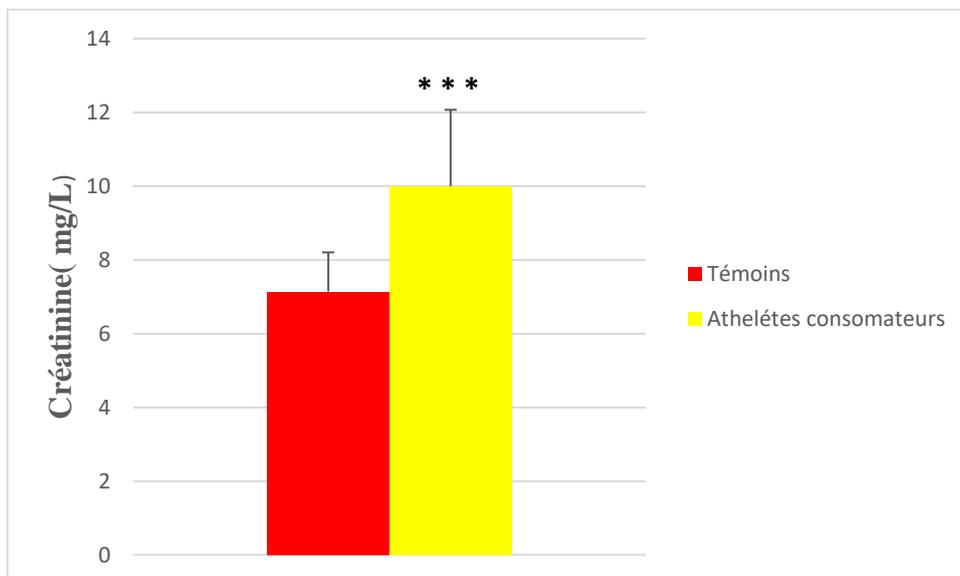


Figure 4 : Teneurs plasmatiques en Créatinine chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.

Chaque valeur représente la moyenne \pm Ecart type. La comparaison des moyennes entre les deux groupes de athlètes est effectuée par le test "t" de Student. *** $p < 0,001$.

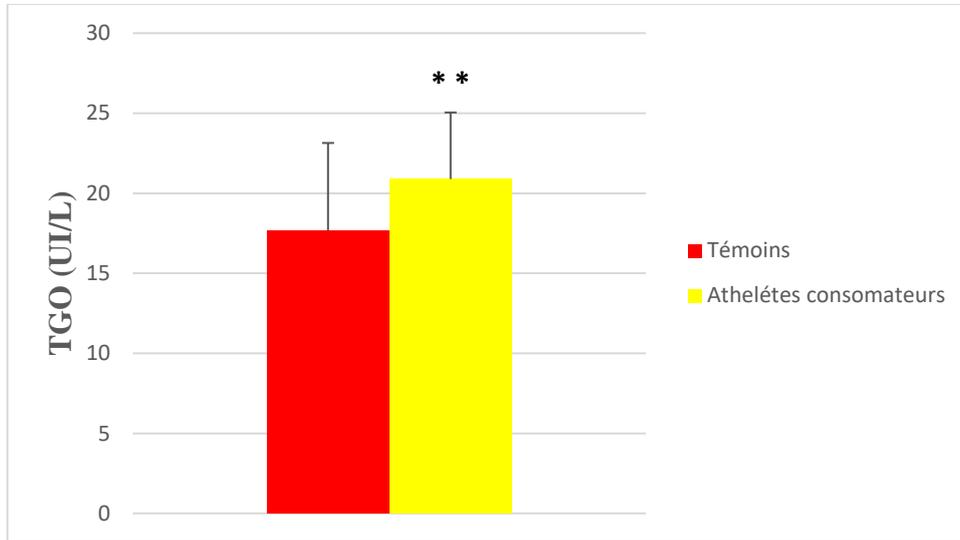


Figure 5 : Teneurs plasmatiques TGO en chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.

Chaque valeur représente la moyenne \pm Ecart type. La comparaison des moyennes entre les deux groupes de athlètes est effectuée par le test "t" de Student. ** $p < 0,01$

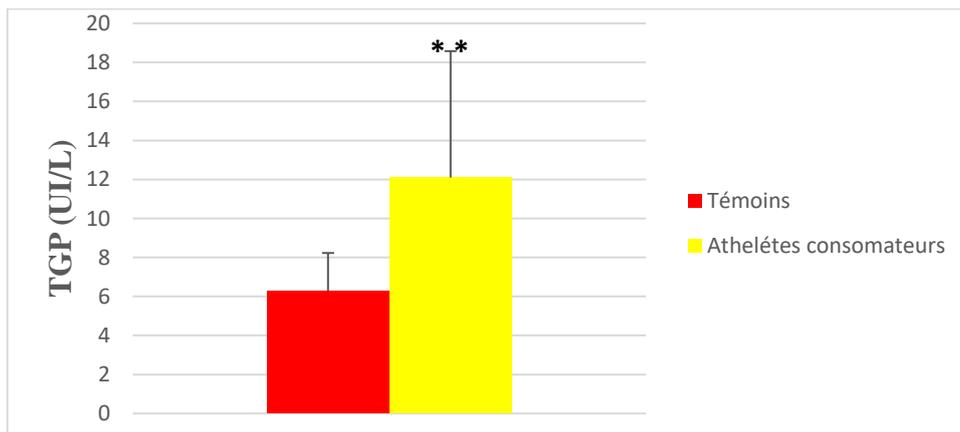


Figure 6 : Teneuses plasmatiques en TGP chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.

Chaque valeur représente la moyenne \pm Ecart type. La comparaison des moyennes entre les deux groupes de athlètes est effectuée par le test "t" de Student. ** $p < 0,01$.

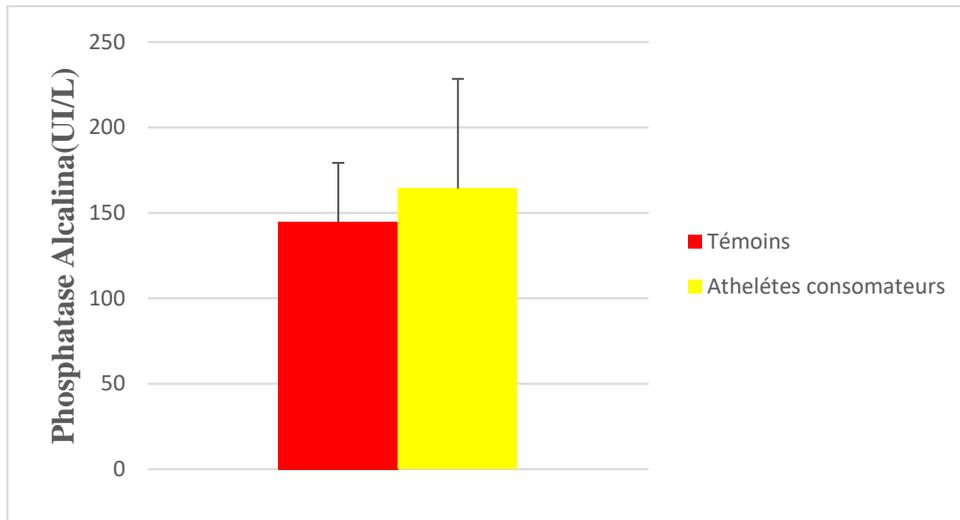


Figure 7 : Teneurs plasmatiques en Phosphatase Alcalina chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.

Chaque valeur représente la moyenne \pm Ecart type. La comparaison des moyennes entre les deux groupes de athlètes est effectuée par le test "t" de Student.

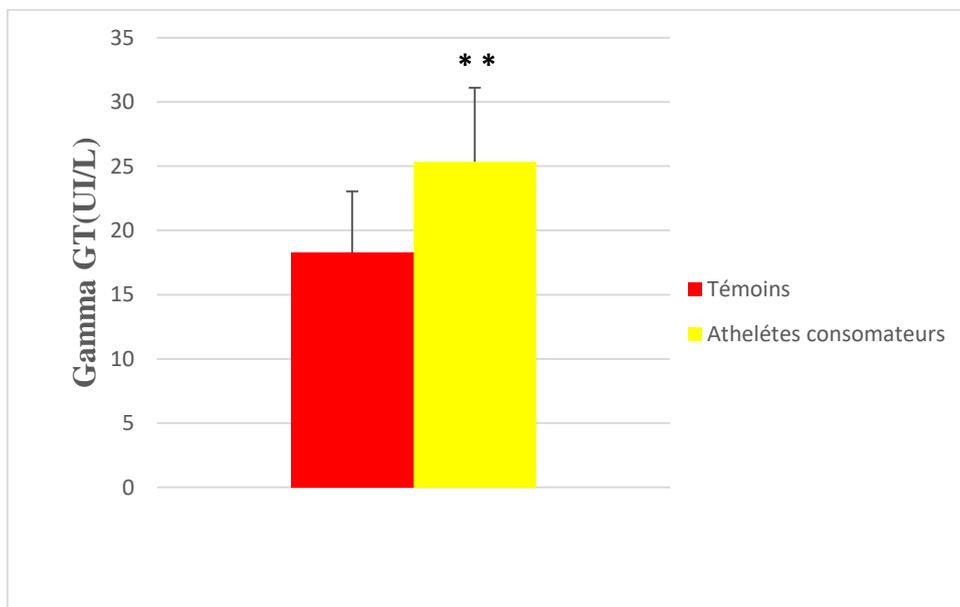


Figure 8 : Teneurs plasmatiques en Gamma GT chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoins.

Chaque valeur représente la moyenne \pm Ecart type. La comparaison des moyennes entre les deux groupes de athlètes est effectuée par le test "t" de Student ** $p < 0,01$.

Discussion

Notre travail se situe sur un axe de recherche scientifique qui contribue à l'avancement des connaissances scientifiques sur l'effet des suppléments utilisés en musculation sur la régulation métabolique.

Pour cela, nous avons explorés plusieurs marqueurs biologiques afin d'évaluer l'impact de la supplémentation en complément ergogéniques sur la fonction hépatique et rénale chez des jeunes athlètes pratiquant la musculation d'une manière intensive.

La moyenne d'âge des athlètes consommateurs est significativement inférieure comparée aux athlètes témoins. Selon l'étude de Dubecq, les plus grands consommateurs des suppléments ergogéniques sont des jeunes culturistes comparée aux non consommateurs **(Dubecq et al., 2014)**.

L'activité musculaire est à l'origine de toutes les dépenses énergétiques qui s'additionnent au métabolisme de base. Ces dépenses énergétiques varient en fonction de la puissance de l'exercice et du rendement mécanique **(Ostovar et al., 2017)**.

Cependant, la pratique d'une AP régulière a un impact positif sur la santé **(Jean et al., 2016)**. En effet, la pratique d'une AP permet l'amélioration du contrôle glycémique, amélioration de l'insulinorésistance, la diminution de la masse grasse viscérale, l'augmentation de la masse maigre et elle permet aussi la réduction de plusieurs facteurs de risques des maladies cardiovasculaire (pression artérielle, HDL-cholestérol, triglycérides, etc.) **(Gautier, 2004)**. Ces constatations sont en accord avec nos résultats qui montrent que la totalité des culturistes participant à cette étude ne présentent aucune pathologie chronique, ainsi que des valeurs de la glycémie, du Cholestérol totale et des Triglycérides dans les variables de référence adéquates à notre population.

Le foie est le siège de multiples réactions biochimiques. Toute substance qui y transite, voit sa structure modifiée soit dans un sens qui permettrait à l'organisme de l'utiliser immédiatement ou de le stocker qu'on considère comme une fonction du métabolisme et du stockage. Soit dans un autre sens qui favoriserait son excrétion hors de l'organisme ou son intégration dans des réactions de synthèse de d'autres substances qu'on considéré comme étant la fonction de synthèse et de sécrétion **(Wright, 1980)**.

De plus le foie est un organe complexe qui intervient dans la régulation de nombreux processus métaboliques de triage, de stockage, de synthèse, d'épuration et de distribution. À l'effort, il subit des contraintes nécessitant une adaptation permanente et lorsque ces

mécanismes d'adaptations sont dépassés, des lésions hépatiques peuvent survenir (**Watelet, 2008**).

Concernant la phosphatase alcalina, nos résultats ne montrent aucune variation significative entre les athlètes consommateurs et les athlètes témoins. Ce qui est en accord avec l'étude de Nosaka, qui a constaté qu'après un exercice excentrique aucun changement n'est noté donc, il y a soit un retard dans la libération des protéines musculaires endommagées, soit les protéines sont incapables de quitter la zone intestinale (**Nosaka et al., 1992**).

En revanche concernant la TGO et la TGP nos résultats montrent aucune variation des teneurs en TGO entre les deux groupes. En revanche, une augmentation significative en TGP est notée chez les athlètes consommateurs par rapport aux athlètes témoins. Dans le même sens selon l'étude de Hoffman, après une supplémentation ergogénique en anabolisants stéroïdiens le taux en l'aspartate amino transférase (ASAT) et l'alanine amino transférase (ALAT) augmentent (**Hoffman et al., 2005**). Cette augmentation signifie souvent une atteinte hépatocellulaire (**Nicole et al., 2009**).

Concernant la GGT, nos résultats révèlent une augmentation significative en GGT chez les athlètes consommateurs par rapport aux témoins.

Selon l'étude de Jose, après une supplémentation en créatine, l'activité de l'GGT augmente car une ingestion de créatine entraîne une surcharge hépatique des composants en acides aminés (glycine, méthionine, arginine). En effet, ces AA peuvent être catabolisés ce qui donne une glycolyse intermédiaire de la glycolyse comme le pyruvate, ce qui expliquerait l'augmentation de GGT (**Jose et al., 2001**).

Par ailleurs, selon une autre étude qui a analysé les conséquences de la prise de créatine exogène (20g /J Pendant cinq jours, suivi de 10g /J Pendant 51 jours) par des sujet masculins et féminins sur des paramètres de la fonction hépatique, aucune modification des taux ou des activités enzymatiques n'a été observée pour la créatinine, l'urée, la bilirubine et les transaminases (**Earnest et al., 1996**).

Les reins assurent de nombreuses fonctions. Ils permettent le maintien de l'équilibre hydro-électrique donc du volume, de la tonicité et de la composition électrolytique des liquides de l'organisme et ils assurent aussi la fonction d'excrétion des déchets de l'organisme tels que l'urée, la créatinine et l'acide urique et des substances exogènes telles que les toxines

ou les médicaments, ils possèdent également des fonctions endocriniennes primaires, en étant le site de synthèse de certaines hormones telle que l'érythropoïétine (EPO), la rénine, la prostaglandine et une fonction endocriniennes secondaires en étant le site d'action des hormones synthétisées et activées ailleurs comme l'aldostérone (**Newman et al., 2005**).

La fonction rénale correspond au débit de filtration glomérulaire (DFG) (Glomerular filtration rate) qui s'exprime en millilitre par minute et qui correspond au volume de sang débarrassé des déchets azotés (urée, créatinine, acide urique) par les reins chaque minute (**Dussol, 2011**).

Nos résultats révèlent une augmentation significative en urée chez les athlètes consommateurs par rapport aux témoins. Ce qui est en accord avec l'étude de Antonia qui a aussi notée une augmentation de l'urée après une supplémentation chez les culturistes. Selon cette étude, la diminution de la concentration plasmatique en acide aspartique et l'asparagine pourrait être liée à une augmentation de la synthèse de l'urée (**Antoni et al., 2010**).

En revanche, selon une autre étude de Jacquer et Marc, aucune modification du taux d'excrétion de l'urée n'a été observée après 9 à 10 semaines de supplémentation en créatine chez les sportives de haut niveau. Selon cet auteur, il semble raisonnable de dire que le foie ne semble pas surproduire l'urée (**Jacquer et Marc, 2000**).

Concernant la créatinine nos résultats révèlent une augmentation significative en créatinine chez les athlètes consommateurs par rapport aux témoins. Ce qui est en accord avec l'étude Ostovar qui a démontré qu'une supplémentation a des doses élevées de vitamine et en anabolisant stéroïdiens chez les athlètes pourraient augmenter les valeurs en créatinine. En effet, cette supplémentation rapporte une glomérulosclérose segmentaire focale (**Ostovar et al., 2017**).

Conclusion

La pratique quotidienne d'une AP et sportive que ce soit sports de force ou autres, sont bénéfiques à plus d'un titre du point de vue de la santé et du dépassement de soi.

Parmi ces APs, la musculation, dont la pratique est basée sur l'application du principe de surcharge progressive, accompagnée de plusieurs régimes de contraction.

La nutrition occupe une grande place dans la préparation du sportif. En effet toute modification des apports alimentaires et de sa qualité va influencer le métabolisme du sportif à l'effort mais également au repos. De ce fait une stratégie nutritionnelle doit être mise en place par le sportif en fonction de l'AP, mais également en fonction des objectifs de poids, prise de masse, « sèche », ou maintenance et de gain en masse musculaire.

Cependant, de plus en plus de sportifs se tournent vers la consommation des suppléments à visée ergogénique dans le but est de gagner en masse musculaire.

Ce travail a eu pour objectif d'établir et de mettre en lumière les différentes perturbations que peuvent engendrés la consommation de ces compléments sur la régulation métabolique par voie de comparaison des différents marqueurs biochimiques de la fonction hépatique et rénale.

Dans cette optique, il apparait intéressant d'entreprendre une étude qui étudie le lien entre l'utilisation de chacun de ces suppléments à visée ergogénique séparément sur la régulation métabolique des sportifs en musculation.

Références bibliographiques

Almukhtar, S. E., Abbas, A. A., Muhealdeen, D. N., Hughson, M. D. (2015). Acute kidney injury associated with androgenic steroids and nutritional supplements in bodybuilders. *Clinical Kidney Journal*, 8(4), 415–419.

Ancellin ,R., Gaillot-de Saintignon, J.(2017). Bénéfices de l'activité physique pendant et après cancer : des connaissances scientifiques aux repères pratiques. *Oncologie.* , Lavoisier SAS et INCa .

Anthony, J.C ., Anthony, G.T., Kimball ., Leonard ,S. J. (2001). Signaling Pathways Involved in Translational Control of Protein Synthesis in Skeletal Muscle by Leucine . *American Society for Nutritional Sciences* ,01,0022-3166.

Antoni ,S., Alfredo,C., Miguel, D.F., Gerardo, P., Josep,A.T., Antoni, P. (2010). Citrulline-malate influence over branched chain amino acid utilization during exercise .*Eur J Appl Physiol* ,110 ,341–35110.1007/s00421-010-1509-4.

Benjamin, C. G., Geoffroy, K. A., Herve, H (2009). Evaluation de l'activité physique habituelle des enfants lors d'études cliniques et épidémiologiques. *Sante publique.* 5 :465 478.

Bigard, A. X. (1998). Effets ergogéniques de la créatine. *Science & Sports*, 13(5), 211–220.

Branch,J.D. (2003). Effect of creatine supplementation on body composition and performance: a meta-analysis. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* ,13,198-226.

Caillaud ,k. (2018).Une nouvelle tendance en nutrition sportive la périodisation nutritionnelle. *Sport et nutrition. Actualités Pharmaceutiques* 57(575):30-35 .

Caspersen, CJ., Powell, KE., Christenson,GM. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep* .100:126-31 .

Chanudet, x., Louembé, J., Lambert.G., Bonnevie, L. (2005). Pression artérielle et musculation Blood pressure and resistance training .Service de cardiologie et maladies vasculaires, Hôpital d'instruction des Armées Bégin, 69 avenue de Paris, 94160 Saint-Mandé, France ,256–260.

Coëffier, M., Tamion, F., & Déchelotte, P. (2009). Supplémentation parentérale en glutamine en réanimation : preuves cliniques et mécanismes d'action. *Réanimation*, 18(6), 506–510.

Darmun ,D.(1990).Métabolisme de la glutamine in vivo chez l'homme ; implications pour la nutrition aritificelle. *Nutrition Clinique et Métabolisme* , 4(4) ,203- 214

Davani ,D .D., Iman ,K., Shahrokh ,E.J ., Mohammad, M .S . . (2008). Potential Adverse Effects of Creatine Supplement on the Kidney in Athletes and Bodybuilders .*Iranian Journal of Kidney Diseases* ,Volume 12 ,Number 5 .

Decock, K. J., Delbeke, F., Van Eenoo, P., Desmet, N., Roels, K., De Backer, P (2001). Detection and determination of anabolic steroids in nutritional supplements. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*,25(5-6) ,843–852.

Dubecq, C ., Daniel, Y ., Aigle ,L ., Bigard ,x. (2014). Utilisation des compléments alimentaires à visée ergogénique chez les militaires franc,ais : prévalence et modes de consommation lors d'une opération extérieure. Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés, 29, 188—195.

Duclos, M. (2009). Activité physique et cancer du sein et du côlon : l'activité physique basée sur les preuves scientifiques. *Science & Sports*, 24(6), 273 280.

Dussol,B. (2011). Méthodes d'exploration de la fonction rénale : intérêt et limites des formules permettant d'estimer la fonction rénale. Centre de néphrologie et de transplantation rénale hôpital de la Conception 147 boulevard Baille 13385 Marseille cedex 5 France , 26 , 6-12.

Earnest, C., Almada, A., Mitchell, T., FASEB, J. (1996). Influence of chronic creatine supplementation on hepatorenal function.; 10 : A790.

Eric, T.T., Abbie, E. S.R., Jeffrey, R. S., Hoffman, J. R., Wilborn, D.C., Craig, S., Jose, A. (2015). International Society of Sports Nutrition Position Stand: Beta-Alanine. *Nutrients*, 4(7), 585-601.

Fabien, P., Daniel, R. (2009). Pratique d'une activité physique ou sportive chez les seniors. *Activités physiques ou sportives & santé*, n° 67, 33–34.

Fernando, N.M.S. (2019). Whey protein supplementation and muscle mass: current perspectives. *the following Dove Press journal: Nutrition and Dietary Supplements*, 37_48 .

Gary, S., Stuart, M.P. (2011). Nutrition guidelines for strength sports: Sprinting, weightlifting, throwing events, and bodybuilding . *Journal of Sports Sciences* , 1072954 , 37-41.

Gautier, J.F. (2004). L'activité physique comme moyen de traitement du diabète de type 2 ; le rationnel . *Ann. Endocrinol*, 65 Suppl au n° 1, 1S44-1S51.

George, A. J. (2003). Actions et effets secondaires de l'abus de Stéroïdes Anabolisants dans le sport et la vie sociale. *Androgènes et sports*. 367-380.

Graf, S., Sarah, E., Martina, H. (2011). Effects of whey protein supplements on metabolism: evidence from human intervention studies. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*. 14:569–580.

Gremion, G., Saugy, M. (2013). Oui à la chasse au dopage pour la santé des athlètes et du sport. *Rev Med Suisse* 2013; volume 9. 1414-1417.

Guedin, D. (2017). Place de la musculation dans la prise en charge de la paralysie cérébrale. *Motricité Cérébrale*. 38(4) :131–140.

Gusto, G ., Sylviane,V., Gérard ,L., Violaine ,V., Martine ,B., Carolin,L., JeanTichet .(2015). Promouvoir un meilleur comportement nutritionnel chez les travailleurs postés avec horaires de nuit. RSA, 45, rue de la Parmentière, BP 122, 37521 La Riche cedex.

Hoffmann,U.,Petra,P., Günter,K .(2005). Cholestasis in a Body-BUILDER after use of Metandienone - a Case Report . Institute of Pharmacology, Friedrich-Loeffler-Str. 23 d, 2 Clinic for Medicine A, Department of Emergency ,Medicine, F.

Inserm. (2008). Activité physique. Contextes et effets sur la santé. Expertise collective. Synthèse et recommandations.

Jacques, R., Marc , F. P. (2000). Adverse Effects of Creatine Supplementation. Sports Med 30 (3) ,155-170.

Jean,B., Bizimana,1.2., Mansourou, M. L., Barnabé ,A., Charles ,G .(2016). Activités physiques libres ou encadrées et condition physique liée à la santé chez des adulte burundais: étude transversale. Pan African Medical Journal , 25– 38.

Joint Position Statement: American College of Sports Medicine , American Dietetic Association, and Dietitians of Canada. Nutrition and athletic performance. (2000).Med Sci Sports Exerc 32:2130-45.

José, D.A., Neuparth , M. J., Soares ,J.M.C., Appell ,H. J. (2001). Oral Creatine Supplementation in Mice Induces Hepatic Protein Overload. Revista Portuguesa de Ciências do Desporto ,vol. 1, n° 3 ,40–43.

Kristal, A. R .(2013). Plasma Phospholipid Fatty Acids and Prostate Cancer Risk in the SELECT Trial. JNCI: Journal of the National Cancer Institute , 105(15) ,1132–1141.

Labarde, S. (2015). La nutrition du sportif. Actualités Pharmaceutiques. 54(548) :49–52.

Lafourcade, P., Delanoye, J., Bigard, X., Malgoyre, A. (2017) .Consommation des produits ergogeniques au sein d'unites de combat de l'armée en operation exterieure. Science & sport. 32(6): 334-343.

Lam, F.C., Khan, T. M., Faidah, H., Haseeb, A., & Khan, A. H. (2019). Effectiveness of whey protein supplements on the serum levels of amino acid, creatinine kinase and myoglobin of athletes: a systematic review and meta-analysis. *Systematic Reviews*. 8(1).Loeffler-Str. 23a, 3 Clinic for Medicine A, Department of Nephrology, F-Loeffler-Str. 23 a, Ernst- Moritz-Arndt University Greifswald, D-17487 Greifswald, Germany ,72 (3) ,115-117.

Longuet, S., Couillandre, A. (2008). Les effets de l'activité physique sur le syndrome métabolique chez l'homme et la femme. *Kinésithérapie. La Revue*. 8(76) : 21 - 26.

Malina, R. M., Katzmarzyk, P. T (2006). Physical Activity and Fitness in an International Growth Standard for Preadolescent and Adolescent Children. *Food and Nutrition Bulletin*, 27(4_suppl5), S295–S313.1990). Métabolisme de la glutamine in vivo chez l'homme : implications pour la nutrition artificielle. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 4(4), 203 .

Marie-Claude,B., James,G.(2010).Les Risques Associés à l'Utilisation Inappropriée des Stéroïdes Anabolisants. *Revue interdisciplinaire des sciences de la santé*.

Mélanie, O. (2002).Les suppléments pour sportifs. *Consultations en nutrition*.

Merlau ,F .,Terral,P .(2016). lutte contre l'obésité par l'activité physique et fondements du consensus fragile entre experts. *Santé publique volume 28 / N°1 Supplément , F2SMH – 118 .*

Mosley,E. P. (2009).Bigorexia: Bodybuilding and Muscle Dysmorphia ; *Trafford General Hospital, Manchester, UK .Eur. Eat. Disorders Rev ,17 ,191–198.*

Muller,Th.(2015). L'activité physique, c'est bon pour la santé : évidences cli . *Xxiiiie journée de cardiologie cardiologie et sport , 435–438.*

Newman, D.J., Price, C. P.(2005). Rena! Function and Nitrogn Metabolltes dans Hilal G, Albert C, Vallee M .. *Mccanismes impliquees dans la nephrotoxicite, An Bio. Clin Quebec, 42 (3) ,29.*

Nicole,J.S., Olivier ,P ., Cornuz , J.(2009). Patient avec des tests hépatiques perturbés. *Rev Med Suisse, 5 , 2410-4 .*

Nourdine ,T., Antonia ,S. (2013). Nouvelles applications du mode` le transtheorique : la pratique d'une activite' physique reguliere. Annales Me dico-Psychologiques, 0003-4487.

Nosaka, K., Clarkson,M.P., Apple,F.S. (1992) .Time course of serum protein changes after strenuous exercise of the forearm flexors. The Journal of laboratory and clinical medicine 119 (2), 183.

Olivier, G (2005). Les méthodes d'évaluation de la dépense énergétique. Université de Toulou. 3 : 18-29.GEORGE.

OMS, Organisation Mondiale de la santé. Stratégie mondiale pour l'alimentation, l'exercice physique et la santé. disponible sur le site https://www.who.int/dietphysicalactivity/physical_activity_intensity/fr/ consulté le 17 juin 2017

Oppert ,J .M . . (2006). Méthodes d'évaluation de l'activité physique habituelle et obésité . Science & Sports ,21 ,80–84.

Ostovar, A., Haerinejad, M.J., Farzaneh, M.R., Keshavarz M. (2017) . Adverse effects of performance-enhancingdrugs on the kidney in the malebodybuilders. Science & Sports.

Patel, H., Alkhawam, H., Madanieh, R., Shah, N., Kosmas, C. E., & Vittorio, T.J .(2017). Aerobic vs anaerobic exercise training effects on the cardiovascular system. World Journal of Cardiology. 9(2): 134.

Perrin,C., Stéphane,C ., Pascal,C ., Brigitte,S., Etienne,M ., Nicolas,T. , Muriel ,T .S.F.S.P. (2008). Santé Publique ,3 Vol. 20 , 213 à 223 .

Pillon, F., Screve, C .(2011). Alimentation du sportif et conduite dopante. Actualités Pharmaceutiques. 50(504) : 15–18.

Poulain ,P., Pertuzon,E.(1988) .Étude comparative des effets de trois méthodes de musculation sur les propriétés contractiles et élastiques du muscle , F 59650 Villeneuve d'Ascq ,t. 15, n° 4, .167-177.

Richard, R .(2014). Nutrition des sportifs, apport macro nutritionnel en fonction des disciplines .Nutrition clinique et métabolisme. 28(4): 272-278.

Richards, J. R., Scheerlinck, P. H., Owen, K. P., & Colby, D. K. (2020). Bodybuilding supplements leading to copper toxicity, encephalopathy, fulminant hepatic failure and rhabdomyolysis. The American Journal of Emergency Medicin.

Ronald ,C. K., Amminger , G.P.,Sergio ,A . G. , , Jordi , A ., , Sing ,L. , Bedirhan ,T . U . (2007). L’usage des compléments et suppléments alimentaires chez le sportif. Curr Opin Psychiatry, 20 (4): 359–364.

Schlienger, J.L., Luca, F., Vinzio, S., & Pradignac, A.(2009). Obésité et cancer. La Revue de Médecine Interne. 30(9) : 776–782.

Schlienger,J.L. La supplémentation vitaminique a-t-elle une place en pathologie cardio-métabolique , Médecine des maladies Métaboliques ,Vol.,10 - N°3 .

Shimomura, Y., Murakami, T., Nakai, N., Nagasaki, M., & Harris, R. A. (2004). Exercise Promotes BCAA Catabolism: Effects of BCAA Supplementation on Skeletal Muscle during Exercise. The Journal of Nutrition. 134(6): 1583S–1587S.

Silva., Paula, D (2018). La consommation alimentaire des pratiquants de musculation en pré- et après l’entraînement .Revue scientifique pluri discipline de la base de connaissances. 3: 108-122.

Terrier, P., Yves, S .(2004). Les capteurs de mouvement : un moyen simple et objectif pour évaluer le niveau d'activité physique .Rev Med Suisse; volume 0. 23948 .disponible en ligne sur le site :<https://www.revmed.ch/RMS/2004/RMS-2491/23948>

Tessier, S., Vuillemin, A., & Briançon, S (2008). Revue des questionnaires de mesure de l’activité physique validés chez les enfants et les adolescents. Science & Sports. 23(3-4) : 118–125.

Thibault, G (2009). Entraînement cardio. Sports d’endurance et performance, Vélo Québec éditions Collection Géo Plein Air. 264.

Tremblay, M. S. (2012). Assessing the level of sedentarism. In : Physical activity and obesity. Bouchard C, Katzmarzyk P (eds). 2nd edition, Human Kinetics, 1317.

Vuillemin, A. (2012). Bénéfices de l'activité physique sur la santé des personnes âgées. Science & Sports. 27(4) : 249–253.

Waldron, M., Whelan, K., Owen, J., Dean, B., Louis, H., David, S.P. (2017). The Effects of Acute Branched-Chain Amino Acid Supplementation on Recovery From a Single Bout of Hypertrophy Exercise in Resistance-Trained Athletes. Appl Physiol Nutr Metab, 42(6), 630-636.

Watelet, J. (2008). Foie et sport. Gastroentérologie Clinique et Biologique. 32(11) : 960–972.

Wright, S. (1980). Physiologie appliquée à la médecine. ed. Flammarion Méd. Sc, p 668.

Yan, L. Y., Eric, R. (2016). Analysis of energy metabolism in humans: A review of methodologies. Molecular Metabolism, 5(11), 105-1071.

Yanci, J., Carlo, C., Asier, L. A., Alfredo, S., Ignacio, G., Joaquin, F., Camara, U. J. (2005). Muscle strength and anaerobic performance in football players with cerebral palsy. Disability and Health Journal.

Annexes

Tableau A 1 : Bilan biochimique chez les athlètes consommateurs et les athlètes témoin.

Bilan Biochimique	Athlètes consommateurs	Athlètes témoins
Glycémie g/l	0,84 ± 0,10	0,82± 0,11
Urée plasmatique g/l	0,42 ± 0,09 ***	0,27 ±0,03
Créatinine mg/l	10 ± 2,07 ***	7,14 ± 1,05
Cholestérol total g/l	1,86 ± 0,28	1,75± 0,35
Triglycérides g/l	0,975±0,27	0,91±0,23
TGO UI/l	20,89±4,15 **	17,64±5,49
TGP UI/l	12,1±6,48 **	6,28±1,94
Phosphatase Alcalina	164,28±64,15	144,64±34,64
Gamma GT	25,35±5,75 **	18,28±4,75

Chaque valeur représente la moyenne ± écart type. La comparaison entre les deux groupes des athlètes témoins et consommateurs est effectuée par le test t Student. * p < 0,05 ; ** p < 0,01 ; *** p < 0,001.

Questionnaire

Nom : Prénom : Tel :

1- le sexe :

- Un homme
- Une femme

2-Quel est votre âge ?

.....

3-Quel est votre poids ? (kg)

.....

4-Quelle est votre taille ? (cm)

.....

5-Calculer l' IMC

En divisant le **poids** (en kg) par le carré de la taille (**cm²**).

.....kg/cm²

6-Depuis combien de temps pratiquez-vous une activité physique ?

.....

7- Depuis combien de temps pratiquez-vous la musculation ?

.....

Combien de temps (Nombre d'heure) :

Par jour :

Par semaine :

8-Dans quel(s) but(s) ?

- Perte de poids
- Entretien physique
- Prise de masse musculaire
- Autre réponse

9 - Avez vous déjà eu recours à un(e) diététicien(ne) pour atteindre vos objectifs ?

Si oui, ont-ils été atteints ?

- Oui
- Non

.....

10 -Utilisez-vous des compléments alimentaires ?

- Oui
- Non

11 -Quel(s) type(s) de complément utilisez-vous ?

- Protéine en poudre
- Acide Aminé (BCAA)
- Brûleur de graisse
- Booster
- Autre réponse

12 -Pour chaque complément alimentaire utilisé, précisez la quantité consommée par jour (en gramme)

.....

14 -Est-ce que vous avez une maladie chronique ? Si oui, vous un traitement particulier ?

.....