

Ballade en montagne: quel danger pour nos poumons?

De la physiologie de l'OPHA à sa prise en charge

Dr MATTHIEU DE RIEDMATTEN^a

Rev Med Suisse 2018; 14: 220-2

INTRODUCTION

La haute altitude est définie par une altitude supérieure à 2500 mètres, mais des changements physiologiques ont lieu dès 1500 mètres déjà.¹ C'est donc à partir de ces hauteurs relativement peu importantes que l'individu est exposé, surtout en l'absence d'acclimatation, au risque de développer une maladie d'altitude. Les principales maladies sont le mal aigu des montagnes (MAM), l'œdème cérébral de haute altitude (OCHA) et l'œdème pulmonaire de haute altitude (OPHA). L'OPHA est une entité physiopathologique pouvant survenir isolément ou en association avec un MAM ou un OCHA. Cet article traite plus particulièrement les aspects concernant l'OPHA qui peut être à l'origine de la dyspnée de l'alpiniste.

ACCLIMATATION ET PHYSIOLOGIE

La proportion d'oxygène dans l'air est de 20,94% et reste constante. La pression partielle en oxygène – et donc la quantité inspirée et disponible d'oxygène – diminue quant à elle avec la baisse de la pression atmosphérique due à l'altitude.¹⁻⁴ Cette diminution de la pression partielle en oxygène a pour conséquence une réduction de la quantité d'oxygène dans le sang artériel et est la cause des maladies d'altitude.

L'acclimatation du corps humain à l'altitude est un processus d'adaptation complexe et varié qui débute quelques heures déjà après l'arrivée à une nouvelle altitude plus élevée et se poursuit durant plusieurs jours. Il vise à rétablir une pression partielle d'oxygène tissulaire adéquate, malgré une pression partielle d'oxygène diminuée dans l'atmosphère.¹ Quelques minutes déjà après l'exposition à l'altitude, une hyperventilation alvéolaire se développe, qui permet une augmentation de la saturation artérielle en oxygène et provoque une diminution de la capnie. Le pH se normalise au bout de quelques jours, ce processus pouvant être accéléré grâce à la prise d'acétazolamide.⁵ L'hémoconcentration est un autre moyen important d'acclimatation, résultant d'une diminution initiale du volume plasmatique (possiblement par le biais de l'hyperventilation, de la perte de liquide liée à l'activité physique et d'une augmentation de la perméabilité capillaire), puis dans un deuxième temps d'une stimulation de l'érythropoïèse.¹

Associée à l'hyperventilation alvéolaire, l'augmentation de la quantité des globules rouges permet une quasi normalisation du contenu sanguin en oxygène en une à deux semaines.⁵ La déviation vers la gauche de la courbe de dissociation de l'hémoglobine au niveau des capillaires pulmonaires est également un mécanisme adaptatif important, permettant d'augmenter l'affinité de l'oxygène pour l'hémoglobine et facilitant son transport vers les tissus. Finalement, la vasoconstriction hypoxique des artères pulmonaires permettrait de protéger les régions pulmonaires non ventilées en limitant leur perfusion et diminuant ainsi l'effet shunt.

PRÉVENTION

La meilleure prévention des maladies d'altitude est une acclimatation adéquate, caractérisée par une vitesse d'ascension graduelle (**tableau 1**).⁵

Le processus physiologique d'acclimatation permettra ainsi de compenser le manque d'oxygène ambiant.⁵ Ce processus dépend de multiples paramètres (altitude de vie, susceptibilité individuelle, ascension prévue), il est difficile d'établir des règles universelles.⁵ Une acclimatation optimale n'est pas toujours possible. Ainsi, dans certaines circonstances, telle qu'une montée incompressible en altitude (atterrissage à l'aéroport de La Paz, en Bolivie), une prophylaxie des maladies d'altitude peut être envisagée (**tableau 2**). Mais elle ne devrait en aucun cas se substituer à une acclimatation judicieuse, si celle-ci est réalisable.

PHYSIOPATHOLOGIE

La physiopathologie – complexe – de l'OPHA est notamment liée à un mécanisme de vasoconstriction hypoxique excessive des artères pulmonaires, induisant une hypertension artérielle pulmonaire (HTAP). La pression artérielle pulmonaire moyenne s'élève dans ce cas à environ 40 mmHg, alors que la valeur normale à une altitude de 4500 m est de 25 à 30 mmHg. L'HTAP induit, via des contraintes mécaniques, des microlésions sur la très mince membrane alvéolocapillaire. Cette

TABLEAU 1 Règles de base de l'acclimatation à l'altitude

- Dès 3000 mètres, ne pas dépasser 300-600 mètres de dénivellation supplémentaire entre deux nuits de sommeil
- Observer une journée de repos tous les 3 à 4 jours

(Adapté de réf.⁶).

^aPrésident du GRIMM, Responsable de la consultation d'altitude de la CRR de la Suva à Sion, FMH médecine interne générale, anesthésiologie et soins intensifs, Chemin des Chênes 12, 1971 Grimisuat
matderied@yahoo.fr

TABLEAU 2 Prévention médicamenteuse des maladies d'altitude

MAM: mal aigu des montagnes; OCHA: œdème cérébral de haute altitude; OPHA: œdème pulmonaire de haute altitude; SR: slow release.
 a De très hautes doses de *dexaméthasone* (4 mg chaque 6 heures), ou une association d'*acétazolamide* et de *dexaméthasone* peuvent être envisagées en cas de situation à très haut risque comme l'hélicoptage de personnel militaire, de recherches, ou de secours à des altitudes supérieures à 3500 mètres. Ces personnes doivent pouvoir compter immédiatement sur leur entière capacité physique et mentale, et une telle prophylaxie doit se limiter strictement à ces seules indications.
 b La prévention secondaire de l'OCHA ou de l'OPHA devrait faire l'objet d'une consultation spécialisée en médecine de montagne.

MAM / OCHA	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Acétazolamide</i> 125 mg 2 x/j PO - Posologie pédiatrique: 2,5 mg/kg 2 x/j PO - A débiter 24 heures avant d'atteindre une altitude supérieure à 2500 mètres • <i>Dexaméthasone</i>^a 2 mg 4 x/j PO ou 4 mg 2 x/j PO - Posologie pédiatrique: ne devrait pas être utilisé comme prophylaxie - A débiter le jour de l'arrivée à plus de 2500 mètres d'altitude
OPHA	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Nifédipine</i>^b 30 mg SR 2 x/j PO ou 20 mg SR 3 x/j PO • <i>Tadalafil</i>^b 10 mg 2x/j PO ou <i>sildénafil</i> 50 mg 3 x/j PO

(Adapté des réf. 6,11,12).

perte d'intégrité provoque la fuite d'un liquide riche en protéines et comble l'espace alvéolaire. Ceci a pour effet de perturber les échanges gazeux et d'endommager encore plus la paroi alvéolaire, via la libération de médiateurs inflammatoires. L'hypoxie s'aggrave, provoquant une nouvelle élévation des pressions pulmonaires et conduisant à un nouveau cercle vicieux.²

Le dysfonctionnement de certains canaux sodiques alvéolaires représente un deuxième mécanisme contribuant à la survenue de cet œdème. Chez les patients sensibles à l'OPHA, ces canaux «amiloride-sensibles» dysfonctionnent, favorisant ainsi la survenue des symptômes. Ces canaux peuvent être stimulés par les β-mimétiques, ce qui en explique les effets potentiellement bénéfiques.²

MANIFESTATIONS CLINIQUES DE L'ŒDÈME PULMONAIRE

L'OPHA est un œdème pulmonaire non cardiogénique, pouvant se développer en l'absence de MAM, en général 1 à 4 nuits après l'arrivée en altitude.¹ Le symptôme initial est fréquemment une diminution soudaine et inexplicable de la performance physique, suivie d'une dyspnée d'effort, puis de repos. Une toux est souvent présente, d'abord sèche, puis parfois accompagnée de crachats hémoptoïques, reflets du comblement alvéolaire. Une tachypnée, une cyanose ou encore un état fébrile associés sont possibles. L'OPHA peut rapidement évoluer et aboutir à une défaillance pulmonaire sévère, ainsi qu'à une hypoxémie potentiellement mortelle. L'important manque d'oxygène lié au développement de l'OPHA augmente par ailleurs le risque de développer parallèlement un MAM^{7,8} ou un OCHA.⁹

PRINCIPES DE PRISE EN CHARGE

La prise en charge des maladies d'altitude peut aller du traitement symptomatique sur site à l'évacuation en urgence.

Trois principes fondamentaux sont à respecter lors de la prise en charge des maladies d'altitude:

1. La descente accompagnée d'au moins 1000 mètres est le meilleur traitement des maladies d'altitude, non seulement en raison de l'augmentation de la pression partielle d'oxygène, mais également de l'amélioration des possibilités de prise en charge médicale.
2. L'augmentation de la pression partielle d'oxygène sur site (caisson hyperbare^{9,10} ou apport direct d'oxygène) est toujours bénéfique.
3. Aucun autre traitement ne doit retarder la descente lorsque celle-ci est indiquée.

TRAITEMENTS MÉDICAMENTEUX

A côté des traitements symptomatiques (paracétamol, anti-inflammatoires, antiémétiques), les médicaments les plus étudiés et reconnus dans la prévention ou le traitement des maladies d'altitude sont l'*acétazolamide*, la *dexaméthasone*, la *nifédipine* et le *sildénafil*. Chacun de ces médicaments possède une indication bien précise (tableau 3).

La *nifédipine*, un vasodilatateur périphérique agissant également au niveau de la circulation pulmonaire, est le principal traitement médicamenteux de l'OPHA. Récemment, l'utilisation du *sildénafil* a été reconnue dans cette indication. Dans les cas d'OPHA avancé, l'adjonction de la *dexaméthasone* au traitement vasodilatateur est fortement conseillée.

TABLEAU 3 Traitement médical des maladies d'altitude

	Médicaments	Prise en charge
MAM léger	Traitement symptomatique*	Repos jusqu'à résolution des symptômes
MAM léger à modéré	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Paracétamol</i> 1 gr 4 x/j PO • <i>Acétazolamide</i> 250 mg 2 x/j PO • Posologie pédiatrique: 2,5 mg/kg 2 x/j PO 	<ul style="list-style-type: none"> • Repos, hydratation • Stopper l'ascension
MAM sévère	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Dexaméthasone</i> 8 mg (IM, IV ou PO), puis 4 mg 4 x/j jusqu'à résolution des symptômes • Posologie pédiatrique: 0,15 mg/kg 4 x/j 	<ul style="list-style-type: none"> • Descente jusqu'à résolution des symptômes (au moins 1000 mètres) • Oxygène 2-4 l/min, si disponible • Caisson hyperbare^{9,10} si descente impossible
OCHA	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Dexaméthasone</i> 8 mg (IM, IV ou PO), puis 4 mg 4 x/j jusqu'à résolution des symptômes • Posologie pédiatrique: 0,15 mg/kg 4 x/j 	<ul style="list-style-type: none"> • Descente immédiate jusqu'à résolution des symptômes (au moins 1000 mètres) • Oxygène 2-4 l/min, si disponible • Caisson hyperbare^{9,10} si descente impossible
OPHA	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Nifédipine</i> 20 mg SR 3 x/j PO ou • <i>Tadalafil</i> 10 mg 2 x/j ou • <i>sildénafil</i> 50 mg 3 x/j PO <p>⇒ Compléter le traitement avec de la <i>dexaméthasone</i> si le tableau clinique présenté évoque la présence d'un MAM modéré à sévère ou d'un OCHA associé</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Repos maximum • Descente jusqu'à résolution des symptômes (au moins 1000 mètres) • Oxygène pour SpO₂ > 90% • Caisson hyperbare^{9,10} si descente impossible

(Adapté des réf. 1,6).

- 1 Imray C, Booth A, Wright A, et al. Acute altitude illnesses. *BMJ* 2011;343:d4943.
- 2 Marx JA, Hockberger RS, Walls RM, et al. Rosen's emergency medicine: concepts and clinical practice. 7th edition. Philadelphia: Mosby/Elsevier, 2010;1917-28.
- 3 Bärtsch P, Vock P, Maggiorini M, et al. Respiratory symptoms, radiographic and physiologic correlations at high altitude. In *Hypoxia: The Adaptations*. In: Sutton JR, Coates G, and Remmers JE. eds. Philadelphia, PA : BC Dekker, 1990.
- 4 Grocott MP, Martin DS, Levett DZ, et al. Arterial blood gases and oxygen content in climbers on Mount Everest. *N Engl J Med* 2009;360:140-9.
- 5 Muza SR, Beidleman BA, Fulco CS. Altitude preexposure recommendations for inducing acclimatization. *High Alt Med Biol* 2010;11:87-92.
- 6 Luks AM, McIntosh SE, Grissom CK, et al. Wilderness Medical Society consensus guidelines for the prevention and treatment of acute altitude illness. *Wilderness Environ Med* 2010;21:146-55.
- 7 Auerbach PS, Donner HJ, Weiss EA. Field guide to wilderness medicine. 3rd ed. Maryland Heights: Mosby, Inc., 2008;1-12.
- 8 Gallagher SA, Hackett PH. High-altitude illness. *Emerg Med Clin North Am* 2004;22:329-55.
- 9 Roach RC, Bärtsch P, Oelz O, et al. The Lake Louise acute mountain sickness scoring system. In: Sutton JR, Houston CS, Coates G, eds. *Hypoxia and molecular medicine*. Springfield: Queen City Press, 1993;272-4.
- 10 Imray CH, Clarke T, Forster PJ, et al. Carbon dioxide contributes to the beneficial effect of pressurization in a portable hyperbaric chamber at high altitude. *Clin Sci (Lond)* 2001;100:151-7.
- 11 Maggiorini M. Prevention and treatment of high-altitude pulmonary edema. *Prog Cardiovasc Dis* 2010;52:500-6.
- 12 Maggiorini M, Brunner-La Rocca HP, Peth S, et al. Both tadalafil and dexamethasone may reduce the incidence of high-altitude pulmonary edema: a randomized trial. *Ann Intern Med* 2006;145:497-506.