

Patología de la exposición aguda a la altura

J-P Richalet

1. **Contra-indicaciones a la exposición a las grandes alturas**
2. **La intolerancia a la altura**
3. **Consecuencias de la estadia en las grandes alturas**

Contra-indicaciones a permanecer a grandes alturas

1. Cardiovasculares :

- hipertension arterial pulmonar
- insuficiencia coronaria inestable, arteritis
- hipertension arterial sistémica no equilibrada
- trastornos del ritmo y/o conduccion
- malformaciones congénitas

2. Pulmonares :

- insuficiencia respiratoria de cualquier etiologia
- antecedente de edema agudo de pulmon

3. Hematologicas :

- anemia (parasitosis, ferripriva, talasemia, drepanocitosis, etc...)
- antecedente de trombosis

4. Neurologicas :

- epilepsia
- trastornos neuro-psiquiatricos mayores

5. Metabolicas :

- diabetes
- obesidad

Intolerancia a la altura

- 1. Factores determinantes de la susceptibilidad individual a la hipoxia**
 - sensibilidad de los quimiorreceptores ?
 - otros ?
- 2. Es congénita o adquirida ?**
- 3. Es posible de detectarla ?**
 - anamnesis : intolerancia a la altura
 - test de respuesta ventilatoria y cardiaca a la hipoxia
- 4. Qué métodos existen para combatirla ?**
 - aclimatacion a la altura, estrategia de ascenso y descenso
 - entrenamiento fisico ?
 - medicamentos : acetazolamida, bloqueadores del Ca, sildenafil
 - modificacion artificial del medio ambiente

Consecuencias de la exposicion a la altura

1. Exposicion aguda :

- mal agudo de montana ("soroche", "puna") de grados diversos

2. Exposicion intermitente :

- mejoria (adaptacion)
o disminucion de la tolerancia (desadaptacion) a la altura,
sobretudo al esfuerzo

3. Exposicion cronica :

- poliglobulia y sus consecuencias
- trombosis

Patología de las grandes alturas

Mal agudo de montaña benigno (MAM)

Edema localizado de la altura (ELA)

Mal de montaña complicado

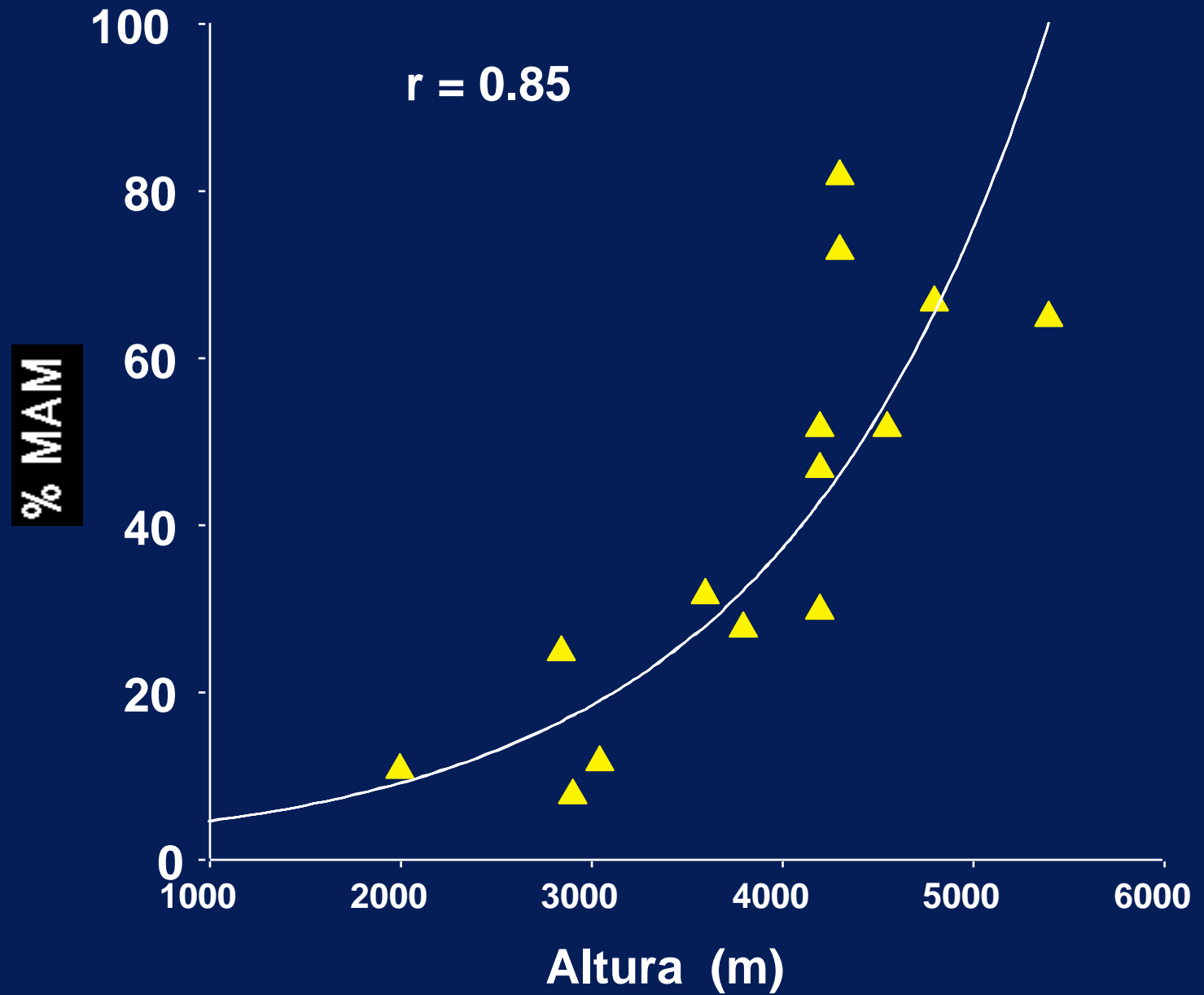
- **Edema agudo de pulmón de la altura (EAPA)**
- **Edema cerebral de altura (ECA)**

Enfermedades hemorrágicas y tromboembólicas en la altura

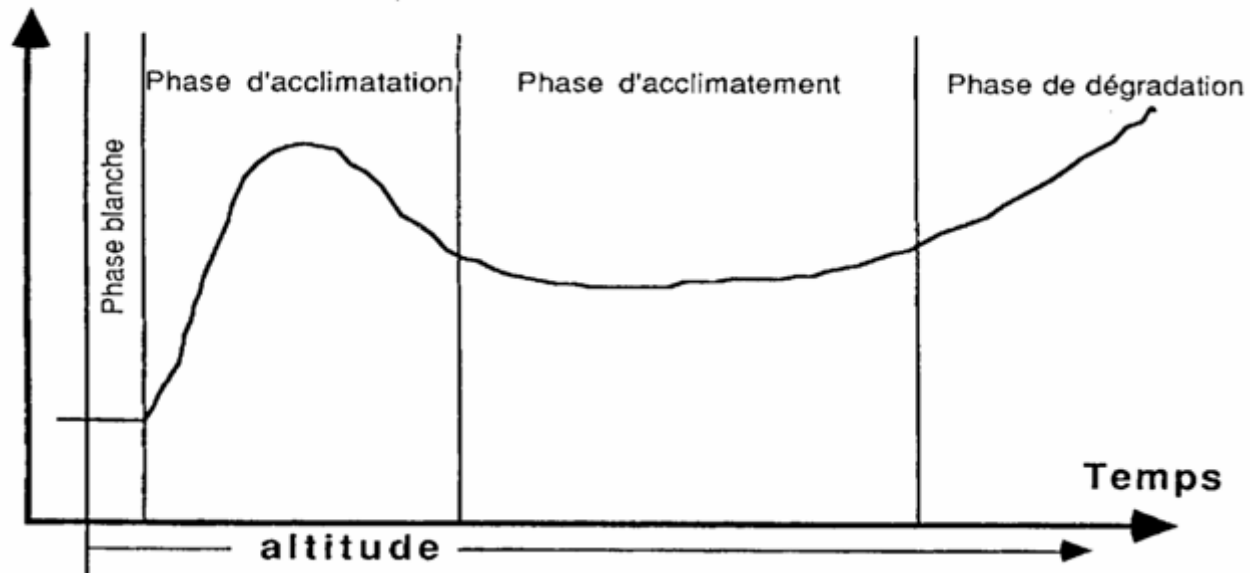
- **Hemorragias retinianas de las grandes alturas**
- **Accidentes tromboembólicos**

Poliglobulia crónica de la altura (Enfermedad de Monge)

Frecuencia del MAM en funcion de la altura



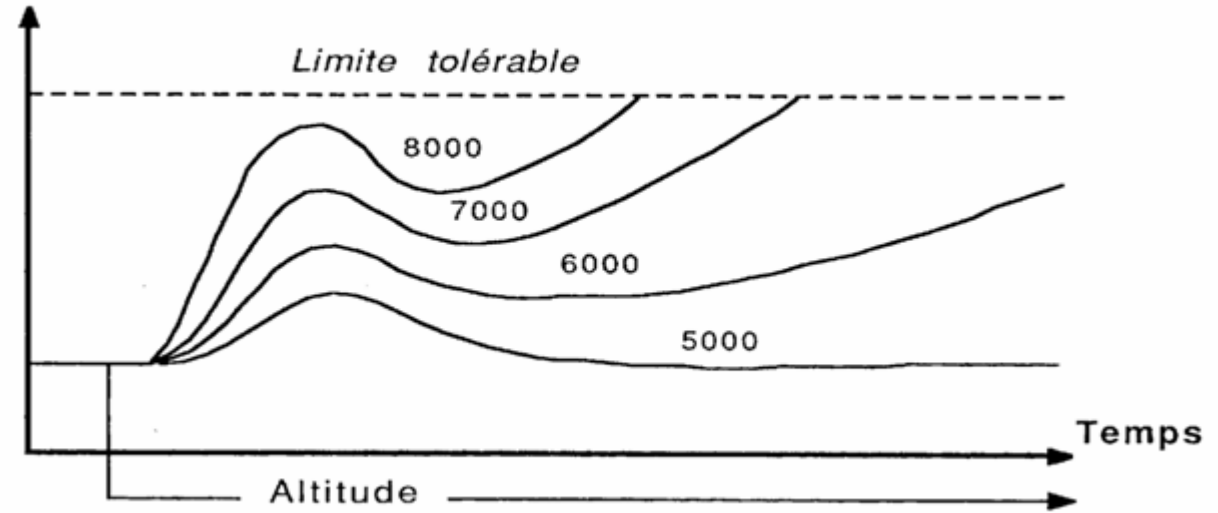
Signes de maladaptation



Les différentes phases d'adaptation à la haute altitude

... en fonction de l'altitude.

Signes de maladaptation



MAM **Mal agudo de montaña**

Circunstancias de aparición

- **altura variable según los individuos: 1800-3500 m**
- **lapso de tiempo: entre 4 a 8 horas de la llegada**
- **evolución: durante 3 a 4 días
más intenso por la noche y al despertarse**

MAM

Mal agudo de montaña

Signos clínicos

- cefalea
 - náusea o anorexia
 - insomnio
 - vértigos
- 1 punto
- cefalea resistente a la aspirina, paracetamol.
 - vómitos
- 2 puntos
- disnea de reposo
 - cansancio anormal o muy intenso
 - disminución de la diuresis
- 3 puntos

Entre 1 y 2 puntos : MAM discreto.

Entre 4 y 6 puntos : MAM moderado.

Más de 6 puntos : MAM severo.

MAM – edema localizado de altura



MAM

Mal agudo de montaña

Factores favorizantes

- altura elevada
- desnivel importante
- ejercicio intenso
- deshidratación (diarrea)
- ansiedad ?

Factores predisponentes

- pobre quimio-sensibilidad a la hipoxia
- edad (< 18 años)
- sexo (femenino más sensible al MAM discreto, menos al MAM severo).
- obesidad

MAM

Mal agudo de montaña

Tratamiento preventivo

- aclimatación mediante un ascenso progresivo < 400 m de desnivel / noche durante 2 días consecutivos por encima de 3000m
- acetazolamida : 125 mg x 2 / día desde la víspera: en individuos "malos respondedores" a la hipoxia si la aclimatación progresiva es imposible

MAM

Mal agudo de montaña

Tratamiento curativo

- antiálgicos simples (aspirina, paracetamol)
- reposo
- descenso / cámara de recompresión si MAM severo
- (acetazolamida: 250 mg x 2 / día).

a evitar: sedativos, alcohol, "oxigenadores"
a prohibir : furosemida

EAPA Edema agudo de pulmón de altura

Principales características (Schoene, 1985)

- **Puede ser fatal**
- **Ocurre en jóvenes sanos**
- **Existe una gran susceptibilidad individual**
- **La remisión es rápida con tratamiento.**
- **Nadie debería morir de EAPA**

EAPA Edema agudo de pulmón de altura

Factores favorizantes

- altura elevada
- desnivel importante
- ejercicio intenso, frío
- deshidratación (diarrea)

Factores predisponentes

- pobre quimio-sensibilidad a la hipoxia
- exagerada respuesta presora pulmonar a la hipoxia
- edad (< 18 años)

EAPA Edema agudo de pulmón de altura

Signos clínicos

iniciales :

- disnea anormal, intensa astenia
- tos seca
- MAM asociado a veces

fase de constitución :

- cianosis
- disnea de reposo
- estertores pulmonares
- taquicardia
- fiebre
- expectoración típica

evolución :

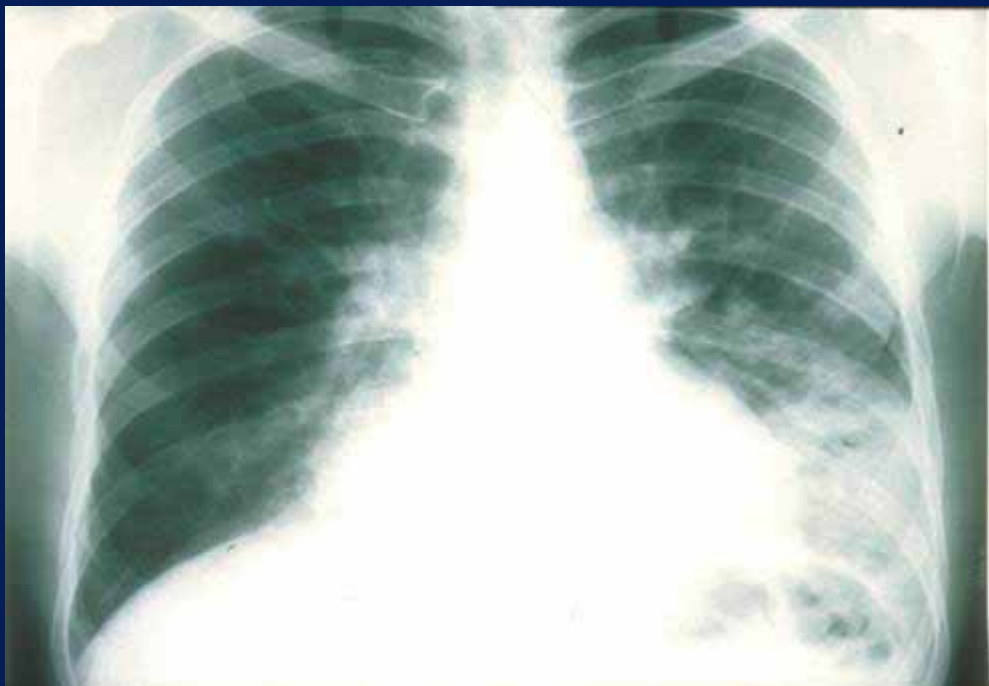
- deceso en 44% de casos no tratados
- curación rápida y sin secuelas si el descenso se efectúa rápidamente

EAPA Edema agudo de pulmón de altura

Circunstancias de aparición

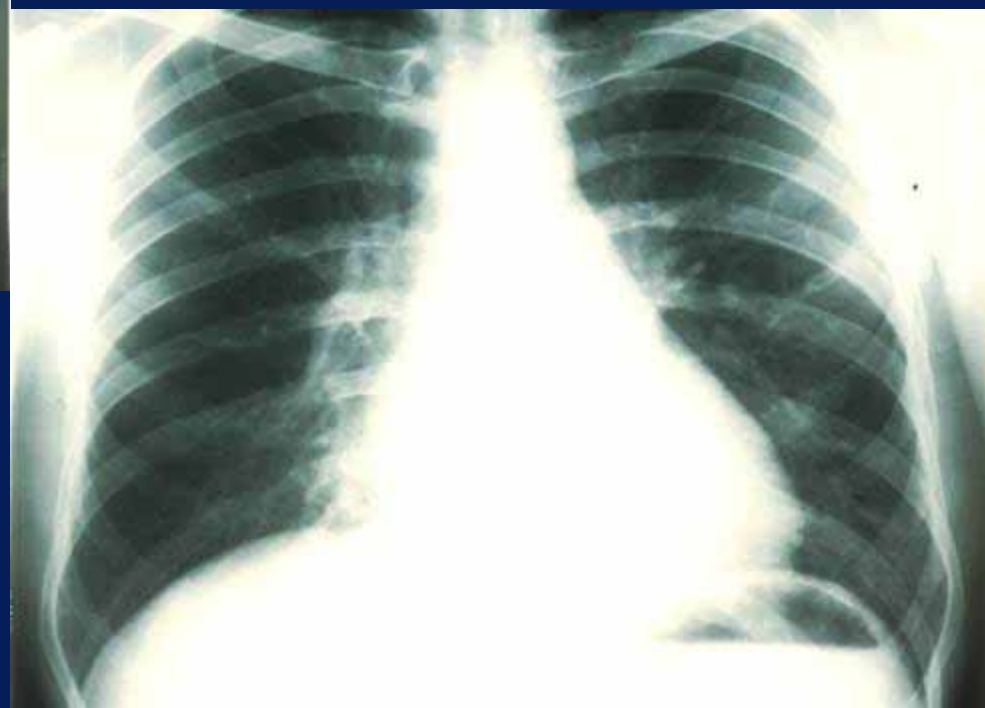
- **altura variable entre 2000 y 7000 m**
- **durante los 3 primeros días en 63% de casos**
- **entre el 4° y 10° días en 25 %**
- **después de 10 días en 12%**
- **a menudo al atardecer o por la noche después de un intenso ejercicio .**

Edema pulmonar de altura 1

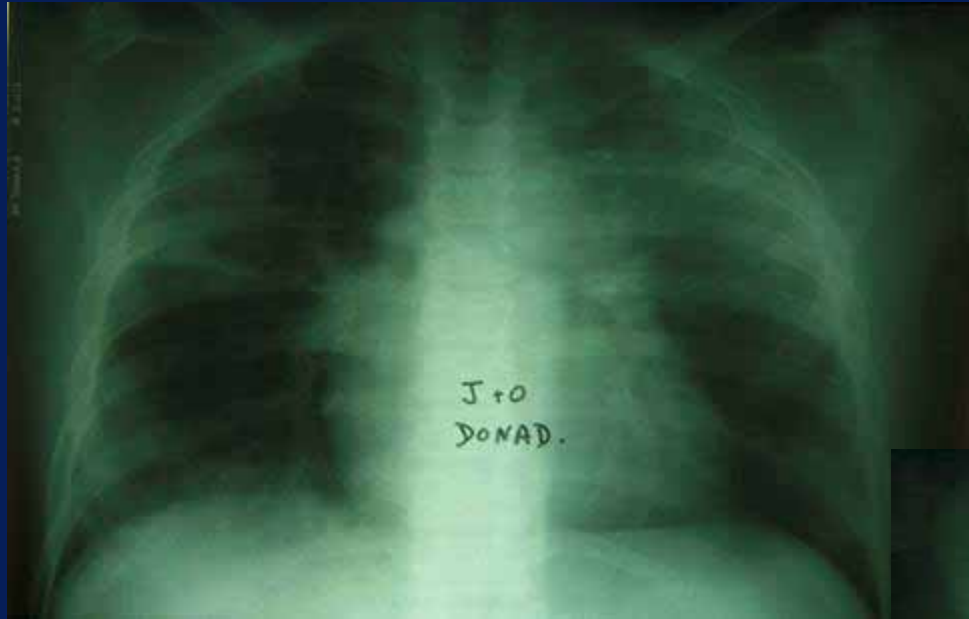


Chamonix, J+0

Chamonix, J+2



Edema pulmonar de altura 2

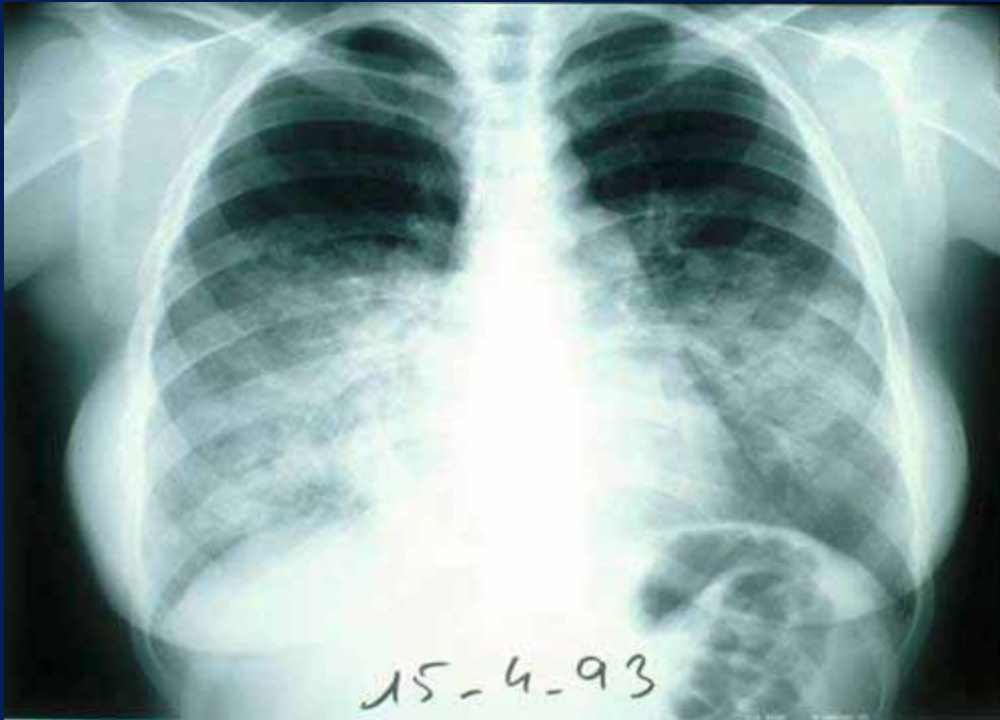


La Plagne, J+0



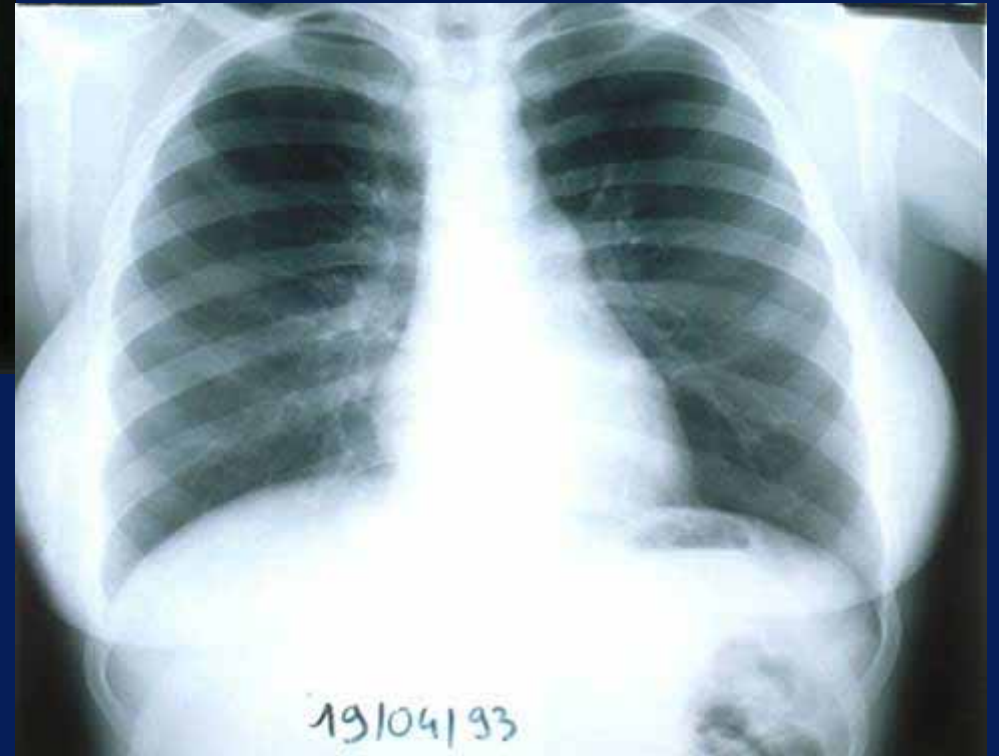
La Plagne, J+2

Edema pulmonar de altura 3

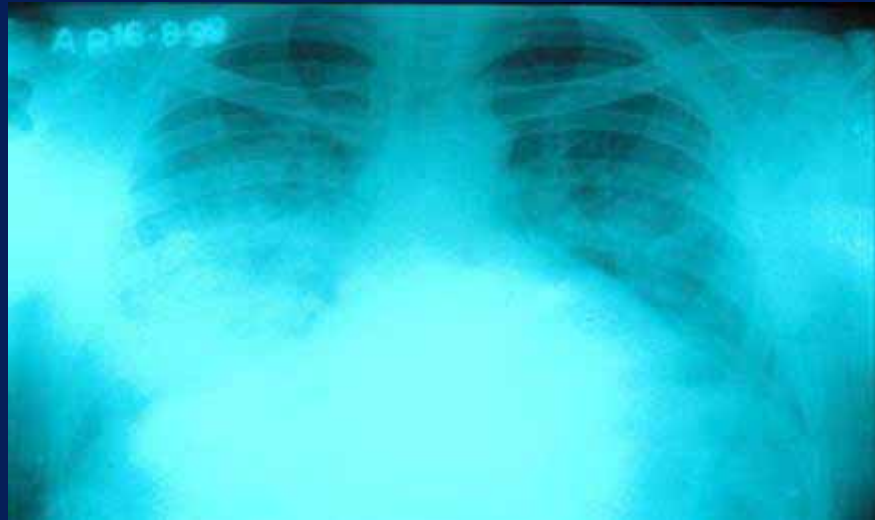


Tignes, J+0

Tignes, J+4



Edema pulmonar de altura 4



Ladakh, J+0



Ladakh, J+2



Ladakh, J+4

EAPA Edema agudo de pulmón de altura

Tratamiento preventivo

- detección de los sujetos " malos respondedores" a la hipoxia
- ascenso progresivo en la altura
- evitar los ejercicios intensos durante la fase de aclimatación.

eventualmente :

- acetazolamida (250 mg / 12 horas)
- bloqueadores del calcio :
 - nifedipina (10-20 mg SL + 20 mg LP, luego 20 mg / 6 horas),
 - nicardipina, isradipina.
- dexametasona 4 mg /6 horas.
- sildenafil: 100 mg /dia

EAPA Edema agudo de pulmón de altura

Exámenes complementarios

- gases en sangre : hipoxemia
- ECG : sobrecarga derecha
- Rx pulmonar : opacidades alveolares difusas
("patchy distribution")
- Hemodinámica : P cap bloqueada normal
aumento de la PAP
Sin insuficiencia ventricular izquierda
- Lavado bronco-alveolar : proteínas +++
glóbulos blancos
leucotrienos,tromboxano
fragmentos del Complemento
= edema de permeabilidad

EAPA Edema agudo de pulmón de altura

Diagnóstico diferencial

- Insuficiencia cardiaca izquierda y edema de origen cardiaco**
- individuos jóvenes, auscultación asimétrica, Pcap normal**
- Infecciones pulmonares bacterianas o virales**

TODO SIGNO RESPIRATORIO IMPORTANTE QUE ACONTECE EN LA ALTURA DEBE SER CONSIDERADO COMO EL INICIO DE UN EAPA Y TRATADO COMO TAL

EAPA Edema agudo de pulmón de altura

Formas clínicas

- formas subagudas**
- formas crónicas**
- formas asociadas a ECA**
- edema de "re-ingreso"**
- edema de medianas alturas**

EAPA Edema agudo de pulmón de altura

Tratamiento curativo :

- DESCENSO precoz**
- De lo contrario : oxigenoterapia**
 - bolsa de recompresión portable**
 - ventilación a presión positiva al final de la espiración CPAP / PEEP**
- Medicamentos : bloqueadores del calcio: nifedipina 20 mg / 8 h**
 - corticoides dexametasona 4mg / 6 horas**
 - sildenafil 50 mg/ 8 horas**

Camara de recompresion portatil CERTEC



-220 mbar
4,8 kg

Utilización de NO en el tratamiento del EAPA?

Interés :

- potente vasodilatador pulmonar
- inactivado por la hemoglobina, sin acción sistémica.

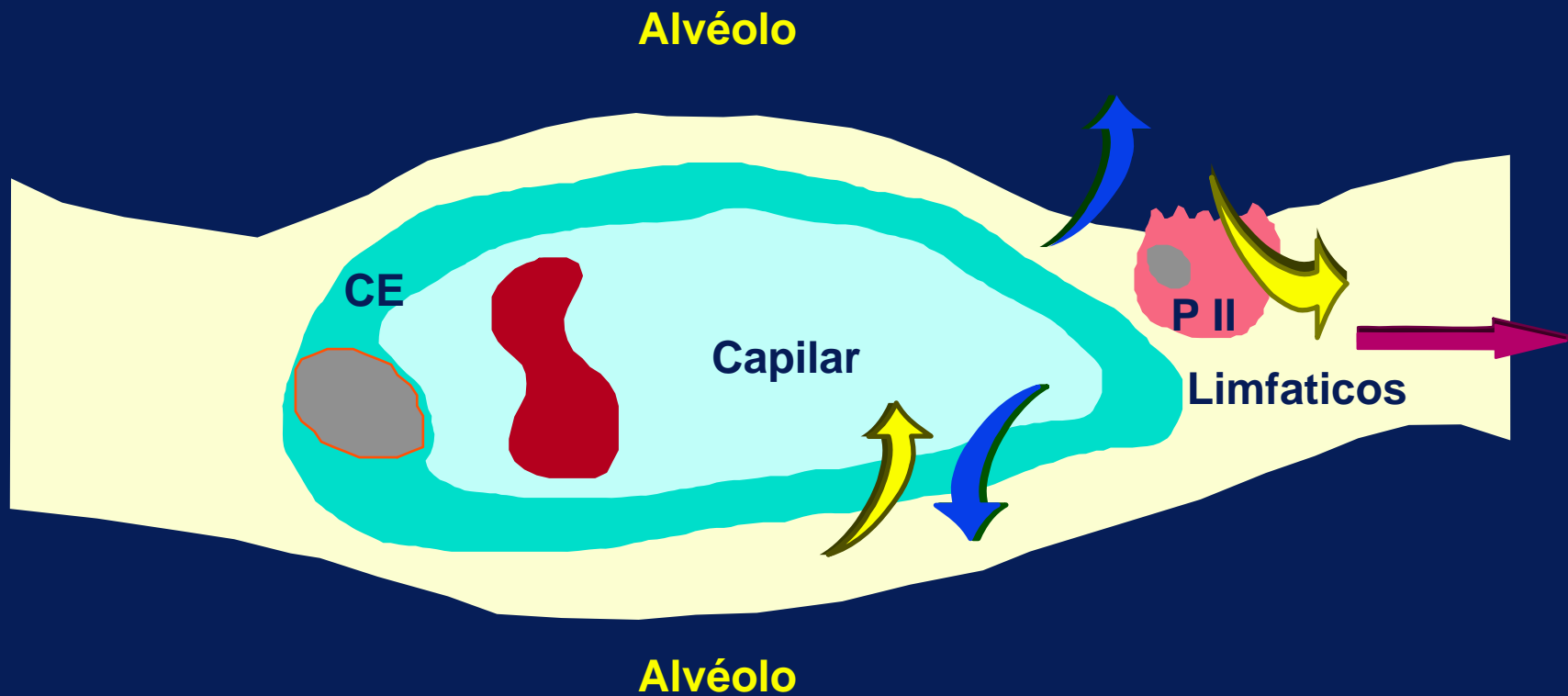
Inconveniente :

- administrado mediante inhalación: dificultades prácticas
- determinación de la posología delicada.

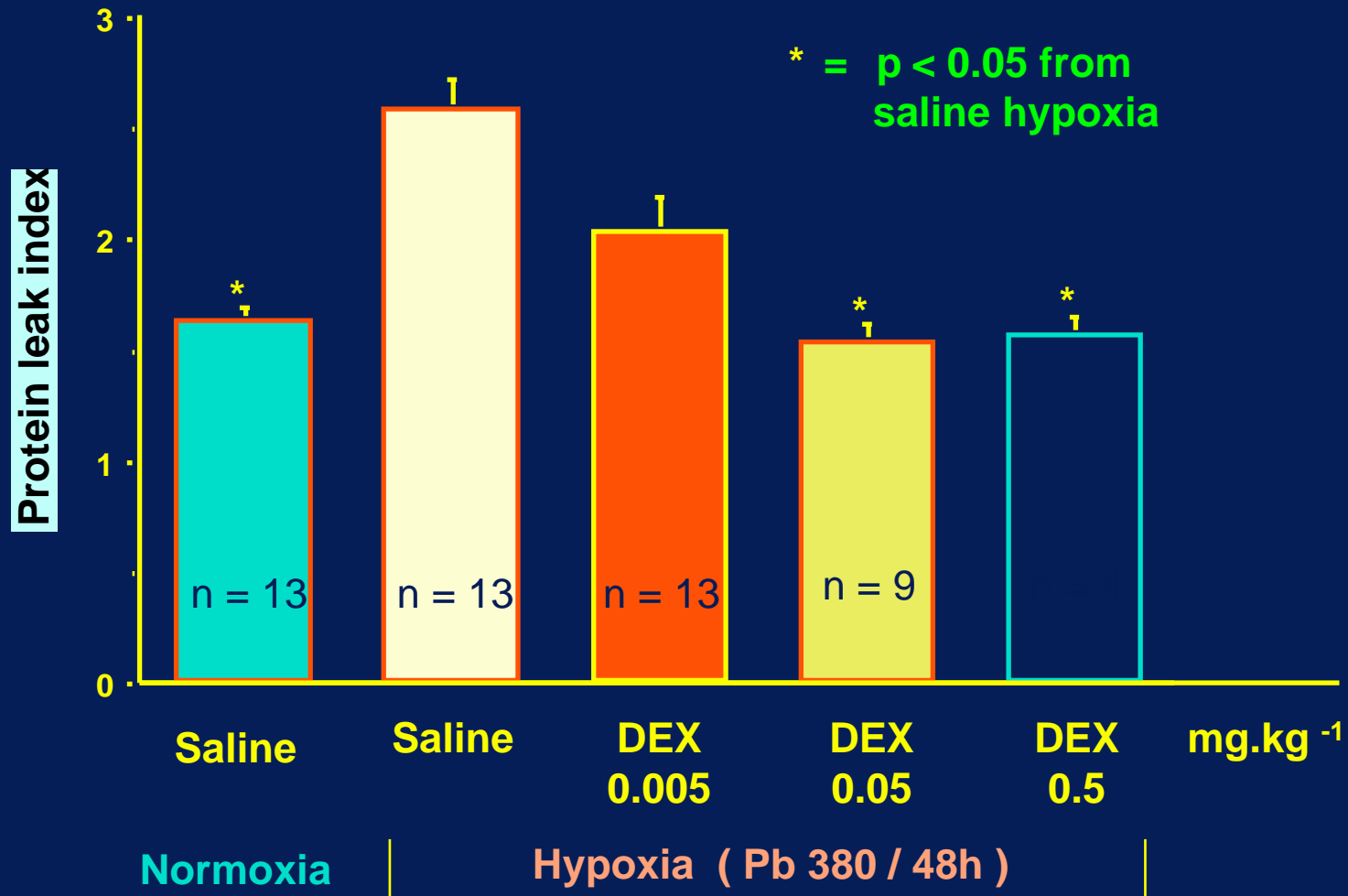
(Vollenweider et al. *Lake Louise*, 1995)

EAPA - Fisiopatología

Transferencia de fluides dentro de los pulmones

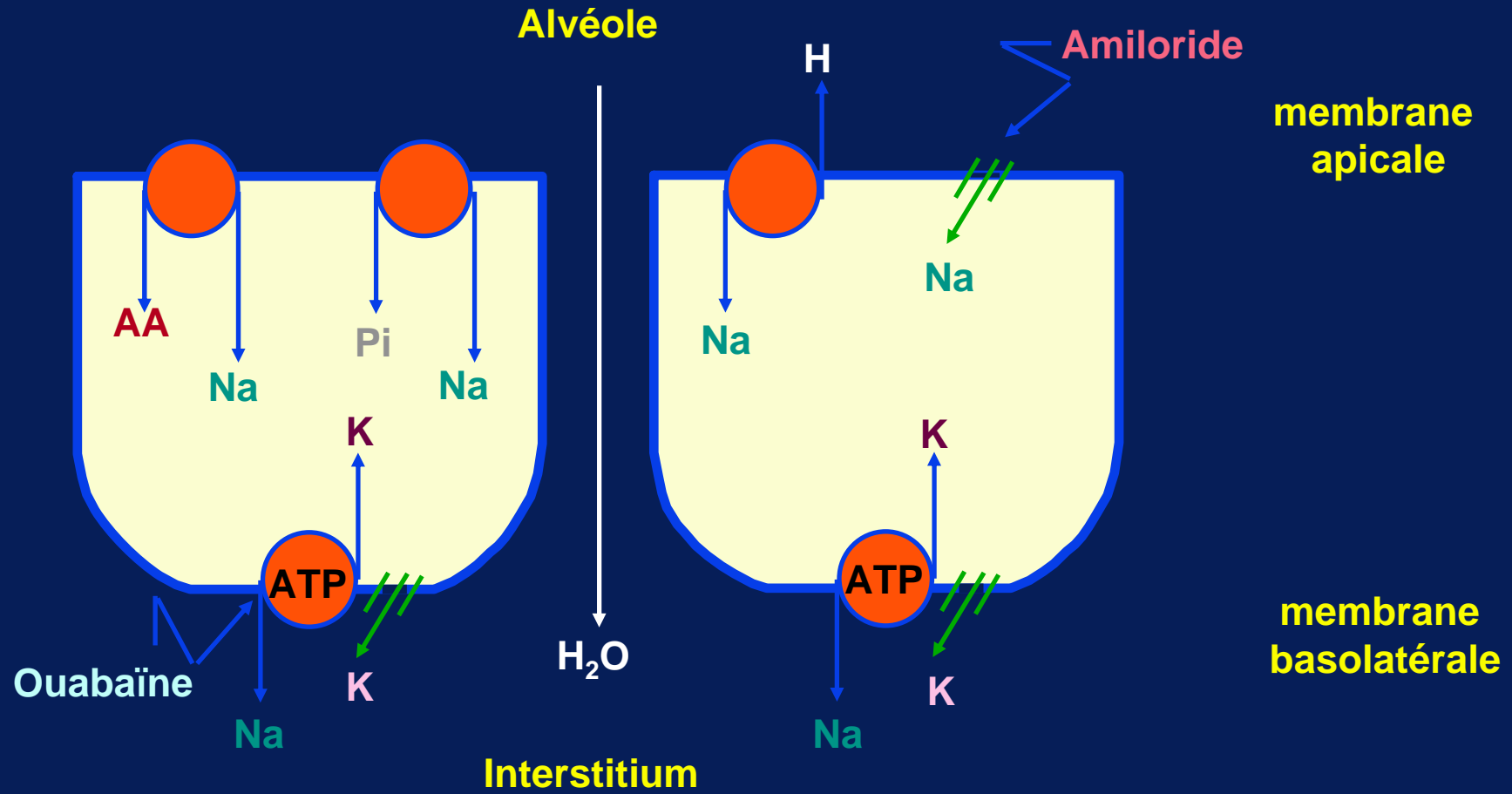


Effect of hypoxia on pulmonary vascular leak in rats

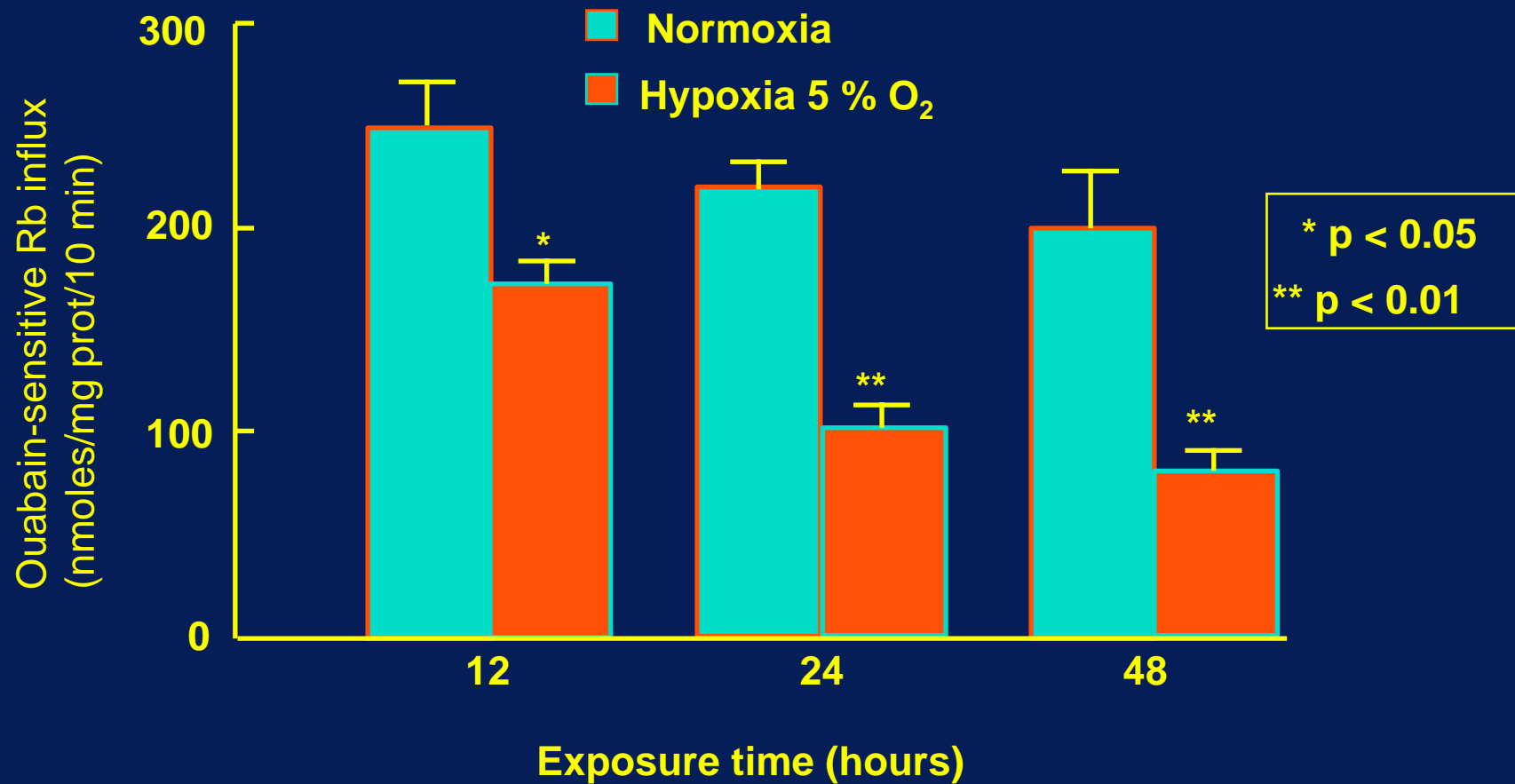


Redrawn from Stelzner et al. *J. Clin. Invest.* 82 : 1840-47, 1988

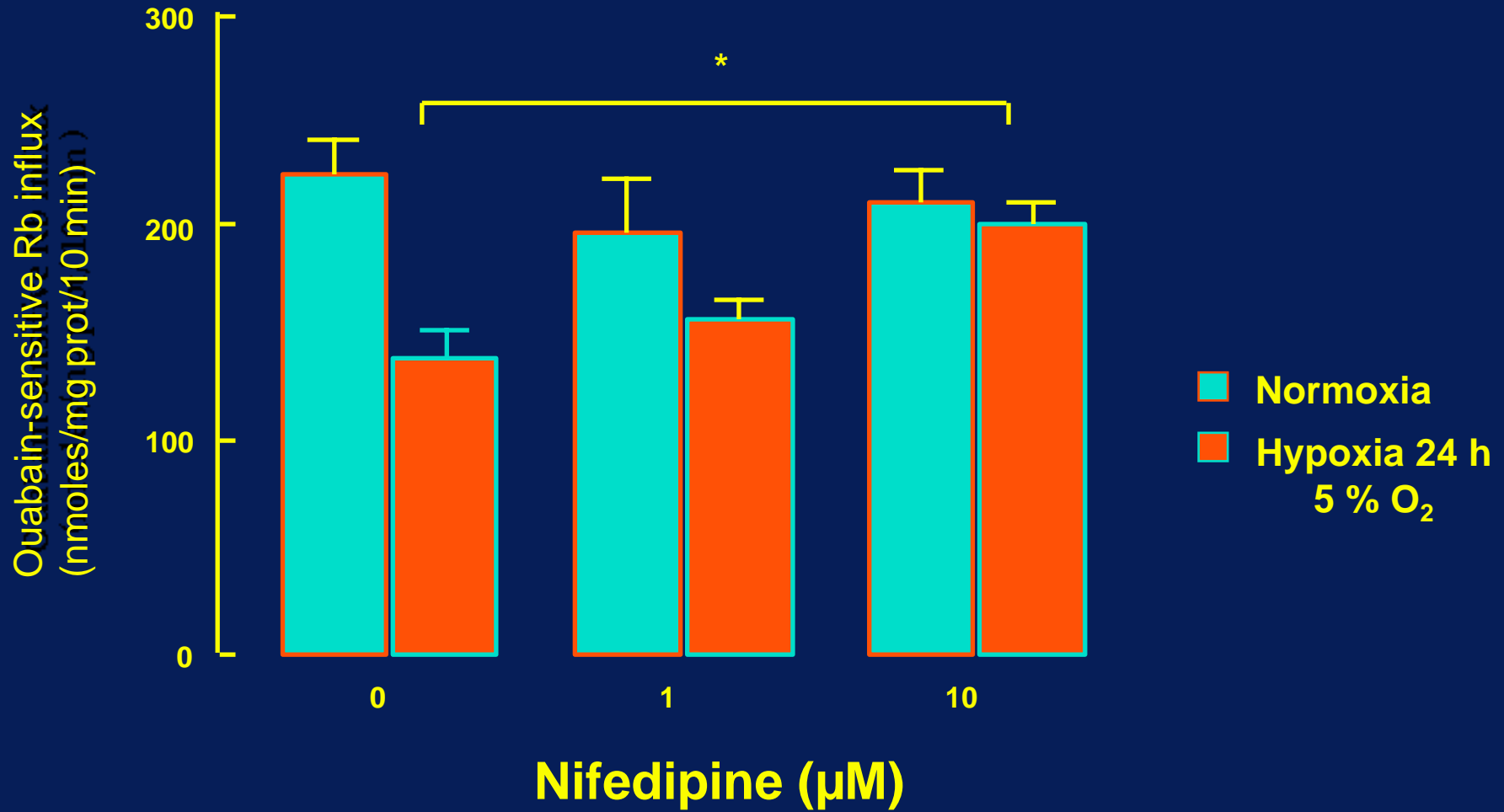
Epithélium alvéolaire et transports ioniques



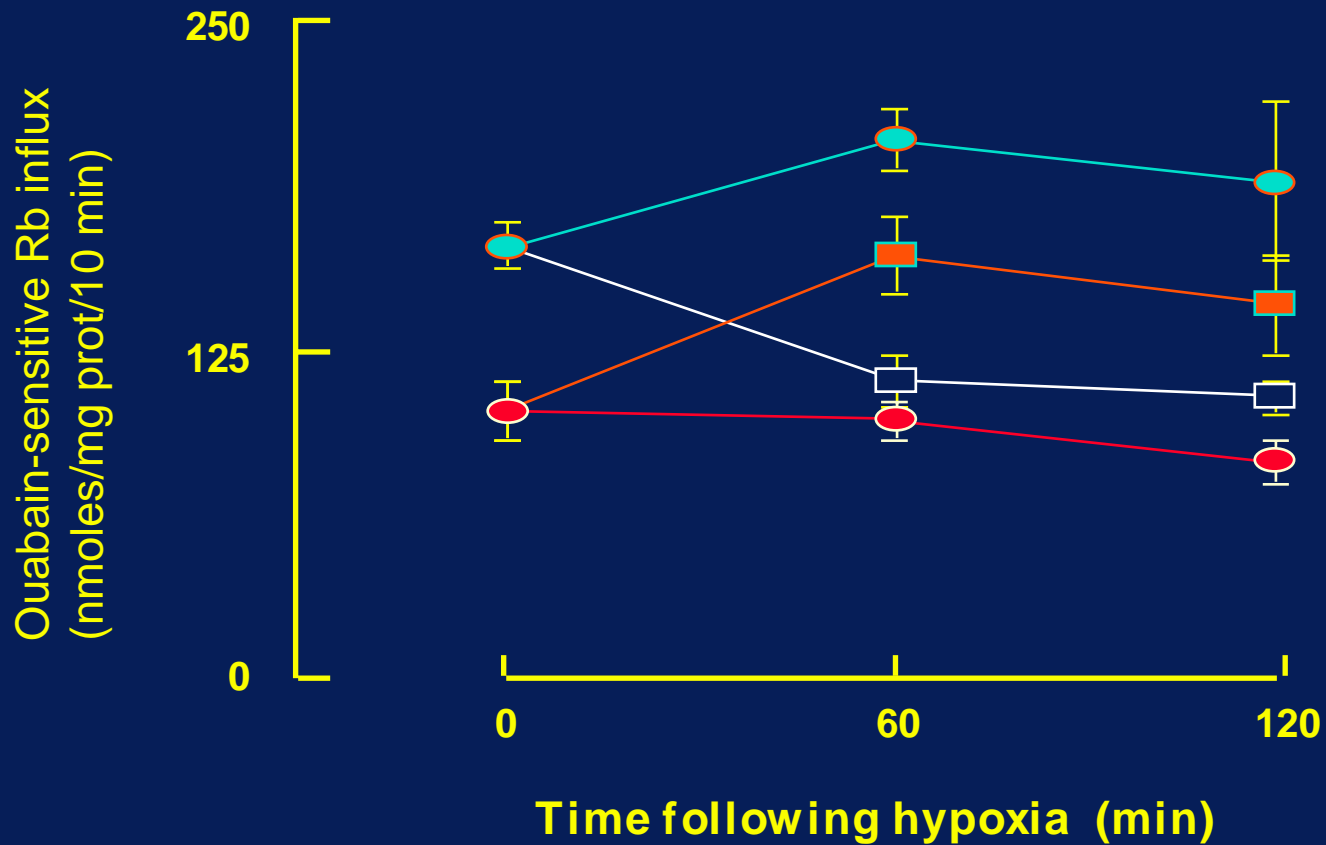
TIME-DEPENDENT EFFECT OF HYPOXIC EXPOSURE ON Na,K-ATPASE ACTIVITY



EFFECT OF NIFEDIPINE ON HYPOXIA-INDUCED DECREASE OF Na,K - ATPASE ACTIVITY



TIME COURSE OF RECOVERY AFTER A 24 HOURS HYPOXIC EXPOSURE

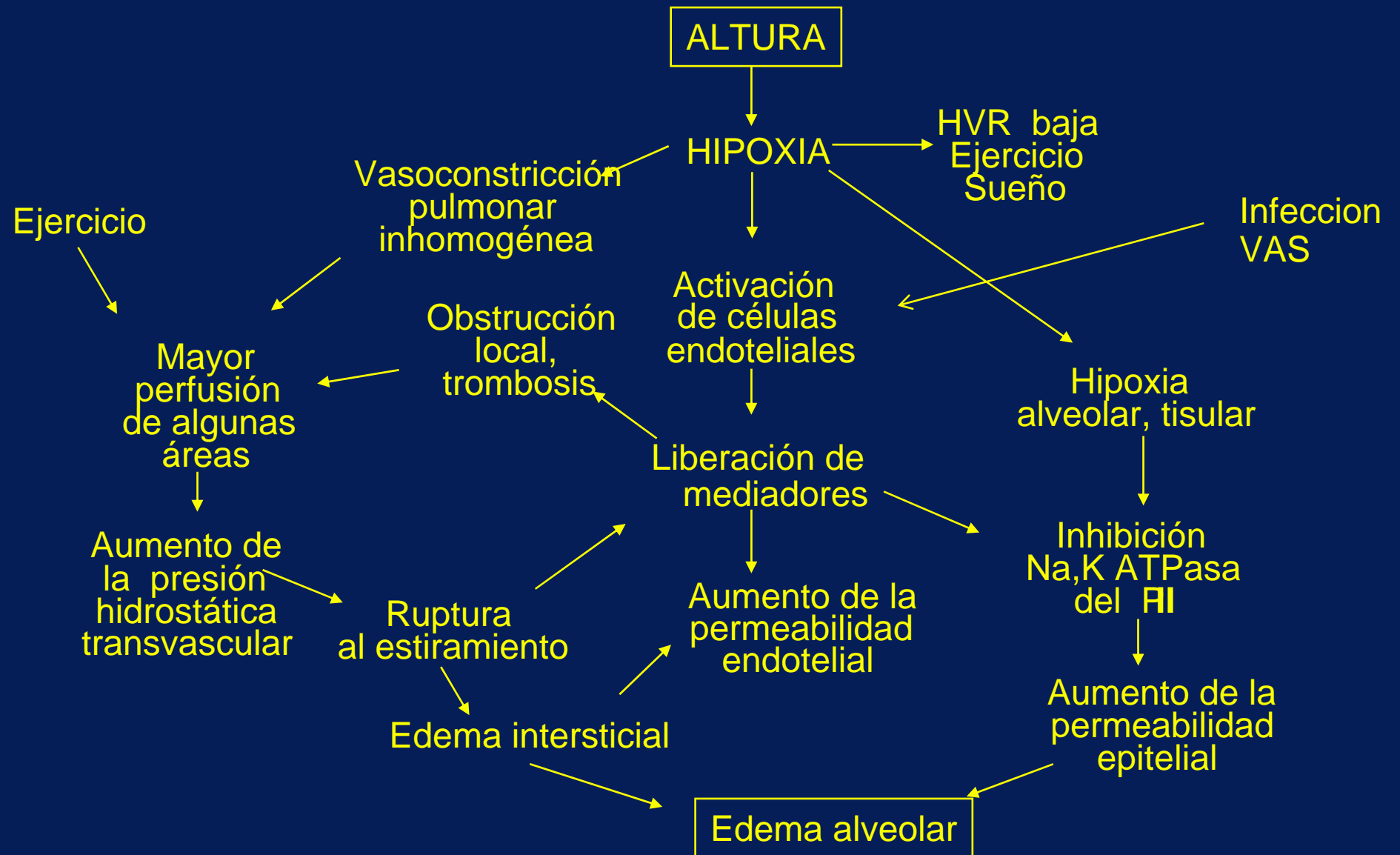


● Normoxic cells + normoxic cells supernatant

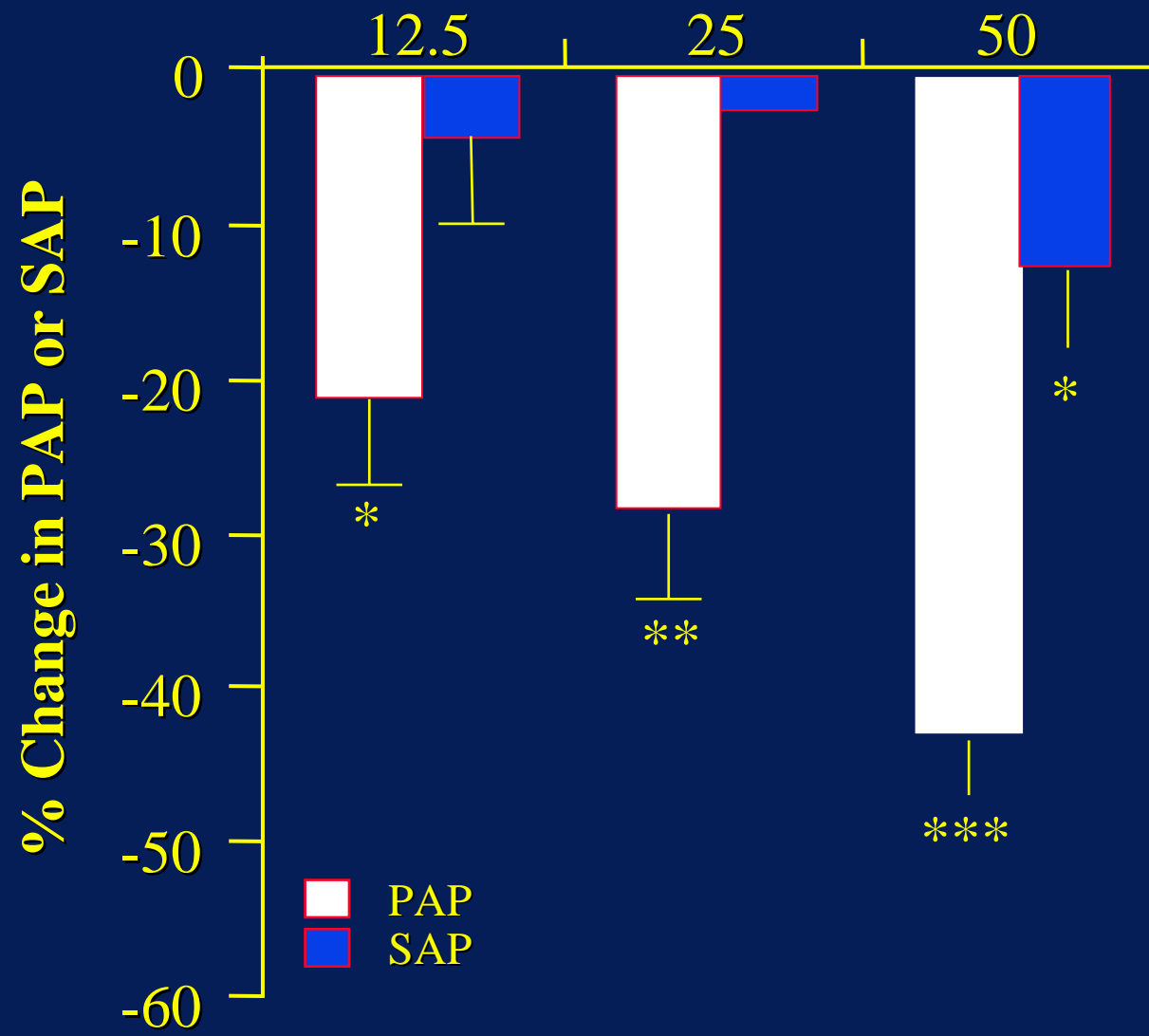
□ Normoxic cells + Hypoxic cells supernatant

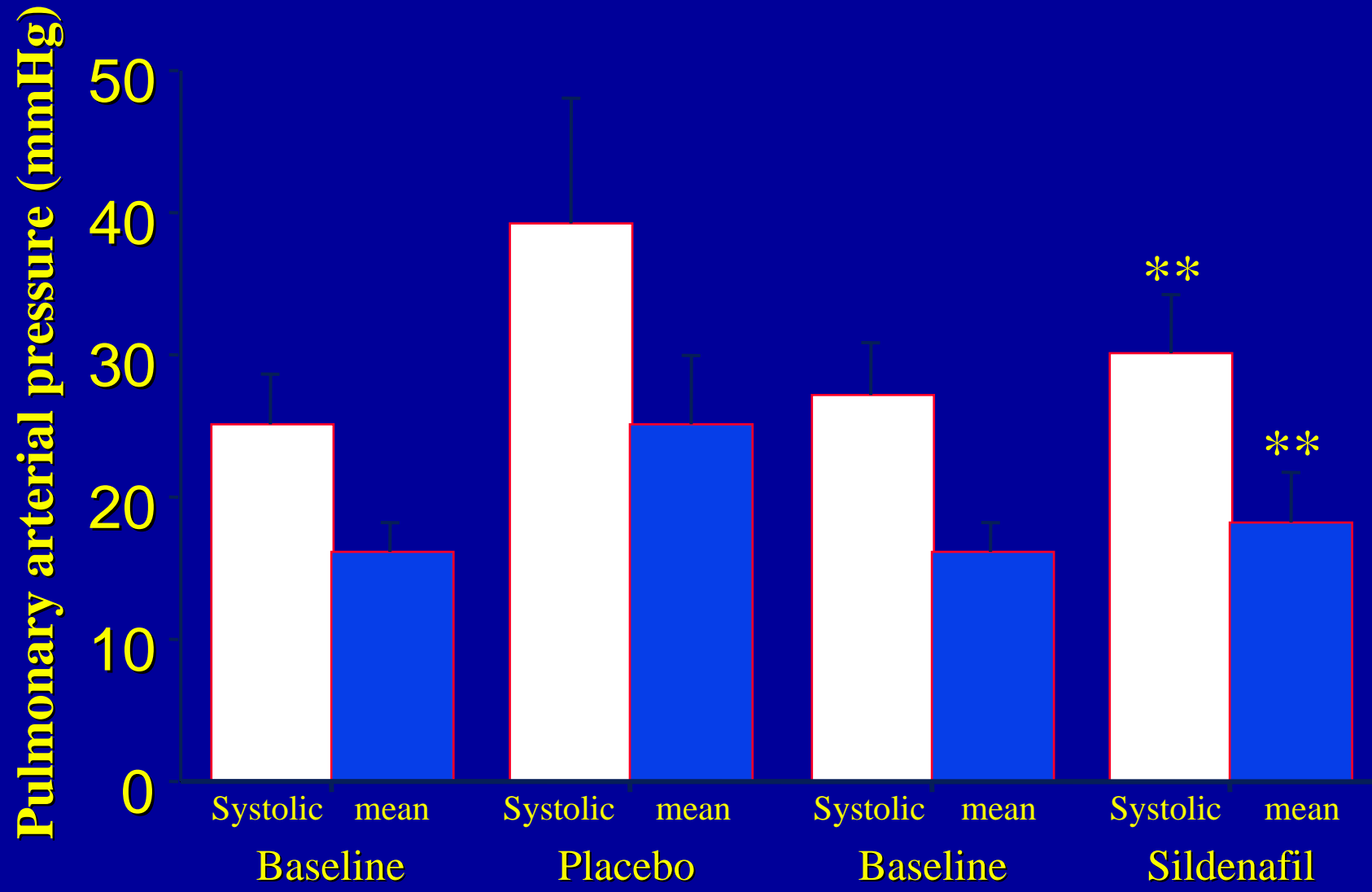
● Hypoxic cells + Hypoxic cells supernatant

■ Hypoxic cells + Normoxic cells supernatant



Sildenafil [mg]





SaO₂ (%) : 99.1±1 62±11.2 99.1±1 62±11.2

ECA Edema cerebral de altura

Circunstancias de aparición

Dos tipos de circunstancias (Clarke, 1988) :

- fase de aclimatación (3500-5000 m)
- a grandes alturas, después de la aclimatación (6000-7000 m)

Factores favorizantes y predisponentes :
idem EAPA

Evolución :

- deceso en 60% de los casos con pérdida de conocimiento
- recuperación total si DESCENSO precoz y rápido

ECA Edema cerebral de altura

Signos clínicos

MAM que se agrava fundamentalmente con :

- signos neuro-psiquiátricos
- cuadro de hipertensión intracraneana

A veces :

- cambios de humor: irritabilidad / entorpecimiento
- diplopía, trastornos de la elocución, convulsiones, parálisis.

Examen clínico :

- Ataxia cerebelosa, estado de ebriedad
- Trastornos de la consciencia

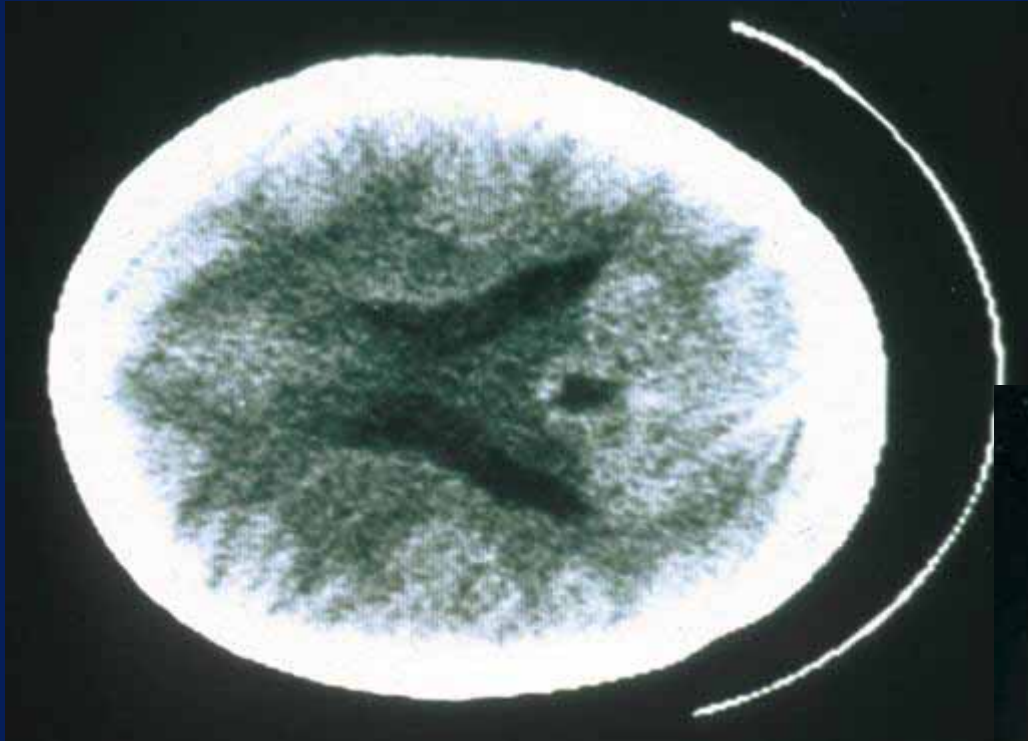
ECA

Edema cerebral de altura

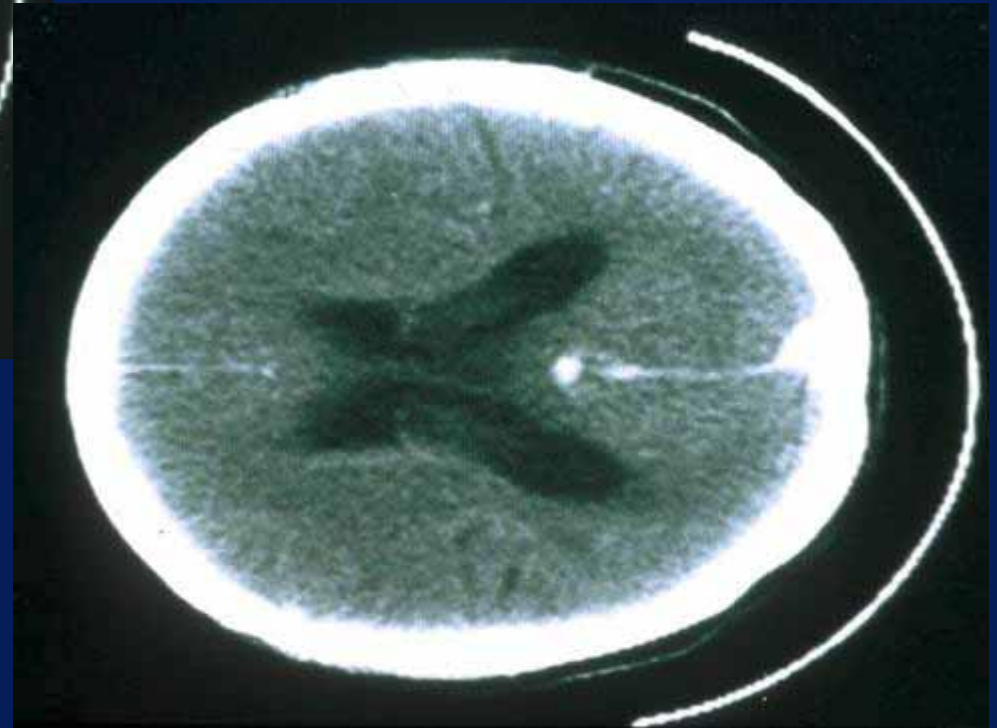
Tratamiento curativo

- **DESCENSO** precoz
- **De lo contrario :**
 - **oxigenoterapia**
 - **bolsa de recompresión portable**
 - **ventilación a presión positiva al final de la espiración CPAP / PEEP**
- **Medicamentos: corticoides**
- **COMA : intubación y ventilación si posible**

Edema cerebral de altura



Népal, J+3



Népal, J+24

ECA Edema cerebral de altura

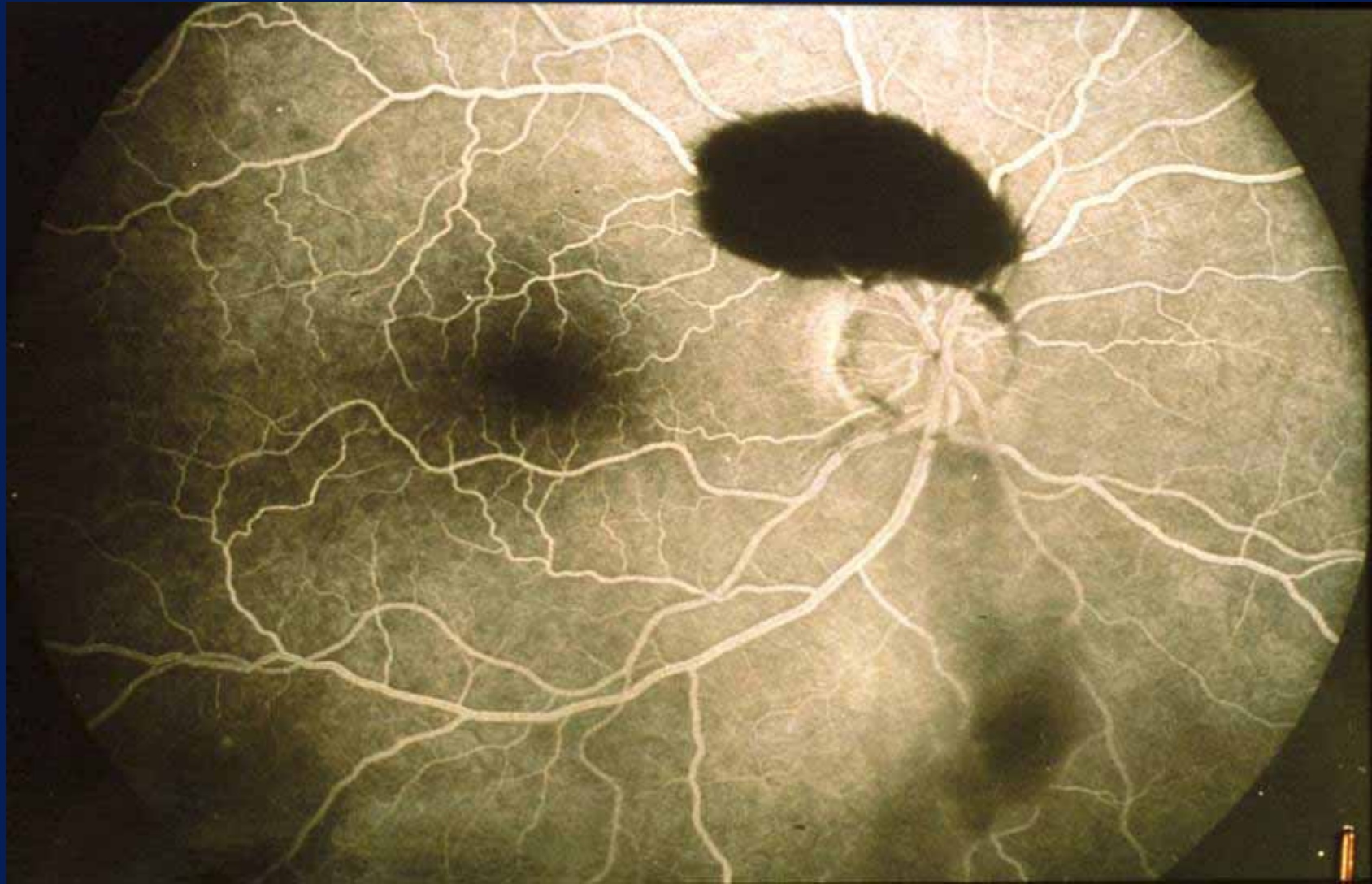
Tratamiento preventivo

- detección de los sujetos " malos respondedores" a la hipoxia
- ascenso progresivo en la altura
- evitar los ejercicios intensos durante la fase de aclimatación.

eventualmente

- acetazolamida (250mg / 12 horas)
- dexametasona 4 mg / 6 horas.

Hemorragias retinianas de altura



Accidentes isquémicos transitorios



Pathophysiology of transient neurological disorders

