



Insuficiencia respiratoria y alteraciones del intercambio gaseoso

Clara Pastene Greene - 4° año

Pregunta 1

Un paciente de 20 años de edad sin patología pulmonar es sometido a una intervención quirúrgica abdominal de urgencia. En el control postoperatoria inmediato su gasometría arterial respirando aire ambiental revela los siguientes resultados: $PaO_2 = 60$ mmHg, $PaCO_2 = 60$ mmHg, $pH = 7,25$ y un gradiente alvéolo-arterial de $PO_2 = 5$ mmHg. **¿Cuál es la causa más probable de su hipoxemia?**

- a) Alteración V/Q
- b) Shunt intrapulmonar
- c) Hipoventilación
- d) Alteración difusión

P(A-a)O₂

PAO₂ - PaO₂

| Parámetro | Valor normal | Utilidad principal |
|----------------------------|---|---|
| PaO₂ | 91 - (edad x 0,3) a FiO ₂ ambiental | Diagnóstico de Insuficiencia Respiratoria |
| PaCO ₂ | 35 a 45 mmHg | |
| pHa | 7,35 a 7,45 | |
| P(A-a)O₂ | PAO ₂ - PaO ₂ $[PiO_2 - PaCO_2/R] - PaO_2$ $[\{(PB - Ph_2o) \times FiO_2\} - PaCO_2/R] - PaO_2$ | Diagnóstico diferencial |
| PaFiO ₂ | PaO ₂ /FiO ₂ > 350 | Evaluación de gravedad |

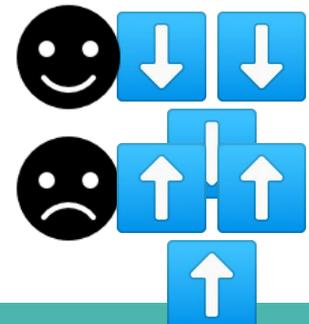
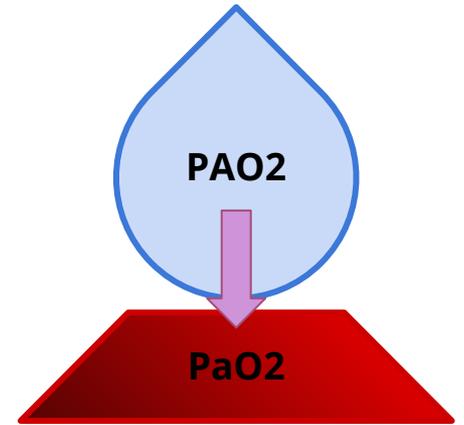


Tabla 3. Diagnóstico diferencial del mecanismo de las hipoxemias.

| Mecanismo | PaCO ₂ en reposo | P(A-a)O ₂ en reposo | PaO ₂ en ejercicio | PaO ₂ con FiO ₂ = 1 (mmHg) |
|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--|
| Hipoventilación alveolar | ↑ | Normal | | >500 |
| Cortocircuito veno-arterial | ↓ | ↑↑↑ | | ≤150 |
| Alteración difusional | Normal o ↓ | ↑ | ↓ | >500 |
| Desigualdad V'/Q' | ↑, normal o ↓ | ↑ | ↑ | >500 |

↑ = aumentado; ↓ = disminuido.

Pregunta 1

Un paciente de 20 años de edad sin patología pulmonar es sometido a una intervención quirúrgica abdominal de urgencia. En el control postoperatoria inmediato su gasometría arterial respirando aire ambiental revela los siguientes resultados: PaO₂ = 60 mmHg, PaCO₂ = 60 mmHg, pH = 7,25 y un gradiente alvéolo-arterial de PO₂ = 5 mmHg. **¿Cuál es la causa más probable de su hipoxemia?**

- a) Alteración V/Q
- b) Shunt intrapulmonar
- c) Hipoventilación**
- d) Alteración difusión

Pregunta 2

Paciente de 60 años, que trabajó en una empresa de cerámica por 20 años. Consulta en el HCUCH por un cuadro de tos crónica sin expectoración, y disnea progresiva de esfuerzo. Niega ortopnea, DNP, edema, y compromiso del estado general. Al examen físico MP presente SRA, RR2TSS. Se solicita TAC de tórax de alta resolución muestra un patrón radiológico de Neumonía intersticial usual; la gasometría arterial presenta PaO₂ 70 mmHg, PaCO₂ 35 mmHg, y un gradiente Alveolo-arterial aumentado que empeora con el ejercicio.



Pregunta 2

¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta respecto a los mecanismos de hipoxemia?

- a) Este paciente tiene una alteración V/Q puesto que empeoró el gradiente Alveolo-arterial con el ejercicio
- b) El mecanismo principal de hipoxemia es una hipoventilación
- c) Este paciente mejoraría su PaO₂ luego de la administración de oxigenoterapia convencional puesto que la hipoxemia está causada principalmente por una alteración difusional
- d) El paciente no mejoraría su PaO₂ con oxigenoterapia convencional, porque está cursando con un shunt intrapulmonar

Pregunta 2

¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta respecto a los mecanismos de hipoxemia?

- a) Este paciente tiene una alteración V/Q puesto que empeoró el gradiente Alveolo-arterial con el ejercicio
- b) El mecanismo principal de hipoxemia es una hipoventilación
- c) **Este paciente mejoraría su PaO₂ luego de la administración de oxigenoterapia convencional puesto que la hipoxemia está causada principalmente por una alteración difusional**
- d) El paciente no mejoraría su PaO₂ con oxigenoterapia convencional, porque está cursando con un shunt intrapulmonar

Pregunta 3

Paciente de 67 años con antecedentes de Insuficiencia cardiaca global. Acude al servicio de urgencia por exacerbación de la disnea, haciéndose de reposo, asociado a ortopnea y disnea paroxística nocturna. Al examen físico yugulares ingurgitadas, taquicardia, taquipnea, uso de musculatura accesoria, PA 186/114 mmHg, edema de extremidades inferiores bilateral simétrico ++. Se diagnostica Edema Pulmonar Agudo. A la GSA con FiO2 ambiental presenta PCO2 40 mmHg y PaO2 de 55 mmHg, la que **aumenta hasta 129 mmHg** con la administración de oxigenoterapia al 100%.

Pregunta 3

¿Cuál de las siguientes alternativas es correcta respecto al caso?

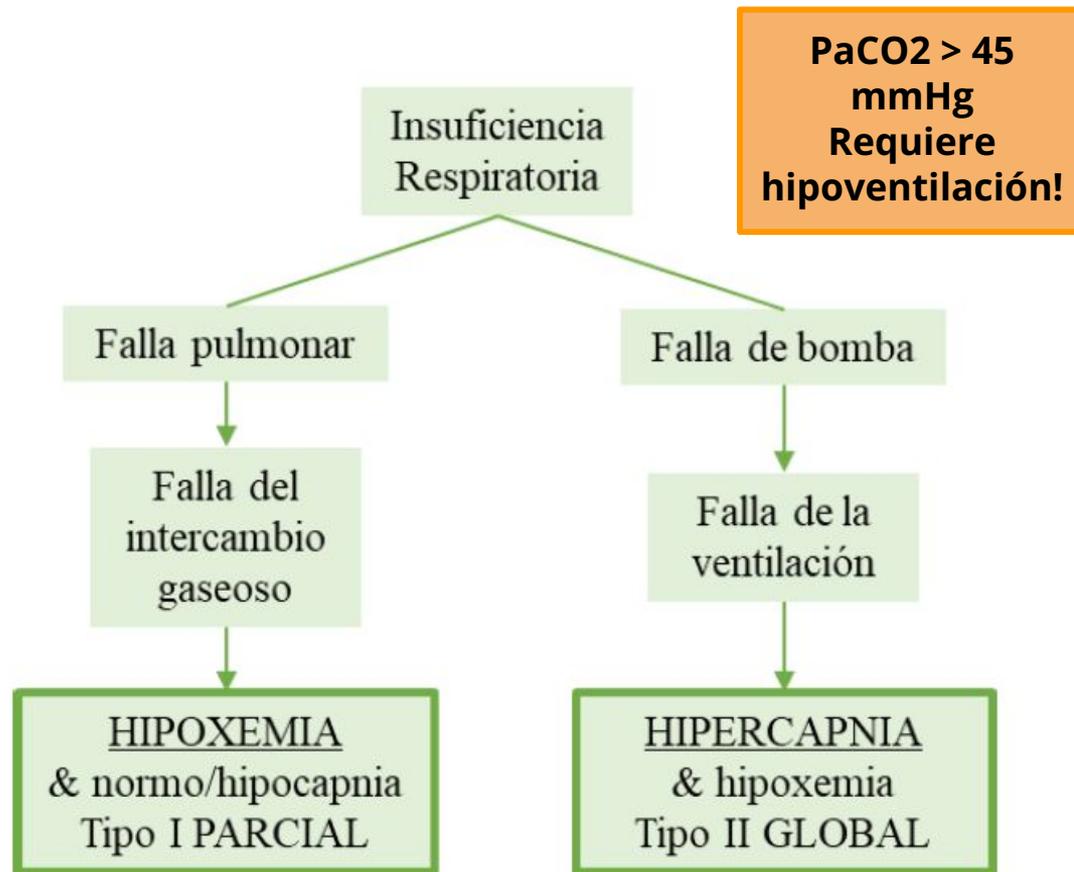
- a) El paciente está cursando con una insuficiencia respiratoria aguda global
- b) El mecanismo principal de hipoxemia es alteración V/Q dado que mejora con la administración de oxígeno
- c) El mecanismo principal de hipoxemia en este paciente es un shunt intrapulmonar
- d) El gradiente Alveolo-arterial de este paciente está muy disminuido

Definición de insuficiencia respiratoria

Insuficiencia respiratoria = $\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$
con o sin $\text{PaCO}_2 > 45 \text{ mmHg}$

- ★ *Clínica Insuficiencia respiratoria: disnea, taquipnea, uso de musculatura accesoria, respiración paradójica por fatiga del diafragma*





| Causas de hipoventilación alveolar de instalación aguda |
|--|
| <p>Depresión del SNC: sedantes o enfermedades del SNC (encefalitis, TEC, ACV)</p> |
| <p>Alteraciones neurales y de la transmisión neuro-muscular: traumatismo de la médula espinal, tétanos, esclerosis lateral amiotrófica, Guillain-Barré, miastenia <i>gravis</i>, botulismo, intoxicación por organofosforados</p> |
| <p>Anomalías musculares: distrofias musculares, atrofia muscular, prematurez</p> |
| <p>Anomalías del tórax y pleura: hiperinsuflación aguda, traumatismos torácicos (tórax volante, ruptura diafragmática)</p> |
| <p>Enfermedades del pulmón y vías aéreas: crisis asmática, exacerbación de EPOC, edema pulmonar agudo, neumonía u obstrucción de la vía aérea superior</p> |

Figura 10. Insuficiencia respiratoria tipo I o parcial y tipo II o global.

Evaluación del intercambio gaseoso

Tabla 5. Índices evaluadores del intercambio gaseoso.

| Índice | Valor normal | Insuficiencia respiratoria |
|---------------|---|-----------------------------------|
| $P(A-a)O_2$ | $2,5 + 0,2 \cdot (\text{edad en años})$ | Aumentada |
| PaO_2/PAO_2 | 0,8 | $< 0,7$ |
| PaO_2/FiO_2 | $> 350 \text{ mmHg}$ | $< 300 \text{ mmHg}$ |

Mecanismo de la disnea en IR

La disnea se genera cuando existe una desproporción entre el esfuerzo de los músculos respiratorios y la ventilación lograda.

- ✓ Disminución de la distensibilidad de la pared torácica.
- ✓ Disminución de la distensibilidad pulmonar.
- ✓ Aumento de la resistencia de las vías aéreas.
- ✓ Ventilación excesiva para el nivel de actividad.

Insuficiencia respiratoria aguda y crónica

Tabla 7. Causas de insuficiencia respiratoria aguda.

| Causas de insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica pura | Causas de hipoventilación alveolar de instalación aguda |
|--|--|
| Alteraciones pulmonares difusas: edema pulmonar agudo | Depresión del SNC: sedantes o enfermedades del SNC (encefalitis, TEC, ACV) |
| Alteraciones pulmonares focales: neumonía, atelectasia obstructiva. | Alteraciones neurales y de la transmisión neuro-muscular: traumatismo de la médula espinal, tétanos, esclerosis lateral amiotrófica, Guillain-Barré, miastenia <i>gravis</i> , botulismo, intoxicación por organofosforados |
| Enfermedades pleurales: neumotórax a tensión o derrames pleurales extensos. | Anomalías musculares: distrofias musculares, atrofia muscular, prematuréz |
| Disminución de la perfusión pulmonar: embolia pulmonar, shock. | Anomalías del tórax y pleura: hiperinsuflación aguda, traumatismos torácicos (tórax volante, ruptura diafragmática) |
| Síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) | Enfermedades del pulmón y vías aéreas: crisis asmática, exacerbación de EPOC, edema pulmonar agudo, neumonía u obstrucción de la vía aérea superior |

Tabla 8. Causas de insuficiencia respiratoria crónica.

- **Enfermedades que cursan con obstrucción de vías aéreas:** EPOC, bronquiectasias y fibrosis quística.
- **Enfermedades pulmonares intersticiales crónicas:** fibrosis pulmonar idiopática, sarcoidosis, fibrosis post inflamatorias tuberculosas y no tuberculosas.
- **Neoplasias pulmonares primarias y metastásicas**
- **Anomalías torácicas:** xifoescoliosis, toracoplastia, obesidad mórbida o derrame pleural.
- **Enfermedades neuromusculares**
- **Compromiso respiratorio en colagenopatías:** esclerosis sistémica, polimiositis, lupus eritematoso sistémico.
- **Enfermedades vasculares:** tromboembolismo pulmonar crónico.

¡Cuidado con el coma
hipercápnico!

Efectos de la administración de O₂

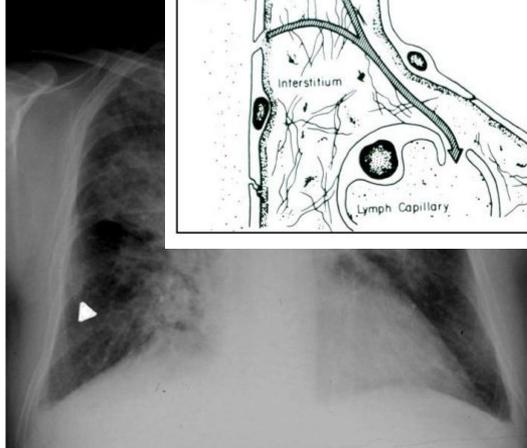
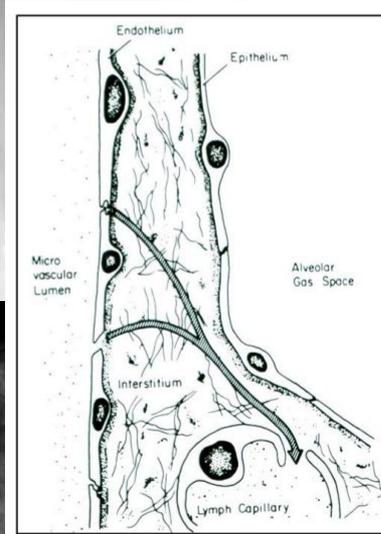
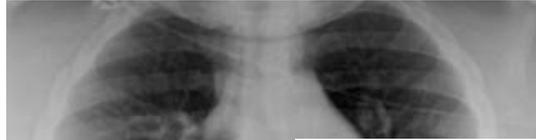
- **Disminución del estímulo ventilatorio** al centro respiratorio.
- Vasodilatación pulmonar = Aumento del flujo sanguíneo pulmonar = **Aumento de la desigualdad V'/Q'**
- Aumenta la oxigenación de la hemoglobina = **Disminuye la afinidad de la Hb por CO₂ (Efecto Haldane)** = Aumenta el contenido de CO₂ sanguíneo y disuelto

Aumento de la pCO₂

Efectos de la hipoxemia e hipercapnia

| | Hipoxemia | Hipercapnia |
|---------------------------------|---|--|
| Sistema Nervioso Central | Euforia y luego compromiso progresivo de conciencia Ansiedad Convulsiones | Compromiso progresivo de conciencia Cefalea Edema papilar Convulsiones |
| Sistema Cardiovascular | Taquicardia Arritmias Hiper o hipotensión arterial Vasoconstricción periférica | Taquicardia ↑ PA sistólica Hipotensión arterial Vasodilatación y sudoración |
| Sistema Respiratorio | Hiperventilación (vía QR periféricos) Vasoconstricción pulmonar ↑ del Hto y de la RVP | Hiperventilación (vía QR centrales y periféricos) |
| Función renal | Aumento de la reabsorción de sodio ↑ eritropoyetina | Aumento de la reabsorción de sodio y bicarbonato |
| Tracto gastrointestinal | | Dilatación y ↑ HCl |
| Metabolismo | ↑P50 de la Hb (por ↑ 2,3 DPG) | ↑ P50 de la Hb (por ↑ [H ⁺] y ↑ PCO ₂) |
| Balance ácido-base | Alcalosis respiratoria Acidosis láctica (PaO ₂ < 30 mmHg) | Acidosis respiratoria |

Edema pulmonar agudo



1. Edema intersticial:
perivascular,
peribronquial.
Engrosamiento de la
barrera alveolo-capilar



Alteración DIFUSIÓN

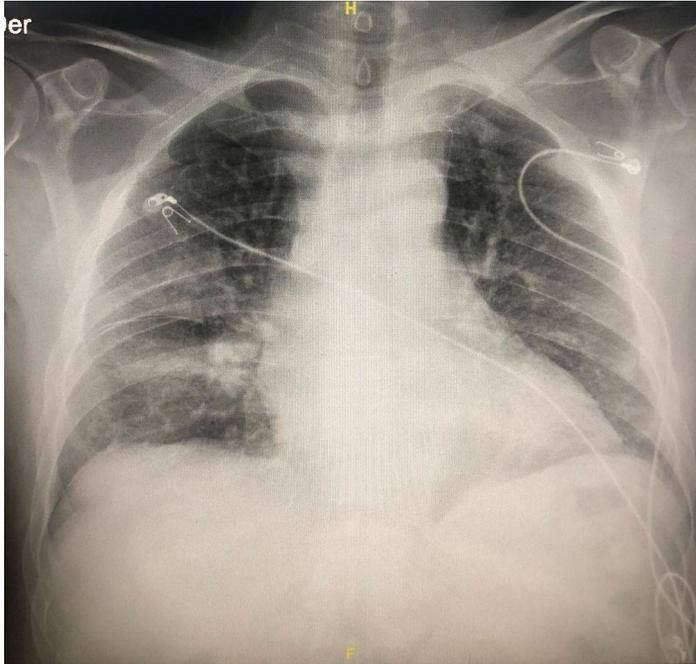
2. Edema alveolar:
unidades alvéolo
capilares
inundadas, con $V=0$



CORTOCIRCUITO

Figura 7 Edema agudo de pulmón. Radiografía de tórax

Cortocircuito veno-arterial



El corto circuito es entre la sangre que llega al pulmón y los alvéolos, donde la sangre realiza "bypass" los alvéolos y NO se oxigena

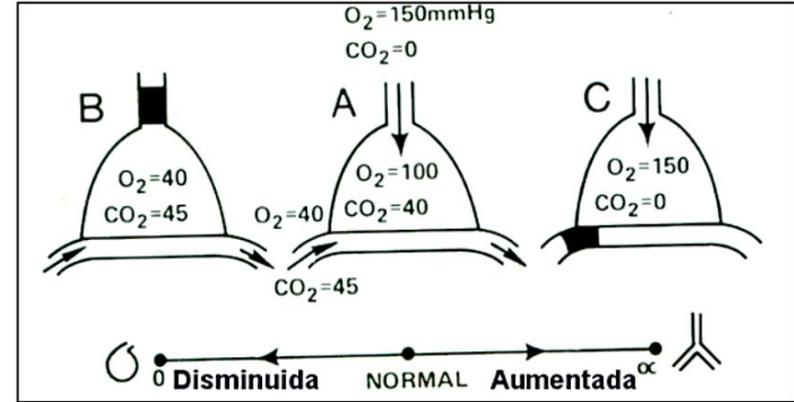


Figura 2. Alteraciones en la relación V'/Q' .

Gradiente Alveolo-arterial MUY aumentado!!

El shunt NO mejora con oxigenoterapia convencional

Tipos de oxigenoterapia → $FiO_2 > 21\%$ (Usar PaFi como indicador de intercambio gaseoso)

- Convencional

- Naricera → (1 L/min FiO_2 24%; 2L/min FiO_2 28%; 3L/min 32%; 4L/min 36%)
- CNAF (Cánula nasal de alto flujo) → 60 L/min mezcla de aire humedecido y oxígeno

- Ventilación Mecánica No invasiva

- CPAP → presión positiva continua superior a la de la atmósfera
- **BiPAP → 2 niveles de presión positiva (uno en la inspiración y otro menor en la espiración para evitar colapso alveolar)**

- Ventilación mecánica invasiva

Pregunta 3

¿Cuál de las siguientes alternativas es correcta respecto al caso?

- a) El paciente está cursando con una insuficiencia respiratoria aguda global *no hay hipercapnia*
- b) El mecanismo principal de hipoxemia es alteración V/Q dado que mejora con la administración de oxígeno *ese valor de PaFi no indica mejoría*
- c) **El mecanismo principal de hipoxemia en este paciente es un shunt intrapulmonar**
- d) El gradiente Alveolo-arterial de este paciente está muy disminuido *debería estar muy aumentado*

¿Preguntas?

