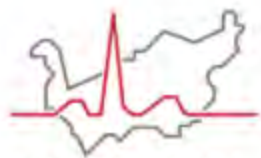


Hôpital du Valais  
Spital Wallis

# Exercice, altitude et sommeil

Dr Grégoire Gex  
Médecin Chef  
Service de Pneumologie  
Hôpital du Valais

16 mai 2019



Hôpital du Valais  
Spital Wallis

# Exercice et sommeil

# Effet de l'activité physique aiguë

- 2 méta-analyses :
  - Augmente le sommeil lent-profond (sommeil réparateur)
  - Diminue le REM
  - Diminue la latence d'endormissement si réalisé 4-8h avant coucher :
    - < 4h avant coucher :
      - Négatif si exercice extrême ou si déconditionnement ++
      - Positif dans les autres cas
    - Le soir est souvent le seul moment où on peut faire de l'exercice
    - Donc, la National Sleep Foundation a modifié ses recommandations pour un bon sommeil : exercice encouragé, sans caveat sur l'horaire (exception : insomnie, car l'effet peut être positif ou négatif, donc à essayer)
- Le surentrainement peut amener des troubles du sommeil.

# Effet de l'activité physique régulière

- Exercice régulier chez les bons dormeurs
  - Augmente le sommeil lent-profond (sommeil réparateur).
  - Diminue la latence d'endormissement et allonge la durée de sommeil
  - Diminue le REM
  - Améliore la qualité subjective de sommeil, l'humeur et la concentration.
- Chez l'animal, l'effet sur le sommeil lent-profond dure 2 semaines après l'arrêt de l'exercice régulier.

# Effet de l'activité physique régulière

- Exercice régulier chez les mauvais dormeurs :
  - Améliore la qualité subjective sommeil
  - Diminue la latence d'endormissement
  - Diminue l'utilisation de somnifère
  - Relation dose-réponse
  - Les programmes testés durent souvent 3 mois, mais un bénéfice est déjà montré avec un programme de 2 semaines d'activité physique quotidienne de faible intensité chez des 65-92 ans.

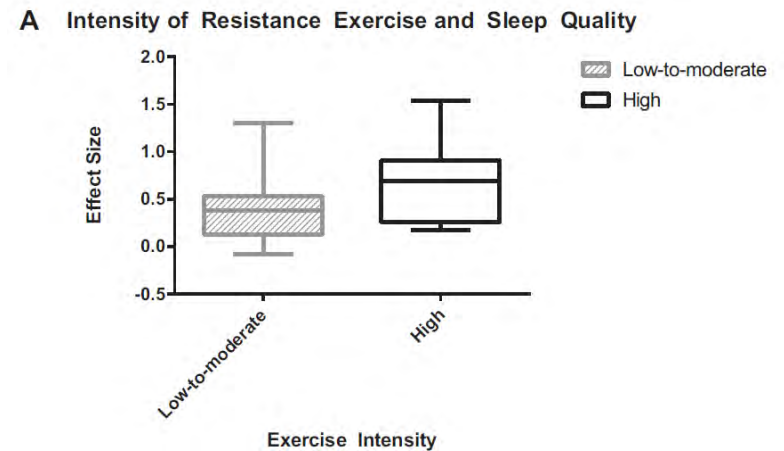
# Quel type d'exercice ?

- **Endurance versus résistance**

- Pas d'avantage clair démontré de l'un sur l'autre : les 2 fonctionnent.
- Effet additif sur la qualité du sommeil

- **Modéré versus intense**

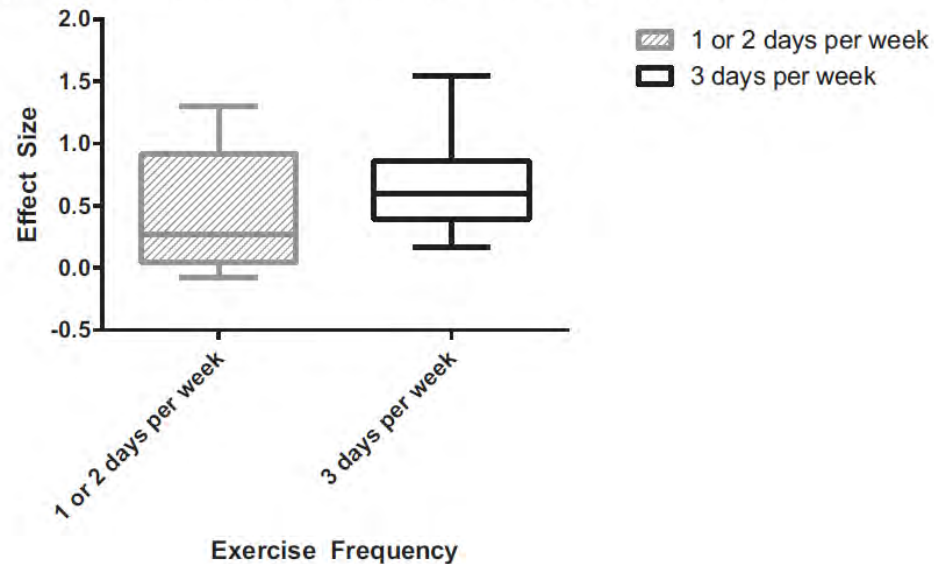
- L'effort trop intense peut diminuer la qualité du sommeil, surtout si < 4h avant endormissement.
- L'effort modéré est déjà bénéfique
- Relation dose réponse



# Quel fréquence d'exercice ?

- **1-2x/semaine versus 3x/semaine**
  - Chaque séance d'exercice est bénéfique.
  - La régularité paie...

**B** Frequency of Resistance Exercise and Sleep Quality



# Pourquoi l'exercice améliore le sommeil ?

- **Effet de la température**

L'endormissement est facilité par une diminution de la  $T^{\circ}$  corporelle centrale de  $0.5 - 1^{\circ}\text{C}$ .

L'augmentation de la  $T^{\circ}$  retarde l'endormissement et diminue la durée et la qualité du sommeil.

MAIS

Augmenter la  $T^{\circ}$  durant la journée (passivement ou par exercice) améliore la quantité/qualité du sommeil la nuit qui suit.

- Car permet une diminution + ample et + rapide de la  $T^{\circ}$ , ce qui est favorable (favorise la thermorégulation en favorisant la vasodilatation cutanée).
  - Ex : Synd. vasospastique avec pied-main froides : s'endort plus lentement
  - Ex : Si augmente de  $0.4^{\circ}\text{C}$  la peau des extrémités → s'endort plus vite.



# Pourquoi l'exercice améliore le sommeil ?

- **Effet sur le système autonome**

L'exercice augmente le tonus para-sympathique et diminue le tonus sympathique de façon durable, ce qui est connu pour améliorer qualité du sommeil (ex : tonus sympathique augmenté chez insomniaque).

*MAIS le lien entre la modification du tonus secondaire à l'exercice et la qualité du sommeil n'a pas encore pu être démontré.*

- **Effet endocrinien**

- L'exercice augmente la mélatonine, qui favorise le sommeil.

*MAIS ce lien n'est pas encore parfaitement prouvé, en raison de facteurs confondants potentiels.*

- Effet possible de l'exercice sur l'hormone de croissance (contradictoire)

- **Effet sur humeur ?**

# Effet du sommeil sur la performance physique

- Déprivation de sommeil aiguë
  - Détérioré la perception subjective de la performance sportive.
  - L'effet objectif sur la performance n'est pas du tout clair (qq études avec diminution VO2max ou autre mesures, mais le plus souvent pas).
- Insuffisance chronique de sommeil (prévalence environ 30%) :
  - Trop peu d'étude pour conclure.

# Effet du manque de sommeil sur les blessures

- Dormir < 6h avant une activité sportive est un facteur de risque indépendant de blessure (accident ou surutilisation).
- Cet effet est médié notamment par une altération de la proprioception, du contrôle postural et du temps de réaction.
- La déprivation de sommeil retarde la récupération après blessure
  - 8h de déprivation de sommeil → down-regulation de la synthèse des protéines qui régénèrent les tissus musculaires endommagés
- La déprivation de sommeil augmente la perception de la douleur
- La déprivation de sommeil diminue la tolérance à l'exercice en conditions climatiques extrêmes (chaud ou froid) : + de gelures, d'hypothermies, d'insolations.

# Sport et insomnie

## **Insomnie → Sport**

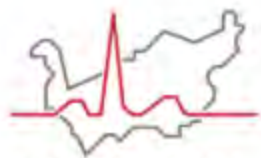
- Pas d'étude conclusive sur effet insomnie sur performance sportive.
- Les benzodiazépines peuvent avoir un impact négatif
- L'insomnie a beaucoup moins d'impact cognitif que ce que l'insomniaque pense (perception vs mesure).

## **Sport → Insomnie**

- Les programmes d'exercice physique pour les insomniaques sont peu étudiés. Ils semblent avoir un effet positif modeste sur l'insomnie, mais bien moindre que la thérapie cognitivo-comportementale.
- L'activité physique améliore légèrement le SAS.

# Extension de sommeil

- L'extension de sommeil (ex : 10h au lit par nuit) améliore les performances sportives.
  - Ex : 5-7 semaines d'extension de sommeil chez des jeunes basketteurs  
→ amélioration du pourcentage de shoot marqué, de la vitesse en sprint, de temps de réaction, de l'humeur et de la fatigue.
- Effet persistant (concept de banque de sommeil)
  - 10h au lit/nuit x 1 semaine augmente la résilience à une déprivation de sommeil la semaine qui suit et améliore l'acquisition de tâches 1-2 semaines après.



Hôpital du Valais  
Spital Wallis

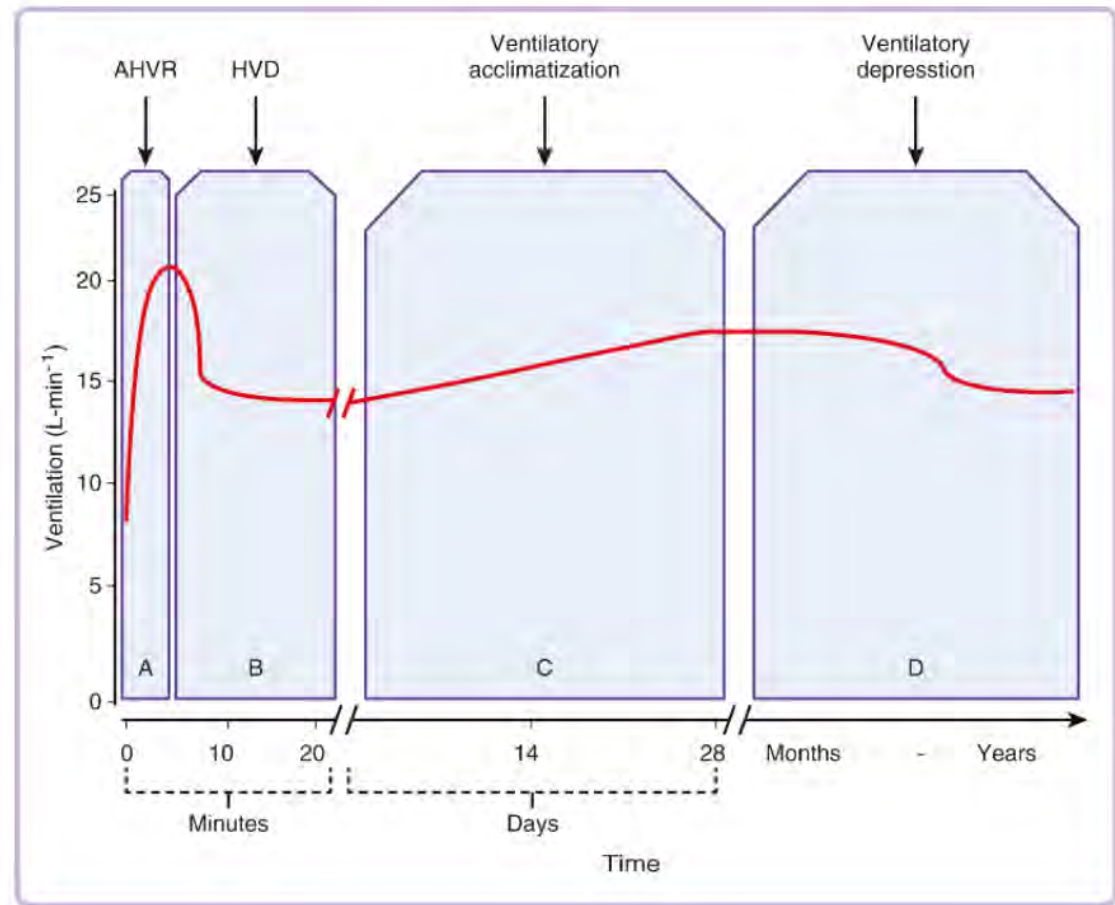
# Altitude et sommeil

# Adaptation ventilatoire à l'altitude

**HYPOXEMIE**

↓

**HYPERVENTILATION**



# Physiologie du sommeil en altitude

- Lors du sommeil, on observe 3 phénomènes qui altèrent la respiration :
  - Inhibition du réflexe dilatateur du pharynx → ↑ résistance des VAS
  - Démasquage du seuil d'apnée (PCO<sub>2</sub> sous laquelle survient l'apnée ; qq mmHg en dessous de la PaCO<sub>2</sub> eupnéique)
  - Propension à respiration périodique (overshoot/undershoot ventilatoire).
- Diminution de la ventilation et de l'oxygénation (y compris en altitude)
- En altitude, le principal facteur anormal est **l'hypoxémie** :
  - Stimule la ventilation → diminution de la PaCO<sub>2</sub>
  - Augmente la sensibilité des chimiorécepteurs à PaCO<sub>2</sub> → sensibilité au moindre chgt PCO<sub>2</sub>



# Physiologie du sommeil en altitude

- Durant le sommeil en altitude, la  $\text{PaCO}_2$  se trouve donc tout près du seuil d'apnée et l'hypersensibilité des chimiorécepteurs à la  $\text{PCO}_2$  cause une respiration périodique :
  - Hyperventilation due à l'altitude
    - ↓
  - $\text{PaCO}_2$  diminue sous le seuil d'apnée
    - ↓
  - Apnée centrale
    - ↓
  - $\text{PaO}_2$  diminue
    - ↓
  - Hyperventilation ...
- En dessus de 3000m avec  $\text{SpO}_2 < 90\%$ , quasi tous les sujets normaux ont une respiration périodique durant le sommeil.

# Effet de l'altitude sur le sommeil

## EFFECT OF SHORT-TERM ACCLIMATIZATION TO HIGH ALTITUDE ON SLEEP

<http://dx.doi.org/10.5665/sleep.1708>

### Effect of Short-Term Acclimatization to High Altitude on Sleep and Nocturnal Breathing

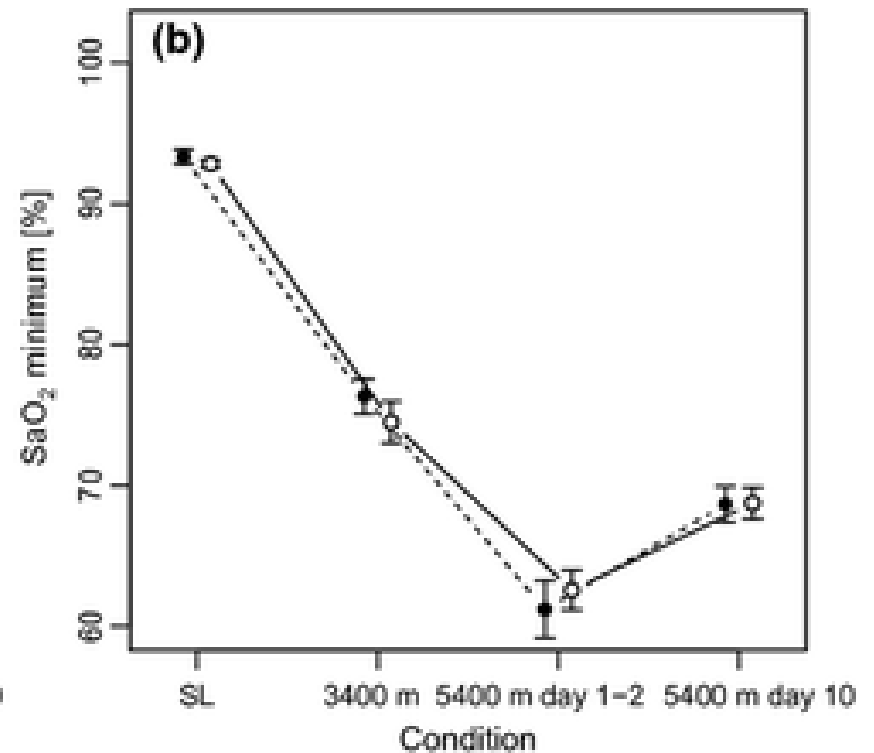
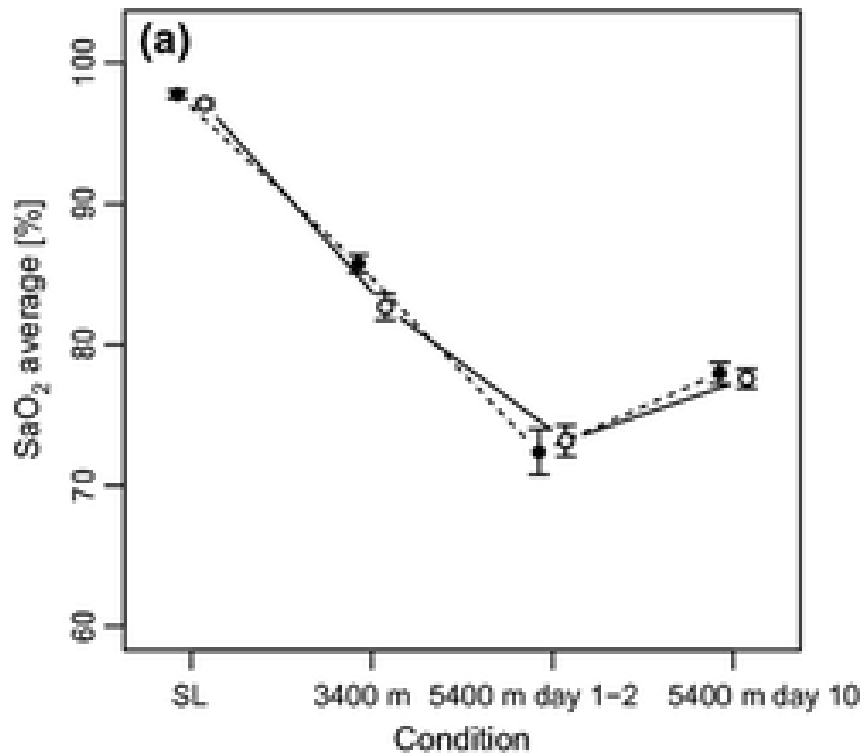
Yvonne Nussbaumer-Ochsner, MD<sup>1</sup>; Justyna Ursprung<sup>1</sup>; Christoph Siebenmann, MSc<sup>2</sup>; Marco Maggiorini, MD<sup>3</sup>; Konrad E. Bloch, MD<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Pulmonary Division and Sleep Disorders Center, University Hospital of Zurich, and Center for Integrative Human Physiology, University of Zurich, Zurich, Switzerland;* <sup>2</sup>*Institute of Human Movement Sciences and Sports, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, Switzerland;* <sup>3</sup>*Medical Intensive Care Unit, University Hospital of Zurich, and Center for Integrative Human Physiology, University of Zurich, Zurich, Switzerland*

# Effet de l'altitude sur le sommeil

	Zurich 490 m	Margherita hut 1 <sup>st</sup> night 4559 m	Margherita hut 3 <sup>rd</sup> night 4559 m
Time in bed (min)	464 (456,484)	485 (462,497)	496 <sup>*#</sup> (486,509)
Total sleep time (min)	417 (387,439)	320 <sup>*</sup> (280,391)	360 <sup>*</sup> (282,392)
NREM stages 1 and 2 (%)	73 (69,75)	91 <sup>*</sup> (88,93)	78 <sup>*#</sup> (70,90)
NREM stages 3 and 4 (%)	18 (16,23)	6 <sup>*</sup> (4,7)	11 <sup>#</sup> (6,20)
REM (%)	8 (6,12)	3 <sup>*</sup> (0,5)	4 <sup>#</sup> (1,12)
Sleep efficiency (%)	93 (90,94)	69 <sup>*</sup> (64,80)	75 <sup>*</sup> (55,84)
Arousal index (/h)	5.4 (3.5,7.3)	17.9 <sup>*</sup> (5.9,28.5)	5.7 <sup>#</sup> (2.7,15.1)
AHI TST (/h)	0.1 (0,0.1)	60.9 <sup>*</sup> (21.4,79.2)	86.5 <sup>*</sup> (19.1,95.4)
AHI NREM (/h)	3.1 <sup>#</sup> (1.2,5.8)	58.7 <sup>*</sup> (20.1,81.4)	91.3 <sup>*#</sup> (20,102.2)
AHI REM (/h)	5.5 (2.3,11.1)	27.8 (0,103.9)	2.1 (0,19.8)
Oxygen desaturation index (> 3% dips/h of time in bed)	0.1 (0.4,2)	31.8 <sup>*</sup> (13.3,75.9)	28.8 <sup>*</sup> (13.7,51)
SpO <sub>2</sub> (%)	96 (95,96)	67 <sup>*</sup> (64,69)	71 <sup>*#</sup> (69,78)
End-tidal PCO <sub>2</sub> (mmHg)	41 (40,44)	29 <sup>*</sup> (23,31)	29 <sup>*</sup> (27,30)
Minute ventilation (L/min)	4.4 (3.1,5.3)	6.3 <sup>*</sup> (5.3,8.6)	5.1 <sup>*#</sup> (4.8,6.7)
Tidal volume (mL)	293 (209,300)	335 <sup>*</sup> (262,399)	258 (225,334)
Breath rate (/min)	16 (14,17)	20 <sup>*</sup> (19,22)	20 <sup>*</sup> (19,22)
Heart rate (/min)	56 (50,61)	81 <sup>*</sup> (74,92)	84 <sup>*</sup> (75,89)

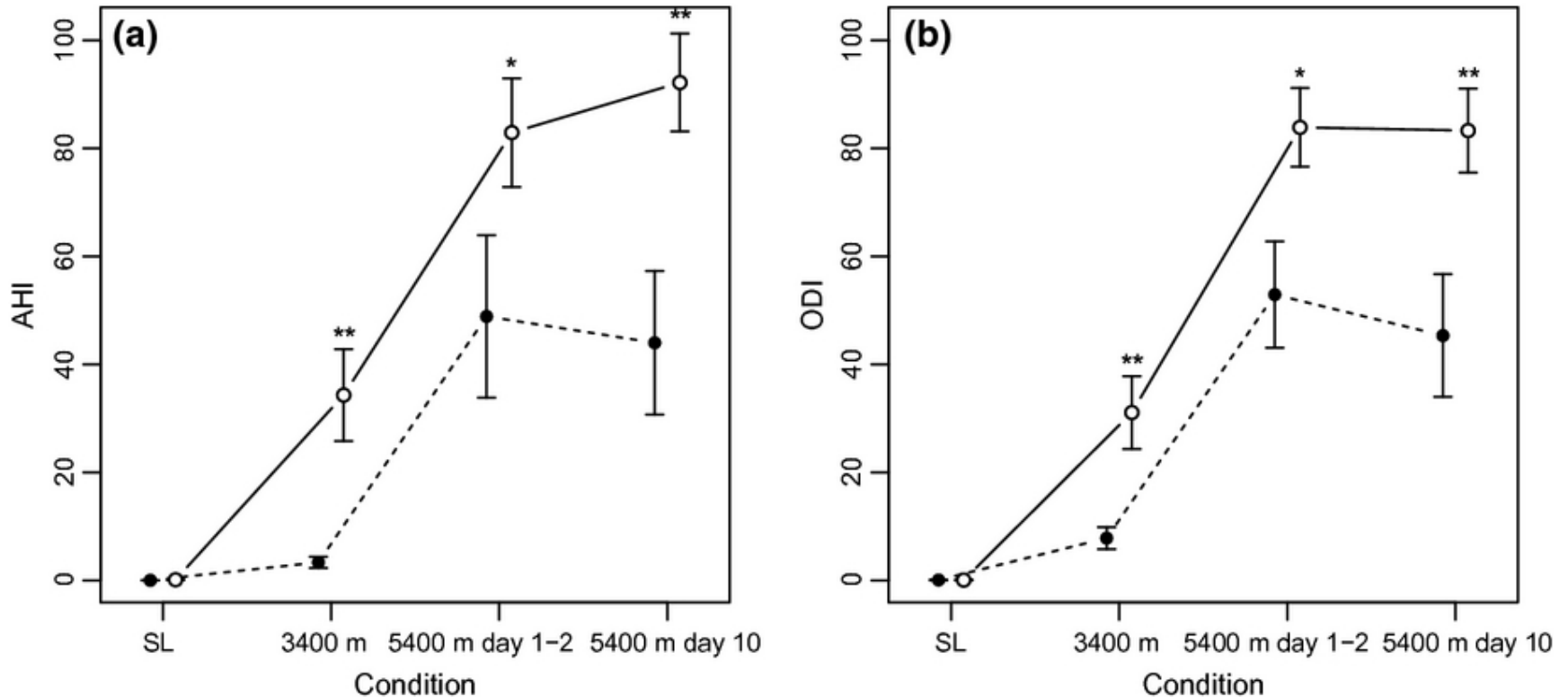
## L'acclimatation dépend du genre



in males (○) and females (●)

Lombardi et al. J Sleep Res. 2013 Jun;22(3):322-30

# L'acclimatation dépend du genre



Pas de différence de genre pour durée et qualité subjective du sommeil.

in males (○) and females (●)

Lombardi et al. J Sleep Res. 2013 Jun;22(3):322-30

# Effet de l'altitude modérée sur le sommeil

## BREATHING, SLEEP, AND COGNITIVE PERFORMANCE AT MODERATE ALTITUDE

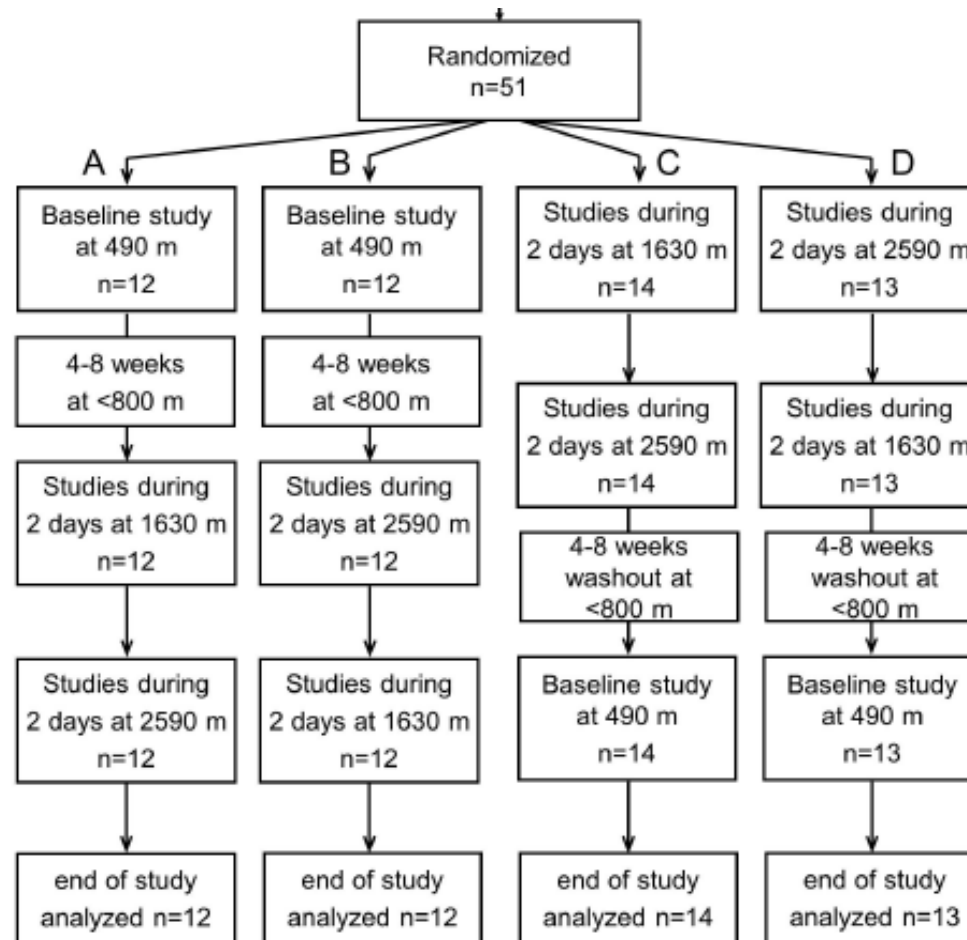
<http://dx.doi.org/10.5665/sleep.3242>

### Are Nocturnal Breathing, Sleep, and Cognitive Performance Impaired at Moderate Altitude (1,630-2,590 m)?

Tsogyal D. Latshang, MD<sup>1</sup>; Christian M. Lo Cascio, MD<sup>1</sup>; Anne-Christin Stöwhas, MD<sup>1</sup>; Mirjam Grimm, MD, BMS<sup>1</sup>; Katrin Stadelmann, MS<sup>2</sup>; Noemi Tesler, MS<sup>3</sup>; Peter Achermann, PhD<sup>2,4</sup>; Reto Huber, PhD<sup>3,4</sup>; Malcolm Kohler, MD<sup>1,4</sup>; Konrad E. Bloch, MD<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>*Sleep Disorders Center and Pulmonary Division, University Hospital Zurich;* <sup>2</sup>*Institute of Pharmacology and Toxicology, University of Zurich;* <sup>3</sup>*Child Development Center, Children's University Hospital Zurich;* <sup>4</sup>*Zurich Center for Integrative Human Physiology, University of Zurich, Switzerland*

# Effet de l'altitude modérée sur le sommeil



# Effet de l'altitude modérée sur le sommeil

	490 m	1,630 m		2,590 m		P Friedman ANOVA
		1 <sup>st</sup> night	2 <sup>nd</sup> night	1 <sup>st</sup> night	2 <sup>nd</sup> night	
AHI, total, 1/h	4.6 (2.3;7.9)	7.0 (4.1;12.6) <sup>a</sup>	5.4 (3.5;10.5) <sup>a</sup>	13.1 (6.7;32.1) <sup>a,b,c</sup>	8.0 (4.4;23.1) <sup>a,b,c,d</sup>	< 0.001
AHI obstructive, 1/h	1.3 (0.3;4.6)	1.8 (0.6;4.4)	2.7 (1.5;5.2)	1.8 (0.7;3.8)	1.6 (0.7;3.4)	0.010
AHI central, 1/h	2.0 (1.2;3.7)	4.6 (2.3;7.9) <sup>a</sup>	2.8 (1.7;5.1) <sup>a,b</sup>	8.9 (5.0;25.8) <sup>a,b,c</sup>	5.8 (2.8;13.1) <sup>a,b,c,d</sup>	< 0.001
ODI (> 3%), 1/h	0.3 (0.0;1.1)	1.6 (0.5;3.8) <sup>a</sup>	1.8 (0.5;3.8) <sup>a</sup>	8.1 (3.3;30.9) <sup>a,b,c</sup>	5.4 (2.5;14.8) <sup>a,b,c,d</sup>	< 0.001
Mean nocturnal SpO <sub>2</sub> , %	96 (95;96)	94 (93;95) <sup>a</sup>	94 (93;95) <sup>a</sup>	90 (89;91) <sup>a,b,c</sup>	91 (90;92) <sup>a,b,c,d</sup>	< 0.001
Time SpO <sub>2</sub> < 90%, %	0 (0;0)	0 (0;0) <sup>a</sup>	0 (0;0)	36 (9;70) <sup>a,b,c</sup>	16 (2;40) <sup>a,b,c,d</sup>	< 0.001
Mean inspiratory flow (Vt/Ti), L/s	0.16 (0.13;0.18)	0.17 (0.14;0.20)	0.16 (0.12;0.19)	0.18 (0.14;0.24) <sup>a</sup>	0.17 (0.14;0.20)	0.046
Minute ventilation, L/min	3.95 (3.14;4.49)	4.23 (3.74;4.91)	3.95 (3.20;5.54)	4.06 (3.52;6.48) <sup>a</sup>	4.47 (3.81;5.18) <sup>a,b</sup>	0.006
Tidal volume, L	0.24 (0.21;0.29)	0.27 (0.22;0.33)	0.27 (0.21;0.34)	0.28 (0.22;0.40) <sup>a</sup>	0.29 (0.24;0.34) <sup>a</sup>	0.015
Breath rate, 1/min	15 (14;16)	15 (14;17)	15 (14;17)	16 (14;18) <sup>c</sup>	16 (14;18) <sup>a,b,c</sup>	< 0.001
End-tidal PCO <sub>2</sub> , mm Hg	41 (39;44)	38 (37;40) <sup>a</sup>	39 (37;40) <sup>a</sup>	37 (34;38) <sup>a,b,c</sup>	36 (34;37) <sup>a,b,c</sup>	< 0.001
Heart rate, 1/min	56 (50;61)	56 (51;61)	56 (51;60)	60 (55;65) <sup>a,b,c</sup>	61 (56;65) <sup>a,b,c</sup>	< 0.001
Total sleep time, min	399 (386;412)	400 (372;411)	408 (400;414) <sup>a,b</sup>	402 (384;410) <sup>c</sup>	405 (388;413)	0.011
Sleep latency, min	13 (8;21)	12 (7;16)	10 (7;12) <sup>a,b</sup>	9 (7;13) <sup>a</sup>	9 (7;12) <sup>a</sup>	< 0.001
Sleep efficiency, %	97 (95;100)	98 (91;99)	99 (98;100)	98 (94;99)	98 (96;99)	0.077
WASO, min	11 (3;22)	12 (4;39)	7 (3;11)	11 (4;25)	9 (3;22)	0.096
NREM 1+2, %	56 (51;63)	55 (49;61) <sup>c</sup>	50 (42;53) <sup>a,b</sup>	58 (52;64) <sup>c</sup>	55 (51;62) <sup>c</sup>	< 0.001
NREM 3+4, %	24 (20;27)	24 (19;26)	24 (20;29)	20 (16;24) <sup>a,b,c</sup>	21 (18;25) <sup>c</sup>	< 0.001
REM, %	19 (15;24)	22 (18;26)	26 (21;29) <sup>a,b</sup>	20 (18;25) <sup>c</sup>	22 (19;26) <sup>a,c</sup>	< 0.001
Arousal index, 1/h	8.3 (6.1;9.6)	6.5 (5.3;9.3)	6.8 (5.5;8.3)	7.7 (6.1;9.7) <sup>c</sup>	7.7 (6.1;10.9)	0.005

Medians (quartiles), n = 51. AHI, apnea-hypopnea index; ANOVA, analysis of variance; NREM, nonrapid eye movement; REM, rapid eye movement; SpO<sub>2</sub>, oxygen saturation; ODI, oxygen desaturation index; WASO, wakefulness after sleep onset. <sup>a</sup>P < 0.05 versus 490 m, <sup>b</sup>P < 0.05 versus 1,630 m day 1, <sup>c</sup>P < 0.05 versus 1,630 m day 2. <sup>d</sup>P < 0.05 versus 2,590 m, day 1.



# Effet de l'altitude modérée sur le sommeil

	490 m	1,630 m		2,590 m		P Friedman ANOVA
		1 <sup>st</sup> day	2 <sup>nd</sup> day	1 <sup>st</sup> day	2 <sup>nd</sup> day	
<b>Vigilance and cognitive performance</b>						
PVT response speed (1/RT), 1/s	4.7 (4.4;5.4)	5.0 (4.3;5.3)	5.1 (4.5;5.5)	5.0 (4.3;5.4)	5.1 (4.7;5.5) <sup>a</sup>	0.015
PVT number of lapses	1 (0;4)	2 (0;3)	1 (0;3)	1 (0;3)	1 (0;3)	0.069
DASS, reaction time, s	1.9 (1.5;2.3)	2.1 (1.6;2.6)	2.1 (1.6;2.6)	1.9 (1.5;2.4)	1.8 (1.4;2.6)	0.389
DASS, tracking error, arbitrary units	0.30 (0.21;0.39)	0.27 (0.22;0.40)	0.29 (0.20;0.35) <sup>a</sup>	0.26 (0.20;0.35)	0.24 (0.19;0.30) <sup>a,b,c,d</sup>	< 0.001
1-, 2-, 3- number back mean reaction time of correct answers, ms	637 (554;793)	674 (594;828)	635 (554;713) <sup>b</sup>	674 (579;769)	628 (550;734)	0.019
1-, 2-, 3- number back correct answers, %	92 (89;95)	93 (90;96) <sup>a</sup>	93 (90;95) <sup>a</sup>	93 (90;95)	93 (91;95)	0.031
Trail making test, s	52.4 (43.8;58.9)	48.1 (42.5;58.5)	46.5 (40.7;55.5) <sup>a,b</sup>	51.2 (43.5;58.4)	48.0 (40.8;55.5) <sup>a,d</sup>	0.003
<b>Questionnaire evaluation</b>						
Estimated night-time spent awake, min	20 (10;40)	20 (10;30)	10 (5;20) <sup>a,b</sup>	20 (10;50) <sup>c</sup>	15 (5;30) <sup>c</sup>	< 0.001
Sleep quality, Visual analog score	6.2 (4.0;7.5)	6.0 (4.3;7.5)	7.1 (6.0;8.2) <sup>a,b</sup>	5.5 (3.8;7.0) <sup>c</sup>	6.3 (5.1;7.9) <sup>a</sup>	0.006
Karolinska Sleepiness Scale score <sup>e</sup>	3 (2;4)	3 (3;5)	3 (3;5)	3 (3;5)	3 (3;4)	0.192
Acute mountain sickness score (AMSc)	0.00 (0.00;0.10)	0.00 (0.00;0.09)	0.00 (0.00;0.00)	0.00 (0.00;0.00)	0.00 (0.00;0.00)	0.194

Medians (quartiles), n = 51. ANOVA, analysis of variance; DASS, divided attention steering simulator; PVT, psychomotor vigilance test. <sup>a</sup>P < 0.05 versus 490 m, <sup>b</sup>P < 0.05 versus 1,630 m day 1, <sup>c</sup>P < 0.05 versus 1,630 m day 2, <sup>d</sup>P < 0.05 versus 2,590 m, day 1. <sup>e</sup>Subjective sleepiness rated from 1 (very awake) to 9 (very tired).

Psychomotor vigilance and various other measures of cognitive performance did not change significantly.

# Acclimatation à long terme

- Dans les Andes (4330m), les habitants ont un sommeil de durée et de caractéristiques similaires à celui des habitants de plaine.

MAIS

- Ils ont une respiration nocturne périodique avec des apnées centrales et des désaturations cycliques.
- On retrouve la même chose chez les sujets qui déménagent en haute altitude : normalisation du sommeil mais persistance de respiration nocturne périodique.

# Interventions pour les tr. du sommeil en altitude

- Monter par pallier si possible.
- Ne traiter que les patients symptomatiques.
- **Acetazolamide** (Diamox) :
  - Le traitement le plus étudié dans cette situation
  - Augmente l'excrétion rénale de BIC → acidose métabolique → hyperventilation.  
Ceci mime le processus naturel d'acclimatation à l'altitude.
  - Améliore l'oxygénation ET diminue la respiration périodique de 50-80%.
  - Réduit aussi les symptômes du mal des montagnes
  - Dose prophylactique :
    - 125mg 2x/j
    - Commencer un jour avant l'ascension → 2j après avoir atteint l'altitude la plus haute.

# Interventions pour les tr. du sommeil en altitude

- **Agonistes des BZD (zolpidem)**
  - Efficace pour améliorer le sommeil en haute altitude (3600 et 4000m) :
    - Augmente la durée du sommeil et le sommeil lent-profond
    - Pas d'effet sur la respiration périodique, la SpO2 et les performances cognitives et physiques durant la journée.
    - Plus efficace que l'acétazolamide sur la qualité de sommeil
    - BZD classiques : pas meilleurs que placebo
- **Oxygène**
  - Améliore la respiration périodique en diminuant l'hyperventilation
  - Acceptable logistiquement que pour le HAPE et HACE
- **Servo-ventilation**
  - Très efficace pour supprimer la respiration périodique, mais est-ce utile de corriger un mécanisme compensatoire ? → uniquement chez patients symptomatiques.

**Merci**