PNAS | **December 24, 2002** | vol. 99 | no. 26 | **17215-17218**

An Ethiopian pattern of human adaptation to high-altitude hypoxia

Cynthia M. Beall, Michael J. Decker, Gary M. Brittenham, Irving Kushner, Amha Gebremedhin and Kingman P. Strohl

http://www.pnas.org/cgi/content/full/99/26/17215

Patterns of adaptation to high-altitude hypoxia are identified by comparing the presence (+) or absence (–) of erythrocytosis and arterial hypoxemia

Partial pressure of inspired oxygen, % of sea level		Erythrocytosis	Arterial hypoxemia
Sea level	100	–	–
Andean (3500-4000 m)	**60**	**+**	**+**

Data were obtained by using the mean values of hemoglobin concentration and oxygen saturation of hemoglobin of sea level populations as a point of reference, published values from Andean and Tibetan high-altitude populations at 4,000 m (12, 17, 18)

Patterns of adaptation to high-altitude hypoxia are identified by comparing the presence (+) or absence (–) of erythrocytosis and arterial hypoxemia

Partial pressure of inspired oxygen, % of sea level		Erythrocytosis	Arterial hypoxemia
Sea level	100	–	–
Tibetan (3500-4000 m)	**60**	**–**	**+**
Andean (3500-4000 m)	**60**	**+**	**+**

Data were obtained by using the mean values of hemoglobin concentration and oxygen saturation of hemoglobin of sea level populations as a point of reference, published values from Andean and Tibetan high-altitude populations at 4,000 m (12, 17, 18)

Patterns of adaptation to high-altitude hypoxia are identified by comparing the presence (+) or absence (–) of erythrocytosis and arterial hypoxemia

Partial pressure of inspired oxygen, % of sea level		Erythrocytosis	Arterial hypoxemia
Sea level	100	–	–
Ethiopian (3500 m)	**64**		
Tibetan (3500-4000 m)	**60**	**–**	**+**
Andean (3500-4000 m)	**60**	**+**	**+**

Data were obtained by using the mean values of hemoglobin concentration and oxygen saturation of hemoglobin of sea level populations as a point of reference, published values from Andean and Tibetan high-altitude populations at 4,000 m (12, 17, 18)

méthodologie

population

Ambaras du plateau éthiopien (3530 m)

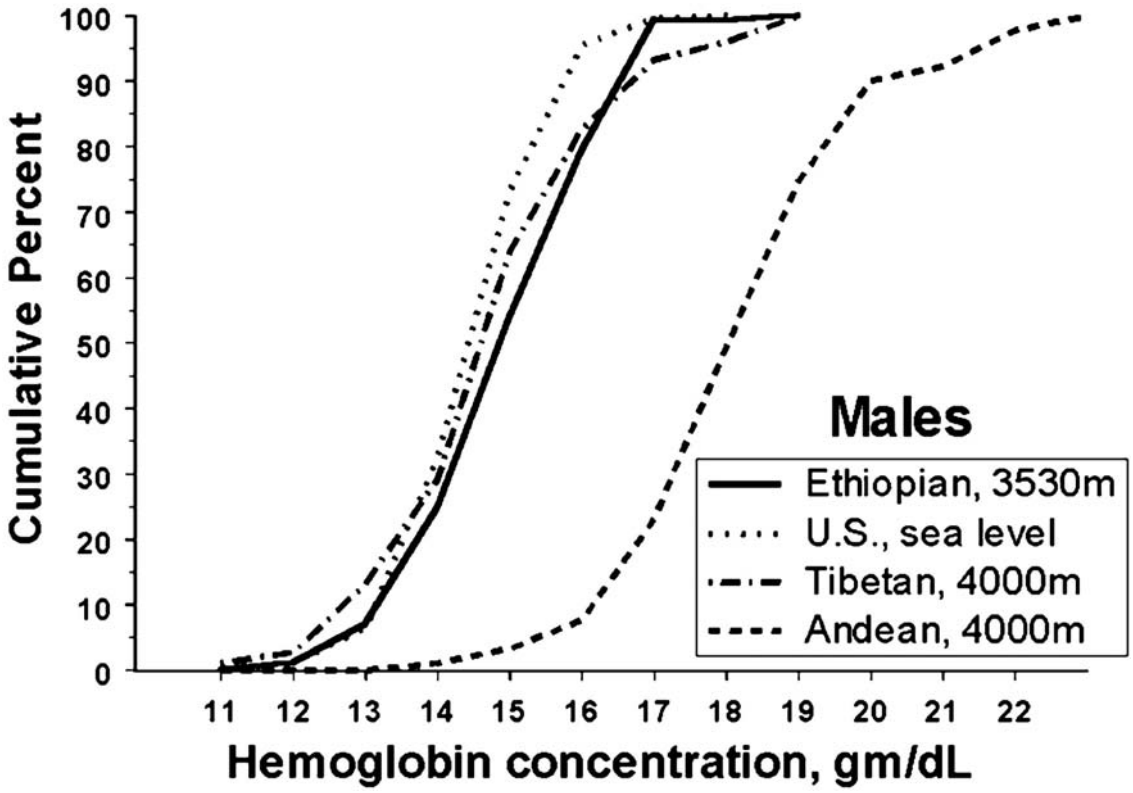
313 persones de 14 à 86 ans
hommes et femmes, non fumeurs

analyses

concentration en hémoglobine
% de saturation du l'hémoglobine artérielle
types d'hémoglogine exprimée
concentration en EPO

données contrôles : poids, hauteur, carence en fer, inflammation chronique, état physiologique

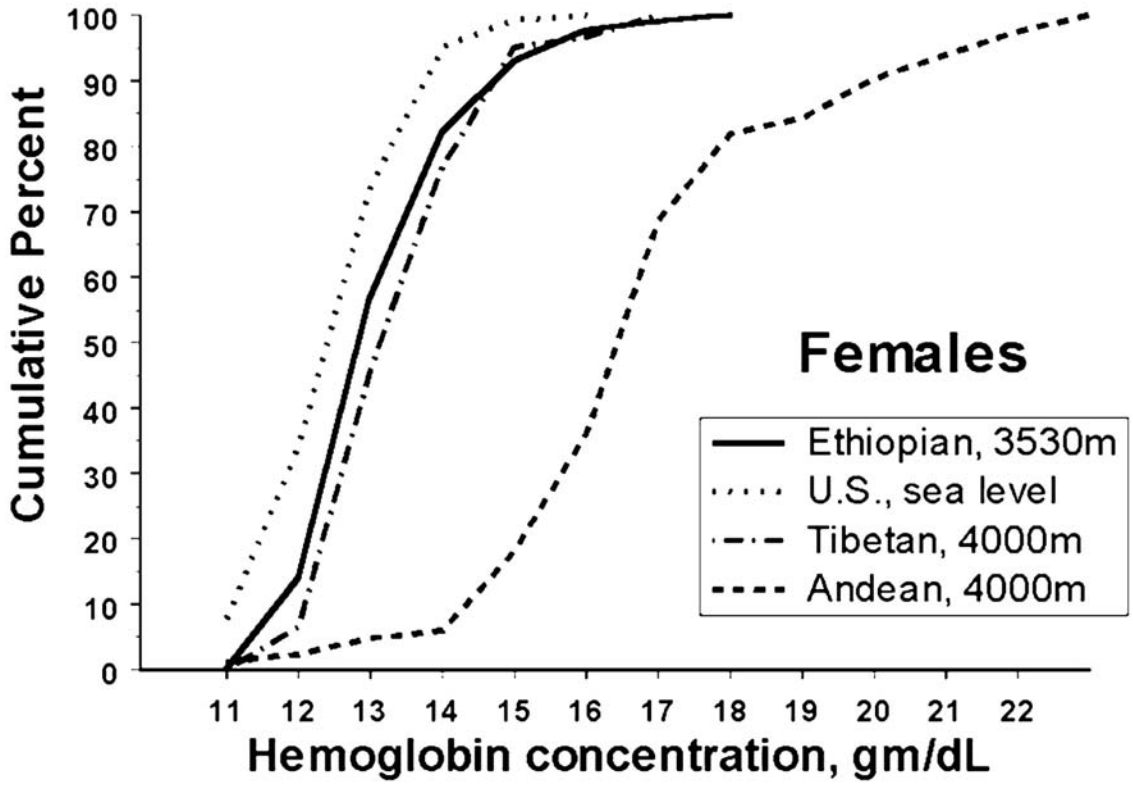
concentration en hémoglobine (hommes)



moyenne : 15,9 ± 0,1 g/dL

PNAS | **December 24, 2002** | vol. 99 | no. 26 | **17215-17218**

concentration en hémoglobine (femmes)



moyenne : 15,0 ± 0,1 g/dL

PNAS | **December 24, 2002** | vol. 99 | no. 26 | **17215-17218**

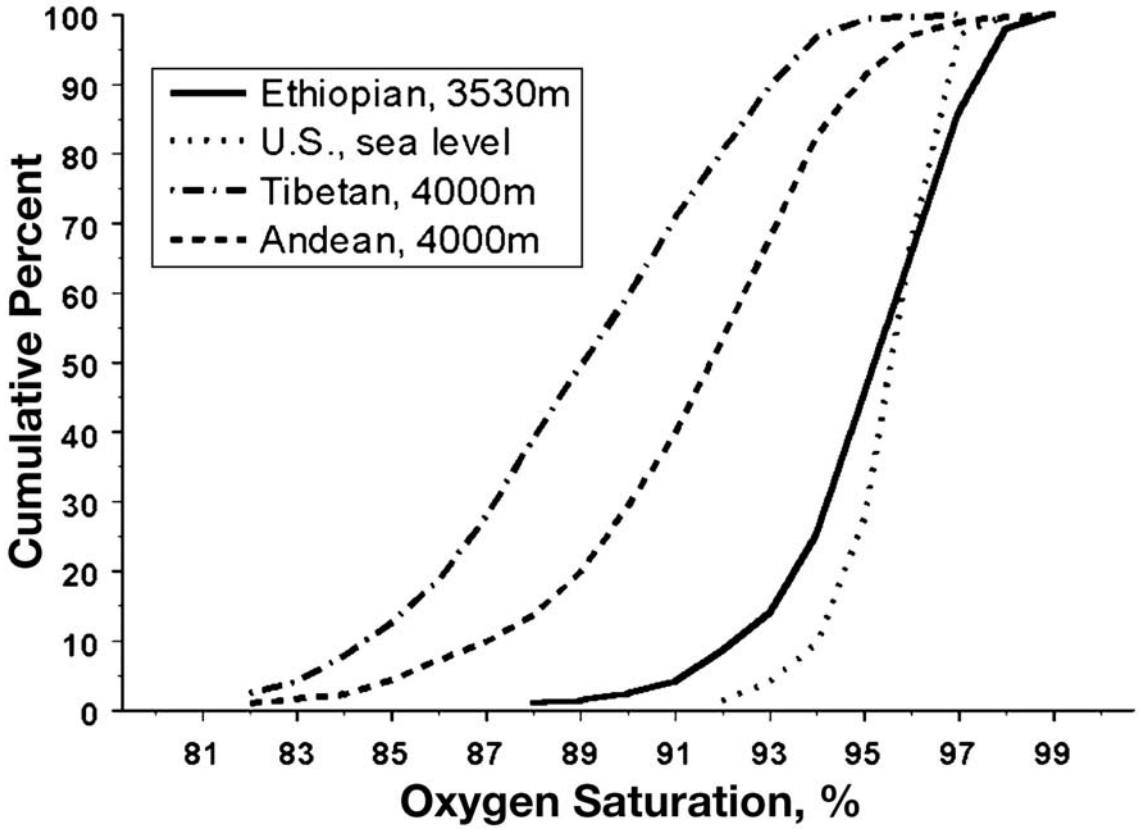
concentration EPO

niveau de la mer : **5-30** **milliunités/mL**

Ambaras (3530 m) : **6,6 ± 0.3 milliunités/mL**

pas de différence entre sexes

% de saturation en oxygène de l'hémoglobine artérielle



Ambaras : 95,3 ± 0,2 %
Cleveland : 96,7 ± 0,2 %

hémoglogine A

Conclusion

altitudes : trois profils distincts :

Partial pressure of inspired oxygen, % of sea level		Erythrocytosis	Arterial hypoxemia
Sea level	100	–	–
Ethiopian (3500 m)	**64**	**–**	**–**
Tibetan (3500-4000 m)	**60**	**–**	**+**
Andean (3500-4000 m)	**60**	**+**	**+**

Éthiopiens : pas d'hypoxémie ni d'hyperglobulie

explications possibles (selon les auteurs) :

affinité plus importante de l'hémoglobine pour l'oxygène :

hémoglobine génétiquement distincte : non modulation de l'affinité par le 2,3 DPG

meilleure diffusion alvéolo-capillaire (?)

Signification adaptative

altitudes : trois profils distincts :

adaptation / ajustement ?
un des profils fonctionnent-ils mieux que les autres ?

différences génétiques : dues à la pression de sélection ?
dues à la dérive génétique d'échantillonage ?

données paléoanthropologiques

peuplement du plateau tibétain :

1er peuplement : -25000 ans (archéologie)
2e peuplement : -23000 à -22000 ans (archéologie)
3e peuplement : -6000 ans (analyse génétiques Y)

peuplement du plateau andin :

1er peuplement : -11000 ans (archéologie)
2e peuplement : -3500 ans (archéologie)