



Evaluation de la variation du pH urinaire dans l'individualisation de la prévention de survenue du Mal Aigu des Montagnes établi par le questionnaire de Lake Louise chez l'alpiniste en moyenne et haute altitude : étude prospective et observationnelle sur 13 alpinistes

BERVILLER Ninon

Mémoire pour l'obtention du DIU de Médecine d'Urgence en Montagne



Promotion 2021-2022

Table des matières

TABLES ET FIGURES	3
ABBREVIATIONS	4
I/ INTRODUCTION	5
II/ MATERIEL ET METHODE	7
2.1 CONTEXTE ET OBJECTIFS	7
2.2 HYPOTHESE	7
2.3 OBJECTIF PRINCIPAL.....	8
2.4 TYPE D'ETUDE ET DEMARCHES	8
2.5 CRITERES D'INCLUSION	8
2.6 QUESTIONNAIRE PREALABLE	8
2.7 MISE EN PLACE DE L'ETUDE	9
2.8 VARIABLES.....	9
2.9 ANALYSE DE DONNEES.....	9
III/ RESULTATS.....	10
3.1. LA POPULATION	10
3.1.1 Caractéristiques générales.....	10
3.1.2 Modes de vie et santé.....	10
3.1.3 Antécédents de MAM et sévérité.....	12
3.2. CONTEXTE DE TRAVAIL : EXPEDITIONS DES DIFFERENTS GROUPES.....	12
3.3. LIEN ENTRE MAM ET PARAMETRES MESURES	13
3.3.1. MAM et pH urinaire	13
3.3.2. MAM et aptitude sportive	13
3.3.3. MAM et tabagisme actif.....	13
IV/ DISCUSSION.....	14
4.1 CONTEXTE	14
4.2 ANALYSE DES RESULTATS.....	15
4.2 PERSPECTIVE D'UTILISATION	15
4.3 Analyse critique de l'étude	16
4.3.1 Limites et biais	16
4.3.2 Points forts.....	17
V/ CONCLUSION	18
BIBLIOGRAPHIE	19
ANNEXES	20

TABLES ET FIGURES

Figure 1. Description de l'âge des participants	10
Figure 2. Répartition en fonction de l'altitude du lieu de vie des sujets	10
Figure 3. Répartition des participants tabagiques actifs ou sevrés	11
Figure 4 Répartition en fonction de l'aptitude sportive	11
Figure 5 Sévérité du MAM parmi les positifs.....	12

ABBREVIATIONS

AAP : Antiagrégant Plaquettaire

ALT : Altitude

CO₂ : Dioxyde de carbone

DLCO : Diffusion Libre de CO₂

HCO₃⁻ : bicarbonate

IC : Intervalle de Confiance

IEC : Inhibiteur de l'Enzyme de Conversion

MAM : Mal Aigu des Montagnes

OR : Odds Ratio

PH : Potentiel Hydrogène

SIM : Syndicat Interprofessionnel de la Montagne

SNGM : Syndicat National des Guides de Montagne

I/ INTRODUCTION

Il existe ces dernières années une démocratisation du sport de montagne, milieu risqué et d'altitude engendrant une augmentation du nombre d'accidents notamment du Mal Aigu des Montagnes (MAM).

La définition biologique de la haute altitude n'est pas tranchée. En effet, elle dépend de plusieurs paramètres comme la température ambiante, la latitude et la susceptibilité individuelle à l'hypoxie. Il est admis que l'on parle de basse altitude jusqu'à 1000m environ, de moyenne altitude entre 1000 et 2000m, et haute altitude entre 2000 et 5500m. (1)

Différentes études décrivent l'apparition du MAM à partir d'une altitude de 2500m, et plus fréquemment à partir de 3000m (2). Certains auteurs estiment même qu'il y a entre 50 et 85% des personnes non acclimatées qui présenteraient des signes cliniques de MAM à des altitudes allant de 4500m à 5500m entraînant une limitation de leur ascension.

A la lumière de ces chiffres, il est donc primordial de connaître les particularités de ce milieu périlleux ainsi que la physiopathologie du MAM même si celle-ci fait encore débat et fait couler beaucoup d'encre. Le but est de comprendre et de prévenir l'apparition d'accidents pouvant être cruciaux.

Le mécanisme est, entre autres, lié à la baisse de la pression atmosphérique en altitude qui diminue la disponibilité de l'oxygène pour l'organisme. Chaque cellule du corps humain a besoin d'oxygène pour fonctionner. Alors, pour maintenir l'homéostasie, des capteurs sensibles à l'oxygène (les chémorécepteurs carotidiens) mettent en jeu des mécanismes réflexes : hyperventilation, tachycardie, érythropoïèse accrue. Différentes phases au cours de l'exposition sont à séparer :

- L'accommodation : on l'appelle la phase blanche (quelques heures à 2-3 jours) : les débits ventilatoires et cardiaques augmentent, les symptômes de maladaptation ne sont encore pas apparus.
- L'acclimatation et acclimatement (quelques jours à 2-3 semaines) : amélioration de l'érythropoïèse, diminution de la distance de diffusion, et acclimatation ventilatoire. Il faudra un certain temps à l'organisme avant de mettre en place ces mécanismes et atteindre un état de stabilité. C'est durant cette période que la personne peut manifester **les signes pathologiques les plus graves**. Une fois les processus stabilisés, on parle donc d'acclimatement, et à chaque nouvelle ascension, ces processus se répètent.
- La dégradation : il s'agit d'une perte importante de masse corporelle aux dépens de la masse maigre, après plusieurs semaines passées en très haute altitude (> 5500m).

Les signes cliniques du MAM sont peu spécifiques mais leur association est caractéristique. Il s'agit de céphalées (96%), insomnies (70%), anorexie, nausées (30% des cas), vomissements, asthénie, lenteur de récupération après un effort, sensation d'ébriété, vertiges (« tête comme dans du coton »), dyspnée, diminution de la diurèse (3). Certains précisent qu'on ne peut parler de MAM que s'il y a présence de céphalées parmi les signes.

Ces symptômes peuvent être regroupés en 2 scores.

Les principaux utilisés et définis dans un consensus international, afin d'obtenir des paramètres objectifs sont le score de Hackett et le score de Lake Louise. Ce dernier est privilégié dans les recherches cliniques et c'est celui que nous utiliserons donc dans notre étude (4).

Le diagnostic de MAM se fait par l'association d'une montée récente en altitude et d'un score de Lake Louise supérieur ou égal à 3. Un score supérieur ou égal à six définit un MAM sévère.

Notre hypothèse est que lors d'une ascension, une adaptation ventilatoire se manifeste par l'apparition d'une hyperventilation, engendrant donc une diminution du dioxyde de carbone (CO_2) qui concourt à une augmentation du pH (Potentiel Hydrogène) plasmatique. Afin de maintenir une homéostasie compatible avec un bon fonctionnement cellulaire, une adaptation métabolique se développe au niveau rénal en engendrant une excrétion de bicarbonate (HCO_3^-) pour rééquilibrer le pH plasmatique. Ce mécanisme serait un reflet de l'acclimatation de l'individu.

La mesure du pH plasmatique sur le terrain est technique et invasive. Nous avons estimé que le pH urinaire pourrait en être un reflet indirect objectivant l'adaptation rénale (= excrétion de HCO_3^-) et celui-ci serait facilement réalisable, rapide et non invasif.

Notre objectif principal est d'individualiser la prévention de la survenue du Mal aigu des Montagnes sur le terrain en démontrant qu'une diminution du pH urinaire (alcalinisation) est l'équivalent de l'acclimatation de l'alpiniste, lui permettant de passer au palier supérieur.

II/ MATERIEL ET METHODE

2.1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

Aujourd'hui, la société occidentale, de par un développement économique sans précédent et suite aux nombreux confinements imposés, offre à la majeure partie de la population des opportunités de voyages encadrés en haute et très haute montagne. Ainsi, un milieu qui auparavant ne visait que le public averti et entraîné n'est plus seulement une affaire de spécialistes. Les citoyens, toujours plus nombreux, sont d'autant plus désireux de renouer avec la nature, s'extirper du quotidien et sont à la recherche des sensations fortes. En cela découle une augmentation des accidents qui peuvent parfois être mortels.

La pathologie de haute altitude touche donc de plus en plus de sujets, alors qu'il existe des moyens de prévention. Les consultations dédiées aux voyageurs allant en haute altitude sont mises en place depuis plusieurs années afin d'obtenir de précieux conseils mais encore peu connues du grand public. Un test d'effort en hypoxie y est réalisé afin d'évaluer la chémosensibilité des récepteurs carotidiens et détecter les « mauvais » répondeurs à l'hypoxie. (5)

En parallèle, d'autres moyens de prévention du MAM réalisables par tout médecin se sentant à l'aise avec ces consultations spécialisées peuvent être proposés : prise d'acétazolamide (Diamox®) avant le voyage, en préventif ou en curatif, préparation minutieuse de son parcours, suivi d'un trajet réalisable et par palier progressif, connaissance des signes devant faire ralentir la progression, contact avec une équipe médicale lors du trajet...

L'ensemble de ces précautions sont nécessaires mais non suffisantes à la prévention du MAM, en lien avec la compréhension encore incomplète de sa physiopathologie à ce jour.

Ainsi, nous avons eu l'idée d'évaluer l'intérêt de la mesure de la variation du pH urinaire avec pour objectif l'individualisation au plus près de l'acclimatation de chaque personne afin de réduire ce risque.

2.2 HYPOTHESE

Lors de l'ascension, l'alpiniste déclenche une hyperventilation réflexe due à la baisse de pression partielle d'oxygène ce qui engendre une hypocapnie soit une augmentation du pH plasmatique (alcalose respiratoire). En réaction, le rein contrebalancerait ce déséquilibre en induisant une fuite de

bicarbonate (HCO_3^-) (acidose métabolique) afin de réguler l'homéostasie plasmatique vers le 3eme jour.

2.3 OBJECTIF PRINCIPAL

L'objectif est d'individualiser la prévention de la survenue du Mal Aigu des Montagnes sur le terrain en démontrant qu'une alcalinisation du pH urinaire est l'équivalent de l'acclimatation de l'alpiniste, lui permettant de passer au palier supérieur.

2.4 TYPE D'ETUDE ET DEMARCHES

Il s'agit d'une étude prospective et observationnelle réalisée entre novembre 2022 et mai 2023. Notre recrutement a été ralenti à cause de la crise sanitaire. Par ailleurs, différentes associations et groupes nous ont offert une aide précieuse afin de viser le public le plus large possible.

Nous avons démarché quelques compagnies de voyage, l'Iffremont, le syndicat Interprofessionnel de la Montagne (SIM), le Syndicat National des Guides de Montagne (SNGM), la mailing List de l'hôpital de Perpignan.

2.5 CRITERES D'INCLUSION

Le recrutement était basé sur le volontariat de personnes ayant répondu aux sollicitations (mails, appels, courriers), majeures devant passer au moins 3 jours à une altitude supérieure à 2500m.

Nous avons inclus initialement 15 personnes mais 2 ont été exclues en raison d'un retour incomplet voire absence de données issues de leur expédition ou faute de problèmes techniques.

2.6 QUESTIONNAIRE PREALABLE

Les sujets devaient compléter au préalable (Annexe 1) un questionnaire anonyme détaillant leurs antécédents et leur traitement, leur mode de vie, leurs séjours antérieurs et les antécédents de MAM, la prise de Diamox® (préventif, curatif) et/ou la consommation d'autres substances (alcool, somnifères, autres).

2.7 MISE EN PLACE DE L'ETUDE

Nous avons fourni à plusieurs groupes d'alpinistes/voyageurs un stylo à pH urinaire, ainsi qu'un tableau journalier pré rempli qui leur permettait d'évaluer pendant leur expédition: la qualité de sommeil, le score de Lake Louise ainsi que la valeur de leur pH urinaire.

Nous avons utilisé des stylos à pH urinaire ayant une précision de mesure au 100ième. Il s'agissait du stylo Nekano Testeur PH Mètre Électronique®.

2.8 VARIABLES

Lors des analyses, certaines données ont été regroupées

Score de Lake Louise : le score de Lake Louise (Annexe 2) a été transformé sous la forme suivante :

Score entre 0 et < 3 = MAM léger

Score entre >=3 = MAM modéré ou sévère

Ainsi, pour notre étude nous avons établi que MAM léger = sujet peu symptomatiques donc sujet négatif, et MAM modéré ou sévère = présence de MAM.

Aptitude sportive : Nous avons classé les différents participants en 3 groupes selon leur niveau sportif à savoir :

Faible : randonnée en terrain plat

Moyenne : randonnée avec 500-1000m de dénivelé

Intense : footing > 10km/h, tennis en compétition, randonnée avec dénivelé > 1000m

2.9 ANALYSE DE DONNEES

Le critère d'évaluation était de calculer le risque d'apparition de MAM par le score de Lake Louise en rapport avec une absence d'alcalinisation des urines (absence de diminution du pH urinaire). Les critères secondaires étaient de calculer le lien entre l'apparition de MAM et : le niveau sportif et le tabagisme actif.

Nous avons décrit les variables qualitatives en termes d'effectifs et de pourcentages. Les variables quantitatives quant à elles ont été exprimées sous la forme de moyenne, d'écart type à la moyenne.

Nous avons également réalisé des analyses logistiques univariées en prenant comme référence le résultat du score de Lake Louise définit comme « Normal »

Les Odds Ratio (OR) bruts ont été estimés et leurs intervalles de confiance à 95%.

Toutes les hypothèses ont été testées au risque alpha de 0,05. Les analyses ont été effectuées sous SAS 9.4 (SAS Institute Inc).

III/ RESULTATS

3.1. LA POPULATION

3.1.1 Caractéristiques générales

Nous avons pu recueillir les données de 13 alpinistes français. Il y avait une majorité d'hommes (12), seulement une femme a participé à notre étude. L'âge des participants allait de 29 à 67 ans, avec une moyenne de 47 ans.

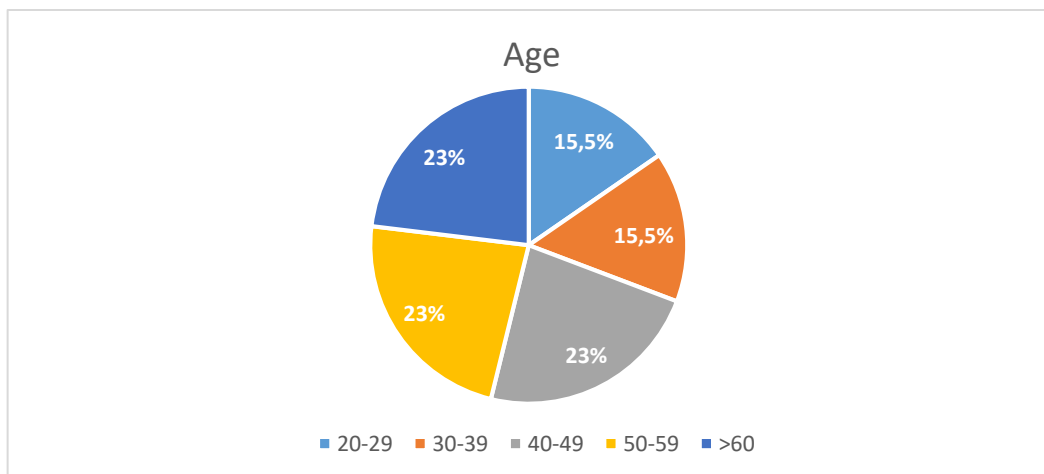


FIGURE 1. DESCRIPTION DE L'AGE DES PARTICIPANTS

3.1.2 Modes de vie et santé

a/ Lieu de vie

Nous avons répertorié l'altitude de leur lieu de vie. L'altitude minimale était de 1m au-dessus du niveau de la mer, et la maximale à 1200m. La plupart des participants vivaient entre 350 et 649m d'altitude (46%). Il n'y en avait seulement 2 au-dessus de 650m et un au-dessus de 1000m (1200m).

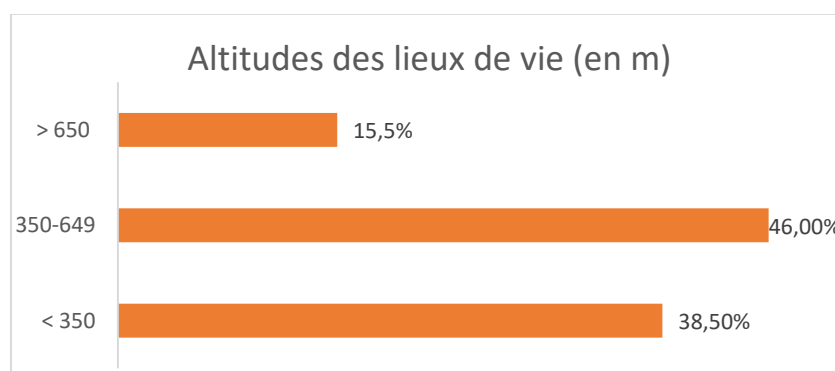


FIGURE 2. REPARTITION EN FONCTION DE L'ALTITUDE DU LIEU DE VIE DES SUJETS

b/ Antécédents et traitements

Trois participants (23%) ont déclaré avoir des problèmes de santé. Parmi ces 3, il y en avait 2 qui présentaient des pathologies cardio-vasculaires.

Le premier consommait un antiagrégant plaquettaire (AAP), des statines et un inhibiteur calcique et le 3eme un AAP, un bêtabloquant, un inhibiteur de l'Enzyme de Conversion (IEC) et une statine.

Concernant les migraines, 3 (23%) avaient déclaré présenter des migraines occasionnelles mais seulement 2 nécessitaient un traitement pour soulager les symptômes (paracétamol) et aucun ne suivait de traitement de fond.

c/ Tabac

Parmi les sujets, 4 étaient des fumeurs actifs (30%), 2 (15%) des anciens fumeurs et 7 étaient non-fumeurs (46,1%).

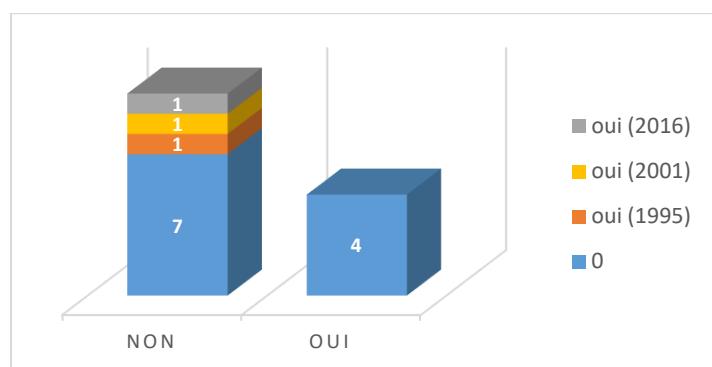


FIGURE 3. REPARTITION DES PARTICIPANTS TABAGIQUES ACTIFS OU SEVRES

d/ Aptitude sportive

Il y avait 6 participants (46%) ayant déclaré avoir une aptitude sportive moyenne et 7 une aptitude intense (54%).

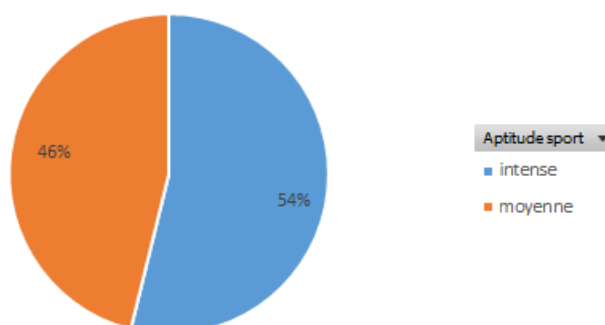


FIGURE 4 REPARTITION EN FONCTION DE L'APTITUDE SPORTIVE

3.1.3 Antécédents de MAM et sévérité

Sept (54%) participants ont déclaré avoir déjà présenté des symptômes de MAM. Six (46%) en sont indemnes. Parmi les 7, deux avaient les critères d'un MAM léger, 3 modéré et 2 sévère (= arrêt de leur ascension à cause des symptômes).

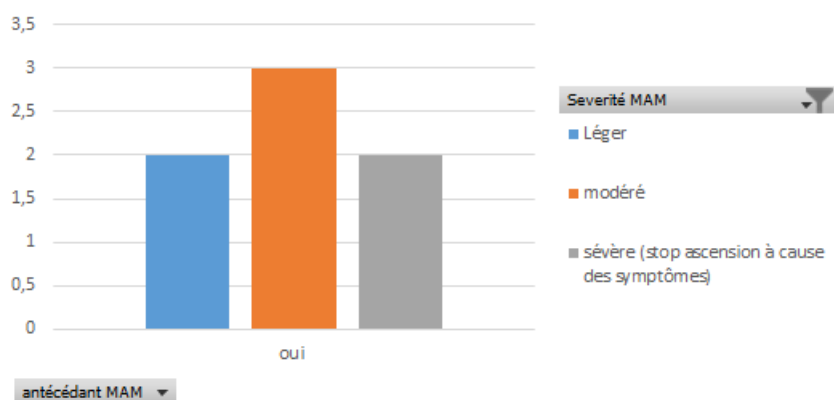


FIGURE 5 SEVERITE DU MAM PARMIS LES POSITIFS

3.2. CONTEXTE DE TRAVAIL : EXPEDITIONS DES DIFFERENTS GROUPES

Nous avons donc pu recueillir les données de personnes ayant effectué des expéditions dans des localisations géographiques différentes :

- Un premier groupe, constitué de 4 hommes de 34 à 52 ans, est parti au mois de février 2023 au Népal pendant 6 jours. Ils sont arrivés en avion à Katmandou (altitude (alt) : 1200m) avec un décalage horaire avec la France de + 4h45. Le lendemain de leur arrivée en avion, ils sont montés en 4x4 jusqu'à Manang (alt 3540m). Leur séjour s'est ensuite déroulé en rayonnement en étoile depuis Manang 3540m avec 10 à 15 km de marche et affûts prolongés par jour entre 3540 et 4000m d'alt. Les 5 nuits ont été passées à la même altitude soit 3540m.

- Un second groupe, constitué de 4 hommes âgés de 48 à 67ans, est parti au mois de janvier 2023 en Inde dans la région du Ladakh pendant 6 jours. Le décalage horaire est de + 3h30. Ils sont partis de Paris en avion, puis leur séjour s'est déroulé en étoile.
- Un troisième groupe, lui constitué de 2 hommes âgés tous les deux de 29 ans, est parti en Trek au Népal en Annapurna du 17 janvier au 29 janvier 2023. Le décalage horaire est de +3h45.
- Un quatrième groupe, constitué de 2 hommes âgés de 53 et 60 ans, est parti à l'Aconcagua du 02 décembre au 11 décembre 2022. Le décalage horaire avec la France est de - 5h.
- Un dernier groupe, duquel nous n'avons recueilli les données de seulement une participante, âgée de 37 ans, est parti au Népal du 03 avril au 12 avril 2023. L'expédition a commencé au départ de Lukla (alt 2840m) après un vol en avion de Katmandou (alt 1350m). Il s'est déroulé dans la région de Khumbu. Le décalage horaire par rapport à son lieu de résidence (La Réunion) est de +1h45. Elle avait de plus réalisé une semaine en amont sur place.

3.3. LIEN ENTRE MAM ET PARAMETRES MESURES

3.3.1. MAM et pH urinaire

Nous avons donc évalué le lien entre variation du pH urinaire et apparition de MAM. Nous avons obtenu une différence significative en démontrant qu'il y avait 5,3 plus de Mal Aigu des Montagnes chez ceux chez qui le rein n'avait encore pas excrété suffisamment de HCO₃⁻ (diminution du pH urinaire) et donc considéré comme non acclimaté. L'Odds Ratio (OR) est calculé à 5,29 avec un Intervalle de Confiance (IC) [1,87-14,92] p-value : <0,01.

3.3.2. MAM et aptitude sportive

Un sportif ayant une pratique sportive moyenne a environ 2,24 fois plus de risque d'avoir un MAM qu'un sportif ayant une pratique intensive (OR 2,24 IC [0,81 - 6,17] P-value : 0,12).

3.3.3. MAM et tabagisme actif

Nous avons montré qu'une personne tabagique active présente un risque plus élevé de présenter un MAM (OR 3,33 IC [1,17-9,51] P-value : 0,02) que les autres.

IV/ DISCUSSION

4.1 CONTEXTE

Cette petite étude observationnelle a permis de nous pencher sur le lien entre le pH urinaire (mesure facile et rapide à réaliser sur le terrain) et l'apparition du MAM en cette époque où de plus en plus de personnes partent en Montagne sans forcément de préparation en amont. Il s'agit presque d'une urgence sanitaire.

Malgré notre faible effectif, des liens statistiquement significatifs ont pu être établis entre le fait de ne pas baisser son pH urinaire et le fait de présenter des symptômes de MAM. Ceci malgré le respect des bonnes pratiques d'ascension qui sont de ne pas dépasser 400m de différence d'altitude entre deux nuits consécutives passé 3000m avant acclimatation (le fameux « monter haut mais dormir bas) (6).

Dans notre étude, la prévalence du MAM évaluée par le score de Lake Louise avec un score strictement supérieur à 2 points (donc MAM modéré et sévères) était de 69% (soit 9 personnes). La littérature est variable concernant la prévalence de MAM avec par exemple en 2015, une étude réalisée par Waeber et al qui rapportait des moyennes de prévalence de MAM allant de 30 à 60% mais ces chiffres variaient en fonction du mode d'ascension. Pour rappel, l'étude était faite chez des sujets sans prophylaxie (6). Nous aurions pu séparer MAM modéré et MAM sévère mais nous aurions fortement perdu en puissance du fait de notre faible échantillon. La plus forte prévalence de MAM dans notre étude peut être dû à un biais de déclaration. Souvent, lors de nos inclusions, nous n'avions pu contacter qu'un responsable par groupe, ainsi les consignes y ont pu être déformées. De plus, le fait d'être témoins de la variation de ses propres valeurs de pH urinaire sans notion médicale en parallèle pour pouvoir les interpréter en situation, ainsi que répondre à un questionnaire journalier ont pu biaiser les résultats du score de Lake Louise par effet nocebo. Les sujets ont pu surestimer leurs symptômes, d'autant que nous n'avons utilisé que l'auto-évaluation du score de Lake Louise. D'ailleurs, il y avait plus « d'amateurs » dans notre étude que d'alpinistes aguerris contrairement aux grandes méta-analyses réalisées sur le sujet. On peut donc supposer une plus grande appréhension de l'apparition de MAM et une moins bonne connaissance de leur corps (la plupart d'ailleurs ne connaissait pas cette pathologie avant que nous ne les contactions).

4.2 ANALYSE DES RESULTATS

Le lien entre MAM et pratique sportive est, dans notre étude, discordante avec les études déjà réalisées sur le sujet. En effet, nous montrons que les patients ayant un niveau d'activité physique moyen sont plus à risque de présenter un MAM que les patients ayant une activité physique intense alors que les études mettent en évidence le contraire (7). Néanmoins, notre résultat n'est pas interprétable avec une Pvalue trop élevée (0,12) et l'IC comprenant 1. Il est montré que les sujets régulièrement entraînés en endurance sont plus à risque de MAM sévère que les sédentaires. De plus, nous n'avons pas séparé MAM léger, MAM modéré et MAM sévère. Un facteur limitant conséquent est le fait qu'aucun des sujets dans notre échantillon ne s'était déclaré dans le groupe « niveau d'activité physique faible ». Il aurait fallu avoir un échantillon plus varié, voir plus être plus précis, avec par exemple une mesure de la VO2max, même si aucun lien n'a encore montré le lien entre VO2max et sensibilité au MAM.

Nous avons également montré qu'un patient fumeur présente un risque plus élevé de présenter un MAM qu'une personne non fumeuse. Mais les études sur le sujet, même des méta- analyses sont discordantes. Certaines montrent qu'il n'y a pas de lien comme l'équipe de Vinnikov et al. (8), en 2016 (OR 0.88, 95% CI, 0.74 to 1.05), alors que l'équipe de Xu et al (9) elle, montre même que le tabac serait un facteur protecteur. De tels résultats si disparates peuvent être expliqués car de nombreux biais n'ont pas été pris en compte dans ces études comme l'âge, l'altitude, les tests statistiques utilisés, la population étudiée, le mode ascensionnel...

Notre hypothèse pour expliquer notre résultat serait que les chémorécepteurs présenteraient une absence de sensibilité à l'hypoxie engendrant une adaptation plus lente. De plus, nous pouvons penser que la personne serait victime d'une altération de la membrane alvéolo-interstitielle plus importante qu'une personne vierge de tabac concourant donc à un trouble de la diffusion (DLCO plus basse) et donc une moins bonne oxygénation des tissus.

4.2 PERSPECTIVE D'UTILISATION

Cette recherche préliminaire est intéressante et nécessite des études complémentaires sur le sujet afin d'individualiser au maximum la prévention de cette pathologie.

A notre connaissance, il n'existe pas d'étude sur le même sujet à ce jour. Une étude au Mont Blanc avait été réalisée mais pour mesurer le pH plasmatique sur un petit groupe d'individu. Aussi, d'autres paramètres ont été évalués comme le lien entre MAM et saturation en O2 nocturne par exemple. Notre objectif dans cette étude était d'essayer de trouver un moyen simple et pratique pour les

alpinistes, déjà suffisamment investis lors de leur ascension (matériel, alimentation, gestion de la fatigue) dans le but d'éliminer un facteur supplémentaire de stress qui permettra de limiter l'arrêt de l'ascension. Cette dernière est souvent préparée depuis des années tant sur le plan organisationnel que financier pour la plupart. En effet, des études ont d'ailleurs prouvé qu'il y a un fort lien entre stress et MAM (10).

De nombreuses idées fleurissent pour des analyses supplémentaires de plus grandes ampleurs comme par exemple pondérer nos résultats avec le sexe, l'IMC, l'altitude du lieu de résidence, la localisation géographique du voyage, pré acclimatation en tente, niveau de stress.

Nous pourrions également imaginer inclure des personnes ayant réalisées le test d'hypoxie avec un score de SHAI afin de déterminer un éventuel lien entre chémosensibilité des récepteurs carotidiens et adaptation rénale à l'altitude.

4.3 Analyse critique de l'étude

4.3.1 Limites et biais

L'étude est observationnelle et descriptive, réalisée à l'aide d'un auto-questionnaire journalier, des automesures de pH urinaire via un stylo à pH et multicentrique.

Plusieurs biais peuvent être mentionnés.

Le biais de sélection : notre échantillon comporte seulement 13 alpinistes et n'est pas représentatif de la population car seulement une femme a participé à notre étude (6,6%). Les études rapportent une sous-représentation féminine (de 20,3% à 43,7%) mais en augmentation ces dernières années (11).

Un biais d'information et de mémorisation : le questionnaire pré exposition nécessitait un rappel des événements antérieurs : antécédents de MAM, voyages, prises de médicaments...

Le biais de classement dû à un défaut d'appareil de mesure. La précision au centième était faible et surtout il ne s'agissait pas d'un stylo à pH référencé. Les mesures ont pu être biaisées par le passage dans des variations de températures extrêmes.

Le biais de déclaration : les sujets ont répondu eux-mêmes au questionnaire de Lake Louise ainsi qu'au questionnaire journalier. Alors, avec la fatigue de l'expédition, les biais liés à la prise de somnifère, l'altitude, l'apparition du MAM pouvaient aboutir à des réponses ne correspondant pas à la réalité.

Notre faible échantillon engendre un manque de puissance. De plus, il nous manquait des données dues aux difficultés de terrain et également à la séparation de certains groupes en milieu de voyages.

4.3.2 Points forts

A notre connaissance, aucune étude antérieure n'a réalisé de telles analyses. Il s'agit donc d'un point novateur qui pourrait être rapidement mis en pratique pour les alpinistes.

Les expéditions ont été réalisées dans différentes localisations du globe, même si ça n'est encore pas totalement prouvé, cette donnée pourrait malgré tout avoir un impact sur l'apparition de MAM.

V/ CONCLUSION

Cette étude a permis d'établir une première relation entre Mal Aigu des Montagnes et pH urinaire. De nombreux facteurs de risques sont connus mais pas tous statistiquement démontrés comme étant en lien avec l'apparition d'un MAM. Ainsi, les voyageurs ont tendance à se perdre dans les différentes informations reçues de part et d'autre (médecins, amis, internet, agence de voyage).

Le fait d'individualiser la prévention du MAM par une analyse indirecte reflétant les mécanismes d'adaptation pourrait permettre de prévenir les complications pouvant être mortelles. Bien qu'il s'agisse d'une manipulation supplémentaire, les voyageurs ne nous l'ont pas rapporté comme étant contraignante lors de leur séjour. Le stylo est de petite taille, léger et facilement transportable.

L'interprétation est simple et didactique, point important pour des personnes pouvant être moins objectives vis-à-vis de leurs symptômes après plusieurs jours d'expéditions en haute altitude.

De futures études pourraient être réalisées, dans un premier temps pour confirmer notre hypothèse avec une plus large population et si nos résultats se confirmaient, envisager de créer une application ou un score qui « autoriserait » ou non la personne à passer au palier supérieur lors de son ascension.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) Honigman B, Theis MK, Koziol-McLain J, et al. Acute mountain sickness in a general tourist population at moderate altitudes. *Ann Intern Med* 1993;118:587-92. [Erratum, *Ann Intern Med* 1994;120:698.]
- (2) Maggiorini M, Bühler B, Walter M, Oelz O. Prevalence of acute mountain sickness in the Swiss Alps. *BMJ*. 13 oct 1990;301(6756):853-5.
- (3) Rodway GW, Hoffman LA, Sanders MH. High-altitude-related disorders—part I: pathophysiology, differential diagnosis, and treatment. *Heart & Lung*. nov 2003;32(6):353-9.
- (4) 1992 (from 1991 symposium). THE LAKE LOUISE CONSENSUS ON THE DEFINITION AND QUANTIFICATION OF ALTITUDE ILLNESS In: Sutton JR, Houston CS, Coates G, Editors. *Hypoxia and Mountain Medicine*. Burlington, VT: Queen City Press; 1992. p. 327-330.
- (5) Validation des critères justifiant une consultation en médecine avant un séjour en altitude, en vue de l'élaboration d'un auto-questionnaire à destination du grand public.
- (6) Hackett PH, Rennie D, Levine HD. The incidence, importance, and prophylaxis of acute mountain sickness. *Lancet*. 1976 Nov 27;2(7996):1149-55. doi: 10.1016/s0140-6736(76)91677-9. PMID: 62991.
- (7) Richalet JP, Larmignat P, Poitrine E, Letournel M, Canouï-Poitrine F. Physiological risk factors for severe high-altitude illness: a prospective cohort study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2012 Jan 15;185(2):192-8. doi: 10.1164/rccm.201108-1396OC. Epub 2011 Oct 27. PMID: 22071330.
- (8) Vinnikov D., Blanc P. D., Steinmaus C. Is smoking a predictor for acute mountain sickness? findings from a meta-analysis. *Nicotine and Tobacco Research*. 2016;18(6):1509–1516. doi: 10.1093/ntr/ntv218.
- (9) Xu C., Lu H. X., Wang Y. X., Chen Y., Yang S. H., Luo Y. J. Association between smoking and the risk of acute mountain sickness: a meta-analysis of observational studies. *Military Medical Research*. 2016;3(37) doi: 10.1186/s40779-016-0108-z.
- (10) Talks BJ, Campbell C, Larcombe SJ, Marlow L, Finnegan SL, Lewis CT, Lucas SJE, Harrison OK, Pattinson KTS. Baseline Psychological Traits Contribute to Lake Louise Acute Mountain Sickness Score at High Altitude. *High Alt Med Biol*. 2022 Mar;23(1):69-77. doi: 10.1089/ham.2021.0073. PMID: 35353609; PMCID: PMC8982137
- (11) Moraldo D. Les rapports entre les genres dans l'alpinisme français et anglais. *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine* [Internet]. 15 août 2013 [cité 16 sept 2023];(101-1). Disponible sur: <https://journals.openedition.org/rga/2026>.

ANNEXES

Annexe 1 : questionnaire préexposition

Questionnaire anonyme avant expédition

1/ Informations générales :

date de naissance :

sexe :

Grossesse en cours : oui / non

2/ Terrain :

Pathologies cardio-pulmonaire :

antécédent de migraine : oui / non

traitement habituel :

Tabagisme : jamais / actif / sevré (année du sevrage :

Altitude du lieu de vie :

Aptitude aux efforts cardio-respiratoire :

faible (randonnée en terrain plat)

moyenne (randonnée avec 500-1000m de dénivelé)

intense (footing > 10km/h, tennis en compétition, randonnée avec dénivelé > 1000m)

3/ Histoire personnelle de mal aigu des montagnes

Exposition à une altitude > 3000m ? oui / non

Si oui : 3000m-4000m // 4000m-5000m // > 5000m

Antécédent de mal aigu des montagnes : oui / non

Si oui,

- a) à quelle altitude :
3000m-4000m // 4000m-5000m // > 5000m
- b) évaluation de la sévérité selon score de Lake Louise (cf page 2) :
MAM léger / modéré / sévère

Prise de traitement préventif (avant apparition des symptômes) au cours de l'ascension ?

DIAMOX / CORTICOIDES / PARACETAMOL / BENZODIAZEPINE / AUTRES

Prise de traitement curatif ?

DIAMOX / CORTICOIDES / PARACETAMOL / BENZODIAZEPINE / AUTRES

Arrêt de l'ascension à cause des symptômes ?

oui / non

Consommation d'alcool ayant pu favoriser le MAM ?

oui / non

Consommation de somnifères pendant le séjour?

oui/non

Annexe 2 : Score de LAKE LOUISE pour l'évaluation du MAM

A/ Mal de tête :

0 : Absence

1 : Léger

2 : Modéré

3 : sévère, invalidant

2 : Nombreux réveils

3 : Je n'ai pas dormi de la nuit

B/ Symptômes gastro-intestinaux

0 : Absence

1 : Perte d'appétit et/ou nausées légères

2 : Nausées modérées et/ou vomissements

3 : Nausées sévères ET vomissements

C/ Fatigue :

0 : Absence, en forme

1 : légère fatigue/faiblesse

2 : fatigue ou faiblesse modéré

3 : Fatigue importante, invalidante

D/ Vertiges :

0 : Absence

1 : Légers

2 : Modérés

3 : sévères, invalidants

E/ Qualité du sommeil

0 : Comme d'habitude

1 : Moins bon qu'à l'accoutumée

