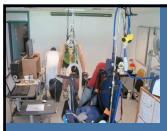
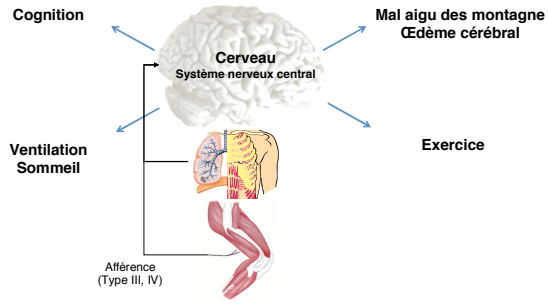


Le cerveau et le sommeil: nouvelles considérations sur la réponse physiologique à l'hypoxie

Samuel VERGÈS
Laboratoire Hypoxie-Physiopathologie (HP2)
INSERM & Université Joseph Fourier, Grenoble

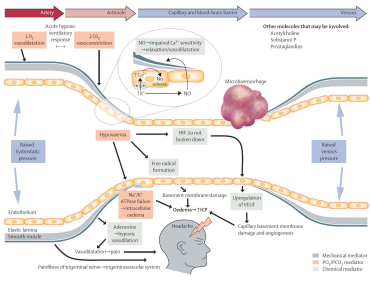
groupe d'intervention médicale en montagne
4ème Congrès International de Médecine de Montagne
4. Internationaler Kongress für Bergmedizin
19-23 septembre 2012, La Germni, Valais, Suisse

Hypoxie et Cerveau



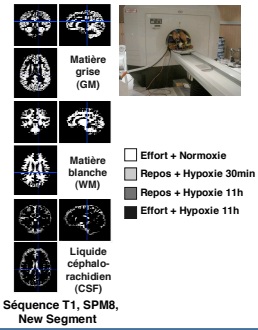
Hypoxie et Cerveau

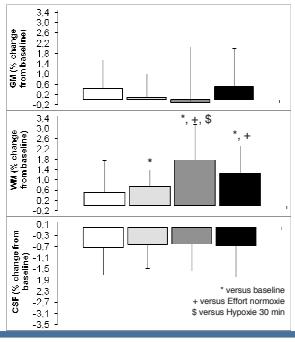
Œdème cérébral de haute altitude – Altération vasculaire



Wilson et al. Lancet, 2009

Hypoxie, exercice et volumétrie cérébrale





Circulation cérébrale en hypoxie chronique

Opération VALLOT 2011

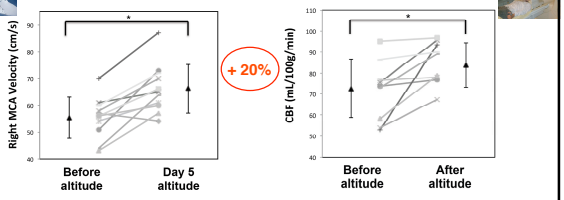
Doppler 2D plaine / altitude (J5) **ASL plaine / post altitude (J7)**

Hypoxie, Cerveau, sommeil

Circulation cérébrale en hypoxie chronique

	SpO_2 (%)	$PetCO_2$ (mmHg)	Breathing Frequency (min^{-1})	Heart Rate ($.min^{-1}$)	Mean arterial pressure (mmHg)
Before altitude (212 m)	97.2±0.5	40.9±4.9	13.8±2.7	61.2±7.7	104.4±6.1
Day 5 at altitude (4,350 m)	87.6±1.3*,§	30.5±3.1*	19.2±2.7*,§	77.9±16.1*,§	115.6±6.7*,§
Immediately after altitude (212 m)	97.8±0.7	33.2±4.0*	14.9±2.9	63.1±8.2	105.8±8.1

Débit sanguin cérébral

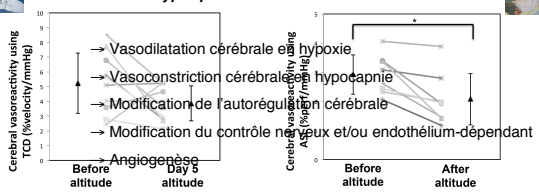


Hypoxie, Cerveau, sommeil

Circulation cérébrale en hypoxie chronique

	SpO_2 (%)	$PetCO_2$ (mmHg)	Breathing Frequency (min^{-1})	Heart Rate ($.min^{-1}$)	Mean arterial pressure (mmHg)
Before altitude (212 m)	97.2±0.5	40.9±4.9	13.8±2.7	61.2±7.7	104.4±6.1
Day 5 at altitude (4,350 m)	87.6±1.3*,§	30.5±3.1*	19.2±2.7*,§	77.9±16.1*,§	115.6±6.7*,§
Immediately after altitude (212 m)	97.8±0.7	33.2±4.0*	14.9±2.9	63.1±8.2	105.8±8.1

Réactivité cérébrovasculaire au CO_2
Hyper-perfusion cérébrale ?

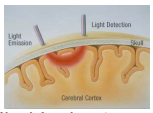


- → Vasodilatation cérébrale en hypoxie
- → Vasoconstriction cérébrale en hypocapnie
- → Modification de l'autorégulation cérébrale
- → Modification du contrôle neurovasculaire et/ou endothélium-dépendant
- → Angiogenèse

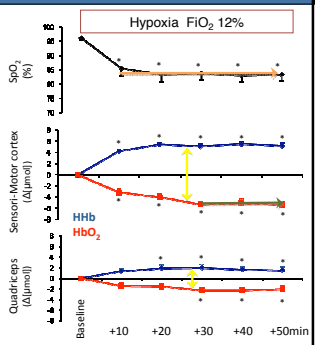
Hypoxie, Cerveau, sommeil

Oxygénation cérébrale en hypoxie prolongée

Oxygénation tissulaire,
Sang *versus* Cortex *versus* Muscle,
1 h en hypoxie (FiO_2=12%)



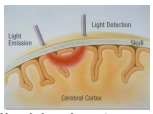
Near infrared spectroscopy (NIRS)



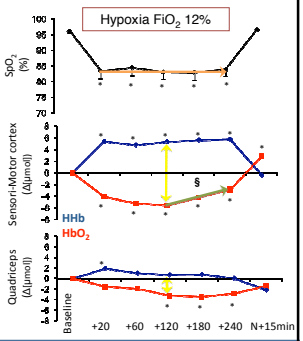
Hypoxie, Cerveau, sommeil

Oxygénation cérébrale en hypoxie prolongée

Oxygénation tissulaire,
Sang *versus* Cortex *versus* Muscle,
4 h en hypoxie (FiO_2=12%)



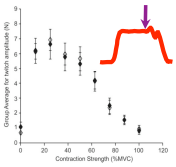
Near infrared spectroscopy (NIRS)

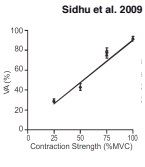


Hypoxie, Cerveau, sommeil

Excitabilité et activation corticale en hypoxie

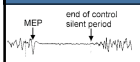
Stimulation magnétique transcranienne





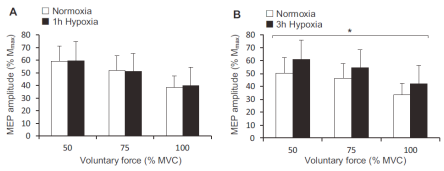
Hypoxie, Cerveau, sommeil

Excitabilité corticale et hypoxie



Effet *temps-dépendant* de l'hypoxie sur l'excitabilité corticale au repos

Potentiel évoqué moteur



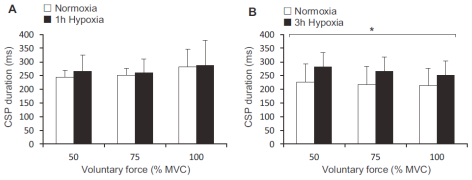
Rupp et al. J Neurophysiology 2012

Hypoxie, Cerveau, sommeil

Excitabilité corticale et hypoxie

Effet *temps-dépendant* de l'hypoxie sur l'inhibition intra-corticale au repos

Période de silence

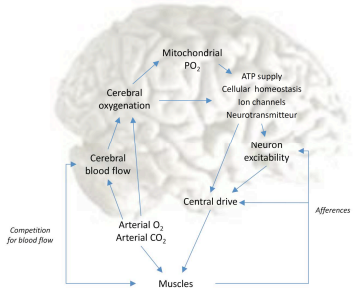


Rupp et al. J Neurophysiology 2012

Hypoxie, Cerveau, sommeil

Limitations à l'effort en hypoxie

Perturbations cérébrales associées à l'exercice en hypoxie

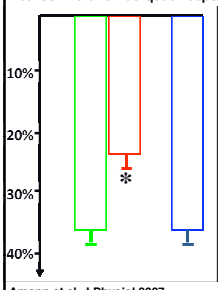


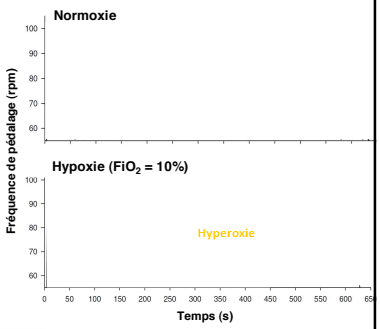
Verges et al. Am J Physiol (Reg, Int and Comp Physiol), 2012

Le cerveau à l'effort en hypoxie

Effort sur cycloergomètre à charge constante (80% Pmax) jusqu'à épuisement

Neurostimulation du quadriceps

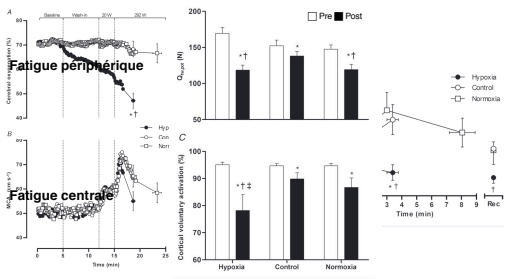




Amann et al. J Physiol 2007

Le cerveau à l'effort en hypoxie

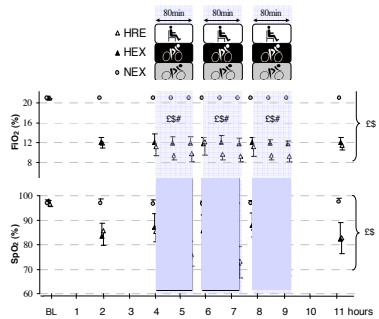
Effort sur cycloergomètre à charge constante (80% Pmax) jusqu'à épuisement



Goodall et al. J Physiol 2012

Le cerveau à l'effort en hypoxie

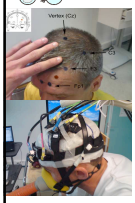
Projet *CERVOX*



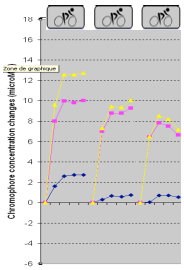
Rupp et al.

Le cerveau à l'effort en hypoxie

Oxygénation cérébrale (NIRS) suite à un effort prolongé à charge constante (iso-charge relative: 45% Pmax)



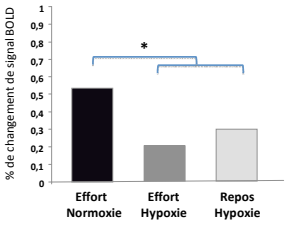
Effort Normoxie

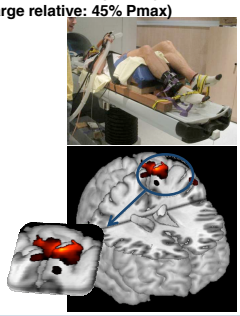


ΔHHb
ΔHbO$_2$
ΔTHb

Le cerveau à l'effort en hypoxie

Activation cérébrale (NIRS) suite à un effort prolongé à charge constante (iso-charge relative: 45% Pmax)

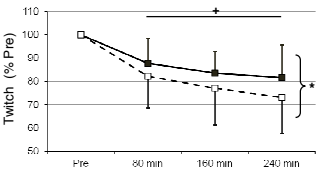




Le cerveau à l'effort en hypoxie

Fatigue neuromusculaire au cours d'un effort prolongé à charge constante (iso-charge relative: 45% Pmax)

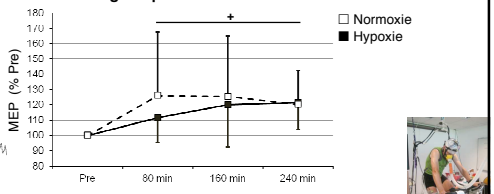
Secousse évoquée par stimulation électrique du nerf fémoral



Le cerveau à l'effort en hypoxie

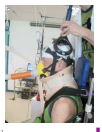
Fatigue neuromusculaire au cours d'un effort prolongé à charge constante (iso-charge relative: 45% Pmax)

Potentiel évoqué moteur par stimulation magnétique transcranienne

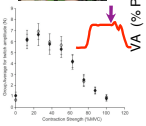


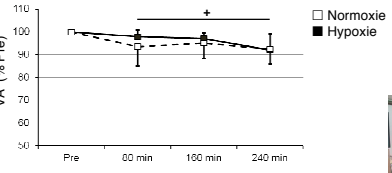
Le cerveau à l'effort en hypoxie

Fatigue neuromusculaire au cours d'un effort prolongé à charge constante (iso-charge relative: 45% Pmax)

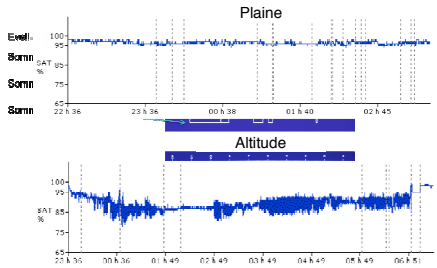


Activation volontaire évaluée par stimulation magnétique transcranienne





Sommeil et exposition hypoxique



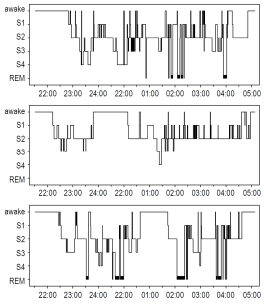
Sommeil et exposition hypoxique

Adaptation au cours d'un séjour prolongé en haute altitude

Plaine

4559m, 1ère nuit

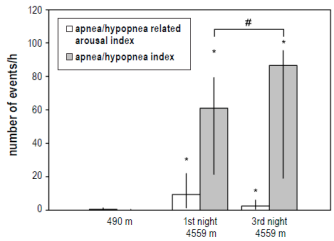
4559m, 3ème nuit



Nussbauer-Ochsner et al. J Sleep 2012

Sommeil et exposition hypoxique

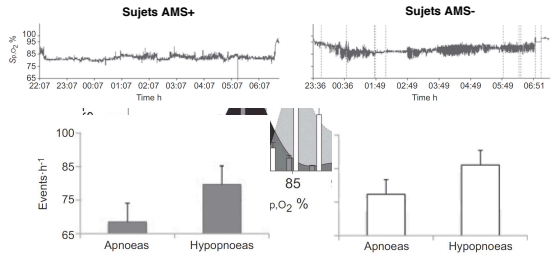
Adaptation au cours d'un séjour prolongé en haute altitude



Nussbauer-Ochsner et al. J Sleep 2012

Sommeil et exposition hypoxique

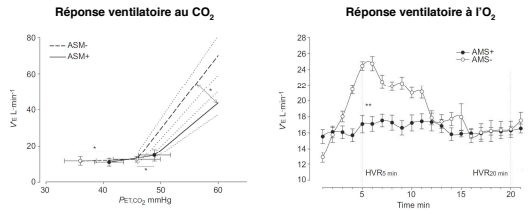
Différence entre sujets 'bons répondeurs' et 'mauvais répondeurs' (AMS)



Nespoulet et al. Eur Respir J 2012

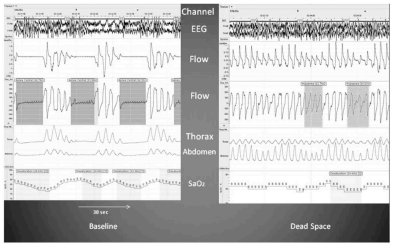
Sommeil et exposition hypoxique

Différence entre sujets 'bons répondeurs' et 'mauvais répondeurs' (AMS)



Nespoulet et al. Eur Respir J 2012

Sommeil et exposition hypoxique



Lovis et al. Sleep Med 2012

Hypoxie et cerveau : à suivre…

- Le cerveau est l'organe **le plus oxygène-dépendant** de l'organisme, toute réduction de son approvisionnement en oxygène peut avoir des conséquences fonctionnelles ou lésionnelles.
- Les **mécanismes cellulaires** de ces altérations cérébrales restent cependant pour beaucoup à déterminer.
- Les **conséquences fonctionnelles** de l'hypoxie du système nerveux central s'expriment en termes de cognition mais aussi de performances motrices et de contrôle ventilatoire (sommeil).
- Les réponses cérébrales sont clefs quant aux processus d'**acclimatation**
- Certaines **interventions pharmaceutiques ou non-pharmaceutiques** pourraient agir sur ces altérations cérébrales.