

Apport de l'hypoxie dans l'activité physique chez la personne ayant une obésité: une revue narrative

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt financier ou personnel en rapport avec cet article.

Article reçu en août 2020, accepté en octobre 2020.

Role of hypoxia in the management of physical activity in individuals with obesity: a narrative review

Aline Reinmann¹ (Msc, PT), Anne-Violette Bruyneel¹ (PhD, PT)

MOTS-CLÉS

Obésité / gestion du poids / activité physique / hypoxie

KEYWORDS

Obesity / weight loss management / physical activity / hypoxia

RÉSUMÉ

Introduction: Réaliser un programme d'activité physique en hypoxie serait bénéfique pour la gestion du poids et pourrait donc être un outil thérapeutique intéressant pour les personnes ayant une obésité. En plus des bienfaits sur la perte de poids, l'hypoxie pourrait améliorer certaines comorbidités cardiométaboliques ou mécaniques liées à l'obésité. En revanche, certaines comorbidités peuvent être exacerbées par le manque d'oxygène. L'objectif de cette revue était de proposer un état des lieux des articles concernant l'usage thérapeutique de l'hypoxie comme traitement de l'obésité, d'évaluer les risques et les modalités recommandées dans la pratique.

Développement: L'apport de l'hypoxie lors d'un programme d'activité physique est bénéfique pour la perte de poids, la diminution du taux de masse grasse, l'Indice de Masse Corporelle (IMC) et le tour de taille. Elle offre, de plus, l'avantage de pouvoir s'entraîner à des intensités plus basses, diminuant ainsi les charges mécaniques sur les articulations. Des améliorations des paramètres physiologiques comme la sensibilité à l'insuline sont possibles.

Discussion/Conclusion: Outre les effets probants de l'hypoxie sur la composition corporelle de la personne ayant une obésité, aucun événement indésirable n'a été relevé dans les études réalisées jusqu'à présent. L'entraînement en hypoxie pourrait donc être un outil de traitement intéressant et sûr pour la personne ayant une obésité. Des études supplémentaires permettront de clarifier les modalités adéquates alliant efficacité et sécurité pour le patient, de comprendre le mécanisme entraînant la perte de poids et d'offrir des réponses plus précises sur l'effet de l'hypoxie sur les comorbidités liées à l'obésité.

ABSTRACT

Introduction: Performing a physical activity under hypoxia is beneficial for weight management and is therefore a potential therapeutic tool for individuals with obesity. In addition to its weight loss benefits, hypoxia improves certain cardiometabolic or mechanical comorbidities associated with obesity. However, some comorbidities may be exacerbated by the lack of oxygen. The present review aims to examine the literature regarding the therapeutic use of hypoxia in obesity, to assess the hypoxia-related risks, and to evaluate the recommended modalities in practice.

Development: Adding hypoxia to a physical activity program is beneficial for weight loss and reduction in fat mass, body mass index (BMI), and waist circumference. Moreover, it offers the possibility to train at a lower intensity, thus reducing the mechanical load on the joints. Improvements in physiological parameters such as insulin sensitivity may be observed.

Discussion/Conclusion: Previous studies have demonstrated conclusive effects of hypoxia on the body composition of obese individuals, and no adverse events have been identified. Therefore, hypoxia training is a potentially noteworthy and safe treatment tool for obese individuals. Further research is needed to elucidate the appropriate modalities that combine efficacy and patient safety, understand the effect mechanism of hypoxia on weight loss, and gain precise insights into the effect of hypoxia on obesity-related comorbidities.

INTRODUCTION

La prévalence de l'obésité dans les pays occidentaux est en constante augmentation provoquant une hausse des comorbidités qui l'accompagnent (diabète de type II, hypertension, maladies cardio-vasculaires, etc.).⁽¹⁾ L'obésité étant considérée comme la deuxième cause de mort prématurée évitable après le tabac⁽²⁾, il est important de trouver des prises en charge efficaces pouvant aider ces personnes dans la perte de poids et la diminution des comorbidités associées⁽¹⁾. L'activité physique est considérée comme indispensable pour la prévention et le traitement de l'obésité⁽³⁾. Elle est essentielle pour diminuer le risque cardio-vasculaire et la mortalité. L'étude de Lee *et al.* (1999), évaluant près de 22 000 hommes, a montré que l'obésité n'augmente pas le risque de mortalité chez les hommes actifs⁽⁴⁾. Ainsi, une personne en état d'obésité réalisant de l'activité physique régulièrement n'a pas plus de risque de mortalité qu'une personne ayant un indice de masse corporelle (IMC) dans la norme. Dès lors, les personnes ayant une obésité devraient être encouragées à améliorer leur condition cardio-respiratoire en pratiquant une activité physique régulière d'intensité modérée, qui leur sera bénéfique, même si elles restent en surpoids⁽⁴⁾. Toutefois, l'adhérence au traitement est difficile, notamment du fait que les personnes ayant une obésité souffrent fréquemment de douleurs ostéo-articulaires provoquées par une charge mécanique plus importante sur leurs articulations⁽⁵⁾. Il faudrait donc encourager la réalisation d'une activité physique tout en allégeant les contraintes sur leurs articulations. En ce sens, travailler en hypoxie pourrait être un bon allié dans la gestion du poids, car elle permet de diminuer les contraintes sur les articulations tout en maintenant une stimulation cardiométabolique importante⁽⁶⁾. Elle pourrait ainsi favoriser la perte de poids⁽⁷⁾.

Hypoxie

La médecine hypoxique est en plein essor. Le nombre de salles hypoxiques créées récemment et l'attribution en 2019 du prix Nobel de médecine pour les travaux de Kaelin, Ratcliffe et Semenza sur « la façon dont les cellules détectent et s'adaptent à la disponibilité de l'oxygène » l'attestent^(8,9). L'hypoxie consiste à réduire la quantité d'oxygène distribuée aux tissus par une diminution de la saturation en oxygène du sang artériel⁽¹⁰⁾. Elle peut être réalisée soit par un changement de pression barométrique (altitude réelle, chambres hypoxiques hypobariques), soit par une diminution de la fraction d'oxygène inspirée (chambres hypoxiques normobariques)^(10,11). Ces modifications induisent une diminution de la pression inspirée d'oxygène puis une diminution de la pression artérielle en oxygène qui entraîne une augmentation de la ventilation pour maintenir l'apport en oxygène aux tissus⁽¹¹⁾.

Ces stimuli d'hypoxie peuvent être obtenus par « l'Intermittent Hypoxic Exposure » (IHE) ou « l'Intermittent Hypoxic Training » (IHT). L'IHE correspond à une exposition passive à l'hypoxie de quelques minutes à quelques heures, répétées sur plusieurs jours⁽¹²⁾. L'IHT est en revanche une pratique physique active dans des conditions d'hypoxie. Le reste de la journée se déroule en normoxie⁽¹²⁾. Différentes options découlent alors de ces pratiques : s'entraîner en altitude et vivre en plaine, s'entraîner en altitude et vivre en altitude ou vivre en altitude et s'entraîner en plaine⁽¹²⁾. Ces différentes méthodes sont utilisées depuis des dizaines d'années pour améliorer la performance des athlètes⁽¹³⁾. Désormais, l'hypoxie est également étudiée sur le plan thérapeutique

notamment avec des personnes âgées⁽¹⁴⁾, des personnes ayant de l'hypertension⁽¹⁴⁾, du diabète⁽¹⁵⁾ ou un cancer⁽¹⁶⁾. Comme l'hypoxie semble avoir un effet sur la perte de poids, elle pourrait être un outil thérapeutique intéressant pour la prise en charge de personnes ayant une obésité⁽¹⁴⁾. Plusieurs essais ont donc étudié les effets d'un entraînement en hypoxie chez la personne ayant une obésité^(7,17-20).

Il existe deux formes d'hypoxie. La première, celle visée dans cet article, est l'utilisation de la baisse d'oxygène dans l'air inspiré comme moyen de traitement. La deuxième, physiopathologique, est fréquemment retrouvée dans la pathogenèse de la maladie⁽²¹⁾. En effet, les personnes ayant une obésité sont sujettes à une inflammation chronique du tissu adipeux probablement causée par un manque d'oxygénation⁽¹⁴⁾. Il s'agit donc d'une forme d'hypoxie physiologique délétère pour le patient, car cette inflammation provoque une augmentation du stress oxydatif dans le tissu adipeux et joue un rôle important dans le développement de comorbidités liées à l'obésité⁽¹⁴⁾.

De plus, les patients ayant une obésité ont souvent des syndromes d'apnées du sommeil⁽²¹⁾. Par le biais d'hypoxie transitoire, ces apnées augmentent les risques cardiovasculaires⁽²²⁾. Cette hypoxie pourrait, selon certains, encourager une activation persistante du système nerveux sympathique et aggraver l'hypertension⁽²³⁾ déjà répandue chez la personne en état d'obésité⁽¹⁾.

Dans ce contexte, les personnes souffrent donc fréquemment du manque d'oxygène. Dès lors, on peut penser qu'ajouter une hypoxie volontaire pourrait être potentiellement délétère. De plus, cette population présente un risque augmenté de mal aigu des montagnes⁽²⁴⁾, c'est-à-dire un ensemble de symptômes retrouvés en altitude pouvant conduire à un œdème cérébral ou un œdème pulmonaire⁽²⁵⁾. Enfin, bien que des études soient encore nécessaires pour le confirmer, s'entraîner en hypoxie pourrait augmenter le risque de chute en raison de la fatigue neuromusculaire induite par le manque d'oxygène⁽⁶⁾.

Étant donné que l'hypoxie joue un rôle dans la pathogenèse mais également dans les comorbidités liées à l'obésité, les risques de l'usage thérapeutique de l'hypoxie comme traitement de l'obésité doivent être évalués précautionneusement⁽²¹⁾.

L'objectif de cette revue narrative était d'évaluer si l'utilisation de l'hypoxie lors d'une activité physique est bénéfique pour l'amélioration de la composition corporelle et la santé cardio-métabolique des personnes souffrant d'obésité. Elle visait également à évaluer les risques de cette pratique et définir les modalités d'application à utiliser en clinique.

DÉVELOPPEMENT

Effets de l'hypoxie dans un programme d'activité physique chez la personne ayant une obésité

Composition corporelle

Plusieurs travaux, comprenant entre 20 et 86 participants, se sont penchés sur la réalisation d'un effort physique en hypoxie (IHT) pour encourager la perte de poids de la personne souffrant d'obésité^(7,17,19,20,26-29). Sur les huit études traitant ce sujet, cinq montraient une diminution significative du poids après un entraînement en hypoxie^(7,17,19,27,29). Deux études

retrouvaient un effet supérieur de l'hypoxie par rapport à une intervention en normoxie^(7,19) alors que trois études ne montraient pas d'effet de l'hypoxie sur la perte de poids^(20,26,28) (voir tableau 1). Même si les études ne sont pas toutes unanimes, l'activité physique en hypoxie améliorerait la gestion du poids chez l'adulte ayant une obésité^(7,12,19,21) et réduirait la quantité de masse grasse^(20,27). Ces résultats sont corroborés par une récente revue de littérature qui a évalué l'effet de l'hypoxie lors de l'activité physique sur le poids, l'IMC et le tour de taille⁽³⁰⁾.

Le processus entraînant la perte de poids en condition hypoxique réserve encore quelques inconnues⁽³¹⁾. La perte de poids proviendrait d'un réajustement de la balance énergétique dû à une diminution de l'apport énergétique⁽³¹⁾. Une réponse neuro-endocrine (métabolisme de l'ATP modifié) à ce réajustement pourrait également contribuer à cette perte de poids⁽²¹⁾. Une baisse de la sensation de faim chez les patients pourrait entraîner une diminution de l'apport énergétique via le rôle modulateur de certaines hormones comme la leptine (hormone anorexigène)^(12,21) et cela même lors d'expositions courtes (dès 60 minutes)⁽³²⁾. Une revue évaluant l'effet de l'hypoxie sur la régulation hormonale de l'appétit rappelle que l'influence de l'hypoxie sur les marqueurs hormonaux reste floue. Selon les auteurs de cette revue, la diminution de la ghréline, hormone orexigène, pourrait être liée à la perte de poids, mais très peu d'études existent sur le sujet et particulièrement chez la personne ayant une obésité⁽³³⁾. De futures études sur l'effet aigu et chronique de l'hypoxie sont nécessaires pour enrichir nos connaissances sur la modulation des hormones de l'appétit par l'hypoxie et sa cinétique dans la santé et la pathologie⁽³³⁾.

Santé cardiovasculaire

Au niveau de la santé cardiovasculaire, une étude de 2019 a mis en évidence que la pratique d'activités physiques dans des conditions hypoxiques pourrait augmenter les effets favorables de l'exercice sur la sensibilité à l'insuline chez des sujets en état d'obésité atteints de syndrome métabolique⁽¹⁸⁾.

Bien que le résultat soit encore discuté^(17,20), l'hypoxie permettrait, de surcroît, de réduire la tension artérielle sous l'effet d'une vasodilatation périphérique générée par une augmentation du diamètre des artéioles et une diminution des résistances périphériques chez la personne ayant une obésité⁽⁷⁾.

Système musculosquelettique

En plus des bénéfices sur la composition corporelle et certains paramètres physiologiques, l'hypoxie offre l'avantage de pouvoir réduire les charges mécaniques sur les articulations^(17,34). Lors de la marche, elle permet d'arriver aux mêmes effets métaboliques alors que la vitesse de marche est réduite (jusqu'à -8,9%)⁽²⁸⁾, allégeant ainsi le système musculosquelettique des personnes ayant une obésité^(6,34) d'une partie de la charge mécanique⁽⁵⁾. L'hypoxie réduirait donc la charge mécanique sur les articulations par deux mécanismes: la perte de poids engendrée ainsi que la diminution de l'intensité d'entraînement. Cela pourrait contribuer à réduire le risque d'arthrose⁽²⁸⁾ ou de blessures orthopédiques, qui sont des obstacles aux mouvements chez la personne ayant une obésité⁽²⁰⁾.

En résumé, l'ajout de l'hypoxie dans la prise en charge de l'activité physique de la personne ayant une obésité semble être un complément thérapeutique intéressant pour améliorer la composition corporelle tout en diminuant les charges mécaniques. Avec des modalités de prise en charge optimales, elle

pourrait être un outil pour la prévention et le traitement des dysfonctions métaboliques et cardiovasculaires de la personne ayant une obésité⁽²¹⁾.

Modalités de traitement

Niveau d'hypoxie

Les travaux d'Urdampilleta et collaborateurs recommandent une saturation (SpO₂) entre 75% et 80% pendant l'effort et 80-89% pendant le repos correspondant à une fraction inspirée d'oxygène (FiO₂) de 16,7%-11,2% ou à une altitude de 2000-5000 m⁽¹²⁾. En comparaison, en normoxie au repos, la saturation est dite anormale en dessous de 95%⁽³⁵⁾. Pour des raisons de sécurité, Girard *et al.*, 2017 recommandent de ne pas dépasser 3500 m d'altitude pour des personnes ayant une obésité⁽⁶⁾. D'après les travaux existants sur l'obésité, il semblerait qu'une perte de poids soit retrouvée dès 17,2% de FiO₂⁽²⁷⁾ (correspondant à environ 1500m d'altitude). La majorité des travaux définissait l'intensité d'hypoxie en fonction de la FiO₂ ou de l'altitude. Toutefois, le niveau de désaturation en réponse à l'hypoxie peut être différent selon les individus du fait de la variabilité interindividuelle à la réponse à l'hypoxie⁽¹⁰⁾. Il serait plus judicieux d'utiliser une SpO₂ fixe et viser une désaturation sous les 90% afin que, comme expliqué par la courbe d'oxyhémoglobine, la chute de la pression partielle artérielle soit plus conséquente. Une désaturation au-dessus de 90% a peu d'effet sur la pression partielle artérielle⁽¹²⁾. Dans tous les cas, il est conseillé d'augmenter le niveau de désaturation progressivement afin de laisser le temps à l'organisme de s'adapter⁽¹²⁾.

Contenu de la séance

Au niveau du contenu de la séance, les auteurs s'accordent sur l'importance de combiner aérobie et force pour diversifier les stimuli en hypoxie et engendrer de nouvelles adaptations de l'organisme^(10,30). Il est par exemple conseillé de réaliser 40-60 min d'exercices dont 20 min de force et 40 min d'exercices aérobiques et ceci, durant 4 à 6 semaines⁽¹²⁾. Ce dernier point paraît particulièrement important: les prises en charge en hypoxie les plus longues ne sont pas forcément les plus efficaces, car il semblerait qu'un plateau apparaisse si les stimuli ne sont pas modifiés et adaptés en termes d'intensité d'exercice, de durée ou de niveau d'hypoxie^(10,17). Certains auteurs ont mis en évidence une stabilisation des effets à trois mois⁽¹⁷⁾.

Type d'entraînement: continu ou intermittent

Si pendant longtemps l'exercice physique sous forme continue était la panacée pour la gestion du poids de la personne ayant une obésité (par exemple, vélo à 60-75% de la fréquence cardiaque maximale pendant 60 à 90 min et cela, trois fois par semaine)⁽¹⁰⁾, de plus en plus d'études encouragent désormais la pratique d'entraînements intermittents⁽¹⁰⁾. Cela pourrait toutefois ne pas s'appliquer à l'hypoxie car les résultats des entraînements intermittents en altitude simulée sont partagés. L'étude de Kong *et al.* 2017, n'a trouvé aucune amélioration du poids et de la masse grasse lors d'une intervention avec sprints répétés (pour les modalités, se référer au tableau 1)⁽²⁶⁾. Au contraire, l'essai de Camacho-Cardenosa *et al.* 2018 a démontré que l'entraînement par intervalles à haute intensité (High Intensity Interval Training – HIIT) en hypoxie normobarique comparé au même programme en normoxie permettait de réduire la masse grasse de la personne ayant une obésité tout en encourageant la prise de masse maigre⁽²⁷⁾. En attendant d'autres études, l'entraînement en continu semble donc être à privilégier en condition hypoxique.

Tableau 1

Influence de l'hypoxie sur différents paramètres (adapté de Camacho-Cardenosa, 2019)

Auteurs	Nombre sujets	Age	Groupe	Design	Traitement : hypoxie
Gatterer <i>et al.</i> , 2015 (17) RCT	32	52.4 ± 7.9	Hypoxie	26 sem 2×/sem	90' FiO ₂ 14% = 3500m puis 12.2% = 4500m
		50.3 ± 10.3	Normoxie		Niveau mer
Kong <i>et al.</i> , 2014 (7) RCT	22	22.3 ± 1.7	Normoxie	4 sem 14 sessions par sem	Niveau mer
		19.8 ± 2.2	Hypoxie		8 sessions niveau mer 3 sessions FiO ₂ 16.4-14.5%
Netzer <i>et al.</i> , 2008 (19) RCT	20	50.1 ± NI	Hypoxie	8 sem 3×/sem	FiO ₂ 15% = 2500m
		45.5 ± NI	Normoxie		FiO ₂ 21% = 450m
Wiesner <i>et al.</i> , 2010 (20) RCT	45	42.2 ± 1.2	Hypoxie	4 sem 3×/sem	FiO ₂ 15% = 2750 m
			Normoxie		FiO ₂ 21%
		42.1 ± 1.7			
Kong <i>et al.</i> , 2017 (26) RCT	24		Hypoxie	5 sem 4×/sem	FiO ₂ 15%
			Normoxie		FiO ₂ 21%
Camacho-Cardenosa <i>et al.</i> , 2018 (27) RCT	86	44.4 ± 7.2	Hypoxie: IT	12 sem 3×/sem	FiO ₂ 17.2%
		43.1 ± 7.7	Normoxie: IT		FiO ₂ 20.9%
		37.4 ± 10.3	Hypoxie: RST		FiO ₂ 17.2%
		40.1 ± 8.7	Normoxie: RST		FiO ₂ 20.9%
Fernandez <i>et al.</i> , 2018 (28) EC	23	34.8 ± 4.7	Hypoxie	3 sem 3×/sem	FiO ₂ 14.5%
		32.2 ± 8.4	Normoxie		FiO ₂ 20.9%

Traitement : exercices	Paramètre (niveau évidence)	Changement
90' (65-70% FCmax) vélo, tapis, elliptique	Poids (2)	a*
	IMC (2)	a*
	Circonférence taille (2)	a*b*
	Circonférence hanche (3)	b*
	Ratio taille hanche (2)	=
	Masse grasse (2)	=
	Masse maigre (2)	=
	Glucose (2)	=
	Profil lipidique (2)	=
	Pression artérielle systolique (2)	=
	Pression artérielle diastolique (2)	=
VO ₂ pic/kg (2)	=	
120' 3x15-20 min (60-70% FCmax 40-50% 1RM) – 2-3 min repos	Poids (2)	a*b*Δ
	IMC (2)	a*
	Ratio taille hanche (2)	a*b*
	Masse grasse (2)	a*b*
	Masse maigre (2)	=
	Pression artérielle systolique (2)	a*
	Pression artérielle diastolique (2)	=
	Fréquence cardiaque repos (2)	b*
90' (60% VO ₂ max) stepper, tapis, vélo	Poids (2)	Δ
	IMC (2)	=
	Profil lipidique (2)	=
60' (65% VO ₂ max) tapis	Poids (2)	=
	IMC (2)	=
	Circonférence (2)	a*
	Masse grasse (2)	Δ
	Masse maigre (2)	a*
	Profil lipidique (2)	=
	VO ₂ pic/kg (2)	=
	Pression artérielle systolique (2)	=
	Pression artérielle diastolique (2)	=
HIIT: 60 répétitions de sprints maximaux de 8"- 12" repos	Poids (2)	=
	Profil lipidique (2)	=
	VO ₂ pic/kg (2)	a*b*Δ
HIIT: 41.5 min 3' (90% Wmax) – 3' (55-65% Wmax) vélo	Poids (2)	a* ↑ pour IT, ↓ pour RST
	IMC (2)	a*
HIIT: 29.6 min 30" (130% Wmax) – 3' (55-65% Wmax) vélo	Masse grasse (2)	a*Δ
	Masse maigre (2)	a*Δ
1 h de marche tapis à vitesse préférentielle	Poids (2)	=
	IMC (2)	=
	Masse grasse (2)	=
	Vitesse marche préférentielle (3)	a*b*
	Glucose (2)	=

Tableau 1

Influence de l'hypoxie sur différents paramètres (adapté de Camacho-Cardenosa, 2019)

Auteurs	Nombre sujets	Age	Groupe	Design	Traitement: hypoxie
Mai <i>et al.</i> , 2019 (18) RCT	23	NI	Hypoxie	6 sem 3×/sem	FiO ₂ 15%
		NI	Normoxie		FiO ₂ 21%
De Groote <i>et al.</i> , 2018 (29) RCT	14	12-15	Hypoxie	6 sem 3×/sem	FiO ₂ 15%
		12-15	Normoxie		FiO ₂ 21%
Yang <i>et al.</i> , 2018 (36) RCT	35	14.3 ± 1.4	AP en normoxie nuits en hypoxie	4 sem 6j/sem 2×/jour	FiO ₂ 14.7% = 2700m
		13.9 ± 0.9	AP et nuits en normoxie		

Et chez les adolescents ?

A notre connaissance, seuls deux essais contrôlés randomisés ont évalué les effets de l'hypoxie chez l'adolescent ayant une obésité. L'étude de De Groote *et al.* 2018 a mis en évidence que six semaines d'activité physique en hypoxie à 2 800m (FiO₂ 15%) permettaient d'améliorer le métabolisme du glucose (niveaux de glucose/d'insuline plasmatiques et consommation de carbohydrates pendant l'exercice) alors que ces résultats n'étaient pas retrouvés en normoxie⁽²⁹⁾. La circonférence, l'IMC et la masse grasse étaient diminués de façon identique entre les deux groupes. Enfin, la tension artérielle était inchangée pendant le post programme en hypoxie démontrant que les adolescents diabétiques de type 2 ou résistants à l'insuline bénéficient plus de l'hypoxie que des adolescents hypertendus⁽²⁹⁾.

L'étude de Yang *et al.* 2018 a évalué la plus-value de dormir à 2 700m d'altitude (FiO₂ = 14,7%) après un programme d'activité physique en normoxie. Leurs résultats démontrent que l'hypoxie a des effets supérieurs sur la perte de poids et la gestion de l'appétit (augmentation de GLP-1, hormone de la satiété)⁽³⁶⁾. Réaliser une activité physique au niveau de la mer et dormir en altitude pourrait être, bien que pas évidente à mettre en place, une méthode intéressante dans la prise en charge de l'obésité chez les adolescents, notamment pour prévenir la reprise de poids⁽³⁶⁾.

DISCUSSION

Les premières études sur l'activité physique en hypoxie pour les personnes ayant une obésité ont montré des résultats intéressants concernant la gestion du poids, la masse grasse, voire même les dysfonctions métaboliques, dans des conditions qui diminuent les charges engendrées par les efforts physiques.

Effets secondaires

Théoriquement, l'exposition à l'altitude pourrait entraîner, chez ces patients, un risque accru en raison de leur plus grande susceptibilité au mal aigu des montagnes et de leurs fréquentes comorbidités qui peuvent être aggravées par l'hypoxie⁽²¹⁾. Toutefois, les études réalisées jusqu'à ce jour sur les personnes ayant une obésité ne mentionnent pas d'événements indésirables. Il semble donc qu'une bonne tolérance soit observée et qu'aucun symptôme majeur n'ait été développé lors de l'exposition en hypoxie rendant le dispositif potentiellement peu risqué pour cette population malgré les risques évoqués plus haut.⁽²¹⁾

Hétérogénéité des articles

D'autres essais contrôlés sont nécessaires pour confirmer que l'exposition à l'altitude chez les personnes ayant une obésité est sans risque et n'entraîne pas d'effets indésirables ainsi que pour définir la combinaison optimale entre

Traitement : exercices	Paramètre (niveau évidence)	Changement
60' : 3 sets de 15' (60% VO ₂ max 50-60% FCmax) -5' de repos tapis	Sensibilité à l'insuline (3)	a*Δ
	Masse grasse (2)	=
	Masse maigre (2)	=
	Profil lipidique (2)	=
	VO ₂ max/kg (2)	=
50-60 min : 12' vélo entre 40 et 80% puissance maximale aéro- bique, selon séances et 15 répétitions 50% 1RM + 4 x 6 répétitions 70% 1RM – 2 min repos	Poids (2)	a*b*
	IMC (2)	a*b*
	Circonférence (2)	a*b*
	Masse grasse (2)	a*b*
	Masse maigre (2)	a*b*
	Profil lipidique (2)	a*
	Insuline plasmatique post test glucose (3)	a*
	Glucose (2)	a*
	Pression artérielle (2)	b*
VO ₂ max/kg (2)	a*b*	
2h à 6-7.5 MET natation, exercices aérobiques, basketball	Poids (2)	a*b*Δ
	IMC (2)	a*b*Δ
	Profil lipidique (2)	a*
	Masse grasse (2)	a*b*
	Masse maigre (2)	a*Δ
	Glucose (2)	=
	Insuline plasmatique à jeun (2)	a*b*

Adapté de Camacho-Cardenosa, 2019. Influence de l'hypoxie sur différents paramètres. AP = Activité physique, EC = étude contrôlée, HIIT = High Intensity Interval Training, IMC = Indice Masse Corporelle, IT = interval training, MET = Metabolic Equivalent of Task, NI = non indiqué, RCT = Randomized Controlled Trial, RSH = entraînement en sprints répétés, VO₂pic/kg = pic de consommation maximale d'oxygène, W = charge de travail, = : pas de différence significative avec la baseline et/ou le groupe contrôle, Δ amélioration statistiquement significative du groupe hypoxie vs normoxie, a* : amélioration statistiquement significative du groupe hypoxie, b* : amélioration statistiquement significative du groupe normoxie. (2) : mentionné dans au moins deux articles (3) : mentionné dans un seul article. Significatif si p < 0.05.

hypoxie et activité physique pour l'amélioration des paramètres cardiométaboliques⁽³⁰⁾.

En effet, la littérature abordant l'activité physique en hypoxie chez la personne ayant une obésité est particulièrement hétérogène. Ainsi, les programmes d'IHT et d'IHE peuvent différer grandement d'un programme à un autre en termes de niveau d'altitude, de durée d'exposition en hypoxie ou de type d'hypoxie (hypoxie normobarique ou hypobarique). De même, les programmes d'activité physique peuvent également être hétérogènes concernant le type d'exercice effectué, son intensité et sa fréquence⁽¹⁴⁾. Comme résumé par Millet *et al.* : « différentes combinaisons de ces deux facteurs doivent faire l'objet d'études plus approfondies afin d'identifier les schémas d'exercices hypoxiques optimaux et personnalisés »⁽¹⁴⁾. Il est donc difficile de déterminer, sur la base des études présentées dans cette revue, les modalités les plus efficaces. Or, il serait essentiel de pouvoir fournir des directives pratiques pour le conditionnement hypoxique afin de maximiser les bénéfices et limiter les risques⁽³⁷⁾.

Piste de recherches futures

L'activité physique en hypoxie semble prometteuse pour la gestion du poids de la personne ayant une obésité⁽³⁰⁾. Actuellement, il est, en revanche, difficile d'affirmer que la santé générale est améliorée de manière plus importante avec une activité physique réalisée en hypoxie plutôt qu'en

normoxie⁽¹⁰⁾. Considérer l'hypoxie comme traitement de l'obésité étant relativement nouveau, il existe de nombreuses possibilités pour réaliser de futures recherches visant à améliorer la santé cardiométabolique et encourager la perte de poids de la personne ayant une obésité⁽¹⁰⁾ tout en limitant la charge mécanique et la douleur⁽⁶⁾. Ces travaux devront en outre évaluer systématiquement les inconvénients potentiels associés à l'hypoxie, tels que les apnées obstructives du sommeil ou le mal aigu des montagnes, pour développer des protocoles optimaux et sûrs d'hypoxie passive et active pour la personne ayant une obésité⁽¹⁰⁾.

CONCLUSION

L'hypoxie semble avoir un effet positif sur la gestion du poids des personnes ayant une obésité ainsi que sur certains paramètres physiologiques. Les études ont toutefois des résultats divergents et des travaux supplémentaires sont nécessaires. Ils permettront d'améliorer la compréhension des mécanismes permettant la perte de poids et définir des recommandations claires concernant les modalités des programmes d'activité physique en hypoxie. L'aspect sécuritaire des programmes alliant hypoxie et activité physique doit prendre une place prépondérante au vu des risques potentiels pour cette population même si les études réalisées jusqu'à présent n'ont montré aucun effet indésirable de l'hypoxie.

IMPLICATIONS POUR LA PRATIQUE

- L'apport de l'hypoxie lors d'un programme d'activité physique pourrait faciliter la modification de la composition corporelle plus efficacement qu'un programme d'activité physique simple en normoxie tout en limitant la charge mécanique.
- Elle pourrait diminuer certaines comorbidités liées à l'obésité comme le diabète notamment par une amélioration de la sensibilité à l'insuline.
- Malgré les risques théoriques, une bonne tolérance de l'hypoxie et aucun effet indésirable n'ont été constatés dans les études.

Contact

Aline Reinmann | Tél: +41 (0)22 388 35 85 | E-mail: aline.reinmann@hesge.ch

Références

- Durrer Schutz D, Busetto L, Dicker D, Farpour-Lambert N, Pryke R, Toplak H, *et al.* European Practical and Patient-Centred Guidelines for Adult Obesity Management in Primary Care. *Obes Facts*. mars 2019;12(1):40-66.
- Banegas JR, López-García E, Gutiérrez-Fisac JL, Guallar-Castillón P, Rodríguez-Artalejo F. A simple estimate of mortality attributable to excess weight in the European Union. *Eur J Clin Nutr*. févr 2003;57(2):201-8.
- Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Rankin JW, Smith BK, *et al.* American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc*. févr 2009;41(2):459-71.
- Lee CD, Blair SN, Jackson AS. Cardiorespiratory fitness, body composition, and all-cause and cardiovascular disease mortality in men. *Am J Clin Nutr*. 1 mars 1999;69(3):373-80.
- Browning RC, Kram R. Effects of obesity on the biomechanics of walking at different speeds. *Med Sci Sports Exerc*. sept 2007;39(9):1632-41.
- Girard O, Malatesta D, Millet GP. Walking in Hypoxia: An Efficient Treatment to Lessen Mechanical Constraints and Improve Health in Obese Individuals? *Front Physiol*. 2017;8(73).
- Kong Z, Zang Y, Hu Y. Normobaric hypoxia training causes more weight loss than normoxia training after a 4-week residential camp for obese young adults. *Sleep Breath Schlaf Atm*. sept 2014;18(3):591-7.
- The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2019 [Internet]. NobelPrize.org. [cité 23 mars 2020]. Disponible sur: <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2019/summary/>
- Zumbach C. On cherche à manquer d'air pour se surpasser. 24Heures [Internet]. 15 avr 2018 [cité 26 mars 2020]; Disponible sur: <https://www.24heures.ch/savoirs/sante/cherche-manquer-air-surpasser/story/27364709>
- Hobbins L, Hunter S, Gaoua N, Girard O. Normobaric hypoxic conditioning to maximize weight loss and ameliorate cardio-metabolic health in obese populations: a systematic review. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 1 sept 2017;313(3):251-64.
- Faiss R, Pialoux V, Sartori C, Faes C, Dériaz O, Millet GP. Ventilation, Oxidative Stress, and Nitric Oxide in Hypobaric versus Normobaric Hypoxia. *Med Sci Sports Exerc*. févr 2013;45(2):253-260.
- Urdampilleta A, González-Muniesa P, Portillo MP, Martínez JA. Usefulness of combining intermittent hypoxia and physical exercise in the treatment of obesity. *J Physiol Biochem*. juin 2012;68(2):289-304.
- Stray-Gundersen J, Levine BD. Live high, train low at natural altitude. *Scand J Med Sci Sports*. 2008;18(1):21-8.
- Millet GP, Debevec T, Brocherie F, Malatesta D, Girard O. Therapeutic Use of Exercising in Hypoxia: Promises and Limitations. *Front Physiol*. 10 juin 2016;7(224):1-4.
- Mackenzie R, Maxwell N, Castle P, Brickley G, Watt P. Acute hypoxia and exercise improve insulin sensitivity (S(1) (2*)) in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Metab Res Rev*. janv 2011;27(1):94-101.
- Thiersch M, Swenson ER, Haider T, Gassmann M. Reduced cancer mortality at high altitude: The role of glucose, lipids, iron and physical activity. *Exp Cell Res*. 15 juill 2017;356(2):209-16.
- Gatterer H, Haacke S, Burtscher M, Faulhaber M, Melmer A, Ebenbichler C, *et al.* Normobaric Intermittent Hypoxia over 8 Months Does Not Reduce Body Weight and Metabolic Risk Factors--a Randomized, Single Blind, Placebo-Controlled Study in Normobaric Hypoxia and Normobaric Sham Hypoxia. *Obes Facts*. 2015;8(3):200-9.
- Mai K, Klug L, Rakova N, Piper SK, Mähler A, Bobbert T, *et al.* Hypoxia and exercise interactions on skeletal muscle insulin sensitivity in obese subjects with metabolic syndrome: results of a randomized controlled trial. *Int J Obes*. 9 déc 2019;1:10.
- Netzer NC, Chytra R, Küpper T. Low intense physical exercise in normobaric hypoxia leads to more weight loss in obese people than low intense physical exercise in normobaric sham hypoxia. *Sleep Breath Schlaf Atm*. mai 2008;12(2):129-34.
- Wiesner S, Haufe S, Engeli S, Mutschler H, Haas U, Luft FC, *et al.* Influences of normobaric hypoxia training on physical fitness and metabolic risk markers in overweight to obese subjects. *Obes Silver Spring Md*. janv 2010;18(1):116-20.
- Kayser B, Verges S. Hypoxia, energy balance and obesity: from pathophysiological mechanisms to new treatment strategies. *Obes Rev Off J Int Assoc Study Obes*. juill 2013;14(7):579-92.
- Bradley TD, Floras JS. Obstructive sleep apnoea and its cardiovascular consequences. *Lancet Lond Engl*. 3 janv 2009;373(9657):82-93.
- Fletcher EC. Invited review: Physiological consequences of intermittent hypoxia: systemic blood pressure. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. avr 2001;90(4):1600-5.
- Ri-Li G, Chase PJ, Witkowski S, Wyrick BL, Stone JA, Levine BD, *et al.* Obesity: associations with acute mountain sickness. *Ann Intern Med*. 19 août 2003;139(4):253-7.
- Kayser B. Acute mountain sickness in western tourists around the Thorong pass (5400 m) in Nepal. *J Wilderness Med*. mai 1991;2(2):110-7.
- Kong Z, Shi Q, Nie J, Tong TK, Song L, Yi L, *et al.* High-Intensity Interval Training in Normobaric Hypoxia Improves Cardiorespiratory Fitness in Overweight Chinese Young Women. *Front Physiol*. 2017;8:175.
- Camacho-Cardenosa A, Camacho-Cardenosa M, Burtscher M, Martínez-Guardado I, Timon R, Brazo-Sayavera J, *et al.* High-Intensity Interval Training in Normobaric Hypoxia Leads to Greater Body Fat Loss in Overweight/Obese Women than High-Intensity Interval Training in Normoxia. *Front Physiol*. 2018;9.
- Fernández Menéndez A, Saudan G, Sperisen L, Hans D, Saubade M, Millet GP, *et al.* Effects of Short-Term Normobaric Hypoxic Walking Training on Energetics and Mechanics of Gait in Adults with Obesity. *Obes Silver Spring Md*. 2018;26(5):819-27.
- Groote E, Britto F, Bullock L, François M, Buck C, Nielens H, *et al.* Hypoxic Training Improves Normoxic Glucose Tolerance in Adolescents with Obesity. *Med Sci Sports Exerc*. 1 juin 2018;50:1.
- Camacho-Cardenosa A, Camacho-Cardenosa M, Brooks D, Timón R, Olcina G, Brazo-Sayavera J. Effects training in hypoxia on cardiometabolic parameters in obese people: A systematic review of randomized controlled trial. *Aten Primaria*. sept 2019;51(7):397-405.
- Lippl FJ, Neubauer S, Schipfer S, Lichter N, Tufman A, Otto B, *et al.* Hypobaric hypoxia causes body weight reduction in obese subjects. *Obes Silver Spring Md*. avr 2010;18(4):675-81.
- Kelly KR, Williamson DL, Fealy CE, Kriz DA, Krishnan RK, Huang H, *et al.* Acute altitude-induced hypoxia suppresses plasma glucose and leptin in healthy humans. *Metabolism*. févr 2010;59(2):200.
- Debevec T. Hypoxia-Related Hormonal Appetite Modulation in Humans during Rest and Exercise: Mini Review. *Front Physiol*. 30 mai 2017;8.
- Wiesner S, Haufe S, Engeli S, Mutschler H, Haas U, Luft FC, *et al.* Influences of normobaric hypoxia training on physical fitness and metabolic risk markers in overweight to obese subjects. *Obes Silver Spring Md*. janv 2010;18(1):116-20.
- Hafen BB, Sharma S. Oxygen Saturation. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020
- Yang Q, Huang G, Tian Q, Liu W, Sun X, Li N, *et al.* « Living High-Training Low » improved weight loss and glucagon-like peptide-1 level in a 4-week weight loss program in adolescents with obesity: A pilot study. *Medicine (Baltimore)*. févr 2018;97(8):9943.
- Verges S, Chacaroun S, Godin-Ribuot D, Baillieux S. Hypoxic Conditioning as a New Therapeutic Modality. *Front Pediatr*. 2015;3:58.