

Université de POITIERS

Faculté de Médecine et de Pharmacie

ANNEE 2020

Thèse n°

THESE
POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN PHARMACIE
(Arrêté du 17 juillet 1987)

Présentée et soutenue publiquement

Le 18 décembre 2020 à POITIERS

Par Monsieur Rayan SAID OMAR

Né le 15 avril 1997

**Le rôle du pharmacien dans la préparation et la récupération à l'effort
du sportif de haut niveau ou professionnel**

Composition du jury :

Président :

Monsieur FAUCONNEAU Bernard, Docteur en pharmacie, Professeur des Universités en
Toxicologie

Membres :

Monsieur SARROUILHE Denis, Professeur des Universités en Physiologie
Monsieur SABY Antoine-Marie, Docteur en pharmacie

Directeur de thèse :

Madame RIOUX BILAN Agnès, Maître de conférences en Biochimie

Université de POITIERS

Faculté de Médecine et de Pharmacie

ANNEE 2020

Thèse n°

THESE
POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN PHARMACIE
(Arrêté du 17 juillet 1987)

Présentée et soutenue publiquement

Le 18 décembre 2020 à POITIERS

Par Monsieur Rayan SAID OMAR

Né le 15 avril 1997

**Le rôle du pharmacien dans la préparation et la récupération à l'effort
du sportif de haut niveau ou professionnel**

Composition du jury :

Président :

Monsieur FAUCONNEAU Bernard, Docteur en pharmacie, Professeur des Universités en
Toxicologie

Membres :

Monsieur SARROUILHE Denis, Professeur des Universités en Physiologie
Monsieur SABY Antoine-Marie, Docteur en pharmacie

Directeur de thèse :

Madame RIOUX BILAN Agnès, Maître de conférences en Biochimie

PHARMACIE

Professeurs

- CARATO Pascal, PU, chimie thérapeutique
- COUET William, PU-PH, pharmacie clinique
- DUPUIS Antoine, PU-PH, pharmacie clinique
- FAUCONNEAU Bernard, PU, toxicologie
- GUILLARD Jérôme, PU, pharmacochimie
- IMBERT Christine, PU, parasitologie
- MARCHAND Sandrine, PU-PH, pharmacocinétique
- OLIVIER Jean Christophe, PU, galénique
- PAGE Guylène, PU, biologie cellulaire
- RABOUAN Sylvie, PU, chimie physique, chimie analytique
- RAGOT Stéphanie, PU-PH, santé publique
- SARROUILHE Denis, PU, physiologie
- SEGUIN François, PU, biophysique, biomathématiques

Maîtres de Conférences

- BARRA Anne, MCU-PH, immunologie-hématologie
- BARRIER Laurence, MCU, biochimie
- BODET Charles, MCU, bactériologie (HDR)
- BON Delphine, MCU, biophysique
- BRILLAULT Julien, MCU, pharmacocinétique, biopharmacie
- BUYCK Julien, MCU, microbiologie,
- CHARVET Caroline, MCU, physiologie
- CHAUZY Alexia, MCU, pharmacologie fondamentale et thérapeutique
- DEBORDE-DELAGE Marie, MCU, sciences physico-chimiques
- DELAGE Jacques, MCU, biomathématiques, biophysique
- FAVOT-LAFORGE Laure, MCU, biologie cellulaire et moléculaire (HDR)

- GIRARDOT Marion, MCU, biologie végétale et pharmacognosie
- GREGOIRE Nicolas, MCU, pharmacologie (HDR)
- HUSSAIN Didja, MCU, pharmacie galénique (HDR)
- INGRAND Sabrina, MCU, toxicologie
- MARIVINGT-MOUNIR Cécile, MCU, pharmacochimie
- PAIN Stéphanie, MCU, toxicologie (HDR)
- RIOUX BILAN Agnès, MCU, biochimie
- THEVENOT Sarah, MCU-PH, hygiène et santé publique
- TEWES Frédéric, MCU, chimie et pharmacochimie
- THOREAU Vincent, MCU, biologie cellulaire
- WAHL Anne, MCU, chimie analytique

Maîtres de Conférences Associés - officine

- DELOFFRE Clément, pharmacien
- ELIOT Guillaume, pharmacien
- HOUNKANLIN Lydwin, pharmacien

A.T.E.R. (attaché temporaire d'enseignement et de recherche)

- MIANTEZILA BASILUA Joe, épidémiologie et santé publique

Enseignants d'anglais

- DEBAIL Didier

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tenais à remercier Madame Agnès RIOUX BILAN d'avoir accepté d'être ma directrice de thèse. Je vous remercie également pour l'ensemble des aides apportées tout au long de la rédaction de ce manuscrit.

Je remercie Monsieur Bernard FAUCONNEAU pour me faire l'honneur de présider la soutenance de cette thèse. Je tiens à vous remercier pour l'enseignement « sport & santé » qui a été une source d'inspiration pour ce manuscrit.

Je remercie Monsieur Denis SARROUILHE pour faire partie du jury lors de la soutenance de ce manuscrit. Tout comme pour Monsieur FAUCONNEAU, je tiens à vous remercier pour l'enseignement « sport & santé ».

Je remercie Monsieur Antoine-Marie SABY pour sa présence dans le jury de soutenance. Je remercie également pour l'ensemble des connaissances apportées durant le stage professionnel finalisant ce cursus universitaire.

Je remercie mes parents, ma sœur et mon frère pour le soutien durant l'ensemble des études malgré un départ du foyer familial jeune. Des mots ne suffisent pas pour cette reconnaissance.

Je remercie l'ensemble des enseignants et intervenants de l'Université de Poitiers pour la transmission des connaissances lors de ce cursus universitaire.

Je remercie mes amis lyonnais ainsi que toutes les personnes rencontrées sur Poitiers pour les moments partagés qui m'ont permis de tenir lors de ces études.

Je remercie Monsieur Mathieu WENZLER qui a été présent à mes côtés dès le premier jour à Poitiers.

Je remercie Mesdames Florence GROS et Florence COSTE, ainsi que l'ensemble des personnes ayant travaillé à la pharmacie du Mas, pour m'avoir apporté les connaissances officinales.

Je remercie l'AEPP et AG1R 2020, deux associations qui m'ont permis de m'épanouir durant ces études. Grâce à ses associations, j'ai eu la chance de compléter mon cursus universitaire avec un aspect différent de la pharmacie.

Enfin, je tiens à remercier l'ensembles des sportifs ayant pris le temps de répondre à l'enquête, sans qui, la réalisation de cette thèse n'aurait pas pu être possible.

SOMMAIRE

Liste des figures	05
Liste des tables	06
Liste des annexes	07
Abréviations	08
INTRODUCTION	10
I. Le sportif de haut niveau ou professionnel	11
1. Le sportif de haut niveau	11
2. Le sportif professionnel	12
3. Les objectifs de résultats, un élément commun à tous les sportifs	13
II. La préparation à l'effort chez le sportif de haut niveau ou professionnel	14
1. La préparation à l'effort physique sur le plan biochimique	14
1.1. La contraction musculaire nécessite de l'ATP	14
1.2. La voie anaérobie alactique permet l'approvisionnement en ATP pour un travail musculaire de forte intensité et de courte durée	16
1.3. La dégradation du glucose est la principale source d'ATP des cellules musculaires	16
1.3.1 Le glycogène est la forme de réserve du principal carburant énergétique des cellules musculaires	16
1.3.2 La glycolyse, voie commune aux conditions aérobies et anaérobies.....	18
1.3.3 Les particularités de la voie glycolytique anaérobie	18
1.3.4 Les particularités de la voie glycolytique aérobie	20
1.4. La dégradation des triglycérides et des acides gras est une autre source d'ATP des cellules musculaires	22
1.5. L'intervention des différentes voies métaboliques pour le sportif	23
2. La nutrition, un élément primordial pour la préparation à l'effort	23
2.1. Les glucides	25
2.2. Les lipides	26

2.3.	Le lien métabolique entre les glucides et les lipides	27
2.3.1.	Biosynthèse des lipides en cas d'excès de glucides ingérés	27
2.3.2.	Synthèse de glucose à partir de précurseurs non glucidiques lorsque les réserves de glycogène sont épuisées	29
2.4.	Les protéines	31
2.5.	Les micronutriments	32
2.5.1.	Le magnésium	32
2.5.2.	Le sodium	32
2.5.3.	Le fer	32
2.5.4.	Les vitamines	33
2.6.	Le rôle du pharmacien dans la nutrition du sportif HN&P	33
3.	La prévention des maladies saisonnières	35
III.	La récupération à l'effort physique pour le sportif de haut niveau ou professionnel.....	37
1.	La récupération à l'effort physique sur le plan biochimique	37
1.1.	La glycogénogenèse	37
1.2.	L'intérêt d'un apport protéique	38
2.	La récupération active et passive	39
2.1.	La récupération active.....	39
2.1.1.	Le principe de la récupération active	39
2.1.2.	Les méthodes de récupération active utilisées dans le sport HN&P.....	40
2.1.3.	L'intérêt de la récupération active pour le sportif HN&P	41
2.2.	La récupération passive.....	42
2.2.1.	Les étirements	42
2.2.2.	L'électrostimulation	43
2.2.3.	La cryothérapie	44
3.	La rhabdomyolyse, une blessure grave chez le sportif HN&P.....	47
3.1.	La rhabdomyolyse	47
3.2.	L'insuffisance rénale aiguë	48
3.3.	Le rôle du pharmacien dans la protection de la fonction rénale du sportif HN&P	49
4.	Le sommeil, une étape essentielle pour la récupération du sportif	50

5.	La place de la contention et la compression veineuse	52
5.1.	Les rappels physiologiques	52
5.2.	Les bas de contentions et compressions	53
5.3.	La pressothérapie	54
5.4.	Le rôle du pharmacien dans la prise en charge de la contention chez le sportif HN&P	55
IV.	La relation entre le pharmacien et le sportif de haut niveau ou professionnel.....	57
1.	L'enquête	57
2.	La fréquence des visites chez les pharmaciens d'officine	57
3.	La place du pharmacien dans les équipes médicales	58
3.1.	Analyse de l'enquête	58
3.2.	Le dopage	59
3.3.	La prévention du dopage, une mission pour le pharmacien	61
4.	L'importance du pharmacien pour les sportifs de haut niveau ou professionnel.....	62
5.	Les produits de santé fréquemment utilisés par les sportifs	63
4.1.	Les produits consommés	63
4.2.	Exemple du paracétamol	63
V.	Les nouvelles perspectives du pharmacien pour le sportif de haut niveau ou professionnel	66
1.	L'introduction d'un pharmacien dans les équipes médicales des clubs sportifs.....	66
2.	L'instauration d'entretien pharmaceutiques avant l'effort	66
2.1.	Les entretiens pharmaceutiques	66
2.2.	La place des entretiens pharmaceutiques dans le sport de haut niveau ou professionnel	67
3.	Le développement du dossier médical partagé	68
4.	La trousse à pharmacie pour le sport de haut niveau	70
4.1.	Les pansements	70
4.1.1.	La cicatrisation	70
4.1.2.	Les hydrocolloïdes	71

4.1.3.	Les hydrocellulaires	71
4.1.4.	Les alginates	71
4.2.	L'arnica	71
4.2.1.	Les granules homéopathiques	72
4.2.2.	Les pommades et gels	72
4.2.3.	Les teinture-mères	73
CONCLUSION		74
ANNEXE 1 : Questionnaire visant à évaluer le rôle du pharmacien dans la préparation et la récupération du sportif de haut niveau et professionnel		75
ANNEXE 2 : Prise de mesures pour les divers produits de contention : chaussettes, bas et collants		79
BIBLIOGRAPHIE		80
RESUME		85
Serment de Galien		

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1 : Fonctionnement du complexe actine-tropomyosine, dans la contraction musculaire : rôle du calcium.....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 2 : Evènements successifs permettant la contraction musculaire.....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 3 : Etapes de la glycogénolyse</i>	<i>17</i>
<i>Figure 4 : La glycolyse, principale source de substrat énergétique</i>	<i>18</i>
<i>Figure 5: Fermentation lactique du pyruvate en conditions anaérobies.....</i>	<i>19</i>
<i>Figure 6 : Décarboxylation oxydative du pyruvate suivie du cycle de Krebs</i>	<i>21</i>
<i>Figure 7 : Complexes de la chaîne respiratoire mitochondriale et ATP synthase</i>	<i>21</i>
<i>Figure 8 : Dégradation des triglycérides adipocytaires.....</i>	<i>22</i>
<i>Figure 9 :Dégradation des acides gras</i>	<i>23</i>
<i>Figure 10 : Elongation des acides gras lors de leur biosynthèse</i>	<i>28</i>
<i>Figure 11 : La néoglucogenèse, voie métabolique essentielle dans la régulation glucidique.....</i>	<i>30</i>
<i>Figure 12 : Cycle des Cori.....</i>	<i>31</i>
<i>Figure 13 : Glycogénogenèse.....</i>	<i>37</i>
<i>Figure 14: Manchon de compression de la marque Thuasne</i>	<i>54</i>
<i>Figure 15 : Réponses à la question : à quelle fréquence allez-vous voir votre pharmacien ?</i>	<i>57</i>
<i>Figure 16 : Réponses à la question : Prenez-vous des médicaments ?</i>	<i>59</i>
<i>Figure 17 : Réponses à la question : Selon vous, quelle est l'importance du pharmacien dans votre pratique quotidienne du sport ?</i>	<i>62</i>
<i>Figure 18 : Métabolisme du paracétamol</i>	<i>64</i>
<i>Figure 19 : Réponses à la question : Existe-t-il un pharmacien référent dans votre structure sportive ?.....</i>	<i>66</i>
<i>Figure 20 : Arnica des montagnes, origine de la souche homéopathique Arnica montana</i>	<i>70</i>

Toutes les figures non créées par moi-même sont libres de droit ou ont fait l'objet d'une demande d'autorisation d'utilisation à l'auteur ou l'éditeur

LISTE DES TABLES

<i>Table 1 : Récapitulatif des différentes voies métaboliques impliquées lors des activités musculaires</i>	<i>24</i>
<i>Table 2 : Différentes utilisations du froid dans la récupération du sportif HN&P</i>	<i>46</i>
<i>Table 3 : Synthèse non exhaustive des principales méthodes de dopage dans le sport HN&P</i>	<i>60</i>
<i>Table 4: Comparaison entre le DP et le DMP</i>	<i>69</i>

Toutes les tables non créées par moi-même sont libres de droit ou ont fait l'objet d'une demande d'autorisation d'utilisation à l'auteur ou l'éditeur.

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Questionnaire visant à évaluer le rôle du pharmacien dans la préparation et la récupération du sportif de haut niveau et professionnel 75

ANNEXE 2 : Prise de mesures pour les divers produits de contention : chaussettes, bas et collants 79

ABREVIATIONS

AAB	Acides Aminés Branchés
ADP	Adénosine diphosphate
AETQ	Apports Energétiques Totaux Quotidiens
AFLD	Agence Française de Lutte contre le Dopage
AG	Acide gras
AINS	Anti Inflammatoire Non Stéroïdien
AMA	Agence Mondiale Antidopage
AMP	Adénosine monophosphate
ANLSP	Association Nationale des Ligues de Sport Professionnel
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ANSM	Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé
ATGL	Triglycéride Lipase Adipocytaire
ATP	Adénosine triphosphate
AVK	Anti-vitamine K
CIO	Comité International Olympique
CNAM	Caisse Nationale d'Assurance Maladie
CNOP	Conseil National de l'Ordre des Pharmaciens
CNOSF	Comité National Olympique et Sportif Français
CPK	Créatine Phospho-Kinase
CSHN	Commission du Sport de Haut Niveau
DMP	Dossier Médical Partagé
DNCG	Direction Nationale du Contrôle de Gestion
DP	Dossier Pharmaceutique
DTN	Directeur Technique National
EEG	Electroencéphalogramme

HN&P	Haut niveau et professionnel
IG	Index Glycémique
IRA	Insuffisance Rénale Aiguë
JO	Journal officiel
LFP	Ligue de Football Professionnelle
LHS	Lipase Hormono-Sensible
LNB	Ligue Nationale de Basket
LNC	Ligue Nationale de Cyclisme
MGL	Monoglycéride Lipase
NAD ⁺	Nicotinamide Adénine Dinucléotide
NADH, H ⁺	Dihydronicotamide Adénine Dinucléotide
NAPQI	N-acétyl-p-benzoquinone imine
PBS	Profil Biologique du Sportif
PGE	Prostaglandines
Pi	Phosphate inorganique
PPF	Projet de Performance Fédéral
VO ₂ max	Volume en Oxygène Maximal

INTRODUCTION

Le pharmacien est un professionnel de santé possédant diverses compétences acquises tout au long de son cursus universitaire. Il possède des connaissances scientifiques, en pharmacologie et en thérapeutique. De plus, le pharmacien aspire à être pourvu de capacités managériales afin d'optimiser au mieux les compétences de son équipe de travail.

Cette multitude de connaissances peut être mise à profit d'une population à la recherche de ces compétences : les sportifs de haut niveau et professionnels (HN&P).

Bien que le pharmacien possède ces compétences, ces dernières sont très peu utilisées pour optimiser les performances des sportifs.

Grâce à une enquête réalisée auprès de 146 sportifs HN&P pendant une durée de 15 mois, nous tenterons d'analyser dans ce manuscrit la place du pharmacien dans la carrière de ces sportifs et plus particulièrement pour la préparation et la récupération à l'effort.

Tout d'abord, nous différencierons le sportif de haut niveau et le sportif professionnel d'un point de vue législatif. Par la suite, nous étudierons en deux parties distinctes la préparation et la récupération à l'effort pour ces populations de sportifs. Une quatrième partie s'intéressera à la relation entre les pharmaciens et les sportifs HN&P. La cinquième et dernière partie envisagera les nouvelles perspectives pour le pharmacien dans le sport HN&P.

I. Les sportifs de haut niveau ou professionnels

1. Le sportif de haut niveau

Un sportif de haut niveau est défini par son exemplarité et sa réussite dans la pratique de son sport de prédilection. Pour avoir ce statut, il faut constituer un dossier qui sera présenté devant la Commission du Sport de Haut Niveau (CSHN), qui est sous la régie du Ministère des Sports et de la Jeunesse. On y retrouve également des représentants du Comité National Olympique et Sportif Français (CNOSF), du Comité Paralympique du Sport Français, des sportifs de haut niveau, des entraîneurs et arbitres ou juges des sports concernés.

Pour faire partie de la liste ministérielle et ainsi être considéré comme sportif de haut niveau, il faut généralement avoir au moins 12 ans. Il existe cependant des dérogations pour les sportifs de haut niveau ayant le statut « espoir » pour lesquels l'inscription dans un collège présentant un cursus appelé « sport étude » permettra leur inscription sur la liste ministérielle au cours de l'année scolaire. De ce fait, les sportifs sont considérés comme étant de haut niveau dès lors qu'ils pratiquent dans leur discipline, qu'ils présentent un dossier retenu par la CSHN et que leur discipline fasse partie de celles choisies par le Ministère des Sports et de la Jeunesse.

Une fois inscrit sur la liste, le sportif choisit la catégorie dans laquelle il peut prétendre :

➤ **Catégorie « Elite »**

Cette catégorie comprend les sportifs ayant participé aux Jeux Olympiques et ayant réalisé les minima imposés par le Comité International Olympique (CIO) lors de l'année de la compétition. Elle comporte également les sportifs ayant participé à une compétition d'envergure mondiale où que ce soit dans un sport individuel ou collectif. Ce statut a pour validité une période de 2 ans à compter de la première inscription sur la liste ministérielle. Les sportifs peuvent être inscrits sur cette liste durant plusieurs années s'ils réitèrent les modalités de catégorisation.

➤ **Catégorie « Senior »**

En termes de critères d'appartenance, cette catégorie est identique à la précédente. La qualité de sportif de haut niveau « sénior » n'a qu'une durée de validité d'un an. Ce statut peut être renouvelé dans les mêmes conditions.

➤ **Catégorie « Relève »**

Dans cette catégorie, on retrouve les sportifs choisis par le Directeur Technique National (DTN) dont le rôle est d'assurer l'application de la politique fédérale qu'il a choisie ainsi que d'évaluer les résultats des sportifs dans sa discipline. Le DTN est sous la tutelle du Ministère des Sports et de la Jeunesse et du président de sa fédération (W1). Chaque

féderation possède au moins un DTN. Ces derniers déterminent des critères de performance en fonction de la catégorie d'âge et dans les compétitions faisant partie du Projet de Performance Fédéral (PPF). Les DTNs sélectionnent les sportifs de cette catégorie qui participent aux compétitions internationales pour représenter la France. Les sportifs font partie de cette catégorie pendant 1 an après leur nomination.

➤ **Catégorie « Reconversion »**

Cette catégorie concerne uniquement les sportifs ayant déjà figuré sur la liste ministérielle au cours de leur carrière :

- Soit en tant que sportif « Elite »
- Soit dans toutes les autres catégories pendant 4 ans minimum, dont 3 années dans la catégorie « Sénior »

En plus de ce critère de temporalité, les sportifs voulant appartenir à cette catégorie doivent avoir un projet d'insertion professionnelle. Les sportifs peuvent être inscrits en tant que sportif « reconversion » pour une durée d'un an et ce, renouvelable 5 fois maximum.

Par ailleurs, les sportifs de haut niveau ont un devoir de représentativité de la France (W2).

2. Le sportif professionnel

En France, la séparation entre les sportifs amateurs et professionnels n'est pas régie par un cadre législatif précis. Il est possible que certains sportifs professionnels soient inscrits sur la liste ministérielle de sportif de haut niveau mais la réciproque n'est pas toujours vraie. Tous les sportifs de haut niveau n'ont pas le statut de sportif professionnel.

Le terme de sport professionnel regroupe deux catégories :

- La première catégorie prend en considération le sport professionnel comme étant une filière de sport fédéral. Chaque fédération sportive définit la ou les compétition(s) agréée(s) à laquelle (auxquelles) les sportifs professionnels ainsi que les sportifs amateurs peuvent participer. Cette catégorie est préconisée dans les sports collectifs tels que le football avec la Ligue de Football Professionnelle (LFP), le basketball avec la Ligue Nationale de Basket (LNB), mais aussi le rugby, le handball et le volleyball qui possèdent chacune leur propre fédération sportive. On y retrouve également le cyclisme avec la Ligue Nationale de Cyclisme (LNC).

Les sportifs professionnels figurant dans cette catégorie sont des salariés de leurs structures sportives.

Selon l'Association Nationale des Ligues de Sport Professionnel (ANLSP), on compte 3526 sportifs professionnels repartis en 182 structures professionnelles validées par

les ligues correspondantes au 22 mars 2020 (W3).

- La seconde correspond aux sportifs évoluant au niveau le plus élevé et qui peuvent vivre grâce à leur discipline, en tant que travailleurs indépendants. Ces sportifs bénéficient d'une rémunération lors de leur participation à diverses compétitions auxquelles ils concourent ainsi qu'aux contrats de sponsoring. Les sportifs appartenant à cette catégorie sont principalement des sportifs individuels n'ayant pas de contrats fédéraux.

Cette régulation est sous le contrôle de l'Etat avec la collaboration des différentes ligues de sport professionnelles.

Tout d'abord, l'Etat régule le sport professionnel sur le plan juridique en s'assurant que les structures dites professionnelles respectent l'application de la loi d'un point de vue fiscal, social mais également sur le code du travail.

Par ailleurs, l'Etat encadre le sport professionnel sur le plan économique en ayant un regard sur l'utilisation des subventions publiques, en contrôlant les clubs professionnels par le biais de différentes instances comme la Direction Nationale du Contrôle de Gestion (DNCG) pour l'exemple du football. L'Etat intervient également pour les conditions de diffusion des compétitions au grand public (W4).

Dans le code du sport, un sportif professionnel est défini par l'article L.222-2 comme étant *« une personne ayant pour activité rémunérée l'exercice d'une activité sportive dans un lien de subordination juridique avec une association sportive ou une société mentionnée aux articles L. 122-2 et L. 122-12. »*

3. Les objectifs de résultats, un élément commun à tous les sportifs

Les sportifs HN&P sont les ambassadeurs de la France dans leurs disciplines. Au travers des différentes compétitions gérées par les différentes ligues professionnelles, ainsi que les équipes de France de toutes les disciplines sportives reconnues par la liste ministérielle, ces sportifs représentent le sport français grâce à la médiatisation et de l'impact que le sport a sur la société (W5).

II. La préparation à l'effort chez les sportifs de haut niveau ou professionnels

1. La préparation à l'effort physique sur le plan biochimique

1.1 La contraction musculaire nécessite de l'ATP

La contraction musculaire est provoquée par un stimulus nerveux. Ce dernier sera modifié en énergie mécanique en plusieurs étapes :

- La première étape correspond à la transmission de l'influx nerveux électrique le long des fibres musculaires. Cette étape se nomme « excitation musculaire ». Les influx électriques, appelés potentiels d'action, ont pour origine le système nerveux. Les influx nerveux transmettent l'information au niveau de la plaque motrice. Cet influx nerveux provoque une hyperpolarisation cellulaire : les ions sodiques, présents majoritairement en extracellulaire, rentrent dans la cellule. A l'inverse, les ions potassiques quittent le milieu intracellulaire de l'axone. Cet échange ionique dure tout au long de l'excitation nerveuse. A la fin de la transmission de l'influx nerveux, les ions sodiques et potassiques retrouvent leurs compartiments initiaux.
- La deuxième étape correspond à la libération du calcium (Ca^{2+}) se trouvant dans le réticulum sarcoplasmique vers le cytoplasme cellulaire.
- La troisième et dernière étape correspond à la contraction musculaire. Le Ca^{2+} provenant du réticulum sarcoplasmique libéré se fixe à la troponine (**Figure 1**). La partie contractile de la fibre musculaire est composée de filaments épais nommés myosine et de filaments fins appelés actine. Cette fixation permet de lever l'inhibition d'interaction entre les filaments d'actine et la myosine. Cette interaction s'accompagne de l'hydrolyse de ATP, qui est une réaction exergonique donc produisant de l'énergie (**Figure 2**). Cette énergie libérée permet ainsi le raccourcissement du sarcomère, lui-même composé de filaments d'actine, ce qui entraîne la contraction musculaire. Cette étape porte le nom de « couplage excitation-contraction » (L1).

La fibre musculaire se contracte car les fibres musculaires se raccourcissent. Le Ca^{2+} intracellulaire est recapté par le réticulum endoplasmique *via* les canaux calciques au fur et à mesure que l'ATP est hydrolysé. Ce phénomène perdure dans le temps jusqu'à l'épuisement du Ca^{2+} intracellulaire cytoplasmique et/ou de l'ATP (1).

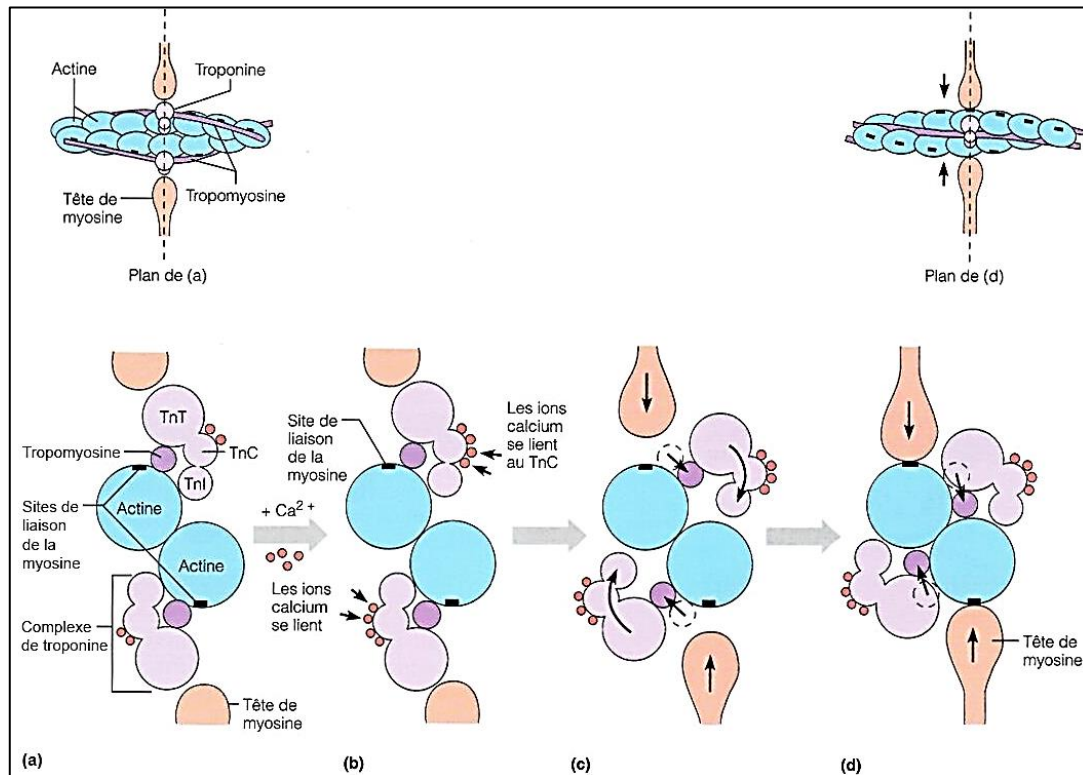


Figure 1 : Fonctionnement du complexe actine-tropomyosine, dans la contraction musculaire : rôle du calcium
Anatomie et physiologie humaines, Elaine Marieb, Katja Hoehn, PEARSON (L3)

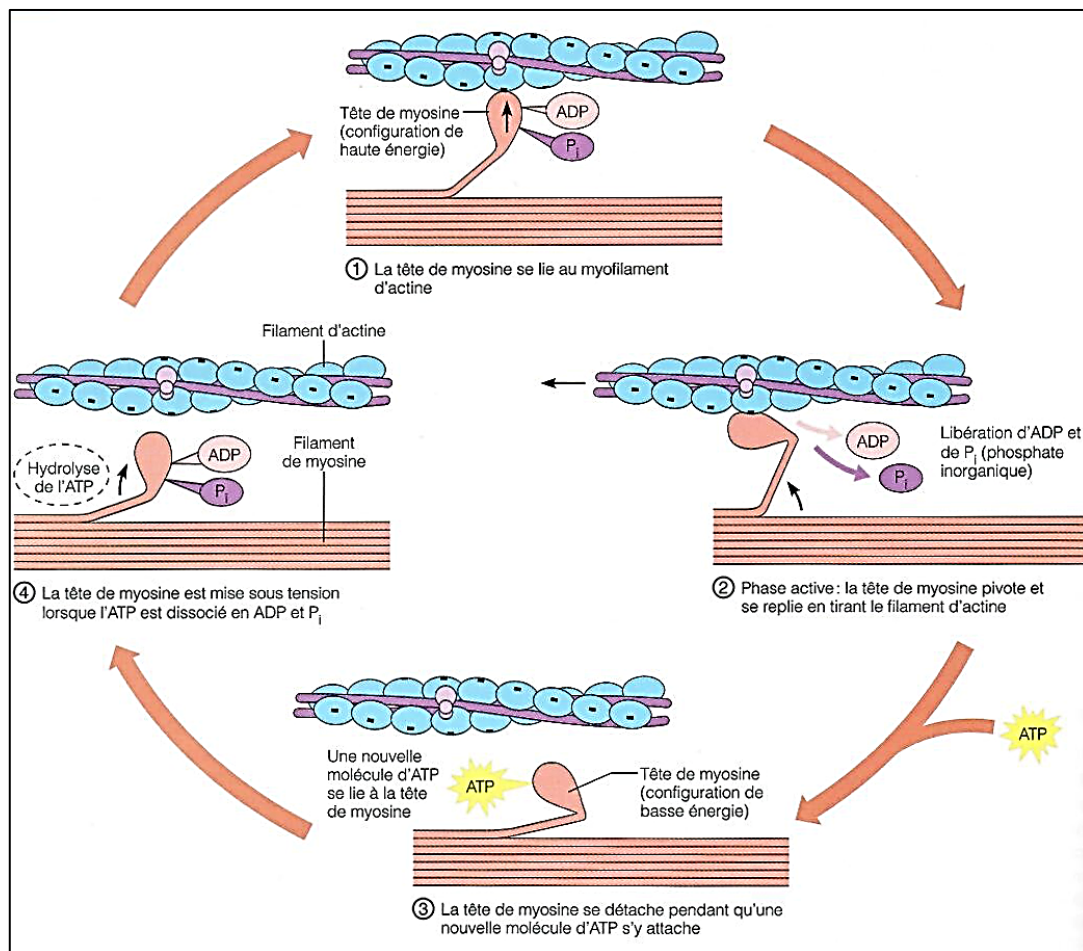


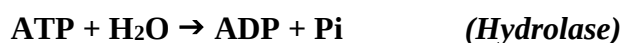
Figure 2 : Evènements successifs permettant la contraction musculaire
Anatomie et physiologie humaines, Elaine Marieb, Katja Hoehn, PEARSON (L3)

1.2 La voie anaérobie alactique permet l'approvisionnement en ATP pour un travail musculaire de forte intensité et de courte durée

Cette voie métabolique se déroule dans des conditions où les muscles sont privés d'oxygène. Les muscles ne produisent pas d'acide lactique lors de l'utilisation de cette voie métabolique. Cette voie est impliquée chez les sportifs de haut niveau lorsqu'ils produisent un effort de forte intensité sur une courte durée.

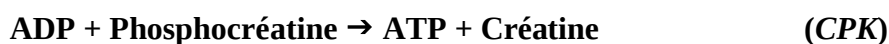
Bien que cette voie produise une grande quantité d'énergie, ses effets sont limités à quelques secondes. Cette voie métabolique utilise l'ATP comme principal substrat.

Tout d'abord, la cellule musculaire hydrolyse l'ATP présent dans la cellule par la réaction suivante, produisant de l'énergie par la rupture d'une liaison phosphoanhydride dite « riche en énergie » :



Cette énergie permet la contraction musculaire.

La régénération de l'ATP peut être réalisée par phosphorylation de l'ADP à partir de la phosphocréatine, catalysée par la créatine phosphokinase (CPK) par la réaction suivante :



L'ATP régénéré par cette réaction permettra une contraction musculaire d'une durée de quelques secondes seulement car l'ATP n'étant pas stocké, il n'est qu'en faible quantité dans les cellules musculaires.

Bien que la phosphocréatine se régénère très rapidement à la fin de l'effort physique, ses réserves sont limitées dans le corps, ce qui empêche l'utilisation de cette voie métabolique sur une longue durée. Les sportifs HN&P peuvent développer cette voie métabolique grâce à l'entraînement sur des exercices de courte durée (W6).

1.3 La dégradation du glucose est la principale source d'ATP des cellules musculaires en aérobose

1.3.1 Le glycogène est la forme de réserve du principal carburant énergétique des cellules musculaires

Les glycolyses aérobie et anaérobie sont deux voies permettant la production d'ATP par oxydation du glucose ou du glucose 6-P. Ces derniers proviennent de la dégradation du glycogène par la glycolyse.

La glycogénolyse correspond à la dégradation des réserves de glycogène (**Figure 3**).

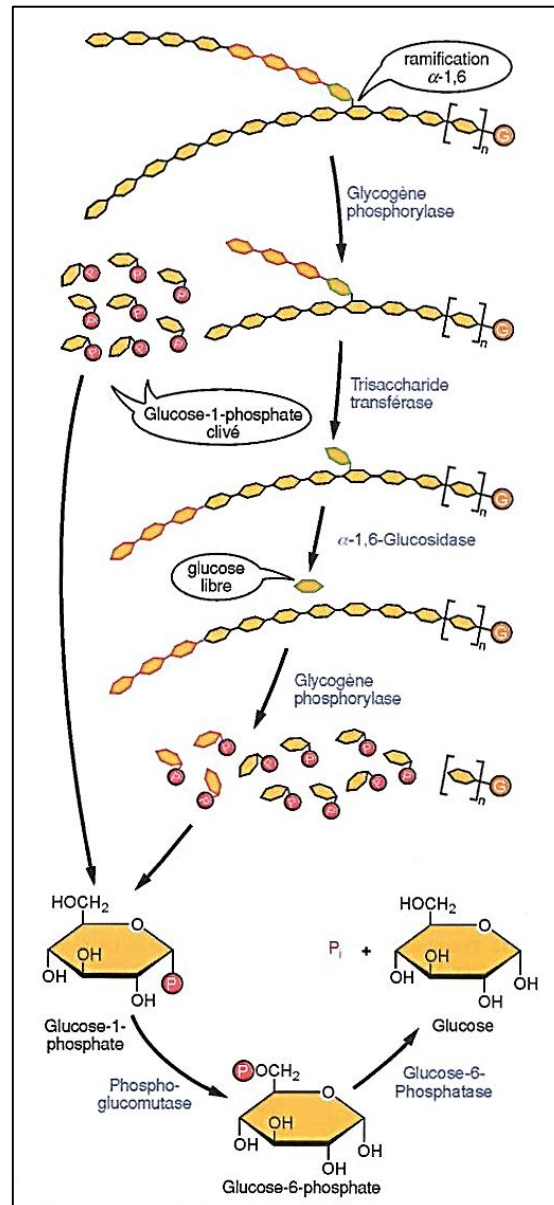


Figure 3 : Etapes de la glycogénolyse
Biochimie et biologie moléculaire, W. Müller-Estrel, DUNOD (L4)

Le glycogène est stocké essentiellement au niveau du foie et de façon moindre au niveau des muscles striés squelettiques. La glycogénolyse ne conduit pas au même produit final selon sa localisation tissulaire.

Dans le foie, la glycogénolyse permet la libération du glucose qui alimentera les organes extra-hépatiques. En effet, dans le foie il y a expression de la glucose-6-phosphatase, qui catalysera la déphosphorylation du glucose 6-phosphate en phosphate. Cette enzyme n'est, en revanche, pas exprimée dans les muscles.

Par conséquent, au niveau des muscles qui sont dépourvus de glucose-6-phosphatase, la glycogénolyse conduira à la libération de glucose 6-phosphate qui rejoindra la glycolyse de manière à produire de l'énergie sous forme d'ATP de façon plus rapide et plus rentable.

1.3.2 La glycolyse est une voie commune aux conditions aérobies et anaérobies

La glycolyse est la dégradation du glucose (et des autres glucides) en pyruvate (**Figure 4**). Elle permet la formation de l'ATP nécessaire notamment à la contraction musculaire.

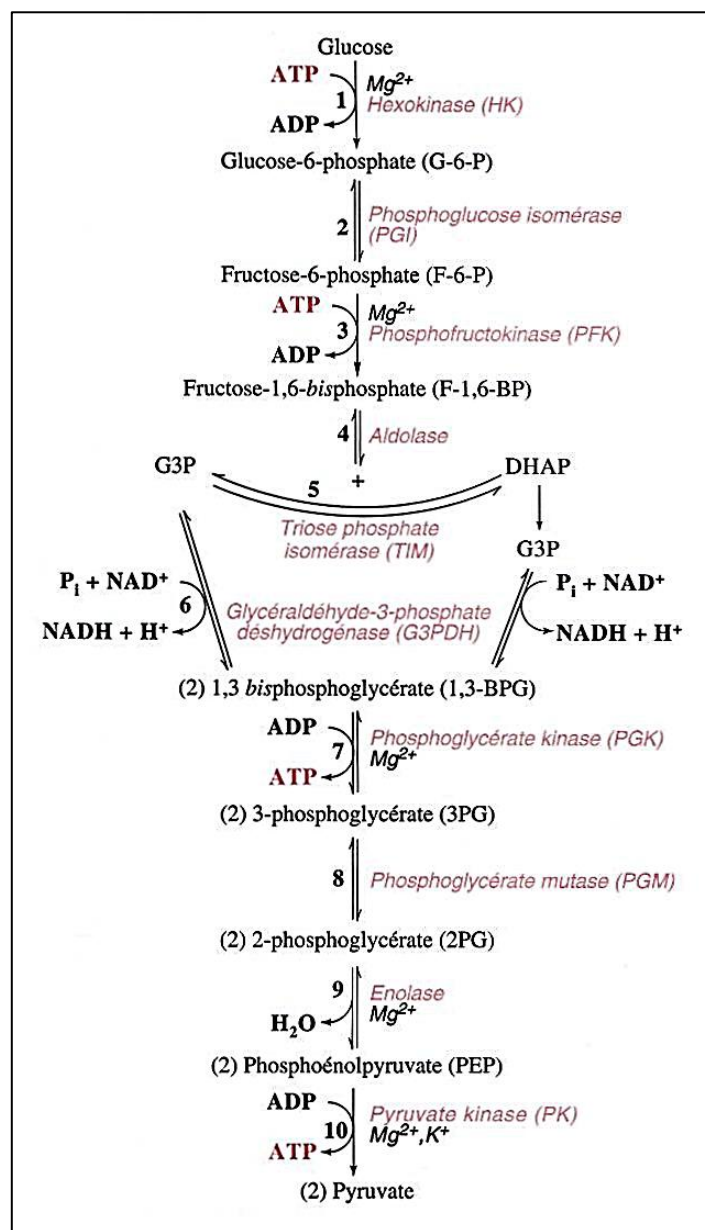


Figure 4 : La glycolyse, principale source de substrat énergétique
Biochimie 1^{er} cycle, Georges Hennen, DUNOD (L5)

1.3.3 Les particularités de la voie glycolytique anaérobie

La voie glycolytique anaérobie est utilisée dans la majorité des efforts physiques. Elle se réalise dans des conditions dépourvues d'oxygène et utilise le glucose comme carburant énergétique pour la formation d'acide lactique. En effet, en anaérobiose, le pyruvate produit par la glycolyse

est réduit en lactate par la fermentation lactique (**Figure 5**), catalysée par la lactate déshydrogénase (D1) :

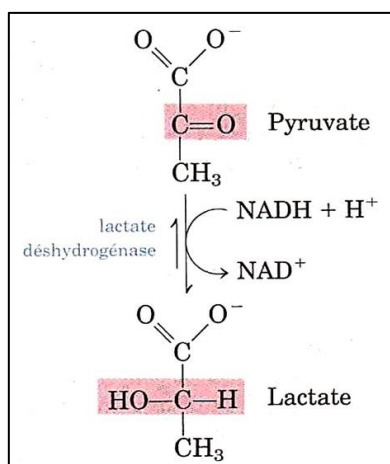
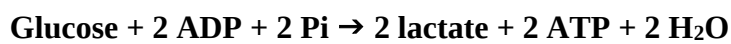


Figure 5: Fermentation lactique du pyruvate en conditions anaérobies
Principes de Biochimie, Lehninger, Médecine-Sciences Flammarion (L6)

Le coenzyme d'oxydo-réduction permettant cette réaction est ainsi le Dihydronicotinamide adénine dinucléotide (NADH, H⁺) qui va être oxydé en Nicotinamide Adénine Dinucléotide (NAD⁺) (W7).

Le bilan final de la glycolyse anaérobie est donc le suivant :



L'anaérobie lactique produit ainsi 2 ATP à partir d'une molécule de glucose, soit deux fois plus que l'anaérobie alactique. Le délai d'obtention de l'ATP étant plus long que pour l'anaérobie alactique en raison du nombre d'intermédiaires supérieur, la voie anaérobie lactique est principalement utilisée par les sportifs HN&P lors d'efforts dits de « résistance ». Ces efforts ont une intensité modérée sur une période n'excédant pas 2 minutes. Les 2 voies métaboliques anaérobies sont souvent mobilisées en même temps.

Cependant, le lactate est un facteur limitant à la filière anaérobie lactique. Le taux de lactate dans le sang, appelé lactatémie, évolue avec l'intensité de l'effort : plus l'effort est intense, plus la lactatémie est élevée. Le lactate est présent physiologiquement dans le sang à une concentration de 1 mmol/L. Lors d'un effort physique en anaérobiose, le lactate s'accumule dans le sang, avec une valeur seuil maximale de 4 mmol/L et provoque une acidose lactique (W8). Le sang ne peut pas effectuer son pouvoir tampon en absence d'oxygène. Le sang possède un pH physiologique variant entre 7,35 et 7,45. Le pouvoir tampon du sang est régulé par le couple acido-basique H₂CO₃/HCO₃⁻. La présence des ions H⁺ permet d'accroître la réduction du pyruvate en lactate (2). L'anaérobie lactique présente ses limites chez les sportifs au bout de

quelques minutes d'effort, et ce, même avec un entraînement fréquent. Cette limite est due à l'incapacité de l'organisme à éliminer le lactate excessif.

Les sportifs HN&P peuvent retarder l'apparition d'une concentration d'acide lactique trop élevée dans leur organisme en buvant des boissons contenant du bicarbonate de soude 1 à 2 heures avant la compétition ou leur entraînement. Cet apport ionique aura un rôle complémentaire au système tampon présent dans le sang, ce qui retardera l'apparition de la sensation de fatigue. Cette pratique consistant à compléter les boissons est à surveiller pour les sportifs afin d'éviter une surcharge sodique pouvant provoquer des troubles métaboliques tels que l'alcalose métabolique (W6).

1.3.4 Les particularités de la voie glycolytique aérobie

La glycolyse aérobie permet la production d'un maximum d'énergie pour l'organisme. Elle se produit en présence d'oxygène au sein de la cellule. Cette voie métabolique produisant une grande quantité d'ATP utilise le glucose en situation d'oxygénation adéquate et sera complétée par l'oxydation des acides gras (AG).

La glycolyse aérobie permet de produire de l'énergie car elle est suivie du cycle de Krebs, qui est couplé aux phosphorylations oxydatives produites au niveau la chaîne respiratoire. Celle-ci ne peut fonctionner qu'en présence de dioxygène, qui est l'accepteur final d'électrons et permet le fonctionnement de l'ATP synthase qui catalyse la formation d'ATP.

En aérobiose, le pyruvate, produit cytoplasmique final de la glycolyse, rejoint la matrice mitochondriale grâce à une diffusion passive par une porine et un symport actif, puis subit une décarboxylation oxydative catalysée par la pyruvate déshydrogénase et conduisant à l'acétyl-CoA, ce dernier alimentant le cycle de Krebs (**Figure 6**) (W7).

Les coenzymes réduits, produits lors de la glycolyse et lors du cycle de Krebs, sont les substrats initiaux de la chaîne respiratoire (**Figure 7**).

Il est estimé que la dégradation totale en aérobiose d'une molécule de glucose permet la formation d'environ 32 molécules d'ATP. Cette voie permet donc une importante production d'ATP, en cas d'oxygénation satisfaisante et ce, jusqu'à épuisement des stocks de glucose et avec une oxygénation satisfaisante. Les réserves en glucose proviennent de l'alimentation du sportif ainsi que des stocks de glycogène forme de réserve du glucose en excès, constitués par la glycogénogenèse lors d'apports nutritifs plus anciens (*cf partie III 1.1.*).

1.4. La dégradation des triglycérides et des acides gras est une autre source d'ATP des cellules musculaires

La décarboxylation oxydative du pyruvate n'est pas la seule réaction conduisant à la formation d'acétyl-CoA.

En effet, la dégradation par β -oxydation des AG stockés dans le tissu adipeux sous forme de triglycérides de réserve (3), la dégradation du squelette carboné de certains acides aminés et la dégradation des corps cétoniques par la cétolyse sont d'autres voies métaboliques conduisant à la libération d'acétyl-CoA.

Les triglycérides présents dans le tissu adipeux représentent pour le sportif une réserve d'énergie importante. Cependant, le déclenchement de la lipolyse n'apparaît qu'après un délai. La lipolyse et l'utilisation des acides gras en tant que substrats énergétiques n'interviennent qu'au bout d'une dizaine de minutes d'effort.

La lipolyse est l'hydrolyse successive des triglycérides présents dans le tissu adipeux en diglycérides puis en monoglycérides conduisant finalement à la libération de 3 AG et du glycérol (**Figure 8**). Ces hydrolyses sont principalement catalysées par 3 lipases : la triglycéride lipase adipocytaire (ATGL), la lipase hormono-sensible (LHS) et la monoglycéride lipase (MGL).

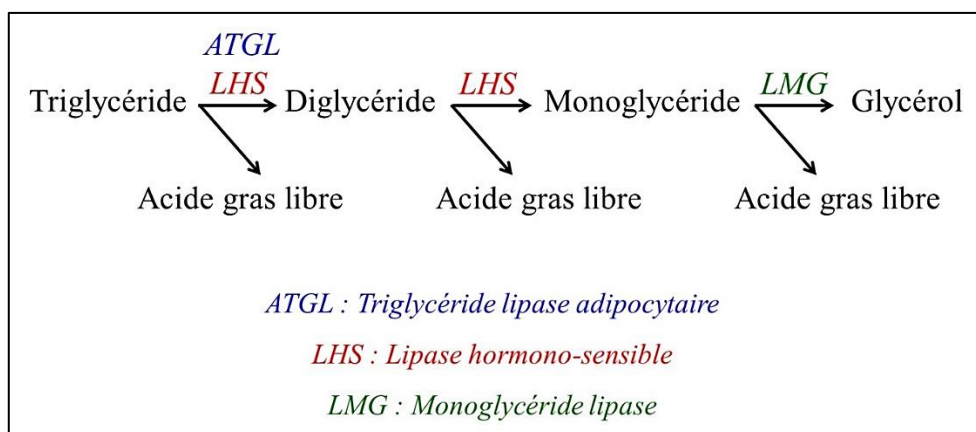


Figure 8 : Dégradation des triglycérides adipocytaires

Les actions de la LHS et de l'ATGL sont concomitantes lors de la stimulation de la lipolyse. Ces deux lipases sont sous l'influence hormonale de l'adrénaline et ses dérivés, de l'insuline et des peptides natriurétiques. Les catécholamines ont un effet pro-lipolytique tandis que l'insuline a un effet anti-lipolytique ainsi qu'un effet inducteur de la lipogenèse. *In fine*, la MGL intervient dans la dernière étape de la lipolyse pour hydrolyser les diglycérides en AG et en glycérol. Cette dernière étape n'est pas dépendante des hormones (4).

Les acides gras vont ensuite subir une étape d'activation en acyl-CoA dans le cytoplasme des cellulaires (**Figure 9A**), à la suite de laquelle ils seront transportés dans la mitochondrie pour y subir la β -oxydation.

La dégradation totale d'un acyl-CoA peut être représentée par l'hélice de Lynen (**Figure 9B**) dont chaque tour de spire correspond à un cycle de β -oxydation comportant 4 étapes (**Figure 9C**) et conduisant à la libération d'un acétyl-CoA et d'un acyl-CoA comportant 2 atomes de carbone de moins.

La dégradation totale d'une molécule d'acide gras génère beaucoup plus d'énergie que celle d'une molécule de glucose en aérobose. Ainsi, par exemple, on estime que la dégradation totale d'une molécule d'acide stéarique permet la formation d'environ 121 molécules d'ATP.

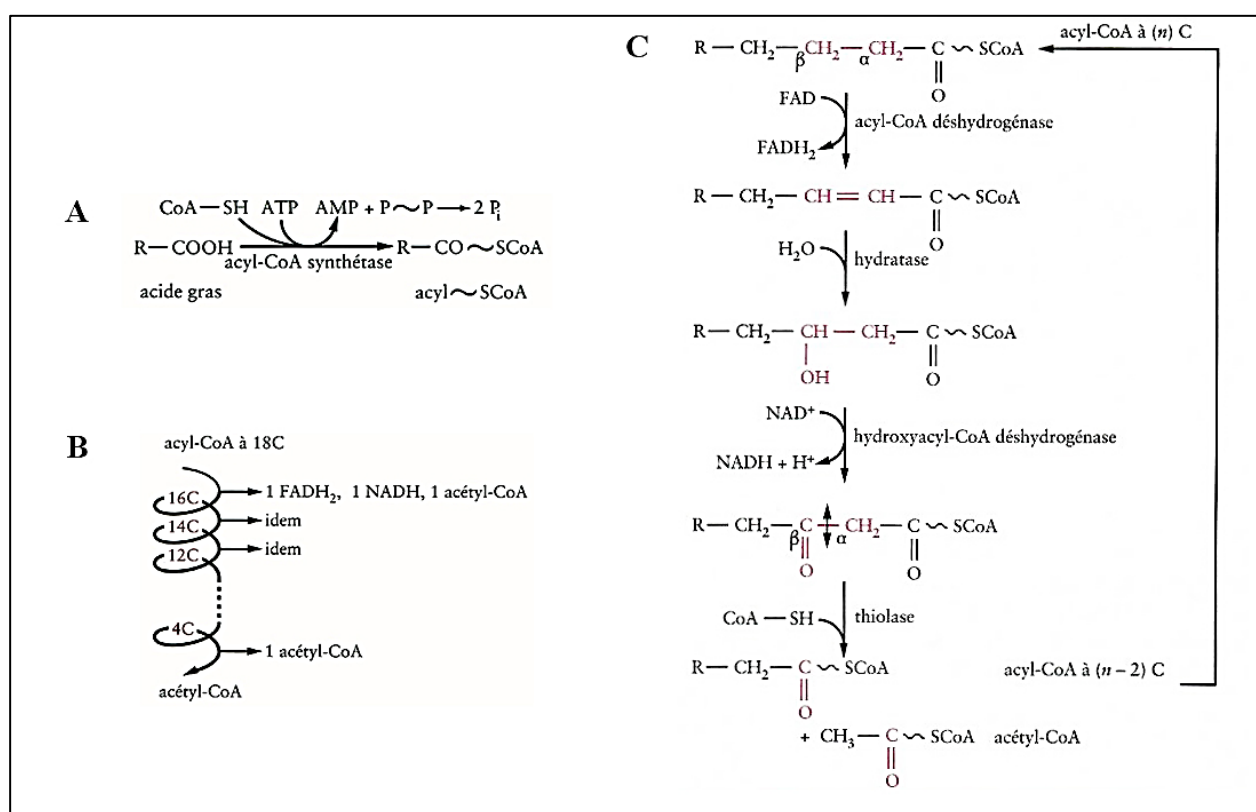


Figure 9 : Dégradation des acides gras

A : Activation des gras en acyl-CoA

B : Hélice de Lynen, permettant la dégradation des acyl-CoA : exemple du stéaryl CoA à 18 carbones

C : Etapes d'un cycle de β -oxydation

Biochimie & biologie moléculaire, Sablonnière, Omnisciences (L7)

1.5. Intervention des différentes voies métaboliques pour le sportif

L'importance relative des voies métaboliques dépend de l'oxygénation et des réserves en molécules dont la dégradation produira de l'acétyl-CoA.

Pour améliorer l'oxygénation, les sportifs HN&P effectuent des entraînements dans l'optique de diminuer la fréquence cardiaque à l'effort ainsi que le volume d'éjection systolique. Ces deux paramètres vont influencer le débit maximal d'oxygène.

Pour augmenter les réserves en glucose, les sportifs HN&P peuvent prendre une collation 1 heure avant l'effort afin que le glucose absorbé soit disponible rapidement pour les muscles et éviter une utilisation trop rapide de glycogène (W6 ; 10). L'objectif de l'entraînement et de la préparation à l'effort chez les sportifs HN&P est d'augmenter l'énergie produite par les mitochondries des cellules musculaires (W7).

Il existe des méthodes qui sont dangereuses pour la santé des sportifs et interdites dans la pratique du sport HN&P comme les injections d'érythropoïétine (*cf partie IV*).

Au cours d'un effort physique, le sportif HN&P mobilisera ces différentes filières métaboliques selon l'intensité de l'effort (**Table 1**). Il est donc nécessaire pour ces populations d'avoir un suivi de leur préparation.

	Voie anaérobie alactique	Voie anaérobie lactique	Voie aérobie
Intensité de l'effort	Intense	Modérée	Modérée à faible
Puissance (en Watt)	4 à 12	3 à 8	0,8 à 1,7
Durée de l'effort	Quelques secondes	Une dizaine de secondes à quelques minutes	Plusieurs minutes
Substrat énergétique	Phosphocréatine	Glucose	Glycogène Glucose AG
Organes de stockage des substrats	Muscles	Muscles Foie	Muscles Foie Tissu adipeux
Limites	Phosphocréatine	Acidose lactique Volume musculaire	Débit ventilatoire Taux d'hémoglobine Débit cardiaque Volume musculaire Réserves glycogène
Type d'effort	Force et puissance	Force et puissance	Endurance

Table 1 : Récapitulatif des différentes voies métaboliques impliquées lors des activités musculaires

2. La nutrition, un élément primordial pour la préparation à l'effort

La nutrition est un élément nécessaire à la préparation à l'effort dans le sport HN&P. Les besoins énergétiques sont comblés par l'apport de macronutriments composés de glucides, lipides et protéines. En plus d'apporter les macronutriments, l'alimentation est la source de micronutriments contenant les vitamines, les oligo-éléments et les fibres alimentaires.

Les rations caloriques journalières moyennes recommandées sont de 2000 à 2500 kilocalories (kcal) pour un homme et 1800 à 2000 kcal pour une femme. Ces besoins énergétiques peuvent varier en fonction de l'activité de l'individu. Chez les sportifs HN&P, les besoins énergétiques chez un sportif de force seront différents de ceux d'un marathonien. La répétition des entraînements, que ce soit pour un sport de puissance ou d'endurance, augmente le métabolisme de base chez les sportifs HN&P. Il faut pour cela avoir un apport nutritif plus important chez les sportifs de haut niveau par rapport à la population générale pour que l'équilibre entre les calories consommées et ceux ingérées.

Les Apports Energétiques Totaux Quotidiens (AETQ) recommandés représentent :

- 50 à 55 % de glucides
- 30 % de lipides
- 15 à 20 % de protéines.

Chez les sportifs HN&P, la répartition des AETQ en glucides peut augmenter jusqu'à 70 % tout en conservant la même proportion de protéines ingérées.

2.1. Les glucides

Les glucides sont omniprésents dans notre alimentation quotidienne. Les glucides ont pour rôle d'apporter le glucose, substrat énergétique *via* les voies anaérobie lactique et aérobie lactique, mais également pour stocker le glucose sous forme de glycogène dans l'optique des efforts physiques à venir. Le glycogène musculaire croît de façon non linéaire avec les apports glucidiques, avec un pallier de saturation à 12 g par jour par kg de masse corporelle.

Les glucides n'ont pas tous la même valeur énergétique, ils sont classés en fonction de leur Index Glycémique (IG). L'IG correspond à la capacité d'un glucide à augmenter la glycémie et il est calculé en fonction d'un sucre de référence, le glucose.

Cet IG varie en fonction :

- De la cuisson des aliments : plus un aliment est cuit, plus son IG est élevé.
- Du fractionnement des aliments : plus un aliment est en morceaux, plus son IG est élevé.
- De l'état de maturité d'un fruit : plus le fruit est mûr, plus son IG est élevé.

Quelques heures avant un entraînement ou une compétition, il est préférable pour le sportif de consommer des glucides ayant un IG élevé afin de mobiliser les glucides consommés avant d'utiliser les réserves en glycogène. Dans la préparation de tous les jours, les glucides à IG bas permettent aux sportifs HN&P de faire des stocks en glycogène qui pourront être utilisés ultérieurement.

Avant un entraînement ou une compétition, le sportif HN&P peut prendre une collation riche en glucides avec une valeur énergétique de 500 à 1000 kcal (W9).

2.2. Les lipides

Chez les sportifs HN&P, tout comme dans la population générale, les lipides vont permettre la formation des membranes cellulaires, la synthèse hormonale mais également apporter des substrats énergétiques, qui seront stockés dans les adipocytes sous forme de triglycérides.

Ces derniers résultent de l'estérification du glycérol par trois AG. Les AG sont classifiés en trois classes :

- Les AG saturés ont la spécificité de pouvoir être produits par l'Homme au niveau du foie. Ils sont apportés en grande quantité par l'alimentation, notamment dans les produits d'origine animale tels que le beurre, la viande rouge, le lait ... Les AG saturés vont être les principales sources de réserves en triglycérides. Lors d'une consommation en excès, les AG saturés provoquent un dépôt d'athérome, ce qui est délétère pour la fonction cardio-vasculaire.
- Les AG monoinsaturés proviennent de l'alimentation mais notre organisme est aussi capable d'en synthétiser. L'acide oléique, principal représentant des AG monoinsaturés, intervient dans la production de réserves sous forme de triglycérides. C'est également un précurseur du cholestérol (W10).
- Les AG polyinsaturés comprennent principalement les AG ω 6 et AG ω 3. Les AG sont constitués de chaînes carbonées se terminant par un groupement acide -COOH. Ces AG sont nommés AG ω 6 et AG ω 3 en raison de la position de la double liaison sur la chaîne de carbone. Pour les AG ω 3, la double liaison se trouve sur le carbone 3 alors que pour les AG ω 6 elle est sur le carbone 6. Ils contiennent des AG dits « essentiels » dont la production ne peut être réalisée par voie endogène et dont l'apport par l'alimentation est donc nécessaire à la vie humaine. Les AG ω 3 sont principalement présents dans les poissons. Un apport conséquent en AG ω 3 a des effets positifs sur la fonction cardiaque. Les AG ω 3 pris au long cours diminuent la pression artérielle et possèdent des effets antiarythmiques. Ils sont également impliqués dans l'hémostase. Les apports en AG ω 6

doivent être 5 fois supérieurs à ceux en AG $\omega 3$ (5 ; 6). Les AG $\omega 6$ ont souvent été décriés pour leurs effets néfastes vis-à-vis de la fonction cardiaque en cas de consommation excessive. Or, lorsque la prise d'AG $\omega 6$ est contrôlée, ces derniers diminuent les risques cardiovasculaires car sont inversement proportionnés à la concentration plasmatique du LDL (Low Density Lipoprotéine)-cholestérol (7) qui est considéré comme le « mauvais cholestérol ».

Le cholestérol-LDL représente l'essentiel du cholestérol total présent dans l'organisme. Au-delà de 1,6 g/L dans le sang, il y a un facteur de risque pour les pathologies cardiaques. Chez les patients à risque, c'est-à-dire, les patients hypertendus, diabétiques, ou avec des antécédents familiaux, ce taux est abaissé à 1,3 g/L de cholestérol-LDL dans le sang.

Le cholestérol-HDL permet de capter l'excès de cholestérol excessif au niveau sanguin et hépatique afin qu'il soit éliminé par la bile. Il est important d'avoir un taux minimum de 0,4 g/L de sang de cholestérol HDL pour avoir une fonction cardioprotectrice.

Les apports lipidiques ont une importance pour l'absorption des vitamines liposolubles A, D, E et K, mais également pour apporter les AG dits « essentiels ». Pour optimiser la préparation à l'effort, les sportifs HN&P doivent consommer 1 à 1,2 g par kg de masse corporelle et par jour. Pour améliorer leurs compétences tout en préservant leur santé, les sportifs doivent avoir un régime alimentaire pauvre en AG saturés et contenant de l'acide oléique afin de minimiser les risques cardiovasculaires. De plus, le rapport AG $\omega 6$ / AG $\omega 3$ doit être égal à 5, comme chez la population générale (6). Par ailleurs, sur des courtes durées et avant une compétition, certains sportifs consomment davantage d'AG saturés afin de former des stocks de triglycérides pour des épreuves pouvant durer plusieurs heures.

2.3. Le lien métabolique entre les glucides et les lipides

Il est difficile de dissocier ces deux sources de macronutriments, les lipides et les glucides. Il sera nécessaire pour le sportif d'avoir un suivi afin d'optimiser les réserves énergétiques dans le but d'obtenir les meilleures performances tout en limitant l'apparition de surplus alimentaire pouvant entraîner des complications cardiovasculaires.

2.3.1. Biosynthèse des lipides en cas d'excès de glucides ingérés

Via la lipogenèse, voie métabolique consistant à transformer le surplus glucidique en AG, le sportif de haut niveau ou professionnel peut préparer au mieux son effort en emmagasinant de l'énergie. La biosynthèse d'acides gras est réalisée à partir de l'acétyl-CoA en excès, grâce à un complexe enzymatique, l'acide gras synthase (**Figure 10**).

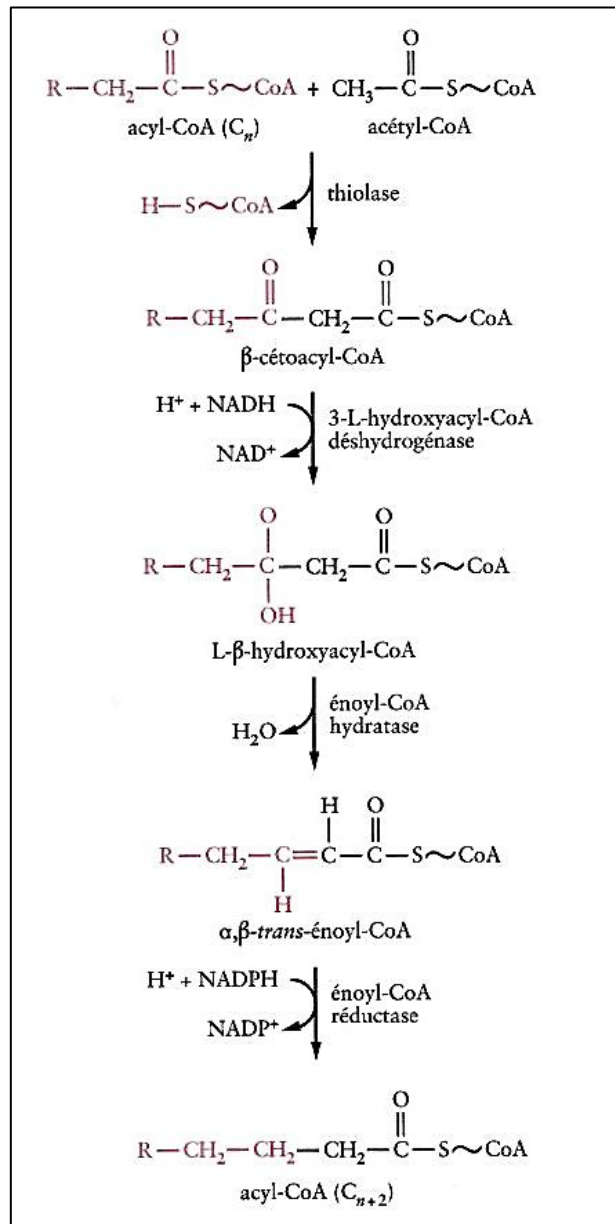


Figure 10 : Elongation des acides gras lors de leur biosynthèse
 Biochimie & biologie moléculaire, Sablonnière, Omnisciences (L7)

Les AG sont stockés dans les adipocytes sous forme de triglycérides, constitués de glycérol et de trois résidus acyl provenant d'acides gras identiques ou non. Les adipocytes vont constituer le tissu adipeux blanc, qui est majoritaire chez l'Homme et le tissu adipeux brun, qui est significativement peu présent chez l'Homme à l'âge adulte.

Le tissu adipeux a deux localisations préférentielles dans l'organisme : en sous-cutané et sur les organes viscéraux. Le tissu adipeux présent sous-cutané a pour rôle principal d'agir en tant que réserve pour les substrats énergétiques tandis que le tissu adipeux localisé au niveau viscéral engendre principalement des effets néfastes pour la santé en cas d'excès. Ce tissu est sous l'influence de l'alimentation de l'individu ainsi que de ses sécrétions hormonales. L'hypoderme, localisé entre l'épiderme au niveau cutané et l'aponévrose au niveau des

muscles, correspond à la principale zone de stockage des corps lipidiques de l'organisme. Il a un rôle dans la thermorégulation, l'amortissement des traumatismes subis par l'organisme et constitue réserve énergétique.

Les triglycérides sont dégradés par la lipolyse au cours d'un effort physique d'une durée importante et d'une intensité modérée (*cf partie II 1.4.*). Comme vu précédemment, les catécholamines ont un effet pro-lipolytique tandis que l'insuline a un effet anti-lipolytique ainsi qu'un effet inducteur de la lipogenèse.

Lors des entraînements et des compétitions, le sportif mobilise l'ensemble de ses fonctions musculaires. Les concentrations en catécholamines et en insuline évoluent inversement : elles augmentent pour les catécholamines lorsqu'elles diminuent pour l'insuline. Les muscles striés squelettiques vont pouvoir mobiliser directement les AG présents dans l'hypoderme lors d'un effort. Cela représente la principale source d'énergie pour les sportifs HN&P.

L'intensité de l'effort physique va principalement influencer le taux d'oxydation des AG et du glucose. Cependant, ce taux d'oxydation est limité par une intensité d'exercice variant de 25 % à 65 % du volume d'oxygène maximal ($VO_2 \text{ max}$) qui correspond au débit maximal d'oxygène pouvant être consommé par le sportif lors d'un effort. Ce volume a pour unité le millilitre par minute (L2).

2.3.2. Synthèse de glucose à partir de précurseurs non glucidiques lorsque les réserves de glycogène sont épuisées

Lorsque les réserves de glycogène sont épuisées à la suite d'un effort physique intense, l'organisme a recours à la néoglucogenèse hépatique. Le glucose, substrat énergétique, produit par le foie est issu principalement de 2 voies métaboliques : la glycogénolyse et la néoglucogenèse. Cette dernière utilise des substrats non glucidiques pour produire le glucose. Lors d'un effort prolongé, les taux d'insuline sanguins s'effondrent tandis que ceux du glucagon et des glucocorticoïdes augmentent, ce qui conduit à l'activation de la néoglucogenèse.

Le pyruvate, produit final de la glycolyse, est un des principaux substrats de la néoglucogenèse hépatique (**Figure 11**). Cependant, d'autres molécules non glucidiques sont également des substrats de la néoglucogenèse. C'est notamment le cas du glycérol, libéré par la lipolyse des triglycérides, ou le lactate, issu de la fermentation lactique du pyruvate. La néoglucogenèse conduit à la production de glucose qui pourra, *via* la circulation sanguine, rejoindre le muscle où il sera dégradé par la glycolyse ainsi fournira l'énergie suffisante pour accomplir l'effort physique chez le sportif HN&P.

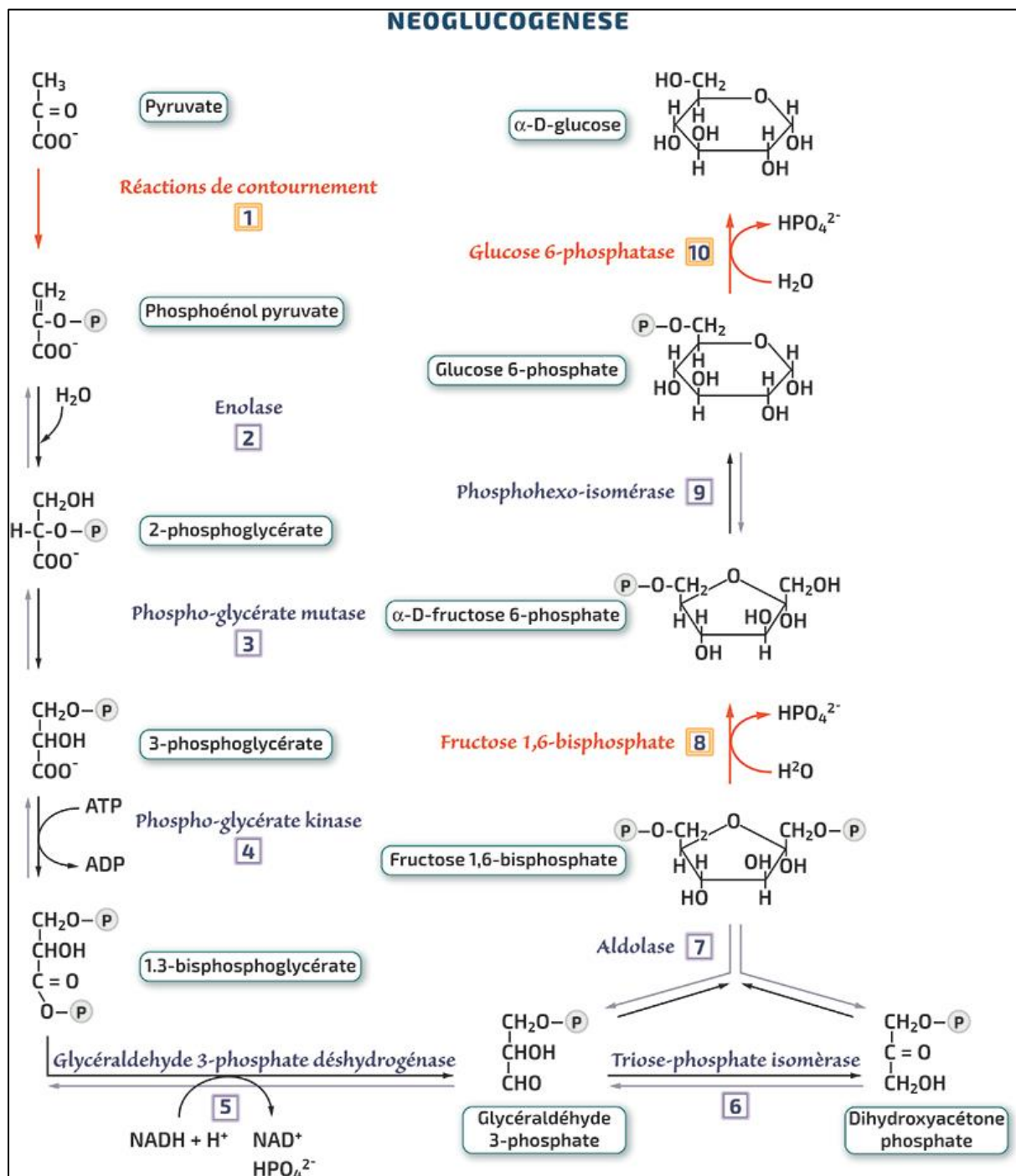


Figure 11 : La néoglucogénèse, voie métabolique essentielle dans la régulation glucidique
Source : Université de la Sorbonne

Le cycle de Cori (**Figure 12**) est un exemple de coopération tissulaire entre le muscle et le foie. Dans le muscle, le lactate est produit par la glycolyse anaérobie. Il rejoint le foie par la circulation sanguine et est utilisé par cet organe comme substrat de la néoglucogénèse, conduisant à la production de glucose qui peut alors alimenter le muscle.

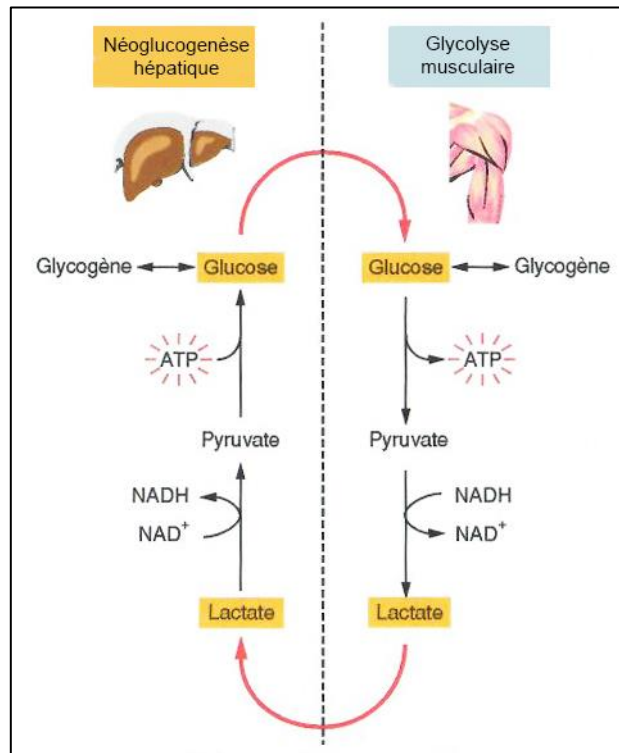


Figure 12 : Cycle des Cori
D'après Biochimie et Biologie moléculaire, W. Müller-Estrel DUNOD (L4)

2.4. Les protéines

Les protéines sont composées d'acides aminés dits « protéinogènes ». On compte 20 acides aminés protéinogènes parmi lesquels 11 sont synthétisés par l'organisme et 9 proviennent de l'alimentation et leur synthèse par l'Homme est impossible ou insuffisante. Ces acides aminés dits essentiels, sont l'isoleucine, la lysine, l'histidine, la phénylalanine, la valine, la leucine, le tryptophane, la thréonine et la méthionine.

Il existe également 2 acides aminés qualifiés de « semi-essentiels », la cystéine et la tyrosine qui vont être des produits de dégradation de la méthionine et de la phénylalanine (2 acides aminés essentiels) respectivement (8).

Les protéines laitières contiennent de grandes quantités de leucine. Cette dernière fait partie des acides aminés branchés ou ramifiés (AAB) qui sont oxydés principalement dans les tissus musculaires. On retrouve parmi les AAB l'isoleucine et la valine (9).

Les protéines vont structurer et régénérer les fibres musculaires. Elles sont également impliquées dans plusieurs processus physiologiques comme par exemple la production d'hémoglobine.

Les protéines de notre alimentation sont de deux types :

- Protéines d'origine animale dans la viande, le poisson, les produits laitiers et les œufs.
- Protéines d'origine végétale principalement dans les légumineuses telles que le soja, les

oléagineuses comme les noix ou les amandes ou bien les céréales. L'inconvénient des oléagineuses est l'apport concomitant de lipides.

Les protéines ne s'accumulent pas dans l'organisme sous forme de réserves. Chez la population adulte, les besoins protéiques sont de 0,83 g de protéines par jour par kg de masse corporelle. Ils varient cependant en fonction de l'activité physique. En général, un sportif de haut niveau a besoin de 1,2 à 2 g de protéines par jour par kg de masse corporelle selon le sport qu'il pratique (W11) (W12).

L'intérêt chez le sportif est d'avoir un équilibre entre l'apport protéique et l'effort physique puisque tout le surplus protéique est éliminé par voie rénale, ce qui peut avoir de lourdes conséquences sur la performance mais surtout sur la santé du sportif.

2.5. Les micronutriments

L'alimentation apporte au corps les minéraux et oligo-éléments qui ne possèdent aucune valeur énergétique mais sont néanmoins indispensables à l'Homme. Parmi les minéraux, le calcium, impliqué dans la contraction musculaire, provient majoritairement des produits laitiers. On retrouve également le magnésium, électrolyte présent de manière significative dans l'organisme.

2.5.1. Le magnésium

Le magnésium est impliqué dans la contraction musculaire par un effet d'inhibition, en abaissant l'excitation neuronale. De plus, le magnésium permet au glucose de pénétrer dans les cellules. Le magnésium se trouve dans les produits oléagineux (10).

2.5.2. Le sodium

Le sodium, principal électrolyte extracellulaire, joue un rôle dans la régulation hydrique. Le sodium est principalement éliminé par la sueur lors d'un effort physique. Une supplémentation sodique à hauteur d'un gramme de sel dans un litre permet à l'organisme de pallier l'élimination du sodium par la sueur.

2.5.3. Le fer

Le dernier minéral que nous aborderons est le fer. Il existe sous 2 formes : le fer héminique et le fer non héminique. Le fer héminique est principalement présent dans la viande rouge, les poissons ou encore les volailles et a un rôle dans la synthèse de l'hémoglobine. Le fer non héminique est retrouvé dans les légumes et cette forme ne peut être absorbée par l'intestin qu'en faible quantité contrairement au fer héminique, ce qui réduit son importance dans les apports

alimentaires. L'hémoglobine transporte l'oxygène vers les organes. Une bonne oxygénation des muscles permet d'augmenter la durée de la voie aérobie lactique.

2.5.4. Les vitamines

Tout comme les minéraux, les vitamines sont retrouvées dans l'alimentation sans apporter de valeur énergétique. Le corps humain peut synthétiser 2 vitamines, les vitamines D et K. Toutes les autres vitamines doivent provenir de l'alimentation. Les vitamines sont classées en 2 catégories :

- Les vitamines A, D, E et K liposolubles sont absorbées lors d'une prise alimentaire riche en lipides et stockées dans le tissu adipeux. La vitamine A est présente dans les produits d'origine animale. La vitamine D est synthétisée par les reins et le foie grâce à l'absorption des UV. La vitamine E est retrouvée dans les huiles et son intérêt est un fort pouvoir antioxydant. La vitamine K peut être retrouvée dans l'alimentation dans les légumes verts, mais elle est également produite par les entérobactéries.
- Les vitamines B et C hydrosolubles sont principalement présentes dans les fruits et les légumes.

2.6. Le rôle du pharmacien dans la nutrition du sportif HN&P

Avant un entraînement ou une compétition, il sera préconisé au sportif de faire un repas riche en glucides et pauvres en lipides, le catabolisme des lipides étant plus long que le catabolisme des glucides. L'intérêt d'une collation avant une compétition est de préserver les réserves en glycogène et en AG pour un effort de longue durée.

Dans son quotidien, une alimentation équilibrée et normo calorique est conseillée.

A la suite de l'enquête réalisée auprès de 146 sportifs (**ANNEXE 1**), on peut constater que plus de 60 % de ceux-ci souhaiteraient qu'un pharmacien les accompagne dans un suivi nutritionnel. Ces chiffres montrent l'intérêt du sportif pour la nutrition ainsi qu'un des rôles que pourrait jouer le pharmacien dans la préparation à l'effort. Par ailleurs, l'enquête a montré que près de 20 % des sportifs prennent des oligoéléments ainsi que des compléments à base de protéines parmi les produits de santé consommés dans l'optique de préparer leurs compétitions.

Ces produits entrent dans la définition du médicament selon le code de santé publique avec l'article L-5111-1 « *On entend par médicament toute substance ou composition présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies humaines ou animales, ainsi que toute substance ou composition pouvant être utilisée chez l'homme ou chez l'animal ou pouvant leur être administrée, en vue d'établir un diagnostic médical ou de*

restaurer, corriger ou modifier leurs fonctions physiologiques en exerçant une action pharmacologique, immunologique ou métabolique. ».

Le pharmacien étant le spécialiste du médicament, l'utilisation de ces produits de santé doit s'accompagner de conseils adaptés pour optimiser son bon usage et ainsi améliorer la performance du sportif HN&P.

En complément de la macro et de la micronutrition, on peut voir l'émergence depuis quelques années des probiotiques dans l'alimentation. Selon l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES), les probiotiques sont définis comme étant « *des micro-organismes ingérés vivants qui, lorsqu'ils sont administrés en quantités adéquates, produisent un bénéfice pour la santé de l'hôte* » (11).

La population sportive possède un microbiote intestinal qui diffère de celui de la population sédentaire, en raison d'une alimentation qui varie selon les activités et qui est plus riche en protéines. Bien que les études scientifiques ne permettent pas de conclure quant à une corrélation entre la prise de probiotiques en guise de complément alimentaire et une amélioration de la préparation physique chez le sportif, il s'avère que la société internationale de nutrition sportive suggère que certaines souches de probiotiques augmenteraient la biodisponibilité des acides aminés.

De plus, les probiotiques peuvent avoir des effets positifs comme :

- Une diminution de la fréquence d'apparition des infections, et plus particulièrement des infections respiratoires supérieures, ainsi qu'une baisse de leur durée et gravité. Ces épisodes peuvent survenir lors d'entraînements en extérieur fréquents ou dans des conditions d'humidité.
- Une conservation de la fonction protectrice de l'intestin correspondant à la participation de l'intestin à la production de cellules impliquées dans l'immunité par la flore intestinale qui peut être mise en difficulté dans la population sportive lorsque les conditions d'entraînement ou de compétitions sont intenses et réalisées à de hautes températures.
- Une optimisation de la récupération musculaire grâce à certaines souches ayant des propriétés anti-inflammatoires (12). La souche *Probionibacterium freudenreichii* possède une action significative sur la diminution de l'inflammation. Cette souche peut être retrouvée dans les aliments fermentés comme certains fromages à pâte pressée cuite tels que le comté, qui aura également l'avantage d'apporter les macronutriments (13).

3. La prévention des maladies saisonnières

Les sportifs HN&P doivent être performants tout au long de l'année dans l'optique d'obtenir les meilleurs résultats. Il est important pour eux d'entretenir leur santé, ce qui leur permettra d'avoir une préparation aux compétitions adéquate. Pour certaines disciplines saisonnières comme le cyclisme où les compétitions ont lieu principalement entre les mois de mars à octobre ou bien les sports d'hiver pour lesquels la période de compétition débute en novembre et se termine en mars, les compétitions se concentrent sur de courtes périodes. De plus, les sportifs HN&P sont amenés au cours de leur saison à voyager et à côtoyer de nombreuses personnes comme leurs adversaires, les équipes techniques ainsi que les supporters. Ce brassage de population accentue le risque de contamination par un agent pathogène.

En 2020, nous avons été confrontés à l'émergence d'un virus, le SARS-CoV-2, entraînant l'annulation ou le report de nombreuses compétitions nationales et internationales dont les Jeux Olympiques de Tokyo. Avec cette crise sanitaire exceptionnelle, nous pouvons voir l'importance de la vaccination dans la prévention des infections virales lorsque les vaccins existent.

Il est nécessaire que les sportifs aient une condition physique optimale en évitant notamment d'être contaminés par une infection virale. Nous pouvons prendre l'exemple de la campagne vaccinale de 2019, première année où les pharmaciens ont pu administrer le vaccin contre cette maladie, afin d'améliorer la couverture vaccinale. Les patients doivent recevoir la dose au moins deux semaines avant le début de l'épidémie et la vaccination doit être effectuée tous les ans. Afin d'avoir une couverture efficace contre la grippe saisonnière, le pourcentage de personnes dites à risque, (c'est-à-dire les patients susceptibles d'avoir des complications respiratoires et les patients de plus de 65 ans) vaccinées devrait être de 75 %. Lors de cette période allant d'octobre 2019 à fin février 2020, seuls 45 % des Français à risque ont reçu une dose vaccinale (W13). Chaque année, la grippe saisonnière touche en moyenne 2 à 6 millions de personnes en France, conduisant pour certaines personnes des difficultés respiratoires avec un risque de surinfections bactériennes. Parmi les mesures de prévention contre la transmission du virus *Influenzae*, responsable de la grippe saisonnière, la vaccination reste la première intention. La durée de l'épidémie en France est de 10 à 11 semaines, avec une périodicité en hiver. La transmission de la pathologie se fait par les voies respiratoires, mais également par le manuportage. Dans le cas des sportifs, ce mode de transmission intervient lors de contacts avec des objets contaminés comme un matériel de son sport concerné ou bien lors d'un contact physique. Les symptômes de la grippe saisonnière engendrent chez les patients atteints une élévation de la température corporelle, une fatigue, des courbatures et des céphalées pouvant impacter les entraînements et les compétitions chez les sportifs HN&P (W14).

Après 2 campagnes vaccinales lors de la période vaccinale 2017-2018 dans les régions Auvergne Rhône Alpes et Nouvelle-Aquitaine, puis lors de la période 2018-2019 avec l'inclusion des Hauts-de-France et l'Occitanie, la Haute Autorité de Santé (HAS) a autorisé les pharmaciens d'officine à vacciner sur l'ensemble du territoire grâce à l'article L.5125-1-1 du Code de Santé Publique.

Les pharmaciens d'officine peuvent ainsi vacciner les personnes majeures répondant aux recommandations vaccinales :

- Les patients ayant plus de 65 ans
- Les femmes enceintes ayant déjà reçu une dose vaccinale lors des précédentes campagnes
- Les patients atteints de pathologies respiratoires, cardiovasculaires, neuromusculaires et rénales
- Les patients possédant un indice de masse corporel supérieur ou égal à 40 kg/m²
- Les patients côtoyant des nourrissons de moins de 6 mois dans une stratégie de cocooning
- Les patients entourés de patients immunodéprimés.

Selon l'enquête réalisée, 13,3 % des sportifs ont été vaccinés contre la grippe saisonnière lors du dernier hiver. Parmi ces sportifs HN&P, seuls 1,26 % ont été vaccinés par des pharmaciens. Entre 2016 et 2019, le pourcentage moyen de la population cible à recevoir une dose vaccinale a été de 46 %. L'expérimentation de la vaccination par les pharmaciens d'officine a eu lieu lors de la saison 2018-2019, année pour laquelle le pourcentage de vaccination a été le plus élevé au cours des 4 dernières années (W15). Par rapport à la population générale, les sportifs HN&P ne se font que très peu vacciner par les pharmaciens d'officine en raison des critères d'inclusion prévus par la loi de financement de la sécurité sociale. En effet, les sportifs HN&P ne sont pas les patients présentant les critères permettant aux pharmaciens de les vacciner. Cependant, les signes cliniques de la grippe ou les syndromes grippaux peuvent nuire aux performances du sportif. Le succès de la vaccination antigrippale par les pharmaciens d'officine pourrait permettre à la profession d'élargir la population cible.

En plus de la vaccination antigrippale, les gestes et mesures barrières permettent de limiter la propagation du virus :

- Se laver les mains plusieurs fois par jour avec de l'eau et du savon, ou à défaut une solution ou un gel hydroalcoolique
- Éternuer et tousser dans son coude
- Utiliser des mouchoirs à usage unique
- Porter un masque chirurgical ou dits grand public.

III. La récupération à l'effort physique pour le sportif de haut niveau et/ou professionnel

1. La récupération à l'effort physique sur le plan biochimique

1.1. La glycogénogenèse

Au cours de l'effort physique, le sportif utilise peu à peu les réserves en glucose qui se trouvent sous forme de glycogène. Plus l'effort est long, plus les réserves en glycogène s'amenuisent *via* deux voies cataboliques, la voie anaérobie lactique et aérobie. Pour pallier cette consommation de glycogène, il est important pour le sportif de régénérer les stocks de glycogène hépatique et musculaire. La formation du glycogène est réalisée à partir du glucose en excès provenant de l'alimentation du sportif. Cette voie métabolique se nomme glycogénogenèse (**Figure 13**).

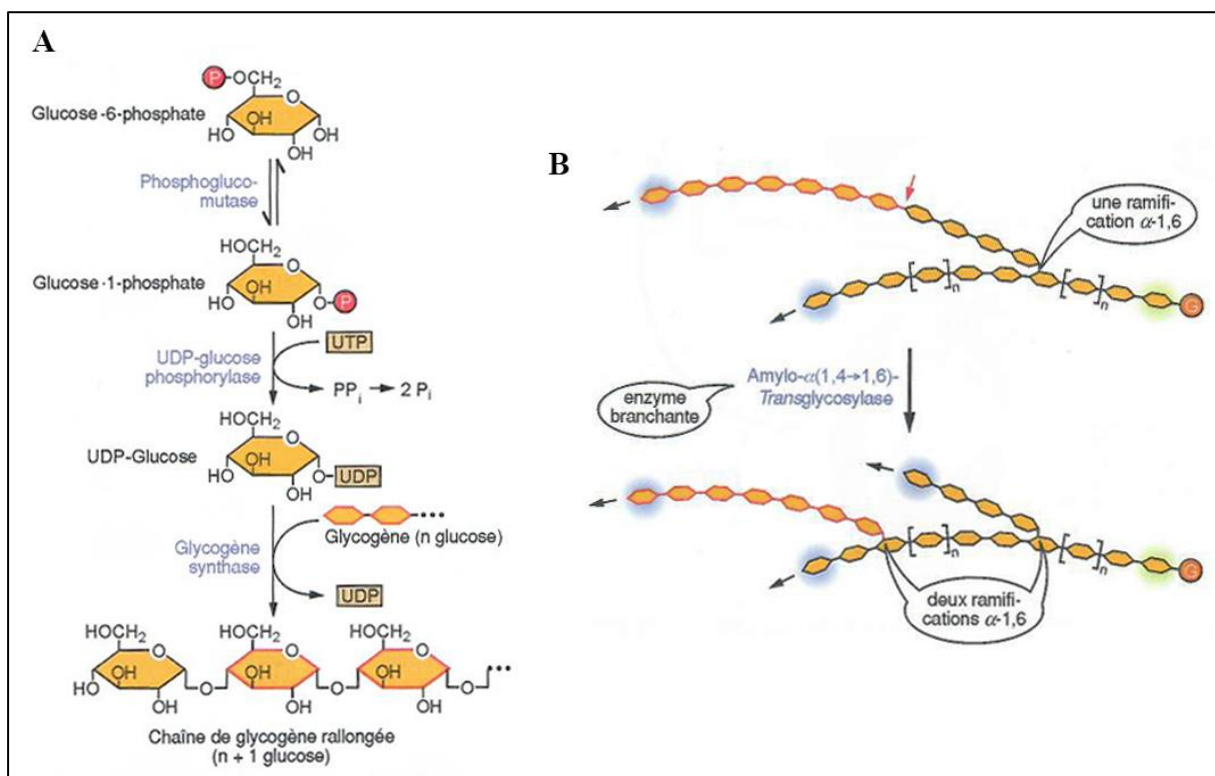


Figure 13 : Glycogénogenèse

A. Elongation du glycogène

B. Mise en place des ramifications du glycogène

D'après Biochimie et biologie moléculaire, Werner Müller-Estrel, DUNOD (L4)

L'enzyme clé de la glycogénogenèse est la glycogène synthase qui est régulée par différentes hormones qui font intervenir des cascades de signalisation cellulaire. L'activité de la glycogène synthase est ainsi inhibée par le glucagon, lorsque l'organisme est en hypoglycémie et activée par l'insuline en cas d'hyperglycémie. *A contrario*, l'activité de la glycogène phosphorylase, enzyme clé de la glycogénolyse, sera activée par le glucagon et inhibée par l'insuline.

1.2. L'intérêt d'un apport protéique

Il existe une relation entre l'apport azoté provenant des acides aminés dits « essentiels » et leur consommation par l'organisme : le bilan azoté.

Lors d'un effort physique, les acides aminés ne sont pas consommés en première intention par l'organisme en tant que substrat énergétique. Les protéines et les acides aminés vont avoir un rôle dans la régénération de la structure musculaire. En plus de l'alimentation normo calorique et avec un apport protéique s'élevant à 0,8 g de protéines par kg de masse corporelle, les sportifs HN&P doivent compléter en protéines dans les heures suivant l'effort.

Cet apport post-effort aurait un effet bénéfique sur la vitesse de régénération des stocks de glycogène. Un apport protéique a deux intérêts :

- Réparer les lésions musculaires causées par l'effort physique. La contraction musculaire provoque une fuite des protéines vers le milieu extracellulaire. De plus, cet apport permet de compenser la perte en acides aminés, qui sont nécessaires au développement de la masse musculaire.
- Apporter les acides aminés dont les produits de dégradation du squelette carboné sont des substrats de la néoglucogenèse.

Les aliments sont classés en fonction de la teneur en acides aminés essentiels. Un aliment ayant une forte proportion d'acides aminés essentiels est qualifié d'aliment de « bonne valeur biologique ».

Les sportifs HN&P observent une augmentation de l'efficacité du catabolisme protéique ainsi qu'une rétention des protéines au niveau musculaire, dans les instants qui succèdent à l'effort physique.

Les protéines laitières se divisent en deux types pour lesquels le métabolisme est différent : la caséine, coagulable et les protéines sériques, solubles, présentes dans le lactosérum. La caséine est une protéine responsable de la coagulation du lait. Lors de son passage dans l'estomac, cette protéine coagule, ce qui ralentit son absorption par le duodénum. *A contrario*, les protéines du lactosérum ne précipitent pas au contact de l'acide gastrique, ce qui les rend plus digestes et ainsi mieux absorbées. De par ces propriétés physicochimiques, les protéines laitières sont plus intéressantes pour rétablir l'équilibre entre la consommation des protéines durant l'effort et l'apport alimentaire que les protéines d'origine végétale lors de la récupération (14).

L'apport post-effort des sportifs doit être composé de 10 g de protéines, 8 g de glucides et 3 g de lipides. La valeur énergétique de cet apport s'élève à environ 100 kcal. L'intérêt de cet apport est de préserver les acides aminés dits « essentiels » sans avoir un supplément calorique trop

important. L'association de glucides et de protéines dans l'apport en post-exercice a un effet bénéfique sur le gain de masse musculaire.

La prise de glucide en quantité restreinte, soit 0,55 g par kg de masse corporelle par heure, associée à un apport protéique de 0,2 g par kg de masse corporelle par heure, dans les minutes qui suivent un effort physique accélère la formation de glycogène musculaire durant la première heure post-effort. Cette association présente un intérêt pour les sportifs HN&P ne souhaitant pas avoir un apport alimentaire trop important, plus difficile à digérer (15).

Par ailleurs, les acides aminés présents dans l'organisme sont oxydés. La dégradation du squelette carboné de certains d'entre eux (acides aminés glucogènes ou mixtes) conduit à la libération d'un substrat de la néoglucogénèse lorsque l'effort dure plusieurs heures. L'apport protéique va combler le déficit produit par dégradation de certains acides aminés. Cette voie métabolique ayant une mise en place lente, la consommation des acides aminés a lieu uniquement pour les efforts supérieurs à 30 minutes.

2. La récupération active et passive

2.1. La récupération active

2.1.1. Le principe de la récupération active

La récupération active est un procédé qui consiste à réaliser un travail physique avec un niveau d'intensité moindre que l'exercice qui le précède. L'objectif de cet exercice physique est de conserver un palier de performance en optimisant les mécanismes de récupération sur les plans musculaire, énergétique mais également psychologique. Elle peut avoir lieu durant un entraînement, entre deux exercices, ou à la fin d'une compétition dans un environnement plus calme. La récupération active précède d'autres moyens employés dans la récupération.

Chez les sportifs HN&P, l'intérêt d'une récupération efficace est de pouvoir répéter les efforts au quotidien tout en optimisant les performances.

D'un point de vue énergétique, la performance du sportif va être influencée par la capacité du muscle à consommer le glycogène le plus rapidement possible sur la durée la plus longue. Cela va dépendre de l'intensité et de la durée de l'activité physique. Les modifications métaboliques qui peuvent être apportées par la récupération active sont :

- L'augmentation de l'activité enzymatique catalysant la synthèse de substrats énergétiques
- La lutte vis-à-vis des métabolites induisant une fatigue musculaire en augmentant la dégradation du lactate.

En revanche, la récupération active présente ses limites. Chez les sportifs de vitesse, dont la consommation d'ATP mobilise principalement la voie anaérobie alactique, la récupération a

pour but de régénérer la phosphocréatine qui est consommée au bout de quelques secondes. Cette régénération de la phosphocréatine prend entre 25 secondes pour 50 % du stock à une dizaine de minutes pour la totalité du stock, avec une accélération de la néosynthèse en présence d'oxygène.

La récupération active engendre une baisse de la synthèse de phosphocréatine puisque l'oxygène qui parvient au muscle sera utilisé pour la voie aérobie lactique et non pour la néosynthèse de la phosphocréatine.

2.1.2. Les méthodes de récupération active utilisées dans le sport HN&P

Les techniques pour améliorer ces mécanismes adaptatifs du corps sont principalement basées sur la répétition de sprints en introduisant des périodes de récupération entre chaque sprint. Il faut faire varier la durée de la période de récupération pour améliorer la performance. Les sprints vont avoir une durée de deux à six secondes. Durant la pratique de ce travail physique, l'ATP provient principalement de la voie anaérobie alactique.

Ce type d'effort diminue le temps de latence de régénération de la phosphocréatine et est donc adapté aux sportifs pratiquants des sports de vitesse ou de force, ainsi que les sports dits mixtes alternants des efforts physiques courts et intenses et des efforts plus longs mais moins difficiles comme le football ou le basketball. Cependant, cette technique présente ses limites pour la régénération de la phosphocréatine puisque cette dernière est catalysée en présence d'oxygène au niveau musculaire.

L'oxygène consommé sera prioritairement utilisé pour la production d'ATP dans les deux voies aérobie, lactique et alactique, au détriment de la synthèse de phosphocréatine. Pour la voie anaérobie alactique, il est donc préférable pour le sportif HN&P d'utiliser une récupération passive afin d'obtenir une meilleure oxygénation de la myoglobine et ainsi du muscle.

La récupération active chez les sportifs HN&P peut également s'effectuer avec le même principe d'alternance de sprints et de périodes de repos (pouvant aller jusqu'à deux minutes pour chaque) dans l'optique d'avoir un effort maximal à chaque répétition. L'intérêt de ces exercices est d'augmenter les capacités à utiliser la voie anaérobie alactique du sportif en permettant aux muscles de lutter vis-à-vis de l'accumulation de métabolites produits par la contraction musculaire comme les protons et le phosphate inorganique. La récupération active vise à augmenter l'élimination de ces métabolites.

La lactatémie diminue de façon significative lors de la récupération active dès lors que le sportif HN&P maintient une activité physique de faible intensité. Tant que le sportif HN&P produit un

effort d'une intensité de 35 % VO_2 max, la clairance du lactate est plus importante que lors de l'utilisation d'une méthode de récupération passive. Cela résulte de la sollicitation des fibres musculaires dites « lentes » qui sont davantage sollicitées lors de la récupération active et qui possèdent des capacités à métaboliser le lactate supérieures aux autres types de fibres musculaires (16).

L'effet bénéfique de ces méthodes de récupération n'est pas démontré malgré le fait qu'elles soient de plus en plus utilisées par les sportifs HN&P. Les effets de la récupération active vont dépendre de l'intervalle entre deux compétitions et de la nature de l'effort. La récupération active aura un effet bénéfique sur les efforts de courte durée.

Par ailleurs, la récupération active va avoir un rôle dans l'équilibre entre la production de lactate et son élimination. Le lactate, principal métabolite responsable de la fatigue musculaire, s'accumule dans les muscles et le sang au cours des efforts longs. Pour permettre une récupération efficace, il faut que la lactatémie redevienne physiologique. Cette valeur physiologique est de 1 mmol/L.

Grâce à son activité physique inférieure à celle d'une compétition, la récupération active optimise l'oxydation du lactate sanguin et musculaire afin d'atteindre cette valeur physiologique plus rapidement que lors d'un repos passif.

Cependant, la récupération active mobilise les réserves énergétiques restantes pour fournir de l'ATP et ainsi permettre la contraction des groupes musculaires. Cette consommation des réserves va réduire la performance du sportif du haut niveau et professionnel lorsque les efforts sont rapprochés comme par exemple pour les nageurs ou les judokas dont les compétitions sont concentrées sur une à deux journées, avec plusieurs tours de qualifications lors d'une même journée. Cette utilisation excessive des réserves en glycogène va conduire le sportif à augmenter son apport énergétique par le biais de son alimentation, pouvant provoquer des troubles digestifs lorsque les compléments sont trop importants.

2.1.3. L'intérêt de la récupération active pour le sportif HN&P

La récupération active présente des avantages concernant :

- Le métabolisme du sportif, puisqu'elle accentue l'élimination des métabolites provoquant une fatigue musculaire et permet l'homéostasie de la lactatémie.
- La récupération des lésions musculaires, car cette récupération active permet un apport sanguin plus important au niveau des muscles. Cela entraîne une augmentation de l'apport des nutriments, et plus particulièrement des acides aminés provenant des protéines. Il est recommandé d'éviter la course à pied lors de traumatismes musculaires importants, qui

aurait comme conséquence une aggravation des lésions musculaires. Il faut conseiller aux sportifs de réaliser des pratiques comme la natation ou le vélo pour la récupération active après un effort qui a causé des lésions musculaires.

- La réponse immunitaire qui est diminuée à la suite d'un effort physique intense. La réalisation d'une récupération active de faible intensité à la fin d'un entraînement ou d'une compétition permet de limiter la baisse du nombre de leucocytes. Cette pratique pourrait donc être utilisée chez les sportifs HN&P lorsque les compétitions s'enchaînent, dans l'optique d'éviter un risque d'infection (17)

2.2. La récupération passive

2.2.1. Les étirements

Les étirements ont pour rôle principal de diminuer la raideur au niveau des muscles et des tendons. De plus, les étirements vont permettre aux muscles d'être relâchés et détendus. Ils consistent à allonger le muscle jusqu'à sa tension maximale et de maintenir la position pendant une durée pouvant aller de dix secondes à une minute. Dans l'objectif de la récupération à l'effort chez le sportif HN&P, les étirements qui font suite aux entraînements abaissent les tensions musculaires provoquées par la séance.

La raideur musculaire engendre une accélération de la vitesse de transmission pour la contraction, ce qui permet aux sportifs d'avoir des performances de meilleures qualités dans certaines disciplines de vitesse et force. Cependant, la raideur va varier d'un muscle à l'autre en fonction de sa teneur en tissu conjonctif : plus un muscle contient de tissu conjonctif, plus il aura tendance à se raidir.

Les étirements ont un impact sur différentes composantes de l'activité musculaire. Ils influent sur la vitesse, la force et la puissance de contraction musculaire.

Avant un effort physique, les étirements ont un impact négatif sur la performance des sportifs. Ces derniers voient leur souplesse augmentée mais la puissance et la force de contraction est diminuée et ce durant près d'une heure après les étirements. Lors des étirements, les sarcomères, unités contractiles des muscles vont avoir une longueur supérieure à celle observée au repos. Cette augmentation de taille conduit à une baisse des fonctions musculaires pour produire une force importante. Cela résulte de la diminution du nombre de liaison entre l'actine et la myosine. La force de contraction est dépendante de la quantité de liaisons entre l'actine et la myosine avec les sarcomères.

Les courbatures peuvent apparaître chez le sportif 24 à 48 heures après un entraînement ou une compétition d'intensité élevée, ou à la suite de la reprise d'activité après les différentes trêves.

Ces courbatures sont provoquées par des microlésions au niveau des fibres musculaires mobilisées, dues à une déstructuration importante des sarcomères, les unités fonctionnelles des muscles. La réparation des structures prend entre 5 à 7 jours.

Dans la pratique du sport HN&P, les étirements sont considérés, à tort, comme diminuant l'apparition des courbatures. La réalisation d'étirements sur un groupe musculaire lésé à la suite d'un effort inhabituel ou intense chez le sportif HN&P engendre une augmentation des lésions musculaires et ainsi la douleur. Les étirements sont à éviter à la suite d'un effort susceptible de provoquer des courbatures sur ce groupe musculaire.

Sur une longue période, comme c'est le cas chez les sportifs HN&P dont les carrières peuvent durer près de 15 ans, la souplesse observée à la suite d'un étirement est conservée. En plus de cet avantage sur la souplesse musculaire, les étirements sur le long terme vont permettre d'améliorer la force maximale de contraction. Ceci s'explique par l'élasticité des sarcomères qui possèdent une taille supérieure à leur longueur de repos. Les étirements vont également influencer les muscles plus raides dus à une mobilisation moindre par le sportif en fonction de sa discipline. Ces muscles raides sont plus à risque de provoquer des courbatures en raison de leur sollicitation faible. Les sportifs HN&P qui étirent ces muscles vont augmenter leur élasticité et ainsi diminuer l'apparition des courbatures lorsque ces muscles seront mobilisés. L'augmentation de l'élasticité des groupes musculaires les plus raides sur une longue période chez les sportifs HN&P permet à ces derniers de ne pas provoquer de trop fortes tensions et ainsi prévenir les courbatures.

Les étirements ont un réel intérêt dans la récupération à l'effort lorsqu'ils sont effectués en post-exercice et sur une longue période. Cependant, si un sportif HN&P réalise un effort sollicitant un groupe musculaire non adapté à sa discipline ou lors de la reprise des entraînements à la suite de congés, il est déconseillé d'étirer les groupes musculaires en prévention des courbatures car les lésions musculaires s'aggravent (18).

2.2.2. L'électrostimulation

L'électrostimulation ou électromyostimulation est une technique consistant à simuler un potentiel d'action sur le nerf moteur. Ce potentiel d'action induit une contraction musculaire, avec le même principe de neurostimulation physiologique.

L'électrostimulation permet de contrôler l'afflux nerveux en termes d'amplitude, de fréquence, de localisation et de durée. Il existe différents 2 types d'impulsions électriques : sous forme d'impulsion de basses et moyennes fréquences. On utilise l'électrostimulation en thérapeutique à visée antalgique et vasodilatatrice. Par conséquent, c'est pour cela que cette technique nécessite le contrôle et d'un professionnel.

L'électrostimulation provoque une contraction musculaire en fonction de la taille de la fibre musculaire.

La fréquence de stimulation est définie par le nombre d'impulsions par seconde et s'exprime en Hertz (Hz). On répertorie la fréquence en 2 catégories : l'électrostimulation de basse fréquence lorsque cette dernière s'élève à hauteur maximale de 50 Hz, et l'électrostimulation de haute fréquence lorsqu'elle est supérieure à 50 Hz. L'électrostimulation peut être utilisée pour développer la force musculaire en augmentant la fréquence (D2 ; D3).

L'électrostimulation présente différents types de courants variant en fonction de :

- La durée de la séance d'électrostimulation qui n'excède jamais 20 minutes, mais également de la durée de l'impulsion électrique variant entre 50 à 500 μ s.
- La fréquence, c'est-à-dire le nombre d'impulsions par minute. Cette fréquence fluctue entre 20 Hz pour les basses fréquences d'électromyostimulation à plus de 50 Hz.
- L'intensité des chocs pouvant aller jusqu'à 20 mA.

La fatigue musculaire résulte de deux processus physiologiques différents qui engendrent les mêmes conséquences sur l'organisme, c'est-à-dire une réaction inflammatoire au niveau des groupes musculaires sollicités. Ces processus sont le stress mécanique de la myofibrille, qui transmet l'influx nerveux nécessaire à la contraction musculaire et l'accumulation de métabolites produits lors de la contraction musculaire comme le lactate.

On applique les électrodes sur les muscles afin de provoquer une contraction de ces derniers. L'amplitude de l'appareil d'électromyostimulation, qui s'exprime en milliampère (mA) lorsque cela concerne le courant ou bien en Volt (V) pour la tension électrique, permet d'atteindre un maximum de fibres musculaires quelle que soit leur localisation dans le muscle. Plus l'amplitude est importante, plus le courant électrique diffuse en profondeur dans le muscle, c'est-à-dire que le nombre de myofibrilles sollicitées augmente avec l'amplitude.

Les axones nerveux sont activés de manière différentielle en fonction de la durée de l'impulsion électrique. Les impulsions ayant une courte durée, ce qui correspond à 50 à 400 μ s, vont principalement dépolariser les axones dits « moteurs ». Les impulsions de plus de 500 μ s agissent sur les axones dits « sensoriels », ils seront responsables de la sensation de picotements induite par l'appareil d'électromyostimulation.

2.2.3. La cryothérapie

L'effort physique produit par le sportif HN&P engendre sur l'organisme de ces derniers une source de stress principalement sur le système musculo-squelettique. Ce stress est lié à l'intensité de l'effort physique. Entre 2 périodes d'entraînements ou de compétitions, le corps

du sportif entre dans une phase de retour à l'homéostasie, une réponse de l'organisme est élaborée pour que le sportif HN&P obtienne un seuil de résistance plus élevé face au stress et obtienne ainsi de meilleures performances. Ce phénomène physiologique peut être altéré en cas de récupération insuffisante.

La cryothérapie consiste à utiliser le froid comme méthode de récupération. Ce moyen de récupération favorise la récupération musculaire en abaissant la température corporelle que ce soit au niveau central, cutané et musculaire. De plus, la cryothérapie réduit la douleur musculaire ainsi que la réponse inflammatoire provoquées par l'effort physique.

Il existe différentes méthodes qui utilisent le froid pour maximiser la récupération (**Table 2**) :

- La première méthode consiste à immerger le corps ou une partie du corps du sportif dans une eau n'excédant pas les 15°C. L'eau permet de réduire la température corporelle plus rapidement que l'air en raison de son pouvoir de conductivité de la chaleur qui est 25 fois plus élevé que pour l'air.

Cette immersion dans l'eau froide va susciter une réaction dans les 30 premières secondes chez le sportif appelé « choc thermique ». Elle se traduit cliniquement par une élévation de la fréquence respiratoire dite hyperventilation, une hypocapnie, une augmentation du rythme cardiaque appelée tachycardie et une hypertension artérielle provoquée par la vasoconstriction induite par le froid.

Ce choc disparaît généralement au bout de quelques minutes. La durée d'immersion varie entre 1 minute à 20 minutes, et dépend de la nature du sport. Les sportifs concourant pour différentes épreuves lors d'une même journée vont avoir des séances plus courtes contrairement aux sportifs ayant un seul effort physique à fournir par jour. Ce procédé tire son efficacité dans la relaxation musculaire ainsi que l'abaissement de la fatigue et du seuil de la douleur.

Par ailleurs, l'immersion d'une partie du corps augmente la pression hydrostatique ce qui permet de diminuer l'apparition des œdèmes. L'eau à une température inférieure à 15°C induit une vasoconstriction réflexe ce qui potentialise l'effet de la pression hydrostatique. De plus, la vasoconstriction permet aux muscles une meilleure oxygénation.

- La deuxième méthode est celle de la cryothérapie ou cryostimulation. Ce processus de récupération consiste à exposer le sportif HN&P à de l'air allant de - 110 à - 195°C sur une période relativement courte n'excédant jamais 5 minutes. Pour atteindre ces conditions, les séances de cryothérapie se font dans des cabines spécialisées.

Les sportifs HN&P portent uniquement des gants, un bonnet pour protéger les oreilles, un masque protégeant le nez et la bouche et des chaussures et chaussettes sèches. Cette tenue permet d'éviter les brûlures liées au froid tout en ayant un maximum de surface corporelle

exposé au froid. Tout comme l'immersion en eau froide, la cryothérapie assure une optimisation de la récupération à l'effort en diminuant la douleur ainsi que la réponse inflammatoire liées aux entraînements et à la compétition.

Cependant, cette technique nécessite l'utilisation d'appareils spécifiques et de moyens plus onéreux que l'immersion en eau froide.

- La dernière technique utilisant le froid pour favoriser la récupération consiste à se servir de poches de glace. Pour observer une efficacité de cette méthode, il faut appliquer les poches de glace au niveau des principales artères du corps afin de refroidir le sang circulant. On retrouve les artères fémorales, carotides et axillaires. Il faut ainsi appliquer les poches de glace au niveau du cou, de la cuisse et dans le pli axillaire. Les équipes médicales préconisent l'utilisation de poches de glace pour soigner les crampes liées à la chaleur ainsi que les coups de chaud. Ce procédé n'a pas pour objectif de refroidir l'intégralité du corps du sportif HN&P, mais plutôt pour diminuer la douleur liée aux contractions musculaires.

Pour optimiser la récupération chez le sportif HN&P, les professionnels de santé entourant le sportif doivent conseiller la température de l'eau optimale. Pour cela, on se base sur la vitesse de transfert de la chaleur de l'eau. Pour une eau comprise entre 10 et 16°C, la vitesse de transfert de chaleur est de 0,23°C/min, tandis qu'à 3°C, la vitesse de transfert de chaleur est de 0,21°C/min. Pour améliorer la récupération du sportif HN&P, il n'est pas nécessaire d'immerger le corps dans une eau de température inférieure à 10°C. Lorsque l'eau a une température inférieure à 10°C, il y a une augmentation de la durée du « choc thermique » mais surtout un intérêt faible pour abaisser la température corporelle. Néanmoins, la vitesse pour réduire la température corporelle dépend également de la surface corporelle immergée. Plus le corps du sportif est immergé, plus la vitesse pour diminuer la température corporelle est rapide (D4).

	Immersion eau froide	Cryothérapie	Poche de glace
Temps d'exposition	1 à 20 minutes	2 à 5 minutes	Quelques secondes à quelques minutes
Température	10 à 15°C	-110 à -195°C	- 10°C
Zone d'application	Corps entier	Corps entier	Cou Aine Aisselles
Visée thérapeutique	Antalgique Antioédémateux Anti inflammatoire	Antalgique Antioédémateux Anti inflammatoire	Antalgique Antioédémateux

Table 2 : Différentes utilisations du froid dans la récupération du sportif HN&P

3. La rhabdomyolyse, une blessure grave chez le sportif HN&P

3.1. La rhabdomyolyse

La rhabdomyolyse correspond à la destruction des cellules musculaires. Elle est observée au niveau des muscles striés squelettiques. D'un point de vue biochimique, elle se traduit par une augmentation de la concentration sanguine de la CPK, principal marqueur de la rhabdomyolyse, des transaminases ainsi que la lactate déshydrogénase. Au cours d'une rhabdomyolyse, les taux de myoglobine sanguins augmentent également.

La rhabdomyolyse se détecte et peut être confirmée sur un plan biochimique grâce aux taux de CPK dans le sang :

- Si le taux de CPK est supérieur à 1 000 U/L, on peut affirmer une rhabdomyolyse.
- Si le taux de CPK est compris entre 1 000 U/L et 7 000 U/L, la rhabdomyolyse est considérée comme modérée.
- Lorsque le taux de CPK est supérieur à 16 000 U/L, la rhabdomyolyse est qualifiée de sévère. A ce stade de gravité, les taux de CPK peuvent provoquer des complications au niveau rénal.

La rhabdomyolyse survient chez les sportifs HN&P lors d'un effort physique intense et de longue durée ou lors d'une reprise d'activité trop brusque. On retrouve donc cette blessure principalement chez les sportifs d'endurance et les sportifs de force.

Chez les sportifs HN&P, on observe notamment que les rhabdomyolyses sont d'intensité faible à modérée. Ce niveau de gravité permet ainsi un niveau de fonctionnement physiologique d'un point de vue métabolique pour le groupe musculaire.

Pour le cas des rhabdomyolyses sévères, susceptibles d'engendrer des complications, les causes sont multiples :

- Un apport en oxygène insuffisant au niveau musculaire
- Un déficit en substrat énergétique
- L'intensité de l'effort important vis-à-vis de la capacité musculaire

La rhabdomyolyse résulte de l'augmentation du calcium intracellulaire. Le calcium est nécessaire à la contraction musculaire lors des différents efforts physiques, ne peut plus être expulsé du cytoplasme des cellules en raison des pompes ATPases-dépendantes ne pouvant plus fonctionner dès lors qu'un élément ci-dessus est présent. Ce calcium présent en excès dans les cellules musculaires striées produit chez le sportif HN&P une insuffisance de relaxation, ce qui se transpose en contracture ou en crampe.

De plus, la calcémie diminue ce qui peut provoquer une hypocalcémie, correspondant à un taux

de calcium circulant dans le sang inférieur à 0,85g/L de sang, qui se traduit au niveau musculaire par une tétanie.

Lors d'une déchirure musculaire importante, la myoglobémie croît de façon importante. Le signe clinique de cette hypermyoglobémie est une coloration foncée des urines 3 heures après la rhabdomyolyse. Physiologiquement, la myoglobine n'est pas filtrée par le glomérule rénal en raison de sa petite taille, mais elle l'est par le tubule rénal.

Lors d'une rhabdomyolyse, on s'oriente vers une hypermyoglobémie. Le tubule rénal est saturé et par conséquent ne peut plus filtrer la myoglobine en excès. La myoglobine se retrouvant dans l'urine colore cette dernière.

En raison de la lyse cellulaire importante provoquée lors d'une rhabdomyolyse, la kaliémie augmente ce qui peut provoquer une hyperkaliémie qui se traduit par une concentration en potassium supérieure à 5 mmol/L. Cette hyperkaliémie peut occasionner des troubles cardiaques pouvant être mortels lors d'un effort intense chez le sportif HN&P.

Chez les sportifs ayant une bonne condition physique, la rhabdomyolyse évolue positivement. Cependant, on observe une nécrose au niveau musculaire qui peut s'avérer irréversible. Concernant l'atteinte rénale, elle évolue dans la grande majorité de façon favorable au bout de 3 à 4 semaines de repos.

Le traitement de la rhabdomyolyse et de la prise en charge des complications associées est basé sur une réhydratation du sportif accompagné d'une augmentation du pH sanguin grâce à des solutions alcalines.

3.2. L'insuffisance rénale aiguë

L'insuffisance rénale aiguë (IRA) peut être une des conséquences de la rhabdomyolyse chez les sportifs HN&P. Elle est classifiée en 3 catégories selon l'étiologie de l'IRA : fonctionnelle, organique et obstructive.

Lors d'une IRA, on observe une augmentation de la créatininémie en raison de la diminution du débit de filtration glomérulaire (DFG). La créatinine est physiologiquement sécrétée au niveau des tubules rénaux. On constate également une baisse de la diurèse.

Dans le cas d'une rhabdomyolyse, l'IRA est qualifiée d'organique. L'IRA est accentuée par une déplétion volémique. Cette déplétion volémique entraîne une activation des système nerveux sympathique et rénine-angiotensine provoque une vasoconstriction des artérioles afférentes.

Pour préserver la fonction rénale du sportif HN&P, la prise en charge de l'IRA consiste à :

- Hydrater le sportif HN&P pour s'assurer que la perfusion rénale n'est pas atteinte
- Arrêter la consommation de médicaments dits néphrotoxiques
- Réaliser un dosage de la créatinine et des différents électrolytes (potassium, calcium, phosphate) toutes les 48 heures.

Dans les cas graves de rhabdomyolyse, il est nécessaire de réaliser une hémodialyse le plus rapidement possible pour permettre l'élimination de la myoglobine (19).

3.3. Le rôle du pharmacien dans la protection de la fonction rénale du sportif HN&P

Le pharmacien ainsi que l'équipe médicale et sportive informent le sportif HN&P de la conduite à tenir pour éviter cette blessure :

- Avoir une préparation physique adaptée à l'effort en durée et en intensité.
- Avoir un régime alimentaire équilibré.
- Avoir un niveau d'hydratation suffisant pendant et après l'effort physique, que ce soit à l'entraînement ou à la compétition (20).

De plus, le pharmacien apporte son expertise sur les nombreux médicaments ayant comme effet secondaire la rhabdomyolyse. Parmi ces médicaments, on retrouve des médicaments cités par les sportifs HN&P ayant répondu au questionnaire de cette thèse puisque 51,4% des sportifs interrogés ont affirmé prendre des médicaments sans prévenir leur médecin traitant ou médecin de la structure sportive.

Parmi les réponses, on retrouve diverses classes pharmacologiques comme les antalgiques, les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) et des vitamines et minéraux. Près d'un sportif sur deux qui affirme prendre des médicaments sans prévenir leur médecin consomme un antalgique et/ou un AINS, ce qui représente 20 % des sportifs HN&P. Or cette dernière classe pharmacologique, par son mécanisme d'action, peut causer des atteintes au niveau rénal. En effet, les AINS inhibent les prostaglandines (PGE) pour exercer une action anti-inflammatoire. Or les PGE sont impliquées dans l'homéostasie de la perfusion rénale et de la fonction rénale grâce à leurs actions vasodilatatrices. En inhibant les PGE, les AINS vont provoquer une vasoconstriction au niveau des artérioles glomérulaires afférentes. Ce phénomène peut être aggravé par une déshydratation lors de l'effort physique.

Le pharmacien renforce sa place dans le sport HN&P en apportant le conseil associé à la prise d'AINS sans prescription médicale. Il est nécessaire de rappeler aux sportifs HN&P que la prise d'AINS ne doit se faire que sur une courte durée, avec une hydratation suffisante c'est-à-dire au moins 2 litres d'eau par jour et s'assurer que le sportif n'a pas de traitement associé pouvant

également induire des atteintes rénales. Il existe une liste non exhaustive des médicaments dits néphrotoxiques : le méthotrexate, les immunosuppresseurs comme le tacrolimus ou la ciclosporine, les anti-infectieux de la famille des aminosides ou les quinolones ou encore les inhibiteurs de la pompe à proton.

4. Le sommeil, une étape essentielle pour la récupération du sportif

Le sommeil constitue un état primordial dans l'homéostasie de l'organisme des sportifs HN&P. L'Homme passe au cours de sa vie près d'un tiers de son temps à dormir.

Le sommeil est constitué d'une succession de différents cycles possédant une durée totale moyenne d'une heure et demie. Au cours d'une nuit de sommeil, 4 à 6 cycles se succèdent. Grâce aux électroencéphalogrammes (EEG), on peut distinguer les différentes étapes du cycle de sommeil en fonction de leur fréquence et de l'amplitude exprimée respectivement en Hertz et en microvolts. Les différentes étapes d'un cycle de sommeil sont dans l'ordre chronologique :

- L'endormissement, caractérisé par un rythme θ identifié sur l'EEG par des ondes de faibles fréquences, situées entre 4 et 7 Hz et une amplitude élevée (supérieure à 50 μ V). Lors de cette étape du sommeil, ce dernier peut être rompu très facilement.
- Le sommeil léger, ayant un profil sur l'EEG quasiment identique que lors de l'endormissement. Lors de cette phase, les groupes musculaires se détendent au fur et à mesure que le temps passe. Lors de cette étape, la récupération physique débute.
- Le sommeil profond, caractérisé par les ondes δ sur l'EEG avec une fréquence très faible (inférieure à 4 Hz) mais avec une amplitude importante (supérieure à 50 μ V). Durant cette étape, la sécrétion hormonale, principalement de l'hormone de croissance, est accentuée.
- Le sommeil paradoxal, durant lequel les rêves ont lieu, caractérisé principalement par les ondes β sur l'EEG c'est-à-dire des ondes avec une fréquence rapide (supérieure à 14 Hz) mais une amplitude inférieure par rapport au sommeil profond, compris entre 5 à 10 μ V.

Lors des différents cycles du sommeil, la température corporelle diminue tout comme la consommation d'ATP. La tension musculaire résultant des divers efforts physiques, que ce soient les entraînements ou les compétitions, est réduite lors du sommeil profond. De plus, on observe l'activation du système nerveux parasympathique qui se traduit par un ralentissement des fréquences cardiaque et respiratoire.

Les performances des sportifs HN&P varient en fonction de la qualité du sommeil. Cette dernière peut être perturbée par des troubles du sommeil qui vont influencer les résultats lors des compétitions.

L'insomnie est définie comme un trouble lié à une durée insuffisante du sommeil. Les insomnies résultent des difficultés à l'endormissement pouvant être liées au stress provoqué par

une compétition, un réveil précoce ou la succession de réveils multiples au cours d'une nuit. La fatigue accumulée par les sportifs HN&P a pour résultat une baisse de la vigilance, de concentration, d'anticipation ou bien du temps de réaction. De plus, le manque de sommeil occasionne un affaiblissement de la régénération des fibres musculaires (D5).

Pour prévenir ces insomnies, il est conseillé de se coucher et de se réveiller à des heures régulières et dormir dans une chambre sombre avec une température n'excédant pas 19°C afin d'abaisser la température corporelle. Il faut éviter d'effectuer un entraînement ou une compétition dans les heures qui précèdent le coucher. La pratique d'un effort physique avant de s'endormir stimule le système nerveux sympathique, provoquant une accélération de la fréquence cardiaque, une augmentation de la sécrétion d'adrénaline ainsi qu'une élévation de la température centrale. Ces phénomènes s'opposent à la phase d'endormissement et du sommeil léger, qui nécessite une activation du système nerveux parasympathique.

Les sportifs HN&P sont également soumis à un rythme de vie qui provoque un dérèglement du cycle circadien. La fréquence des compétitions et la localisation disparate des lieux de compétitions conduit les sportifs HN&P à voyager de nombreuses fois au cours d'une saison (21).

La qualité du sommeil a des impacts sur les performances des sportifs HN&P. Un sommeil peu réparateur peut provenir d'une qualité et/ou une quantité insuffisante du sommeil et entraîne une baisse de la vigilance de la part du sportif, ce qui augmente de façon significative le risque de blessure. La multiplicité des entraînements et des compétitions occasionne une fatigue musculaire et psychologique pouvant être atténuée par un sommeil satisfaisant en qualité et en quantité.

Pour aider les sportifs à trouver un sommeil réparateur, il existe des mesures hygiéno-diététiques à appliquer pour optimiser le sommeil, et ainsi diminuer le risque de blessure lié à la fatigue. Pour cela, il est conseillé de :

- Favoriser un repas léger et équilibré lors du dîner avec une part majoritaire de glucides puisque leur digestion est plus rapide que celle des lipides et des protéines.
- Conserver un rythme chronobiologique en se couchant et se levant à heures fixes.
- Eviter de regarder des films angoissants ou violents avant l'heure du coucher.
- Eviter des liquides et principalement les boissons dites excitantes qui ont un effet diurétique et excitant.
- Eviter les siestes d'une durée excédant 20 minutes au cours de la journée.
- Renouveler l'air de la chambre.
- Avoir un endroit sombre et calme.

Ces mesures hygiéno-diététiques peuvent permettre aux sportifs HN&P d'améliorer la qualité de leur sommeil. Un sommeil de qualité satisfaisante permet d'augmenter la vigilance, la régénération cellulaire ainsi que la réduction du risque de blessure.

5. La place de la contention et la compression veineuse

5.1. Les rappels physiologiques

Les systèmes cardiovasculaire et musculaire sont étroitement liés dans l'optique de réaliser les mouvements volontaires et involontaires (respiration). Le système cardiovasculaire est composé de la petite circulation et la grande circulation.

La grande circulation permet l'oxygénation des différents groupes musculaires au travers du système artériel, qui transporte le sang oxygéné à partir du ventricule gauche. Le système veineux se charge de ramener le sang pauvre en oxygène vers l'atrium droit afin qu'il regagne la petite circulation.

Le système artériel assure la circulation sanguine au travers de l'organisme grâce à la présence de cellules musculaires lisses qui se contractent. Quant au système veineux, il contient peu de cellules musculaires lisses pour faire affluer le sang jusqu'au cœur. Cette circulation est possible grâce à :

- l'élasticité de la paroi des capillaires veineux, qui emmagasinent de l'énergie lors de la systole et se relâchent lors de la diastole.
- les valvules qui empêchent le retour veineux, avec un sens unique pour la circulation sanguine.
- la pression des muscles avoisinant les capillaires veineux qui exercent une compression sur ces derniers.
- la pompe musculo veineuse correspondant à la pression appliquée lors de la marche, qui comprime le système veineux et favorise le retour veineux.

Au niveau des membres inférieurs, on distingue deux réseaux de capillaires veineux : la circulation profonde, qui irrigue les muscles et la circulation superficielle qui se situe entre la peau et les muscles.

Le réseau veineux profond effectue un retour sanguin grâce aux contractions des muscles entourant ces capillaires. L'augmentation du volume musculaire comprime les veines permettant de faire circuler le sang de valve en valve. Ce phénomène se nomme « pompe musculaire ».

Le réseau veineux superficiel n'est, quant à lui, pas soumis à la pompe musculaire. Ce réseau est assujéti aux complications veineuses, en créant une stase veineuse localisée. Cette stase

provoque chez le sportif HN&P des œdèmes, des douleurs aux jambes et un retard dans la récupération en raison de l'accumulation de toxines produites lors de l'effort physique.

5.2. Les bas de contentions et compressions

Il existe une différence entre la contention et la compression veineuse. La première correspond à une pression exercée lorsque le sportif HN&P effectue un mouvement. Cette contention est réalisée grâce à une orthèse non élastique.

La compression veineuse exerce une pression que ce soit lors d'un effort mais également au repos. On obtient une compression veineuse grâce à des bandes ou des bas élastiques. Le terme « bas » regroupe les chaussettes, qui s'arrêtent sous le pli du genou, les mi-bas qui s'arrêtent sous le pli fessier et les collants. Ces 3 formes d'orthèses appliquent la même compression au niveau veineux, le patient choisit la forme qu'il préfère en fonction de la qualité esthétique.

Le principe de la compression est d'appliquer une pression dégressive de la cheville au haut de la jambe afin de favoriser le retour veineux. L'intérêt de la compression et de la contention chez le sportif HN&P est de réduire la fréquence et l'intensité de la sensation de jambes lourdes.

Pour les sportifs, on observe le principe de dégressivité de la pression au niveau de la jambe, ce qui signifie que la pression au niveau du mollet est plus importante que pour les bas médicaux de compression. Les sportifs HN&P disposent de 2 types de bas : le premier type de bas est porté lors d'un effort physique, le second est utilisé en post effort (W16). Pendant l'effort physique, il est recommandé aux sportifs HN&P de porter des manchons de compressions (**Figure 14**). Ceux-ci ont pour visée d'aider à l'oxygénation des muscles du mollet et de réduire la fréquence d'apparition des crampes. Les manchons de compression exercent une pression dégressive de la cheville au genou, comme les bas médicaux. Cependant, ils ont la particularité d'être ouvert au niveau de la cheville, ce qui nécessite une pression au niveau plantaire. La pression au niveau plantaire se réalise lors de la marche ou de la course à pied. On observe également une augmentation de la pression veineuse grâce aux contractions des muscles avoisinant les veines. Ils ont un intérêt thérapeutique uniquement lors d'une mobilisation complète de la jambe et n'apporte aucun bénéfice au repos complet (29).



*Figure 14: Manchon de compression de la marque Thuasne
Source pharmunix.com*

5.3. La pressothérapie

De plus en plus de sportifs HN&P utilisent la compression pour optimiser leur récupération physique. Il existe un procédé qui émerge mis à disposition du grand public sous la dénomination de « Normatec Pulse Recovery System ». Ce dispositif est présenté avec 2 jambières gonflables qui s'étendent du pied à l'aîne. Chaque jambière est composée de 5 zones qui sont branchées à une pompe pneumatique automatisée pour permettre au sportif de contrôler la pression nécessaire à l'optimisation de sa récupération et des zones musculaires traumatisées lors des entraînements et des compétitions.

Contrairement aux bas de contention et compression médicaux, ce système exerce une pression intermittente au niveau des membres inférieurs. Le dispositif de pressothérapie mime les effets de la pompe musculaire au niveau de la circulation veineuse profonde mais également superficielle, ce qui permet d'accélérer le retour sanguin pour qu'il puisse être de nouveau oxygéné.

La pressothérapie permet d'améliorer la récupération à l'effort chez le sportif HN&P en agissant sur différentes variables responsables de la fatigue musculaire :

- Sur le lactate sanguin, produit lors d'un effort en anaérobie, qui est un facteur limitant de cette voie métabolique. L'utilisation de ce dispositif améliore la récupération puisqu'il favorise le retour veineux ce qui permet au lactate sanguin d'être acheminé plus

rapidement au niveau hépatique, organe où le lactate sera oxydé. Ce retour veineux plus rapide qu'en situation de récupération passive, permet également aux muscles d'éliminer davantage de lactate. Ce phénomène est observé pour une séance d'une durée de 20 minutes puisque la demi-vie du lactate sanguin est de 15 minutes. Il faut ainsi réaliser une séance avec ce dispositif dans les minutes qui suivent l'effort pour maximiser la récupération chez le sportif HN&P.

- Sur la souplesse, correspondant à l'amplitude des mouvements réalisés par une articulation ou un groupe d'articulation. Pour améliorer la souplesse du sportif HN&P, ces derniers réalisent des étirements statiques sur les différents groupes musculaires mobilisés dans leurs disciplines. La pressothérapie agit sur la souplesse en réalisant des vibrations au niveau des muscles et tendons, ce qui est une alternative aux étirements.
- Sur la synthèse du glycogène musculaire, élément nécessaire à la réalisation de la contraction musculaire dans la voie aérobie. La resynthèse de glycogène musculaire dépend de la quantité et la qualité de l'alimentation post-effort, comme expliqué précédemment dans la partie II.2, mais également de la vitesse de la mise à disposition du glucose au niveau musculaire. La pressothérapie n'augmente pas la biodisponibilité du glucose au niveau musculaire puisqu'elle n'accroît pas la vitesse d'acheminement du glucose.
- Sur les douleurs musculaires provoquées par des lésions musculaires d'origine inflammatoire et biomécanique. Le dispositif qui exerce une pression sur les muscles des membres inférieurs. Cette pression intermittente augmente la clairance des débris cellulaires mais également l'apport de médiateurs anti-inflammatoires, ce qui va activer une récupération plus précoce.

5.4. Le rôle du pharmacien dans la prise en charge de la contention chez le sportif HN&P

Grâce à ces différents mécanismes de récupération, les appareils de pressothérapie proposent aux sportifs HN&P une alternative supplémentaire dans l'arsenal thérapeutique pour l'amélioration de la récupération à l'effort. La pressothérapie est un élément complémentaire aux bas de contentions et de compression qui peuvent être utilisés lors des efforts physiques mais également en post-effort.

Le pharmacien d'officine peut promouvoir ses connaissances auprès des sportifs HN&P grâce à différentes missions.

Tout d'abord, il assure la prise de mesure pour avoir un produit adéquat à la taille du sportif. Ces mesures vont dépendre du modèle choisi par le sportif (mi-bas, bas ou collant). Pour tous les dispositifs de contention et compression, une mesure est inchangée quel que soit le modèle choisi : la mesure au niveau de la cheville. Cette mesure est réalisée à l'endroit le plus fin de la cheville, correspondant à 2-3 cm au-dessus de la malléole. Ensuite, il existe une divergence entre les mi-bas pour lesquels on mesure la circonférence du mollet à son point le plus large, soit 2-3cm sous le creux poplité, alors que pour les bas, on mesure au niveau de la cuisse où la circonférence est la plus élevée, sous le pli fessier. Pour les collants, le tour de taille complète la prise de mesure (**ANNEXE 2**).

Selon les différents laboratoires qui offrent des dispositifs médicaux pour la compression veineuse, il existe une grille proposée par chacun d'entre eux permettant de déterminer la taille adaptée (D6).

IV. La relation entre le pharmacien et le sportif de haut niveau

1. L'enquête

L'enquête (**Annexe 1**) s'est déroulée sur une période de 15 mois et a permis de recueillir les réponses de 146 sportifs HN&P. La proportion de femmes et d'hommes est de 65,1 % de femmes et pour 34,9 % d'hommes. La fédération d'athlétisme est la fédération qui est la plus représentée parmi les réponses, avec 70,5 % des sportifs HN&P. La fédération du football est en deuxième position avec 9,6 % des réponses.

La catégorie d'âge des sportifs HN&P est principalement les 18-24 ans avec 59,6 % des réponses. 19,2 % des sportifs HN&P entrent dans la catégorie d'âge 25 à 30 ans. Cependant, le questionnaire a permis de recueillir des informations concernant également des sportifs de 35 ans et plus puisque 15,8 % appartiennent à cette catégorie d'âge.

2. La fréquence des visites chez les pharmaciens d'officine

Grâce au maillage territorial renforcé par l'ordonnance du 3 janvier 2018 présentée par le ministre des solidarités et de la santé, la pharmacie d'officine représente un lien accessible à l'ensemble des patients résidants en France. Avec 21 202 officines sur le territoire métropolitain, soit 1 officine pour 3 150 habitants, les sportifs HN&P ont un accès aux conseils associés à la pratique de l'activité physique (W17).

L'enquête réalisée durant une année révèle que 1 sportif de haut niveau sur 3 se rend au moins une fois par mois dans une officine (**Figure 15**). Cette fréquence de visite montre l'importance du pharmacien d'officine dans le sport de haut niveau que ce soit pour un suivi des pathologies mais également dans les conseils liés à la pratique du sport HN&P. Cette fréquence des visites à l'officine présente d'autant plus d'intérêt que l'on constate que plus de la moitié des sportifs HN&P consomment des médicaments et autres produits de santé.

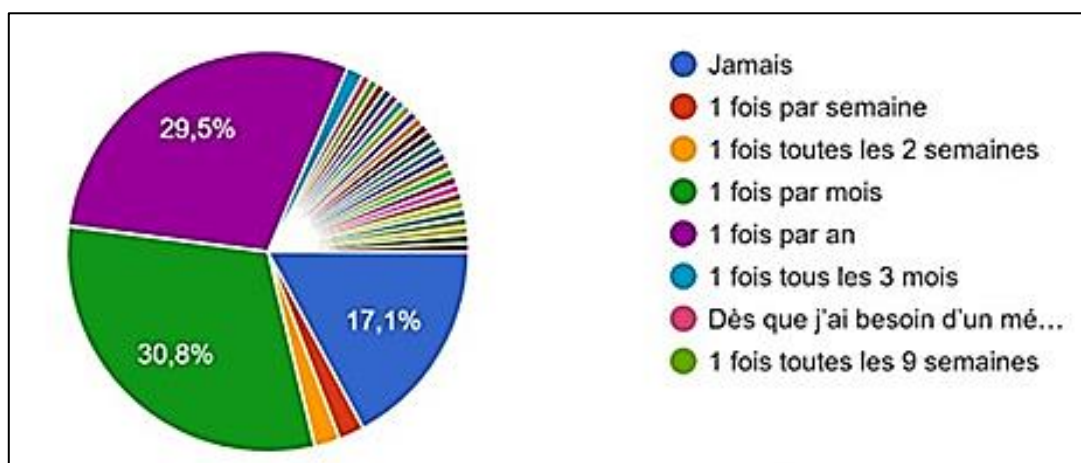


Figure 15 : Réponses à la question : à quelle fréquence allez-vous voir votre pharmacien ?

Pour rappel, le pharmacien d'officine veille à appliquer et respecter l'article L-5125-1-1A du code de santé publique qui stipule :

« Dans les conditions définies par le présent code, les pharmaciens d'officine : [...]

2° Participent à la coopération entre professionnels de santé ; [...]

4° Concourent aux actions de veille et de protection sanitaire organisées par les autorités de santé ;

5° Peuvent participer à l'éducation thérapeutique et aux actions d'accompagnement de patients définies aux articles L. 1161-1 à L. 1161-5 ; [...]

8° Peuvent proposer des conseils et prestations destinés à favoriser l'amélioration ou le maintien de l'état de santé des personnes ;

9° Peuvent effectuer les vaccinations dont la liste est fixée par arrêté du ministre chargé de la santé pris après avis de la Haute Autorité de santé. Cet arrêté peut autoriser, après avis de l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé, la prescription par les pharmaciens de certains vaccins. Il en fixe les conditions [...]»

Grâce à ce maillage territorial important, près d'un tiers des sportifs HN&P se rendent une fois par mois chez leurs pharmaciens d'officine. Cette fréquence s'explique notamment par le renouvellement des traitements chroniques, principalement à base d'antihistaminiques. Un second tiers des sportifs HN&P ne vont chez le pharmacien d'officine qu'une seule fois par an. Or, on observe que près d'un sportif de haut niveau sur deux consomme des médicaments et autres produits de santé (voir partie IV.4).

3. La place du pharmacien dans les équipes médicales

3.1. Analyse de l'enquête

L'enquête réalisée auprès de sportifs HN&P, licenciés dans une structure sportive, révèle que seulement 5,5 % de ces dernières ont à leur disposition un pharmacien référent présent pour échanger avec les équipes médicales des divers clubs.

A l'heure où les relations interprofessionnelles prennent davantage de place dans la prise en charge du patient, la faible représentativité des pharmaciens au sein des structures sportives entache la mobilisation réalisée des pharmaciens d'officine pour le suivi des patients. La place du pharmacien est d'autant plus importante pour le suivi des sportifs HN&P que l'on note que près de 51,4 % ont recours à des produits de santé (**Figure 16**), que ce soit pendant ou en dehors des périodes de compétitions sans prévenir leur médecin.

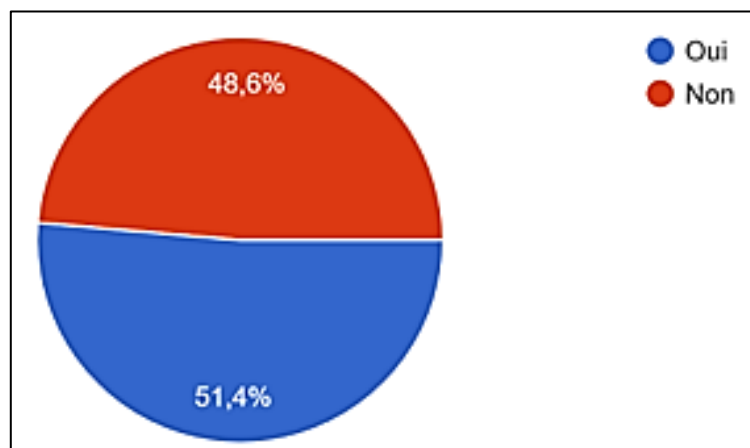


Figure 16 : Réponses à la question : Prenez-vous des médicaments ?

2.2. Le dopage

Le dopage est défini par le « fait d'administrer, d'inciter à l'usage, de faciliter l'utilisation, en vue d'une compétition sportive, de substances ou de procédés de natures à accroître artificiellement les capacités physiques d'une personne ou d'un animal ou à masquer leur emploi en vue d'un contrôle ».

L'étude réalisée sur les sportifs HN&P montre que 51,4 % de cette population consomme des médicaments et autres produits de santé sans prévenir leurs médecins. Parmi ces sportifs, 43,8 % consomment des médicaments durant les périodes de compétitions.

Bien que les intentions des sportifs ayant répondu ne soient pas le dopage, cette pratique d'automédication, très répandue dans la population générale, peut avoir des répercussions lors des tests anti-dopage à leur insu.

Les différentes fédérations se mobilisent contre le dopage des sportifs afin que ces derniers ne mettent pas en danger leur santé au détriment des compétitions. Pour protéger leurs sportifs, les ligues mettent en place un suivi des sportifs professionnels permettant de suivre leur état de santé et de détecter les comportements à risque grâce à une collaboration avec l'Agence Française de Lutte contre le Dopage (AFLD)

L'AFLD, en collaboration avec l'Agence Mondiale Antidopage (AMA), établit une liste annuelle des substances interdites durant les compétitions sportives. Cette liste est disponible pour l'ensemble des acteurs du sport HN&P, mais également pour les professionnels de santé, sur le site de l'AFLD.

Les sportifs HN&P sont soumis à divers devoirs concernant le dopage et la réalisation des tests anti-dopage. Ils ont l'obligation de se rendre aux contrôles anti-dopage dès lors qu'ils reçoivent la convocation (W18). Il existe différentes classes pharmacologiques impliquées dans le dopage thérapeutique (**Table 3**) :

- Les agents anabolisants
- Les hormones peptidiques, facteurs de croissance et apparentés
- Les $\beta 2$ mimétiques
- Les modulateurs hormonaux et métaboliques
- Les diurétiques et agents masquants
- Les β -bloquants dans les sports automobiles, les sports d'adresse et de tir (D7).

Classe pharmacologique	Propriétés	Effets indésirables	Effets recherchés	Sports concernés
Insuline	Hormone hypoglycémiante	Hypoglycémie	Action défatigante	Sports de force
Facteurs de croissance	Stimulation de la croissance cellulaire	Douleurs articulaires Déformation maxillaire	Développer la croissance musculaire	Sports de force
$\beta 2$ mimétiques	Augmentation de la capacité respiratoire	Tachycardie	Augmentation de l'oxygénation	Cyclisme
Diurétiques	Augmentation de l'élimination urinaire	Déshydratation	Masquer les substances dopantes	Tous sports
β-bloquants	Diminution de la fréquence cardiaque	Céphalées Vertiges Bradycardie	Augmentation de la concentration	Automobile Tir
EPO	Stimulation érythropoïèse	Polyglobulie	Augmentation du transport d'O ₂	Cyclisme Athlétisme

Table 3 : Synthèse non exhaustive des principales méthodes de dopage dans le sport HN&P

Par ailleurs, le dopage ne se limite pas aux substances médicamenteuses. Il existe des techniques médicales interdites pour la pratique du sport. La principale méthode consiste à manipuler le sang et ses composants pour augmenter la performance du sportif HN&P.

2.3. La prévention du dopage, une mission pour le pharmacien

Pour prévenir le dopage et ses conséquences sur la santé des sportifs, au-delà des sanctions

disciplinaires, le pharmacien d'officine par ses qualités de spécialiste du médicaments et produits de santé, doit informer sur les conséquences du dopage.

Le pharmacien d'officine est un professionnel de santé disponible et accessible sans prise de rendez-vous pour la population. Grâce à cette proximité, le pharmacien partage ses connaissances auprès des sportifs HN&P.

Le dopage thérapeutique concerne des médicaments à prescription médicale obligatoire. Le pharmacien ne peut donc pas les dispenser lors d'un conseil officinal. Cependant, le pharmacien d'officine doit rester vigilant face aux prescriptions contenant les substances inscrites dans la liste de l'AMA. Il est nécessaire de s'assurer de la validité de la prescription grâce à un suivi du patient-sportif auprès du prescripteur.

Le pharmacien d'officine doit être vigilant à la falsification d'ordonnances. De plus, il doit veiller au bon usage de ces médicaments et produits de santé en prodiguant les conseils adaptés à chaque classe pharmacologique.

Pour permettre le suivi des sportifs HN&P, l'AFLD a importé le profil biologique du sportif (PBS) correspondant au registre de l'athlète HN&P. Le PBS a pour objectif de centraliser tous les résultats des divers contrôles antidopage réalisés par le sportif.

Pour que les résultats apparaissent sur le PBS, il faut que le sportif réalise ses contrôles antidopage dans les laboratoires de l'AFLD. Le rôle du PBS n'est pas de détecter des substances dopantes dans l'organisme, mais de suivre les variations biologiques d'un sportif HN&P. L'analyse des résultats peut s'effectuer par un pharmacien d'officine, mais également par un pharmacien biologiste. Le PBS vise à suivre l'évolution des constantes hématologique, stéroïdienne et endocrinienne.

Par le suivi hématologique, le PBS permet de déceler les techniques qui enrichissent l'hémoglobine en oxygène par l'utilisation de précurseurs de l'érythropoïétine. Pour cela, on utilise le sang comme vecteur d'analyse.

Pour le suivi stéroïdien, le PBS contient des informations permettant de déceler des stéroïdes anabolisants qui ne sont pas produits physiologiquement par le sportif HN&P. Ce suivi est réalisé grâce à des analyses urinaires.

Le dernier suivi biologique du PBS est en cours de développement. Il concerne le système endocrinien et aura pour rôle de suivre les facteurs de croissance sanguins (W18).

L'outil PBS pourrait être partagé dans le Dossier Médical Partagé (DMP) puisqu'au travers de l'enquête, on observe qu'un sportif de haut niveau sur cinq possède un DMP (*cf partie V 3.*).

4. L'importance du pharmacien pour les sportifs de haut niveau

L'enquête menée nous montre que le pharmacien possède une position considérée comme importante dans la pratique quotidienne du sport pour 10,3 % des sportifs HN&P (**Figure 17**). Cette place dans le quotidien des sportifs HN&P s'explique par le fait que plus d'un sportif HN&P sur deux consomme un produit de santé au cours de la saison.

Par ailleurs, on constate que 24,7 % des sportifs HN&P considèrent que le rôle du pharmacien est nul dans la pratique quotidienne du sport HN&P. Ce chiffre est le reflet de l'absence de pharmacien au sein des équipes médicales et thérapeutiques présentes dans les structures sportives. Le manque de visibilité au sein de ces structures discrédite l'importance au quotidien du pharmacien dans le sport HN&P.

Dans le reste de la population sportive HN&P, 63,7 % estiment que le pharmacien a une importance faible à modérée dans la pratique quotidienne du sport HN&P.

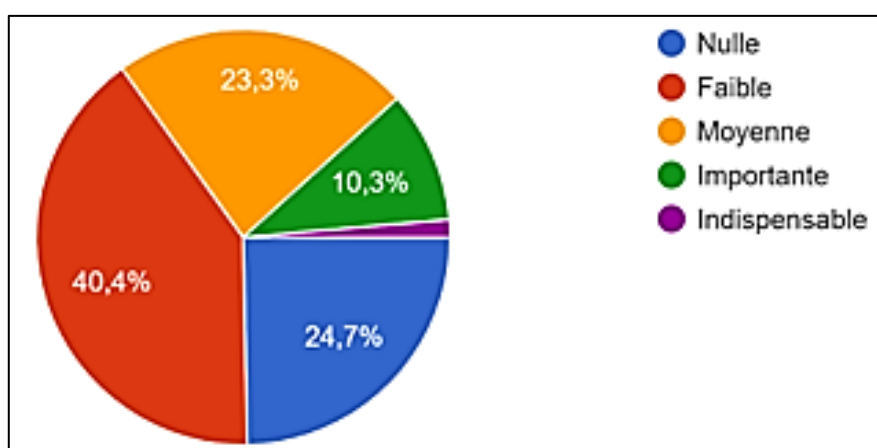


Figure 17 : Réponses à la question : Selon vous, quelle est l'importance du pharmacien dans votre pratique quotidienne du sport ?

Dans la pratique quotidienne, les sportifs HN&P considèrent que le pharmacien peut avoir un rôle dans le suivi nutritionnel pour améliorer la pratique des différentes disciplines du sport de haut niveau. En effet, ce suivi nutritionnel est une mission souhaitée par 61,6 % des sportifs HN&P ayant répondu à l'enquête. Cette mission peut renforcer la place du pharmacien dans la préparation à l'effort dans cette population. Ce suivi nutritionnel est d'autant plus important pour les sportifs HN&P que l'on remarque que l'alimentation joue un rôle primordial dans la préparation à l'effort avec la constitution des réserves énergétiques, mais également dans la récupération à l'effort grâce à l'apport en protéines, ce macronutriment étant essentiel à la régénération des fibres musculaires.

Le pharmacien peut accentuer son rôle dans le sport HN&P en mettant en place des orthèses pour la prévention des blessures musculaires. Pour 30,1% des sportifs HN&P ayant répondu à

l'enquête, cette mission peut être réalisée par les pharmaciens.

Les orthèses sont utilisées chez les sportifs HN&P, de façon provisoire ou définitive, dans l'optique de permettre une cicatrisation pérenne à la suite d'une blessure ou pour compenser un défaut musculaire ou biomécanique.

Les orthèses ont pour rôle de concourir au maintien d'une fonction articulaire ou musculaire déficitaire. Elles assurent une stabilité à l'ensemble du groupe articulo-musculaire (22).

Les principales orthèses utilisées dans le sport HN&P concernent les pathologies des membres inférieurs. On retrouve les orthèses plantaires, de la cheville et du genou.

5. Les produits de santé fréquemment utilisés par les sportifs

4.1. Les produits consommés

Grâce aux réponses obtenues au travers du questionnaire, il a été révélé que 51,4 % des sportifs de haut niveau consomment des médicaments en automédication. Parmi les médicaments et produits de santé cités, on retrouve, par ordre de fréquence : le paracétamol cité par 47,3 % des sportifs HN&P interrogés, puis l'ibuprofène et autres AINS locaux mentionnés par 16,1 % des sondés suivis de près par les compléments vitaminiques et oligoéléments cités par 15,0 % des sportifs HN&P. Concernant les oligoéléments, on retrouve principalement les spécialités contenant du fer.

Les huiles essentielles, la phytothérapie et l'homéopathie ont été citées par 8,6 % des sportifs HN&P. L'absence de substance d'origine naturelle dans la liste éditée par l'AMA chaque année oriente les sportifs HN&P vers ces produits à visée thérapeutique.

Les antihistaminiques représentent moins de 5 % des médicaments cités par la population cible.

Parmi les molécules et classes pharmacologiques précédemment citées, nous relevons l'utilisation importante du paracétamol chez cette population particulière.

4.2. Exemple du paracétamol

Le paracétamol est un principe actif utilisé pour ses propriétés antalgiques et antipyrétiques. Il est retrouvé dans différentes spécialités pharmaceutiques. Ces dernières ne sont plus, depuis le 1^{er} janvier 2020, en libre accès dans les officines. Le retrait du paracétamol du libre accès aux patients a pour rôle de renforcer la place du pharmacien dans la prise en charge de la douleur au comptoir. Le bon usage du paracétamol doit être garanti par le pharmacien.

En raison de ses propriétés pharmacologiques et de son absence de la liste des produits dopants de l'AFLD, le paracétamol est une molécule consommée par de nombreux sportifs HN&P. La

répétition des entraînements et la fréquence des compétitions provoquent dans cette population des douleurs liées aux différents traumatismes causés par la pratique du sport HN&P. Ces traumatismes sont dus à l'inflammation des différents groupes musculaires et aux chocs perçus durant les entraînements et compétitions.

Le paracétamol est consommé par 47,3 % des sportifs HN&P qui consomment un ou plusieurs produits de santé.

Toutefois, le paracétamol n'est pas sans danger et il représente la première cause de greffe du foie ayant pour origine la consommation de médicaments en France lorsque ce principe actif est utilisé à des doses supérieures aux doses thérapeutiques.

Il est donc nécessaire de rappeler que l'utilisation du paracétamol doit s'effectuer en respectant certaines règles :

- Utiliser à la posologie la plus faible efficace.
- Ne pas dépasser la durée de traitement préconisée, à savoir 3 jours pour la prise en charge de la fièvre et 5 jours pour la prise en charge de la douleur.
- Respecter l'intervalle de 4 à 6 heures entre les prises de spécialités contenant du paracétamol sans dépasser 4 g en 24 heures.
- S'assurer de l'absence de paracétamol lorsque plusieurs médicaments sont consommés sur une même période (W19).

Le paracétamol est métabolisé au niveau hépatique. L'absorption du paracétamol par la voie digestive est complète, mais son métabolisme hépatique est saturé en métabolite gluco- et sulfo-conjugués ainsi qu'en N-acétyl-p-benzoquinone imine (NAPQI). Ce dernier est le métabolite responsable de l'hépatotoxicité. Il est rendu inactif par le glutathion réduit (**Figure 18**).

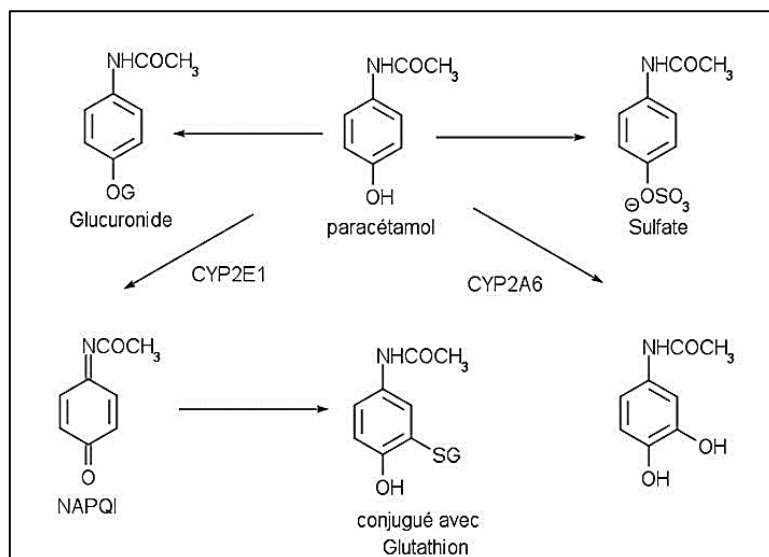


Figure 18 : Métabolisme du paracétamol
Source : Wikimedia commons

Le paracétamol peut se présenter comme hépatotoxique pour les sportifs HN&P lors de 2 cas de figures pouvant se présenter à eux au cours de leur carrière : la situation de jeûne provoquée par un effort prolongé et la consommation régulière de spécialités contenant du paracétamol.

Pour le premier cas de figure, le paracétamol a une hépatotoxicité à des doses thérapeutiques. Une situation de jeûne prolongé provoque une diminution importante du glutathion, un agent antioxydant impliqué dans le métabolisme du paracétamol. Cette situation de jeûne provoqué par un effort physique intense altère la glucuro-conjugaison ainsi que la sulfo-conjugaison en raison de la diminution des réserves en hydrates de carbone. Le NAPQI s'accumule au niveau hépatique et augmente l'hépatotoxicité.

Pour le second cas de figure, l'utilisation chronique du paracétamol minimise le stock de glutathion hépatique. Comme pour une situation de jeûne, le faible taux de glutathion ne permet pas la détoxification du NAPQI. Cette accumulation de NAPQI provoque l'hépatotoxicité (23).

Le rôle du pharmacien est de s'assurer du bon usage du médicament auprès de la population sportive. Il est important de rappeler aux sportifs HN&P que l'utilisation du paracétamol n'est pas anodine.

V. Les nouvelles perspectives du pharmacien pour le sportif de haut niveau

1. L'introduction d'un pharmacien dans les équipes médicales des clubs sportifs

Grâce à son cursus universitaire, le pharmacien est un professionnel de santé possédant une approche thérapeutique, scientifique et gestionnaire face aux situations qu'il rencontre au quotidien.

Il possède une formation scientifique qui lui permet de pouvoir échanger avec les différents membres présents dans les équipes médicales des différents clubs sportifs. Il peut également partager son expérience de management qu'il exerce dans son quotidien avec son équipe officinale. Cette approche permettrait aux équipes médicales d'optimiser leur gestion et ainsi avoir une répercussion sur les résultats du sportif.

L'enquête révèle que seulement 5,5 % des structures sportives possèdent un pharmacien référent avec lequel les équipes médicales échangent sur le suivi de la prise en charge médicamenteuse (**Figure 19**). Ce faible pourcentage n'est pas en adéquation avec l'utilisation de produits de santé par les sportifs de haut niveau. Pour rappel, 51,4 % des sportifs HN&P consomment des médicaments et autres produits de santé.

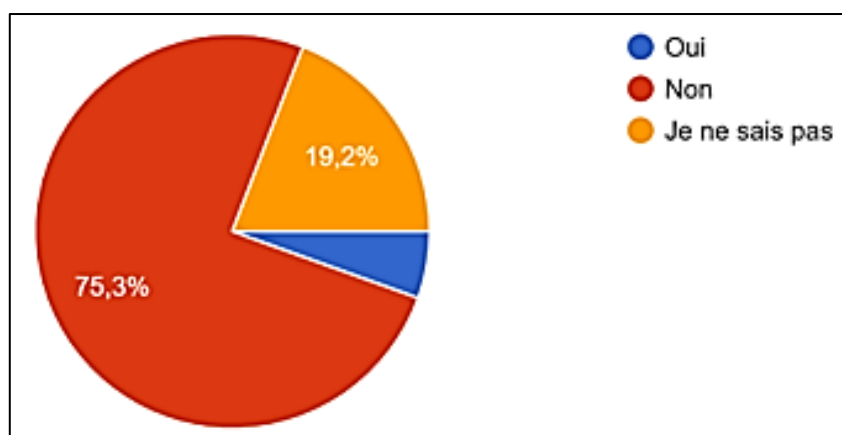


Figure 19 : Réponses à la question : Existe-t-il un pharmacien référent dans votre structure sportive ?

2. L'instauration d'entretien pharmaceutiques avant l'effort

2.1. Les entretiens pharmaceutiques

Les entretiens pharmaceutiques font partie des nouvelles missions du pharmacien d'officine proposées par l'arrêté interministériel du 4 mai 2012 portant l'approbation de la convention nationale organisant les rapports entre les pharmaciens titulaires d'officines et l'assurance maladie.

Ces entretiens pharmaceutiques sont actuellement proposés pour 3 pathologies. Il s'agit de l'asthme, des pathologies nécessitant un traitement chronique par antivitamine K (AVK) et les

anticancéreux oraux. Les pathologies incluses ont évolué au cours de ces dernières années.

Tout d'abord, les entretiens pharmaceutiques ont été proposés pour les patients sous traitement chronique AVK. Ils sont encadrés par l'avenant 1 à la convention nationale des pharmaciens titulaires d'officine. La publication au journal officiel (JO) a eu lieu le 27 juin 2013 pour une mise en place dès le 28 juin de la même année.

Ensuite, les entretiens pharmaceutiques pour les patients asthmatiques sont apparus et présentés par l'avenant 4 à la convention nationale des pharmaciens d'officine. La publication au JO date du 2 décembre 2014 et l'application de ces entretiens a débuté le 3 décembre 2014.

Enfin, les entretiens pharmaceutiques pour le suivi des patients sous traitement anticancéreux ont été mis en place grâce à l'avenant 21. Sa publication au JO est la dernière en date, avec une parution le 30 septembre 2020.

Pour entrer dans les critères d'admissions et d'éligibilité aux entretiens pharmaceutiques, il est nécessaire de :

- Etre un patient majeur
- Avoir une durée de traitement prévisible de 6 mois minimum
- Réaliser au moins 2 entretiens au cours de l'année civile (W20).

2.2. La place des entretiens pharmaceutiques dans le sport de haut niveau ou professionnel

Les entretiens pharmaceutiques subsistent une des missions du pharmacien qui est sollicitée par 37,0 % des sportifs HN&P pour améliorer la pratique quotidienne du sport de haut niveau.

L'objectif de ces entretiens serait de renforcer la personnalisation de la prise en charge de la douleur chez les sportifs HN&P. En effet, au regard des médicaments consommés par cette population de sportifs, réaliser des entretiens pharmaceutiques pour la prise en charge de la douleur serait pertinent. On constate en effet que 63,4 % des sportifs HN&P consomment des médicaments à visée antalgique.

Les sportifs HN&P sont confrontés à un rythme de vie soutenu entre la répétition des entraînements et l'enchaînement des compétitions. Ce rythme de vie provoque chez certains sportifs des douleurs liées à la pratique de leur discipline (exemple : sport de combats) mais également à la fatigue musculaire accumulée.

L'utilisation de méthodes à visées antalgiques comme la cryothérapie ou la pressothérapie permet aux sportifs d'atténuer l'apparition de douleurs. Cependant, une majorité des sportifs HN&P ont recours à l'utilisation de médicaments antalgiques et anti-inflammatoires. Cette utilisation de produits de santé doit faire l'objet d'un bon usage du médicament. Pour cela, la

mise en place d'entretiens pharmaceutiques concernant la prise en charge de la douleur semble être une méthode renforçant le rôle du pharmacien dans la préparation et la récupération à l'effort.

Par ailleurs, ces entretiens pharmaceutiques pour la prise en charge de la douleur peuvent être élargis à la population générale. D'après un rapport de l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé (ANSM) paru en 2017, 17,1 % de la population française a obtenu une prescription pour des antalgiques opioïdes au cours de l'année 2015. Cela reflète que la douleur est présente au comptoir des officines et que la mise en place de ces entretiens pharmaceutiques peut avoir un effet bénéfique sur le bon usage des antalgiques, mais également sur une meilleure compréhension de la pathologie.

Ces entretiens pourraient être mis en place pour :

- Les patients prenant au moins 2 spécialités aux propriétés antalgiques
- La présence d'un AINS pour une durée supérieure à 7 jours
- Les patients majeurs

Ce dispositif pourrait être mis en place au sein des officines, mais également dans les structures sportives. Il serait nécessaire d'avoir un lieu de confidentialité pour réaliser ces entretiens.

La mise en place de ces entretiens pharmaceutiques aurait pour objectif de renforcer la place du pharmacien dans le sport HN&P. Au-delà du cas particulier des sportifs HN&P, la douleur peut concerner tout le monde et est donc présente au quotidien au comptoir des pharmacies. Ces entretiens pharmaceutiques pour la prise en charge de la douleur pourraient donc également être réalisés dans la population générale pour individualiser le traitement antalgique de chaque personne.

3. Le développement du dossier médical partagé

Le dossier médical partagé ou DMP est un outil numérique recueillant les informations médicales du patient (**Table 4**). Il contient les médicaments prescrits, les résultats d'examens biologiques et médicaux, ainsi que la personne à appeler en cas d'urgence.

Le DMP est enrichi de manière systématique par les historiques de soins enregistrés par l'Assurance Maladie. On y retrouve les allergies et pathologies du patient.

Cet outil numérique permet d'échanger les informations sanitaires avec les professionnels de santé que le patient souhaite inclure. Avec un accès rapide et complet au dossier médical, les professionnels de santé, et particulièrement le pharmacien, peuvent personnaliser le suivi (W21).

A la différence du dossier pharmaceutique (DP), le DMP est consultable par l'ensemble des professionnels de santé choisis préalablement par le bénéficiaire. De plus, la gestion du DMP est sous la responsabilité de la Caisse Nationale de l'Assurance Maladie (CNAM) tandis que le DP est géré par le Conseil National de l'Ordre des Pharmaciens (CNOP).

	DP	DMP
Qui peut l'ouvrir ?	Un pharmacien après accord signé du patient	Le patient
Qui peut le consulter ?	Le pharmacien après accord du patient	Le patient Les professionnels de santé choisis par le patient
Quelle est la durée de conservation des données ?	4 mois	24 mois
Gérer par quel organisme ?	CNP	CNAM
Contenu	Médicaments dispensés	Examens médicaux Traitement Allergies Pathologie chronique
Alimentation	Par le pharmacien en présence de la carte vitale	Par l'historique de l'Assurance Maladie Par le patient Par les professionnels de santé

Table 4: Comparaison entre le DP et le DMP

Parmi les sportifs HN&P ayant répondu à l'enquête, on note que 19,5 % de cette population possède un DMP. Ces chiffres sont supérieurs à ceux de la population générale, qui compte seulement 12,3 % de personnes disposant d'un DMP. Cette différence peut s'expliquer par un suivi permanent de la part des structures sportives. Précédemment, on a notifié que les sportifs de haut niveau peuvent avoir un PBS pour le suivi de certains examens biologiques. Cet outil est complémentaire au DMP. On constate que les sportifs HN&P souhaitent offrir aux professionnels de santé qui les suivent un dossier complet afin d'optimiser et personnaliser leur suivi.

Parmi les sportifs HN&P ayant un DMP actif, l'enquête révèle que seulement 17,2 % d'entre eux ont ouvert leur DMP par le biais d'un pharmacien contre 28,0 % en population générale. Une fois de plus, la place du pharmacien dans le sport HN&P peut être renforcé avec l'ouverture des DMP.

On perçoit au travers de l'enquête que les sportifs HN&P sont davantage impliqués dans le suivi de leur santé puisque l'enquête révèle que 31,0 % des DMP ouverts le sont par les sportifs eux même. Ce chiffre est nettement supérieur à la population générale puisque seulement 21,0 % des DMP ouverts le sont spontanément par les patients (W22).

A l'heure où le numérique prend de l'ampleur dans l'exercice quotidien du pharmacien, il semble indispensable pour les sportifs HN&P, mais également la population générale, d'ouvrir son DMP afin de permettre d'optimiser le suivi personnalisé de chaque patient.

4. La trousse à pharmacie pour le sport de haut niveau

4.1. Les pansements

Dans la pratique quotidienne du sport HN&P, la population sportive est susceptible de se blesser. Parmi les blessures fréquentes, on retrouve les coupures et saignements provoqués par les coups reçus dans certaines disciplines comme les sports de combat ou les sports collectif tels que le football.

Les pansements ont pour objectif d'accélérer la cicatrisation en maintenant un environnement humide. Avant l'application de tout type de pansement, il est nécessaire d'effectuer un nettoyage de la plaie ainsi que de respecter des règles d'asepsie pour prévenir des infections (D8).

4.1.1. La cicatrisation

La cicatrisation est un processus physiologique consistant à combler une brèche par du tissu cicatriciel. Il existe 2 types de cicatrifications : la cicatrisation primaire et la cicatrisation secondaire. Dans le cadre du sport HN&P, le pharmacien est confronté principalement à la cicatrisation primaire.

La cicatrisation primaire a lieu lorsque les berges de la plaie sont bord à bord anatomiquement parlant. La cicatrisation est rapide, et ne laisse pas de traces lors de la cicatrisation.

La cicatrisation secondaire intervient lorsqu'il y a une perte de substance et que les berges de la plaie ne sont pas bord à bord.

Dans les 2 types de cicatrisation, on retrouve 3 étapes successives pour la réalisation de la cicatrisation :

- Phase inflammatoire, qui correspond à l'arrêt de l'hémorragie avec une élimination des bactéries. La durée de cette phase est de 5 à 7 jours.
- Phase de prolifération. Lors de cette phase, la brèche se comble avec la production du tissu cicatriciel. Cette phase dure 15 à 30 jours.
- Phase de contraction qui consiste à consolider le tissu cicatriciel.

4.1.2. Les hydrocolloïdes

Les hydrocolloïdes sont des pansements définis par la Haute Autorité de Santé (HAS) comme étant « *constitués de polymères absorbants, dont les propriétés sont liées à la présence de carboxyméthylcellulose. Ils existent sous forme de plaques adhésives, de poudres ou de pâtes* ». Ils sont indiqués dans les plaies chroniques. Dans le sport HN&P, ces pansements sont utilisés à la suite des interventions chirurgicales faisant suite aux blessures causées par leur discipline.

4.1.3. Les hydrocellulaires

Les hydrocellulaires sont des pansements définis par la HAS comme étant « *constitués de polymères absorbants, généralement de la mousse de polyuréthane. Ils existent sous forme de plaques adhésives ou non, de formes anatomiques et de formes adaptées au remplissage des plaies cavitaires* ». Ils sont indiqués lors de toutes les phases de la cicatrisation des plaies aiguës. Ces pansements sont utilisés chez les sportifs HN&P à l'entraînement ou en compétitions pour stopper l'hémorragie afin de terminer la séance.

4.1.4. Les alginates

Les alginates sont définis par la HAS comme étant « *des pansements composés majoritairement d'alginates, avec ou sans carboxyméthylcellulose. Les alginates sont des polymères d'acides alginiques obtenus à partir d'algues, caractérisés par leurs capacités d'absorption et leurs propriétés hémostatiques. Ils existent sous forme de compresses ou de mèches* ». Ce type de pansement est utilisé en cas d'épistaxis. On peut par exemple citer Coalgan®.

4.2. L'arnica

Grâce à l'absence de contre-indication et de la liste des produits dopants proposée par l'AFLD, l'*Arnica montana* est une souche homéopathique fréquemment utilisée par les sportifs HN&P. Parmi les réponses obtenues par l'intermédiaire du questionnaire, on constate que l'*Arnica montana* est la souche homéopathique la plus citée par cette population de sportif. L'*Arnica montana* est mentionnée sous différentes formes : granules, pommades ou huile de massage.

L'arnica des montagnes ou *Arnica montana* (**Figure 20**) est une plante appartenant à la famille botanique des astéracées. Cette souche est indiquée pour le traitement d'appoint des traumatismes bénins comme les ecchymoses, les contusions mais encore la fatigue musculaire.



Figure 20 : *Arnica des montagnes*, origine de la souche homéopathique *Arnica montana*.
Source wikipédia commons

L'indication thérapeutique ainsi que le mécanisme d'action repose sur l'usage homéopathique traditionnel de l'*Arnica montana*.

4.2.1. Les granules homéopathiques

Le choix de la dilution homéopathique repose sur la localisation du traumatisme. Le pharmacien d'officine doit écouter le sportif HN&P pour dispenser la dilution adéquate et individualisée pour chaque sportif.

Pour un traumatisme localisé, le pharmacien sélectionne une « basse dilution », c'est-à-dire une dilution inférieure à 7 CH. En phase aiguë, le sportif HN&P peut prendre 5 granules toutes les 15 minutes jusqu'à atténuation de la douleur.

Lorsque le traumatisme est généralisé, à la suite d'un entraînement intensif ou d'une compétition où le niveau de sollicitation musculaire est plus important qu'à l'accoutumé, le pharmacien conseille l'utilisation de l'*Arnica montana* à des dilutions dites « moyennes ». Ce sont des dilutions comprises entre 7 et 11 CH (D9).

Les granules sont utilisés par les sportifs HN&P en voie sublinguale. Cette voie permet un délai d'action rapide. L'intérêt pour le sport HN&P est la rapidité d'action et d'administration.

4.2.2. Les pommades et gels

Les pommades contenant de l'*Arnica montana* sont présentes sous différentes spécialités : Arnicagel®, Arnican® ou encore Arnigel®.

L'intérêt de ces formes galéniques est l'application localisée de l'*Arnica montana*. Dans le sport HN&P, l'utilisation de pommades et gels peut avoir un intérêt pour la rapidité du délai d'action puisque l'utilisation de la voie cutanée présente cet avantage face à la voie sublinguale. On observe un autre avantage de cette voie qui est l'action localisée de l'*Arnica montana*.

4.2.3. Les teinture-mères

La teinture-mère *d'Arnica montana* est réservée à l'adulte pour une application cutanée. En raison de la méthode d'extraction de *l'Arnica montana* avec une méthode utilisant de l'alcool, l'utilisation chez les enfants de plus d'un an nécessite un avis médical.

L'utilisation de cette forme galénique se fait sur la région traumatisée 2 à 4 fois par jour pour une durée maximale d'une semaine. Dans le sport HN&P, l'emploi de cette forme galénique à un intérêt après l'effort physique lors de massages favorisant la récupération musculaire. Il est important pour le pharmacien de rappeler qu'il ne faut pas avaler la solution ni l'appliquer sur un traumatisme avec une plaie (W23).

CONCLUSION

Le pharmacien doit assurer un suivi thérapeutique et personnalisé auprès de chacun de ses patients. Pour cela, il possède plusieurs outils mis à sa disposition pour permettre d'effectuer son rôle de professionnel de santé.

Pour la population des sportifs HN&P, un suivi personnalisé est nécessaire pour optimiser leur préparation à l'effort mais également leur récupération musculaire.

Grâce à son cursus universitaire, le pharmacien dispose de connaissances biochimiques, nutritionnelles et pharmacologiques.

Les nouvelles missions du pharmacien d'officine, telles que la vaccination antigrippale et les entretiens pharmaceutiques, peuvent renforcer le rôle du pharmacien dans la préparation à l'effort chez les sportifs HN&P. Pour la première mission, le pharmacien joue un rôle de santé publique tout en diminuant le risque de survenue de cette maladie saisonnière pouvant influencer les conditions physiques du sportif HN&P. Grâce à la seconde mission, les entretiens pharmaceutiques, le pharmacien peut expliquer aux sportif HN&P que l'utilisation de médicaments et autres produits de santé n'est pas anodine, d'autant plus qu'ils sont soumis à une législation spécifique pour l'utilisation des médicaments et autres produits de santé.

Le dopage est la principale inquiétude de cette population sportive consommant des médicaments. Le pharmacien joue alors son rôle de spécialiste du médicament en dispensant les conseils associés lors de chacune de ses délivrances.

Cependant, le nombre de pharmaciens au sein des structures sportives est encore faible. Ce nombre peut évoluer favorablement pour augmenter les échanges interprofessionnels tout en continuant à promouvoir l'utilisation du DMP.

Dans les années à venir, le rôle du pharmacien pourra évoluer pour optimiser la préparation et la récupération à l'effort chez le sportif HN&P si l'ensemble des acteurs du parcours du soin du patient effectuent un travail collaboratif avec les outils numériques et technologiques mis à leur disposition.

ANNEXE 1

Questionnaire visant à évaluer le rôle du pharmacien dans la préparation et la récupération du sportif de haut niveau et professionnel

Ce travail est réalisé dans le cadre d'une thèse d'exercice de pharmacie. Les réponses sont anonymes.

**** Réponse obligatoire***

1. Vous êtes : *

- Un homme
- Une femme

2. De quelle fédération dépendez-vous ? *

.....

3. Quel âge avez-vous ? *

- Moins de 18 ans
- 18-24 ans
- 25-30 ans
- 31-35 ans
- Plus de 35 ans

4. Selon vous, quelle est l'importance du pharmacien dans votre pratique quotidienne du sport ? *

- Nulle
- Faible
- Moyenne
- Importante
- Indispensable

5. A quelle fréquence allez-vous voir votre pharmacien ? *

- Jamais
- 1 fois par semaine
- 1 fois toutes les 2 semaines
- 1 fois par mois
- 1 fois par an
- Autres (préciser) :.....

6. Prenez-vous des médicaments sans prévenir votre médecin ? *

- Oui
- Non

Si oui, pendant ou en dehors des périodes de compétitions?

- Pendant des périodes de compétitions
- En dehors des périodes de compétitions

7. Quel(s) médicament(s) ?

.....

.....

.....

8. Existe-t-il un pharmacien référent dans votre structure sportive ? *

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

9. Quelle est l'importance du médicament dans votre préparation à l'effort ? *

- Nulle
- Faible
- Moyenne
- Importante
- Indispensable

10. Utilisez-vous des médicaments pour mieux récupérer à la suite d'une compétition ou d'un entraînement ? *

- Oui
- Non

Le(s)quel(s) ?

.....

.....

.....

11. Votre médecin traitant est-il en relation avec votre pharmacien pour organiser au mieux vos compétitions ? *

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

12. Possédez-vous un Dossier Médical Partagé (DMP) ? *

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

Si oui, qui a ouvert votre DMP ? *

- Votre médecin traitant
- Votre pharmacien
- Vous-même
- Autre (préciser) :

13. Avez-vous été vacciné contre la grippe saisonnière cette année ? *

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

Si oui, qui vous a vacciné ? *

- Votre médecin traitant
- Votre pharmacien
- Votre infirmier
- Autre (préciser) :

14. Selon vous, quelles nouvelles missions seraient envisageables par le pharmacien pour améliorer votre pratique physique au quotidien ?

- Education thérapeutique
- Suivi nutritionnel
- Prévention des blessures avec la mise en place d'orthèses
- Autres

(préciser) :.....

.....

ANNEXE 2

Prise de mesures pour les divers produits de contention : chaussettes, bas et collants



Prise de mesure des bas de contentions
Source Pharmunix.com

BIBLIOGRAPHIE

ARTICLES SCIENTIFIQUES

- 1 Lemonnier M, Libri D, Mouly V, Fiszman M. *Les tropomyosines*. Médecine/Sciences, **1990**; 7: 645-52
- 2 Ben-Hamouda N, Haesler L, Liaudet L. *Hyperlactatémie et acidose lactique chez le patient critique*. Rev Med Suisse, **2013**; 9 : 2335-2340
- 3 Maitre M, Klein C, *Metabolisme-hepatique*. **2016** Elsevier Masson SAS. EMC. 7-005-B-10
- 4 Alligier M, Seyssel K, Disse E, Laville M, *Le tissu adipeux couleur localisation fonctions et autres donnees nouvelles*. Paris 29-30 novembre **2013**.
- 5 ANSES. *Actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les acides gras*. Mai **2011**. Saisione n°2006-SA-0359
- 6 Gomez-Merino D, Portero P. *Nutrition lipidique, santé et sport*. Kinésithérapie Rev. 1 janv **2008**; 8(73): 57-62.
- 7 Czernichow S, Thomas D, Bruckert E. *Acides gras oméga-6 et maladies cardiovasculaires - Recommandations en matière d'apport alimentaire*. Médecine/sciences. **2011**; 27(6-7):614-8.
- 8 Pierre-Lecocq K. *Position o the academy of nutrition and dietetics, dietetians of Canada, and the America College of Sports Medicine : Nutrition and athletic performance*. Journal of the academy of nutrition and dietetics. **2016**; 116(3):501-528.
- 9 Gomez-Merino D, Portero P. *Besoins en protéines et activités physiques: Aspects pratiques*. Kinésithérapie Rev. **2007**; 7(65):40-4.
- 10 Bielinski RW. *Magnésium et activité physique*. Revue Médicale Suisse. **2006**. Volume 2. 31577
- 11 Bocle JC. *Effets des probiotiques et prébiotiques sur la flore et l'immunité de l'homme adulte*. Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments AFSSA. **2005**.
- 12 Jager R, Mohr AE, Carpentier KC., *International Society of Sports Nutrition Position Stand : Probiotics*. Journal of the international Society of Sports Nutrition. **2020**. 16,62, doi: 10.1186/s12970-019-0329-0
- 13 Jan G. *Les propriétés anti-inflammatoires de la bactérie probiotique Propionibacterium fredenreichii révélée de l'in vitro à l'in vivo grâce au fromage*. Nutrition clinique et métabolisme. **2019**. 33(2019)4-114
- 14 Walrand S. *Protéines & sport*. INRA de Clermont-Ferrand.
- 15 Décombaz J. *Protéines et acides aminés dans la récupération post-effort*. Sciences & sports. **2004**. p. 228-233

- 16 Klissouras V. 4 - *Production et élimination de lactate*. In: Klissouras V, éditeur. *Les Bases de la Physiologie du Sport*. Paris: Elsevier Masson; **2017**. p. 10-11.
- 17 Le Meur Y, Hausswirth C. Chapitre 4. *La récupération active*. In: *Améliorer sa récupération en sport*. Paris: INSEP-Éditions; **2018**. p. 53-69.
- 18 Prevost P. *Etirements & performances sportives*; **2004**. KS. n°466
- 19 Fumeaux Z, Schneider M, Guillermin A, Komaromi H, Caronni G-M. *Insuffisance rénale aiguë en 2017 : Prise en charge dans un hôpital non universitaire : un exemple de collaboration interprofessionnelle*. *Revue Médicale Suisse*; **2017**. 13. 1502-1508
- 20 *Cardio & sport*. N°20; **2009**. p. 31-34
- 21 Chennaoui M. et al., *Sommeil et exercice physique : y a-t-il interrelation ?* *Médecine du sommeil*; **2015**.
- 22 Terrier R., Forestier N. *Prevention des lésions musculo squelettiques chez le sportif : les orthèses*. Conférence : 41ème Entretiens de Médecine Physique et de Réadaptation; **2013**.
- 23 Seirafi A, Iten A, Hadengue A. *Paracétamol : toxicité hépatique aux doses thérapeutiques et populations à risque*. *Revue Médicale Suisse*; **2007**. 3. 32629

LIVRES

- L1 Recherche appliquée au sport - Les facteurs de la valeur motrice. Blain A, Tifour M. L'Harmattan. **2016**.
- L2 Nutrition du sportif. Bigard A-X, Guezennec C-Y. Elsevier Health Sciences; **2017**.
- L3 Anatomie et physiologie humaines, Elaine Marieb, Katja Hoehn, PEARSON
- L4 Biochimie et biologie moléculaire, W. Müller-Estrel, DUNOD
- L5 Biochimie 1^{er} cycle, Georges Hennen, DUNOD
- L6 Principes de Biochimie, Lehninger, Médecine-Sciences Flammarion
- L7 Chimie, biochimie et biologie moléculaire. Bernard Sablonnière *et al.*, Omniscience, **2010**

SITES INTERNET

- W1** Ministère chargé des sports. Directeur technique national (DTN). 2017
<http://www.sports.gouv.fr/organisation/le-ministere/cadres-techniques/Directeur-technique-national-DTN>
Date de dernière consultation : 03-04-2020
- W2** Ministère chargé des sports. Le sport de haut niveau c'est quoi ?. 2020
<http://www.sports.gouv.fr/pratiques-sportives/sport-performance/Sport-de-haut-niveau/article/Le-sport-de-haut-niveau-c'est-quoi>
Dernière consultation : 26-09-2019
- W3** ANLSP - Association Nationale des Ligues de Sport Professionnel. 2015.
<http://www.anlsp.fr/>
Dernière consultation : 26-09-2019
- W4** Ministère chargé des sports. Sport & performance. 2019.
<http://www.sports.gouv.fr/pratiques-sportives/sport-performance/Sport-professionnel/article/Le-sport-professionnel>
Dernière consultation : 26-09-2020
- W5** ANLSP. Actrice du sport français. 2015.
<http://www.anlsp.fr/ligue-professionnelle/actrice-sport-francais>
Dernière consultation : 22-03-2020
- W6** Institut de recherche du bien-être de la médecine et du sport santé IRBMS. Les différentes filières énergétiques. 2014.
<https://www.irbms.com/filieres-energetiques/>
Dernière consultation : 11-04-2020
- W7** Le métabolisme - Glycolyse | RN' Bio.
https://rnbio.upmc.fr/Biochimie_metabolisme_glycolyse
Dernière consultation : 13-04-2020
- W8** Institut de recherche du bien-être de la médecine et du sport santé IRBMS. Les Lactates : mieux connaître le déchet musculaire. IRBMS. 2015
<https://www.irbms.com/lactates-et-sport/>
Dernière consultation : 23-05-2020
- W9** Agence française de sécurité sanitaire des aliments. Actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les acides gras. 2004.
<https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT-Ra-Glucides.pdf>.
Dernière consultation : 25-04-2020
- W10** EurekaSanté. EurekaSanté VIDAL. Comprendre les taux de cholestérol dans le sang.
<https://eurekasante.vidal.fr/maladies/coeur-circulation-veines/cholesterol.html>.
Dernière consultation : 07-11-2020
- W11** Pierre-Lecocq karine. Acides aminés. CERIN. 2019.
<https://www.cerin.org/glossaire/acides-amines/>
Dernière consultation : 25-05-2020

- W12** ANSES - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Les protéines. 2019.
<https://www.anses.fr/fr/content/les-prot%C3%A9ines>.
Dernière consultation : 25-05-2020
- W13** Haute Autorité de Santé. Vaccination antigrippale : la stratégie de la prochaine campagne annuelle réaffirmée dans le contexte de l'épidémie de COVID-19. 2020.
https://www.has-sante.fr/jcms/p_3187536/fr/vaccination-antigrippale-la-strategie-de-la-prochaine-campagne-annuelle-reaffirmee-dans-le-contexte-de-l-epidemie-de-covid-19
Dernière consultation : 14-07-2020
- W14** Santé publique France. La grippe, une épidémie saisonnière. 2019.
<https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-et-infections-respiratoires/grippe/articles/la-grippe-une-epidemie-saisonniere>
Dernière consultation : 10-07-2020
- W15** Santé publique France. Données régionales de couverture vaccinale grippe par saison et dans chaque groupe d'âge. 2020.
<https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/vaccination/articles/donnees-regionales-de-couverture-vaccinale-grippe-par-saison-et-dans-chaque-groupe-d-age>
Dernière consultation : 25-09-2020
- W16** Société Française de phlébologie. La contention et la compression veineuse. 2020.
<https://www.sf-phlebologie.org/la-contention-et-la-compression-veineuse/>
Dernière consultation : 03-10-2020
- W17** Ordre National des Pharmaciens. 2020.
<http://www.ordre.pharmacien.fr/>
Dernière consultation : 28-09-2020
- W18** Agence Française de Lutte contre le Dopage AFLD. Profil biologique du sportif - Espace scientifique. 2015.
<https://acteurs-scientifiques.afld.fr/profil-biologique-du-sportif/>
Dernière consultation : 16-10-2020
- W19** ANSM : Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé. Bon usage du paracétamol et des anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) : l'ANSM veut renforcer le rôle de conseil du pharmacien - Point d'Information. 2017.
<https://www.ansm.sante.fr/S-informer/Points-d-information-Points-d-information/Bon-usage-du-paracetamol-et-des-anti-inflammatoires-non-steroidiens-AINS-l-ANSM-veut-renforcer-le-role-de-conseil-du-pharmacien-Point-d-Information>
Dernière consultation : 23-10-2020
- W20** Assurance Maladie AMELI. Avenants pharmacie d'officine. 2020.
<https://www.ameli.fr/pharmacien/textes-reference/textes-conventionnels/avenants>
Dernière consultation : 27-10-2020
- W21** Assurance Maladie AMELI. Tout savoir sur le Dossier Médical Partagé. 2020.
<https://www.ameli.fr/assure/sante/dossier-medical-partage/tout-savoir-sur-dossier-medical-partage>
Dernière consultation : 30-10-2020

- W22** Assurance Maladie AMELI. Plus de 8 millions de DMP désormais ouverts. 2019.
<https://www.ameli.fr/medecin/actualites/plus-de-8-millions-de-dmp-desormais-ouverts>
Dernière consultation : 30-10-2020
- W23** Boiron. ARNICA MONTANA, Teinture mère contre bleus, contusions, ecchymoses, fatigue musculaire - Médicament homéopathique Boiron. 2020.
<https://www.boiron.fr/nos-produits/nos-specialites-homeopathiques/arnica-montana-teinture-mere-boiron>
Dernière consultation : 31-10-2020

AUTRES DOCUMENTS

- D1** Attané C. Apeline et métabolisme énergétique : implication dans la résistance à l'insuline - Thèse. Université de Toulouse. 2010
- D2** Christopher Easthope Schmidt. Reducing muscular fatigue in trail running : mechanisms and strategies. Education. Université Nice Sophia Antipolis; University of Sydney, 2013. English. NNT : 2013NICE4040. tel-00923173
- D3** Aude-Clémence Doix. Neuromuscular activation strategies of voluntary and electrically elicited muscle fatigue : underlying mechanisms and clinical implications. Education. Université Nice Sophia Antipolis; Norwegian university of science and technology (Trondheim, Norvège), 2013. English. NNT : 2013NICEE4098. tel-00926081
- D4** Wafa Douzi. Utilisation du froid dans un contexte d'exercice physique et de la récupération [En ligne]. Thèse sciences du sport. Poitiers: Université de Poitiers, 2018. Disponible sur Internet <<http://theses.univ-poitiers.fr>>
- D5** Beaurain M. La prise en charge à l'officine des différentes méthodes de récupération chez le sportif. Thèse, 2019. Université Aix-Marseille. Faculté de pharmacie
- D6** Nabias C. Le pharmacien d'officine et la contention-compression : Du patient au sportif. Thèse, 2015. Université de Toulouse III. Paul SABATIER
- D7.** Code Mondial Antidopage. Liste des interdictions. Agence Mondiale Antidopage. 2020
- D8** HAS. Les pansements : indications et utilisations recommandées. 2011. Disponible sur : *https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2009-01/pansements_synthese_rapport.pdf*
- D9** Pacôme A. Conseil en officine chez le sportif : la nutrition et l'homéopathie du sportif. Thèse, 2019. Université de Poitiers

RESUME

Les sportifs de haut niveau et professionnels (HN&P) sont suivis tout au long de leur carrière par de nombreux professionnels de santé pour optimiser leurs performances tout en préservant leur santé. Néanmoins, le pharmacien possède une place minime malgré ses connaissances en physiologie et en thérapeutique.

L'objectif de cette thèse est d'évaluer l'actuel rôle du pharmacien dans la préparation et la récupération à l'effort de ces sportifs et de quelle manière le pharmacien pourrait être impliqué de façon plus importante grâce à de nouvelles missions.

Dans la première partie de cette thèse, nous distinguerons du point de vue législatif les sportifs de haut niveau et les sportifs professionnels.

Nous expliquerons ensuite en détail dans une deuxième partie les principaux aspects de la préparation à l'effort chez ces sportifs HN&P et comment les pharmaciens peuvent avoir un rôle dans cette préparation. En effet, ils peuvent tout d'abord conseiller les sportifs dans le domaine de la nutrition, qui influe sur la mise en réserve de substrats énergétiques nécessaires à la contraction musculaire. Cependant, la préparation physique ne se limite pas à l'effort physique. Ainsi, le pharmacien possède aussi un rôle dans la prévention des maladies saisonnières.

Une troisième partie sera consacrée à la récupération à l'effort chez cette population de sportifs, en précisant à nouveau le rôle du pharmacien, qui peut par exemple leur proposer différents dispositifs.

La quatrième partie traitera, grâce à une enquête réalisée auprès de plus de 140 sportifs HN&P, de la relation entre le pharmacien et le sportif de haut niveau et professionnel. Celle-ci doit permettre d'améliorer la performance du sportif tout en assurant un suivi sanitaire et biologique. Le pharmacien joue notamment un rôle dans la prévention du dopage en instaurant un suivi sur les médicaments et produits de santé consommés par les sportifs HN&P.

Enfin, dans une cinquième et dernière partie, nous proposerons de nouvelles perspectives du pharmacien dans le sport HN&P. La mise en place d'entretiens pharmaceutiques ainsi que le développement du dossier médical partagé accentuent le rôle du pharmacien dans le sport HN&P. Grâce aux nouvelles missions du pharmacien ainsi que les outils numériques mis à sa disposition, son rôle dans le sport HN&P pourrait avoir une place plus importante qu'elle ne l'est aujourd'hui.

Mots clés : Sportif ; Préparation ; Récupération ; Pharmacien ; Haut niveau

SERMENT DE GALIEN

En présence des Maîtres de la Faculté, je fais le serment :

Je honorer ceux qui m'ont instruit(e) dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle aux principes qui m'ont été enseignés et d'actualiser mes connaissances,

Je exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de Déontologie, de l'honneur, de la probité et du désintéressement,

Je ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers la personne humaine et sa dignité,

Je ne dévoiler à personne les secrets qui m'auraient été confiés ou dont j'aurais eu connaissance dans l'exercice de ma profession,

Je faire preuve de loyauté et de solidarité envers mes collègues pharmaciens,

Je coopérer avec les autres professionnels de santé.

En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.

Que les Hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert(e) d'opprobre et méprisé(e) de mes confrères si j'y manque.

RESUME

Les sportifs de haut niveau et professionnels (HN&P) sont suivis tout au long de leur carrière par de nombreux professionnels de santé pour optimiser leurs performances tout en préservant leur santé. Néanmoins, le pharmacien possède une place minime malgré ses connaissances en physiologie et en thérapeutique.

L'objectif de cette thèse est d'évaluer l'actuel rôle du pharmacien dans la préparation et la récupération à l'effort de ces sportifs et de quelle manière le pharmacien pourrait être impliqué de façon plus importante grâce à de nouvelles missions.

Dans la première partie de cette thèse, nous distinguerons du point de vue législatif les sportifs de haut niveau et les sportifs professionnels.

Nous expliquerons ensuite en détail dans une deuxième partie les principaux aspects de la préparation à l'effort chez ces sportifs HN&P et comment les pharmaciens peuvent avoir un rôle dans cette préparation. En effet, ils peuvent tout d'abord conseiller les sportifs dans le domaine de la nutrition, qui influe sur la mise en réserve de substrats énergétiques nécessaires à la contraction musculaire. Cependant, la préparation physique ne se limite pas à l'effort physique. Ainsi, le pharmacien possède aussi un rôle dans la prévention des maladies saisonnières.

Une troisième partie sera consacrée à la récupération à l'effort chez cette population de sportifs, en précisant à nouveau le rôle du pharmacien, qui peut par exemple leur proposer différents dispositifs.

La quatrième partie traitera, grâce à une enquête réalisée auprès de plus de 140 sportifs HN&P, de la relation entre le pharmacien et le sportif de haut niveau et professionnel. Celle-ci doit permettre d'améliorer la performance du sportif tout en assurant un suivi sanitaire et biologique. Le pharmacien joue notamment un rôle dans la prévention du dopage en instaurant un suivi sur les médicaments et produits de santé consommés par les sportifs HN&P.

Enfin, dans une cinquième et dernière partie, nous proposerons de nouvelles perspectives du pharmacien dans le sport HN&P. La mise en place d'entretiens pharmaceutiques ainsi que le développement du dossier médical partagé accentuent le rôle du pharmacien dans le sport HN&P. Grâce aux nouvelles missions du pharmacien ainsi que les outils numériques mis à sa disposition, son rôle dans le sport HN&P pourrait avoir une place plus importante qu'elle ne l'est aujourd'hui.

Mots clés : Sportif ; Préparation ; Récupération ; Pharmacien ; Haut niveau