

***ENFERMEDADES  
PATOLÓGICAS FRECUENTES EN LOS  
TRABAJADORES POR CAMBIOS  
BAROMÉTRICOS DE PRESIÓN EN FUNCIÓN DE  
LA ALTURA***

**Expositora : Dra. Yolanda Osinaga Hidalgo**

**Mgter. En Prevención y Protección de Riesgos Laborales y Medicina del Trabajo**

**- BOLIVIA -**

# PRESION BAROMETRICA O ATMOSFERICA

La presión atmosférica es la fuerza que ejerce el peso del aire sobre la superficie de la tierra, En una región específica que se encuentra al nivel del mar, la columna de aire será mayor en comparación de una región localizada a mayor elevación.



El nevado Illimani en la ciudad de La Paz – Bolivia (6479 msnm)

Nivel del mar	$0.021 \times 760 = 159 \text{ mm Hg}$
La Paz	$0.021 \times 500 = 105 \text{ mmHg}$

# Primeras mediciones de la presión arterial pulmonar a gran altura

La altura del centro de la ciudad de La Paz, Bolivia, es 3600 metros sobre el nivel del mar (msnm) y la presión atmosférica está en un promedio de 495 mm Hg. De esto resulta una presión inspiratoria de oxígeno ( $PIO_2$ ) de 104 mm Hg y una  $PO_2$  alveolar ( $PAO_2$ ) de alrededor de 65 mm Hg, lo que corresponde a la respiración del 13.1% de oxígeno a nivel del mar.



# ERITROCITOSIS DE ALTURA PATOLOGICO

debido a una disminución de la presión barométrica a medida que se sube a grandes alturas se ponen en marcha una serie de adaptaciones cardiorrespiratorias y hematológicas ; cuando esta serie de mecanismos de adaptación no logran compensar el ascenso a grandes alturas se desencadena la Eritrocitosis de Altura que se la define como un **síndrome clínico de desadaptación crónica a la altura** que se caracteriza por una serie de manifestaciones clínicas como depresión del sensorio, cefalea, vómitos, disminución de la agudeza visual. Laboratorialmente se refleja en un aumento característico del Hematocrito y Hemoglobina; siendo el tratamiento principalmente el descenso a bajas alturas.

# CLASIFICACIÓN DE LA ERITROCITOSIS

**1. Eritrocitosis Primaria** (eritropoyetina sérica normal o disminuida)

**a. Adquiridas**

- Policitemia Vera
- Eritrocitosis Patológica de Altura

**b. Congénitas**

- Eritrocitosis por mutaciones del Epo-R
- Eritrocitosis de Chuvash
- Hemoglobinopatía de alta afinidad con oxígeno
- Deficiencia de 2,3 BPG mutasa

**2. Eritrocitosis Secundaria** (eritropoyetina sérica elevada)

**a. Adquiridas**

- Secundaria a EPOC
- Secundaria a Obesidad / Síndrome metabólico
- Síndrome de Apnea Obstructiva del Sueño (SAOS)
- Eritrocitosis por cardiopatía adquirida
- Tabaquismo
- Neoplasias (secretoras de eritropoyetina)

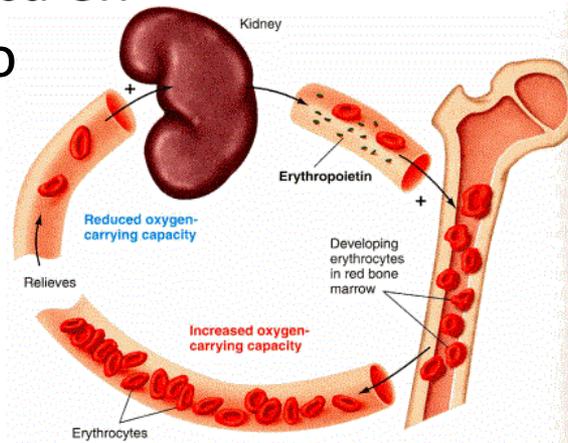
**b. Congénitas**

- Cardiopatías congénitas
- Estenosis de arteria renal

Esta clasificación se argumenta en los trabajos de Tiziano Barbui, Joseph Prchal y Ricardo Amaru. (1,2, 4)

## 1. Eritrocitosis Primaria

Caracterizada por presentar la eritropoyetina sérica disminuida o normal; ésta eritrocitosis a su vez se subclasifica en adquiridas o congénitas.

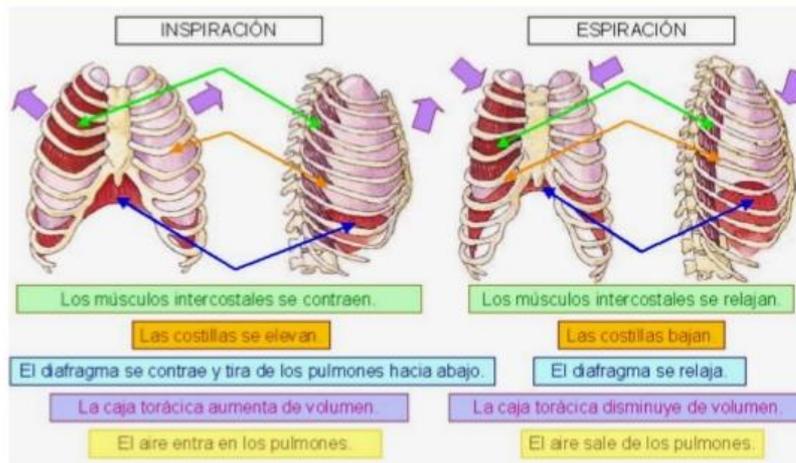


## 2. Eritrocitosis Secundaria

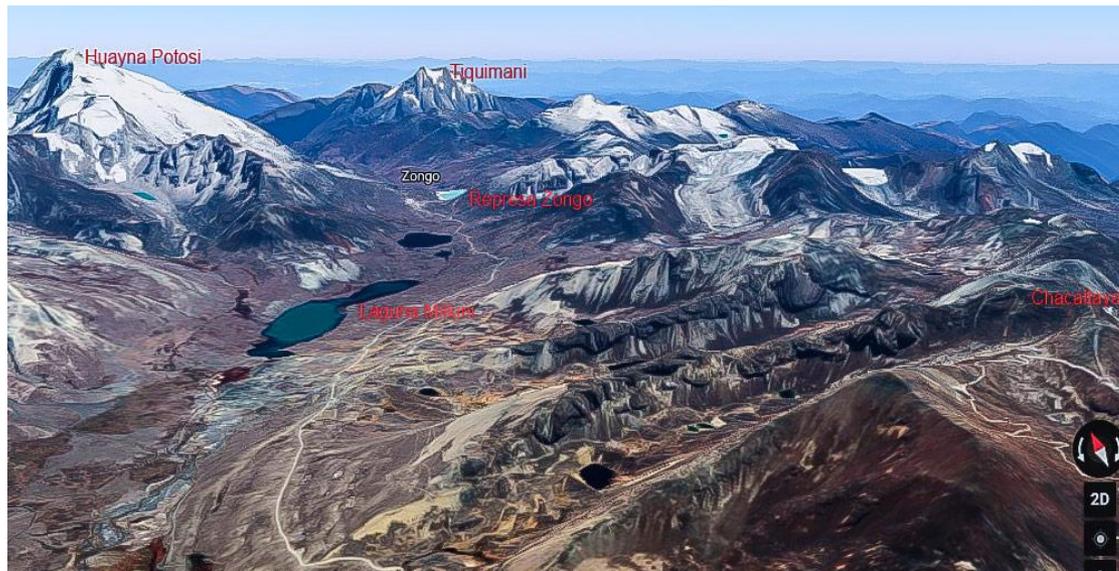
caracterizada por el aumento de eritropoyetina sérica, también se subclasifica en adquiridas y congénitas.

## Eritrocitosis Patologica de Altura

Cuando un individuo que normalmente habita a nivel del mar asciende a la altura sufre una serie de mecanismos de aclimatización como aumento de la frecuencia respiratoria en forma transitoria, esto debido a la disminución de la presión parcial de oxígeno que estimula a los quimiorreceptores localizados en la bifurcación de la carótida y el cayado aórtico



Los diferentes estudios epidemiológicos realizados en la región andina han reportado datos de eritrocitosis patológicas (EPA, ES y otras) en forma conjunta; por ello, no se tiene datos sobre la incidencia de cada una de ellas. La incidencia de las eritrocitosis patológicas en la región andina varía de acuerdo a la población, ocupación y lugar de residencia. Por ejemplo en las ciudades de La Paz y El Alto (3.600 y 4.000 msnm) se considera una incidencia del 10% de la población (1,9). Los datos históricos de la incidencia de la Policitemia Vera se encuentran alrededor de 1 por cada 100.000 habitantes por año (10,11).

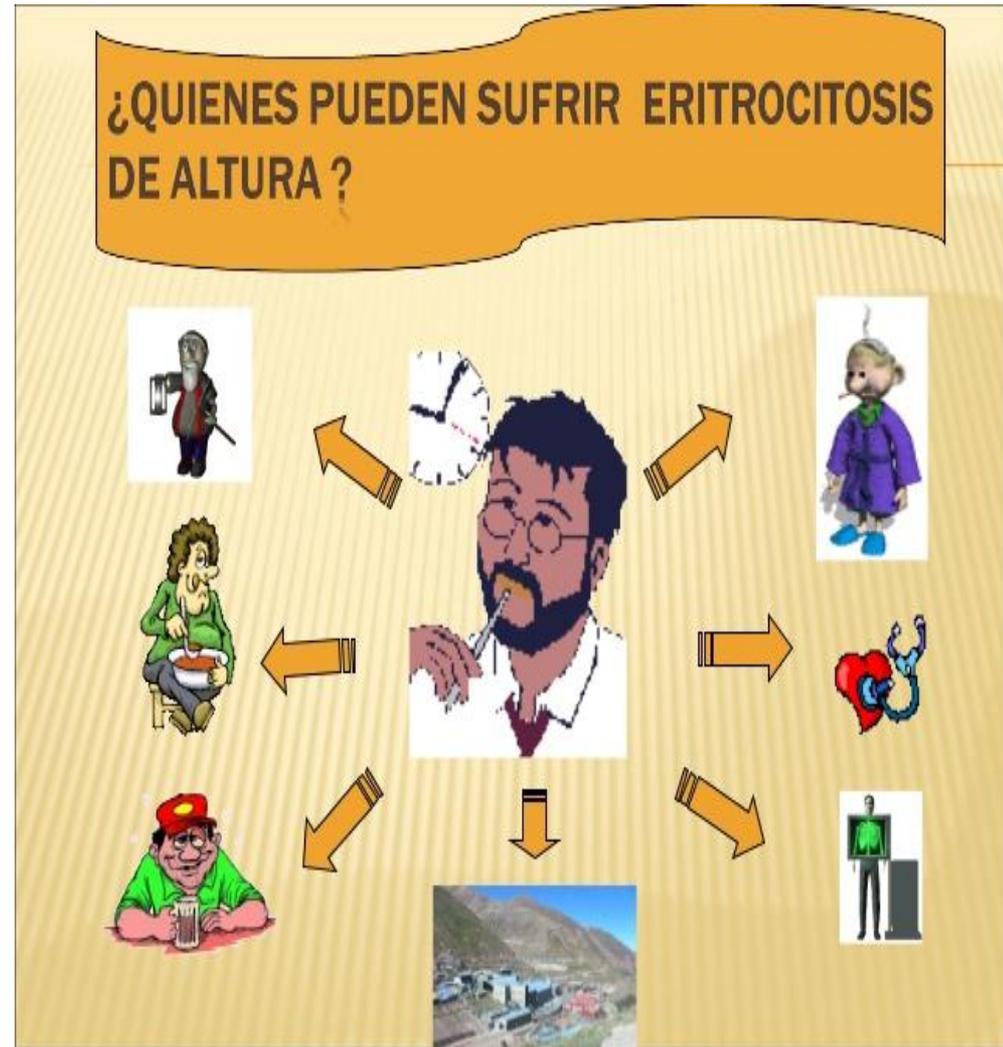


## FACTORES PREDISPONENTES

Las eritrocitosis patológicas presentan diferentes factores predisponentes para su desarrollo.

Eritrocitosis Patológica de Altura

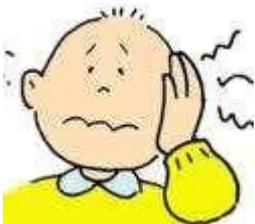
- Radicatoria en alturas mayores a 2.500 msnm
- Ausencia de adaptación genética
- Sujetos nacidos a nivel del mar
- Historia familiar de residencia a nivel del mar

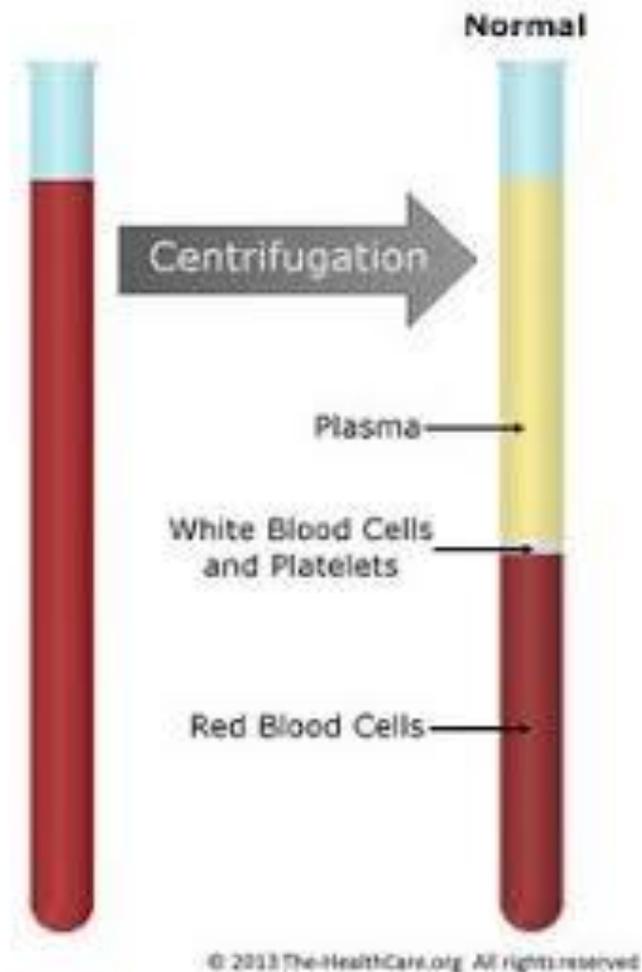


# Manifestaciones Clínicas

La sintomatología puede ser igual al aumentar que al disminuir la presión atmosférica

- sensación de plenitud en le oído
- otalgia que puede acompañarse de zumbidos.
- vértigo y nauseas.
- El dolor intenso, se irradia a glándula parótida, mejilla y región temporal.
- Si se llega a los 150 mm de Hg de presión diferencial, vértigo, nauseas y síncope.





## MANIFESTACIONES LABORATORIALES

Las eritrocitosis patológicas presentan alteraciones de química sanguínea relacionadas con un aumento en la eritropoyesis, la hemolisis y el recambio de la línea eritroide. a) Aumento de eritropoyesis

- Hemoglobina elevada
- Hematocrito elevado

El punto de corte de los valores de hemoglobina para el diagnóstico de eritrocitosis en una población, depende de muchas variables, entre ellas, edad, género, raza y lugar de residencia. Así por ejemplo, en Bolivia, en las ciudades de La Paz y El Alto, los valores normales son de 14 a 17 g/dl para las mujeres y de 15 a 18 g/dl para los varones. Se considera eritrocitosis, cuando el paciente presenta una hemoglobina superior a 18 g/dl en mujeres y superior a 19 g/dl en varones

## **DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DE LAS ERITROCITOSIS PATOLÓGICAS**

Probablemente, la EPA, ES, y PV comprendan el 98% de todas las eritrocitosis patológicas en habitantes de grandes alturas. Sin embargo, en la práctica clínica es necesario realizar un diagnóstico diferencial entre estas 3 principales eritrocitosis patológicas.

### **Diagnóstico diferencial de las eritrocitosis patológicas en habitantes a grandes alturas**

	<b>CN</b>	<b>EPA</b>	<b>ES</b>	<b>PV</b>
EPOC, Obesidad, tabaquismo	No	No	Si	No
Esplenomegalia	No	No	No	Si
Leucocitosis	No	No	No	Si
Eritropoyetina sérica	Normal	Normal	Elevada	Baja
Mutación JAK2	No	No	No	Si

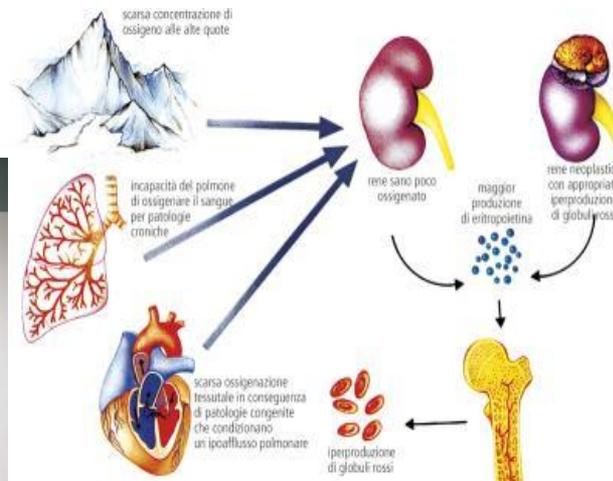
## **COMPLICACIONES EN LAS ERITROCITOSIS**

Las eritrocitosis patológicas suelen presentar complicaciones que agravan el cuadro clínico, esto requiere una atención médica de urgencia. Los eventos trombóticos, Hipertensión Arterial Sistémica (HAS), Hipertensión Arterial Pulmonar (HAP), Hemorragias e insuficiencias cardiacas son las complicaciones más frecuentemente observadas. Evento trombótico • Proceder de acuerdo a protocolo establecido.



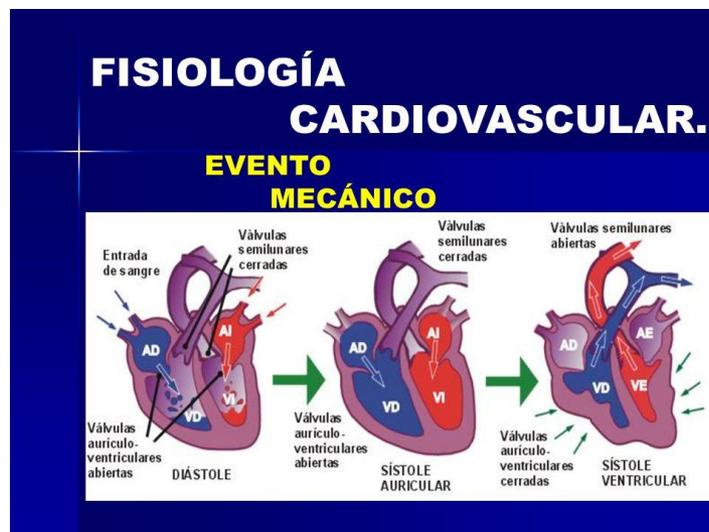
## FISIOLOGIA HEMATOLÓGICA

El ciclo de la regulación de la eritropoyesis, implica la producción de eritropoyetina. Esta se realiza principalmente en las células del parénquima renal, se estimula por un inadecuado suministro de oxígeno, por inducción local de un factor inducido por la hipoxia (HIF).



## Fisiología Cardiovascular

Quizás una de las características más importantes del poblador andino es la hipertensión pulmonar y la consiguiente hipertrofia ventricular derecha. El débito cardiaco y la presión capilar pulmonar son normales y, por tanto, no intervienen en el mecanismo de la hipertensión pulmonar. Un grado moderado de hipertensión pulmonar debido a un incremento de la resistencia vascular pulmonar está presente en todos los residentes de grandes alturas



# EDEMA PULMONAR DE ALTURA



A medida que ascendemos por encima del nivel del mar, la concentración de oxígeno en la atmósfera va disminuyendo. Las personas jóvenes y mayores se ven más afectados por el Mal de altura y la velocidad de ascensión es otro factor determinante.

Cuando una persona permanece durante un largo periodo de tiempo a grandes alturas, surge una adaptación del organismo para compensar la falta de oxígeno, como aumento de la producción de glóbulos rojos y liberación de éste de manera más rápida en los tejidos

Sin embargo, a una altura superior a 2500 metros, la concentración de oxígeno es notablemente menor, por lo que se origina hipoxia y otros malestares, como alteraciones del sueño, oliguria (reducción de la cantidad de orina) y taquicardia.

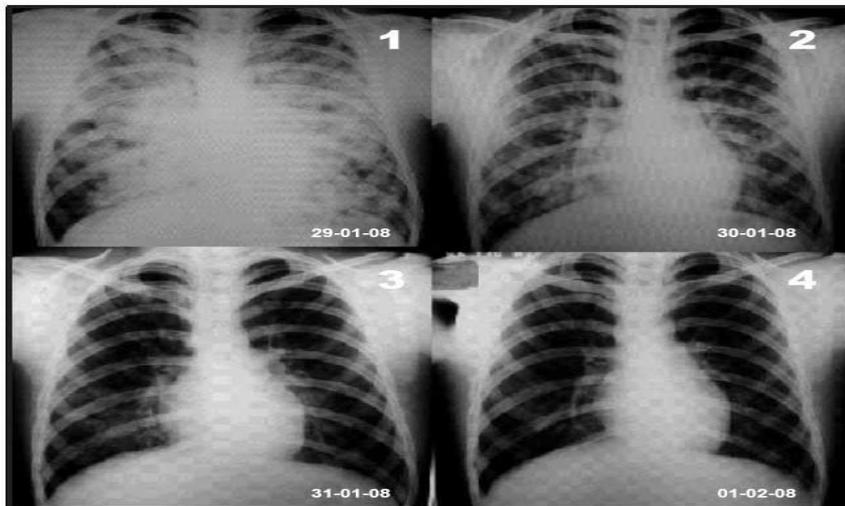


Figura 1, Figura 2, Figura 3 y Figura 4

Serie de radiografías del tórax registradas diariamente. Inicialmente se observa infiltrado alveolar difuso tipo moteado en ambos campos pulmonares, las regiones basales están menos comprometidas y el corazón es de tamaño normal. Asimismo, se muestra la progresiva regresión del edema pulmonar.



Las náuseas y vómitos son síntomas que pueden estar asociados al vértigo, sin embargo, presenta algunos otras características que lo diferencian del Mal de altura: dificultades para caminar, con tendencia a ladearse; movimientos oculares rápidos, zumbido en los oídos y posible pérdida de la audición..

En contraste, las consecuencias más graves del Mal de altura son:

Edema pulmonar: aparece a partir de los 2700 m., 24 horas después de un ascenso rápido. Los síntomas son fatiga, tos irritante, expectoración espumosa y, si no es tratada, puede llevar a la muerte.

Edema cerebral: presencia de cefalea en la nuca de gran intensidad, fotofobia, problemas motores, alucinaciones y confusión. Si la persona no es tratada a tiempo, puede caer en coma.





**Gracias por su atención...**