

An anatomical illustration of the human respiratory system, showing the trachea and bronchial tree branching into the two lungs. The illustration is rendered in a light blue, semi-transparent style against a white background.

Pruebas de función pulmonar

Diana Carolina Góngora

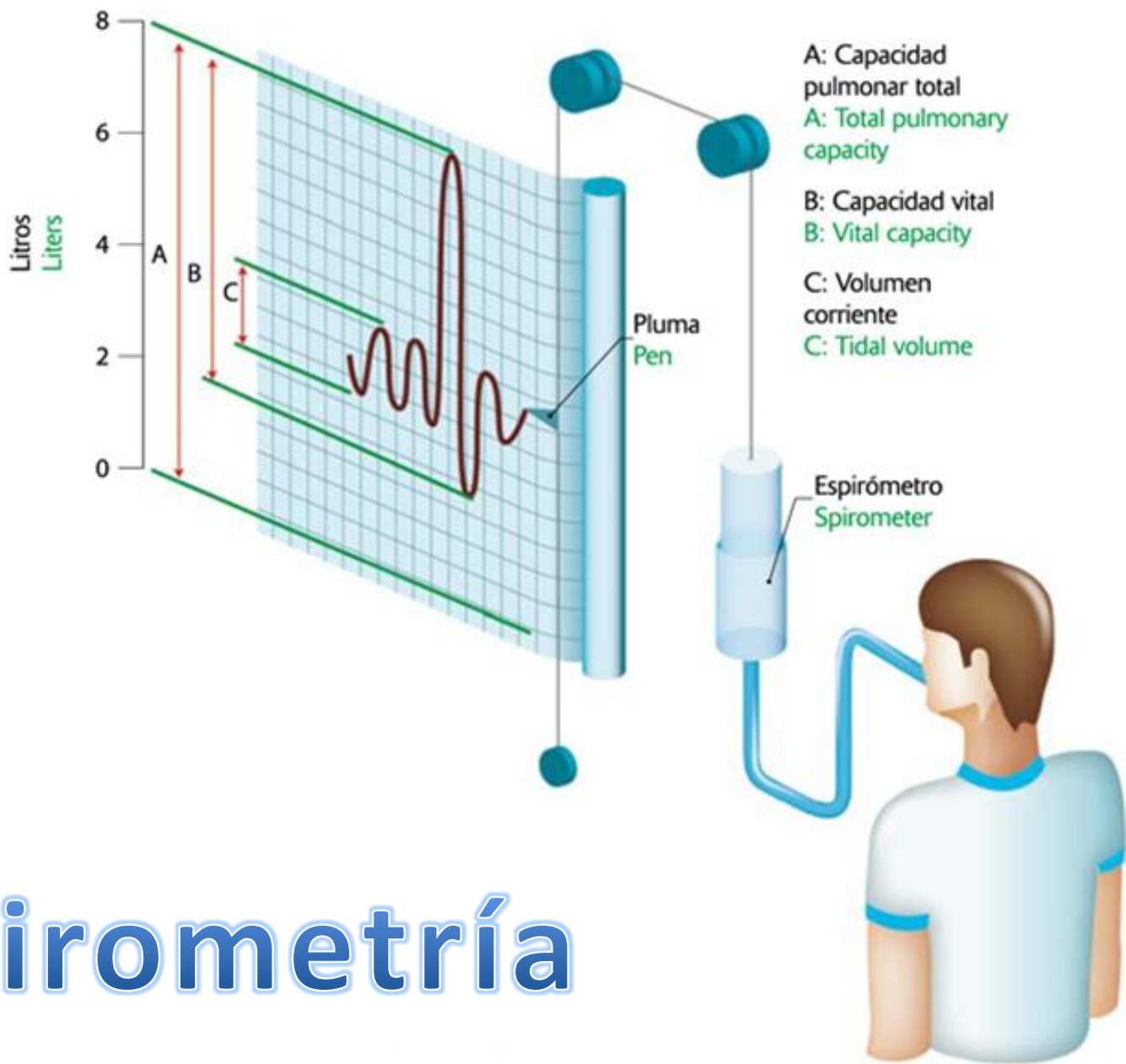
Definición

Grupo de exámenes para medir la eficiencia de los pulmones para tomar y liberar aire, para movilizar gases, como el oxígeno, desde la atmósfera hasta la circulación.



Clasificación

- Pruebas de mecánica de la respiración
 - Espirometría, Pletismografía corporal
- Pruebas de intercambio gaseoso
 - Difusión pulmonar de monóxido de carbono (DL_{CO}), Gasometría y oximetría de pulso
- Pruebas de ejercicio
 - Prueba de caminata de 6 minutos



Espirometría

Espirometría

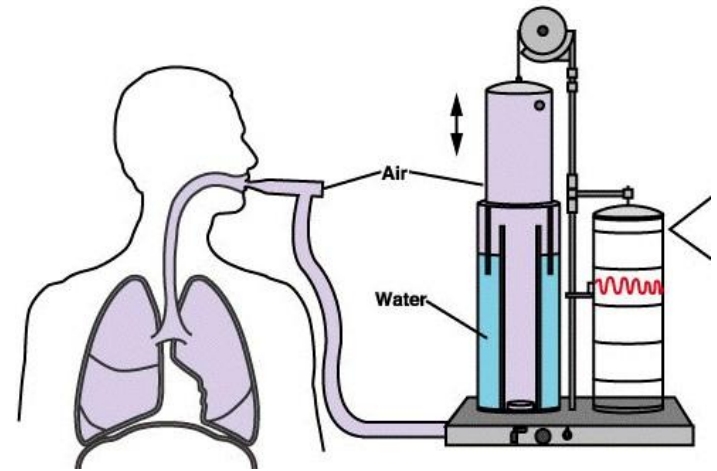
- Mide la cantidad de aire que una persona es capaz de desplazar (inhalar o exhalar) de manera forzada en función del tiempo.
- Principales mediciones
 - Capacidad vital forzada (CVF)
 - Volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1)
 - Cociente VEF1/CVF.

Técnica

- Temperatura entre 17 y 40°C
- 15 minutos en reposo antes de la prueba
- Explicación del procedimiento antes de iniciarlo
- Evitar fugas alrededor de la pieza bucal
- Paciente sentado o de pie
- Uso de pinzas nasales

Técnica

- Boquilla indeformable
- Realizar un esfuerzo inspiratorio máximo, seguido por una espiración forzada máxima y sostenida.
- 3 maniobras satisfactorias de espiración forzada



Forma de leer una Espirometría

- Mirar la forma y duración de las curvas
- Leer los valores de las variables



Volúmenes pulmonares

- Volumen Corriente
- Volumen residual
- Volumen de reserva espiratoria
- Volumen de reserva inspiratoria

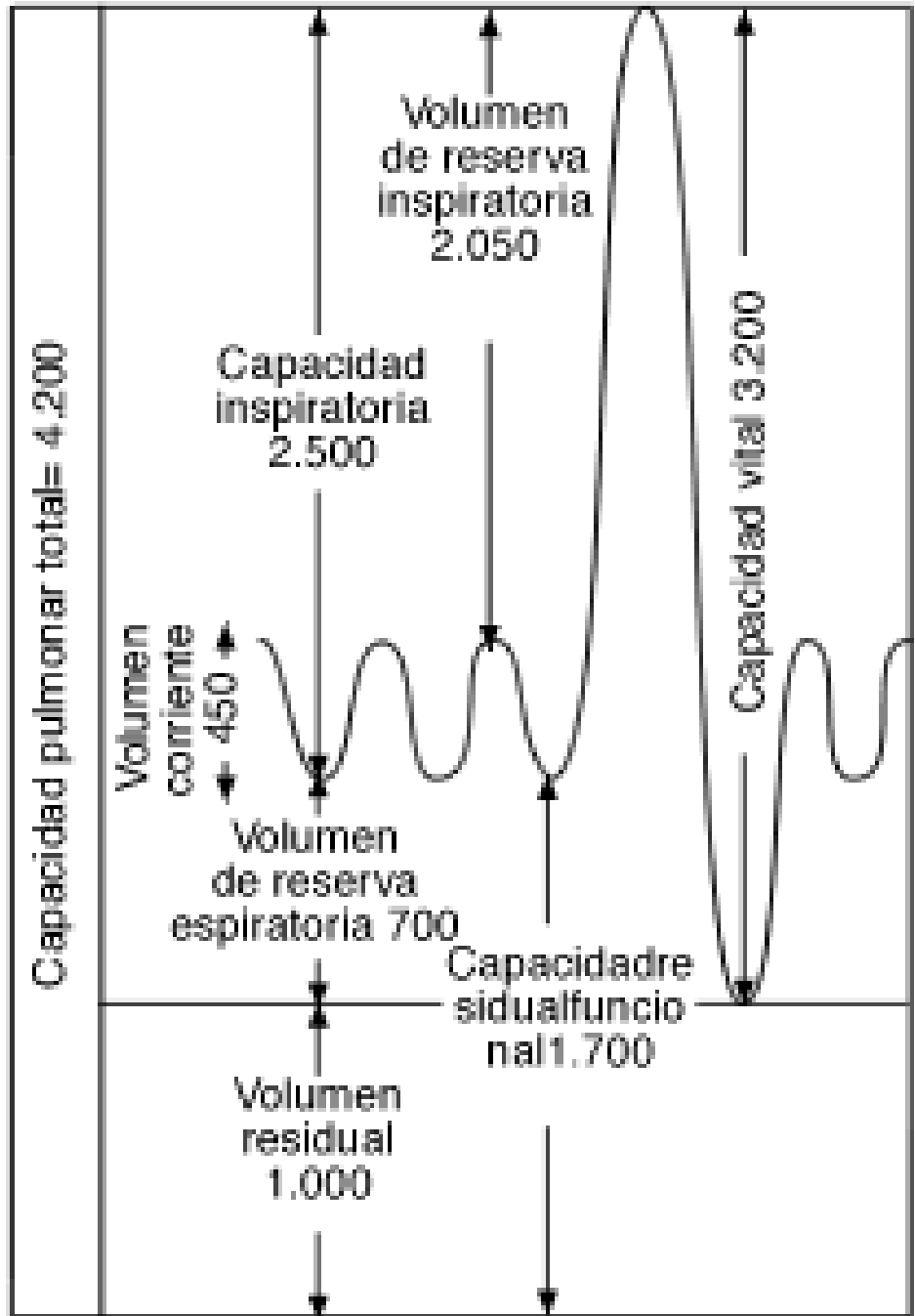


Capacidades pulmonares

- Capacidad inspiratoria
- Capacidad Pulmonar Total
- Capacidad Vital
- Capacidad funcional residual

Valores promedio

MEASUREMENT	MEN		WOMEN	
	mL	APPROX. % OF TLC	mL	APPROX. % OF TLC
Tidal Volume (V_T)	500	8–10	400–500	8–10
Inspiratory Reserve Volume (IRV)	3100	50	1900	30
Expiratory Reserve Volume (ERV)	1200	20	800	20
Residual Volume (RV)	1200	20	1000	25
Vital Capacity (VC)	4800	80	3200	75
Inspiratory Capacity (IC)	3600	60	2400	60
Functional Residual Capacity (FRC)	2400	40	1800	40
Total Lung Capacity (TLC)	6000	—	4200	—
Residual Volume/TLC	1200	20	1000	25
Capacity Ratio ($RV/TLC \times 100$)	6000		4200	



Variables Espirométricas

CVF: capacidad vital forzada

VEF1: volumen espiratorio forzado

$VEF1/CVF$

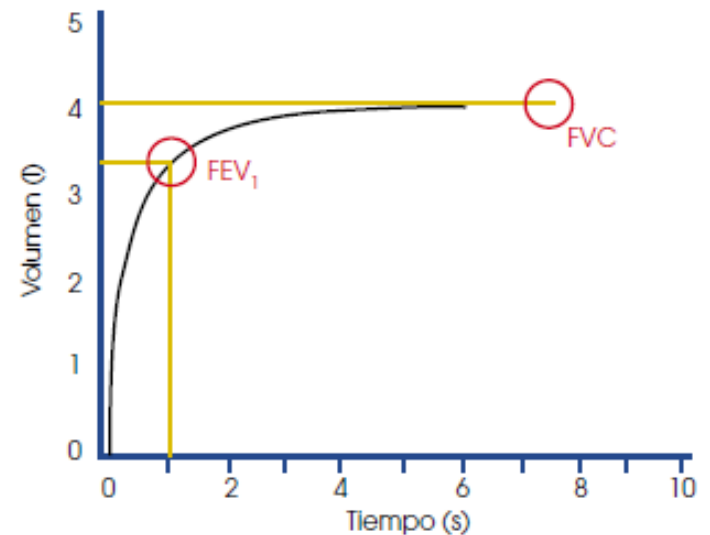
FEM: flujo espiratorio max



Gráficas en espirometría

Curva Volumen/Tiempo:

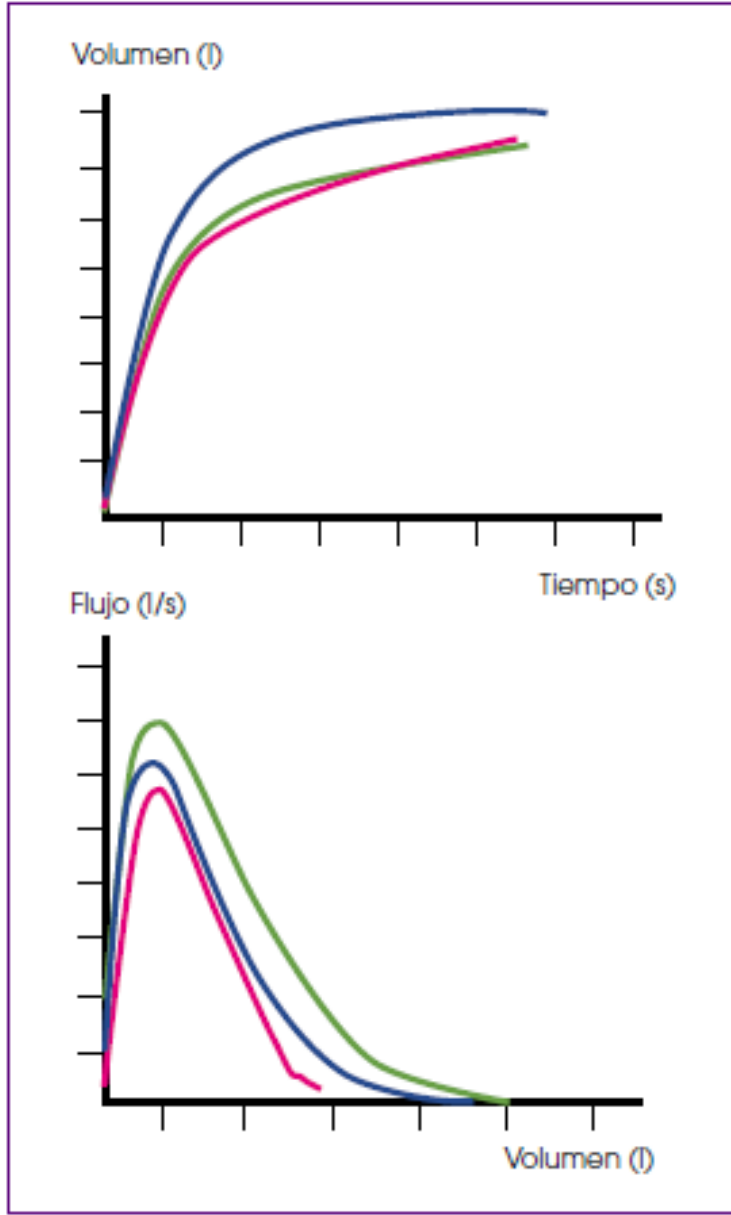
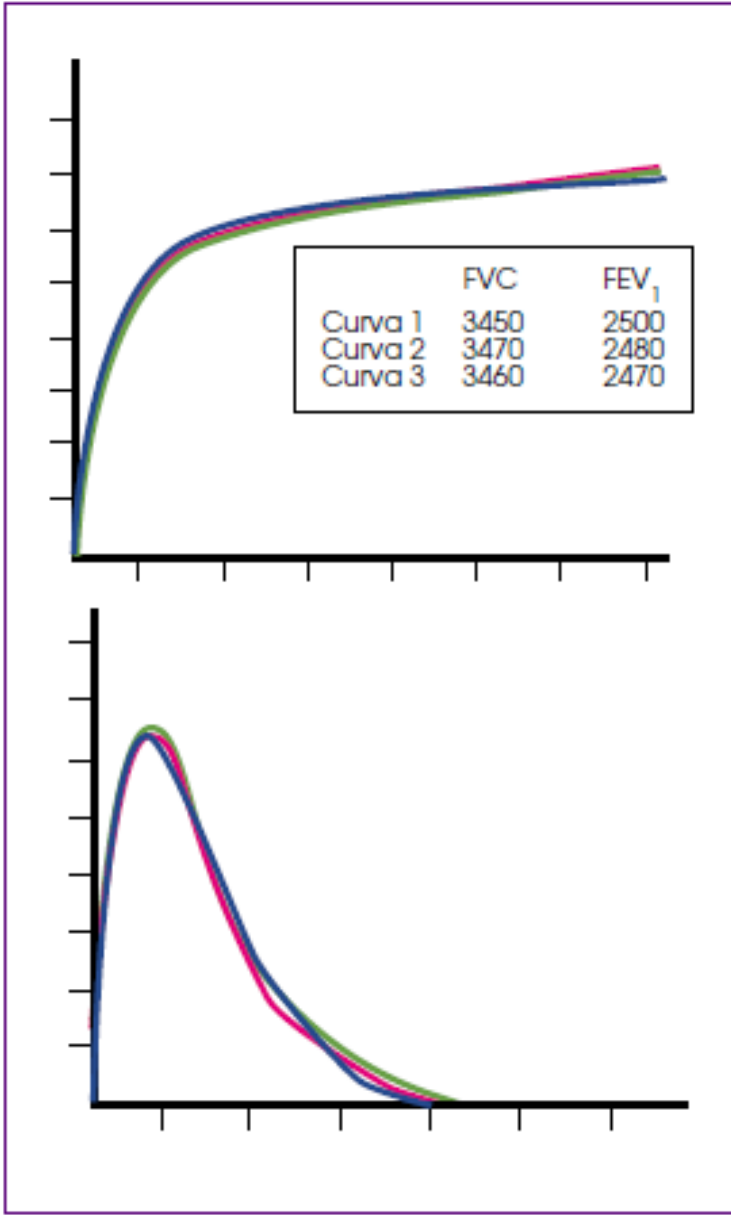
- relacionan el volumen desplazado por la respiración del sujeto con el tiempo transcurrido
- 2 medidas principales:
 - CVF
 - FEV₁



Gráficas en espirometría

- Curva Flujo/Volumen:
 - Ascenso muy rápido, con una pendiente muy pronunciada, hasta alcanzar un máximo de flujo (flujo espiratorio máximo, FEM). A partir de ese punto, la curva desciende con una pendiente menos pronunciada que en el ascenso, hasta cortar el eje de volumen.

•

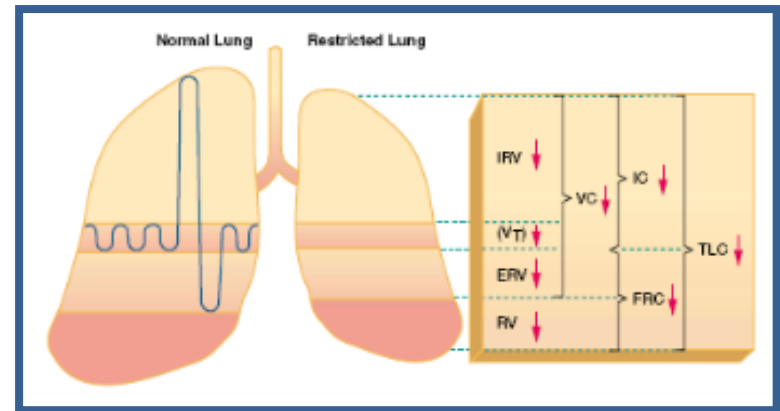
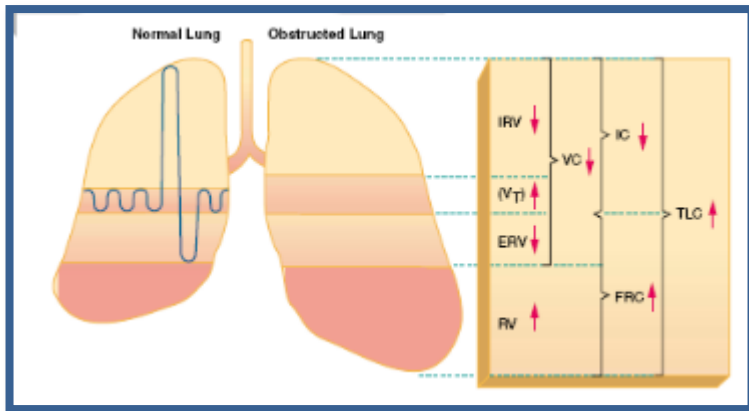
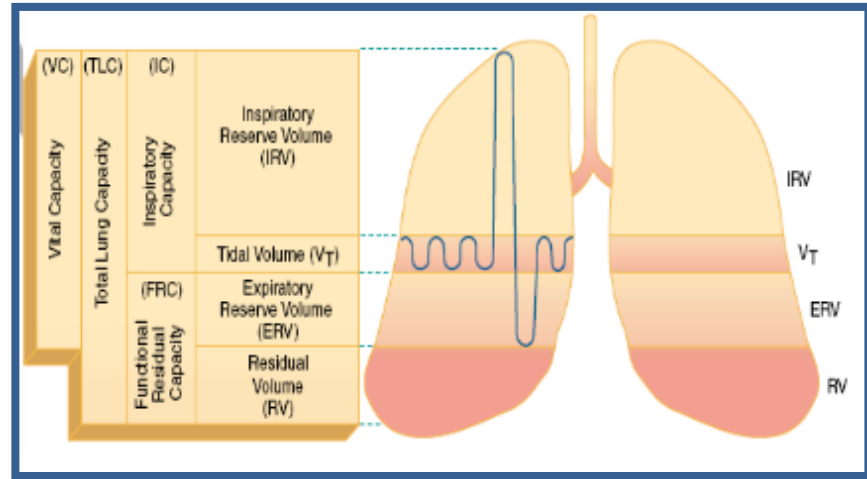


sea

or a

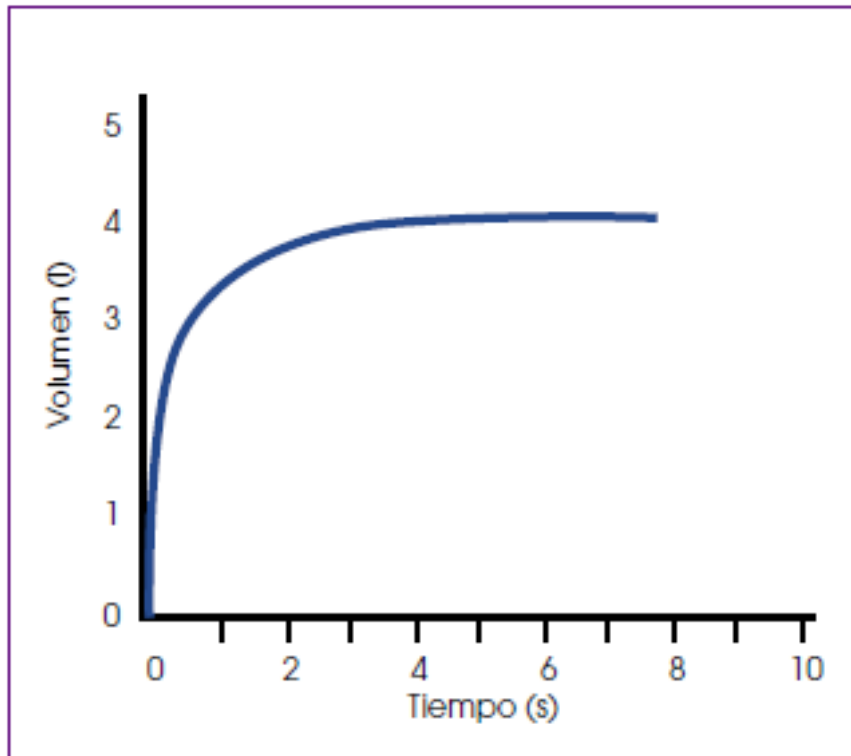
Patrones funcionales

- Normal
- Obstrutivo
- Restrictivo
- Mixto



Espirometría Normal

- Curva de volumen/tiempo:



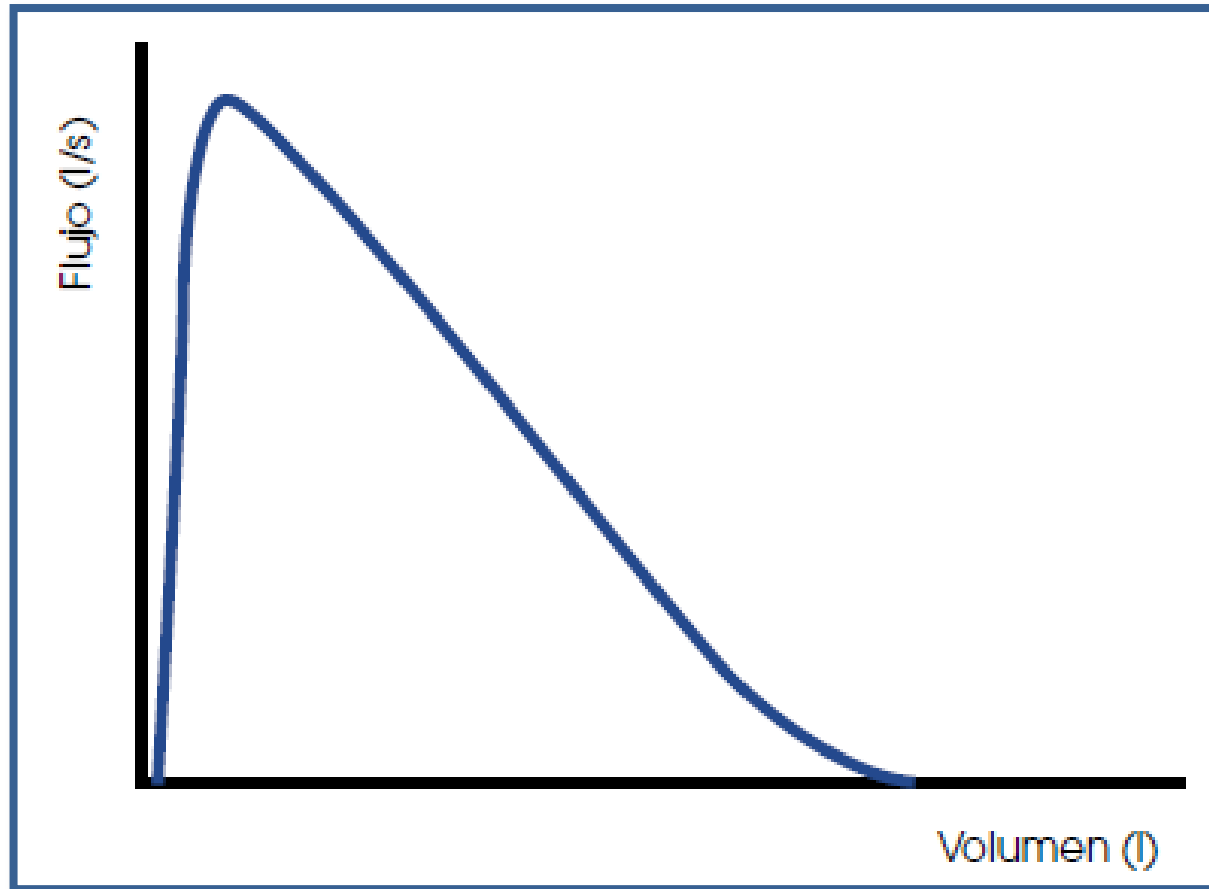
$FEV1/FVC \geq 70\%$.

$FVC \geq 80\%$ de su valor de referencia.

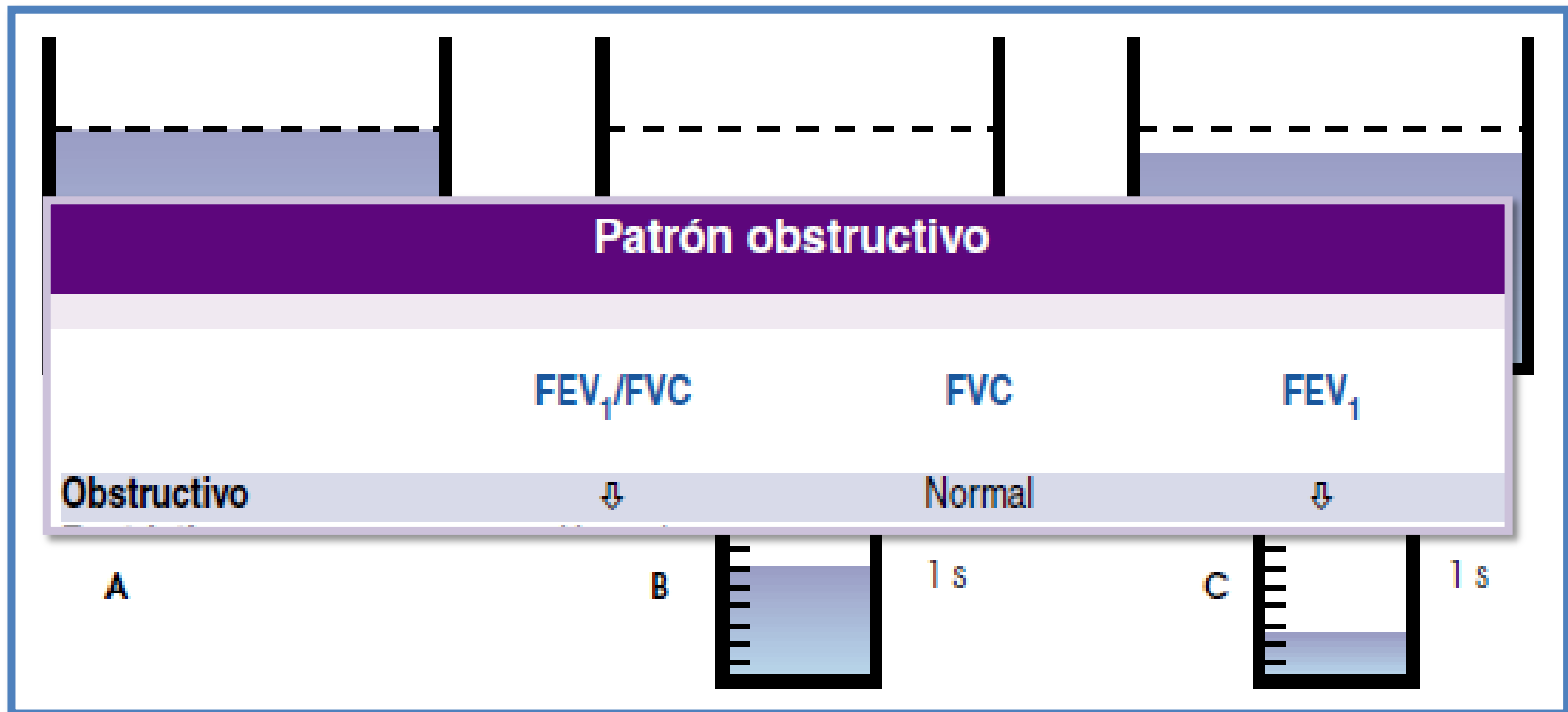
$FEV1 \geq 80\%$ de su valor de referencia.

Espirometría Normal

- Curva de flujo/volumen:

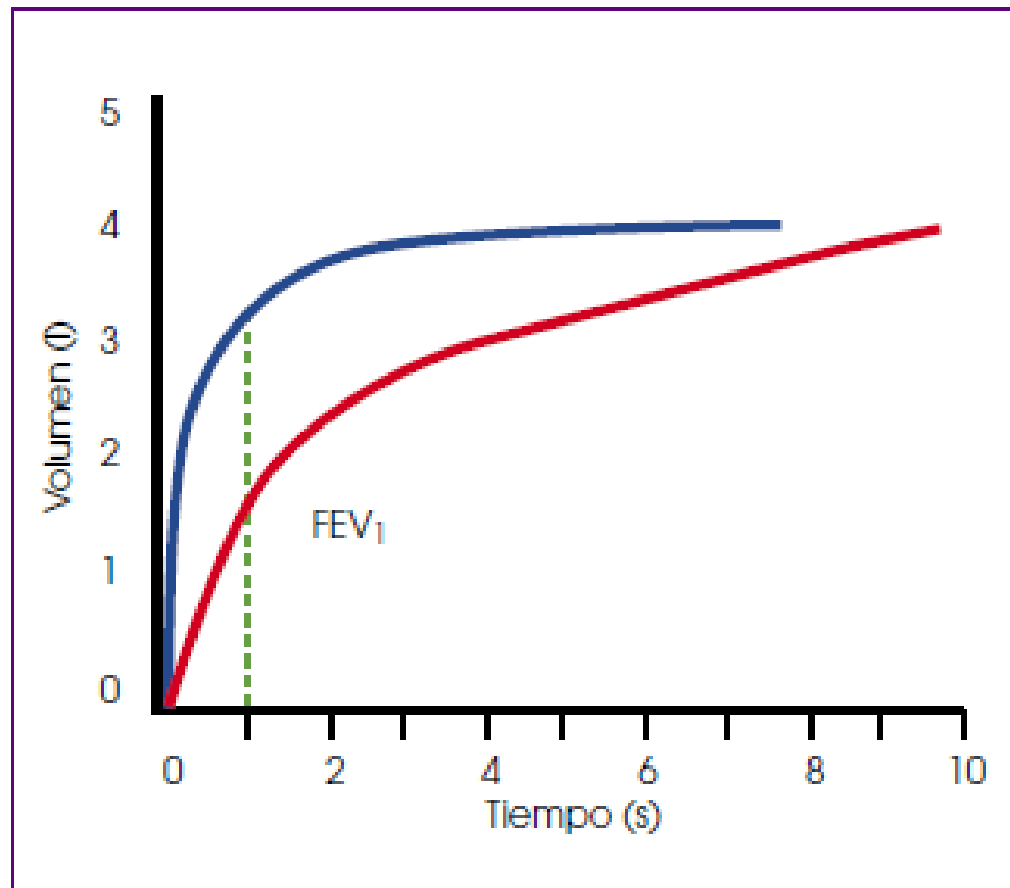


Patrón Obstrutivo



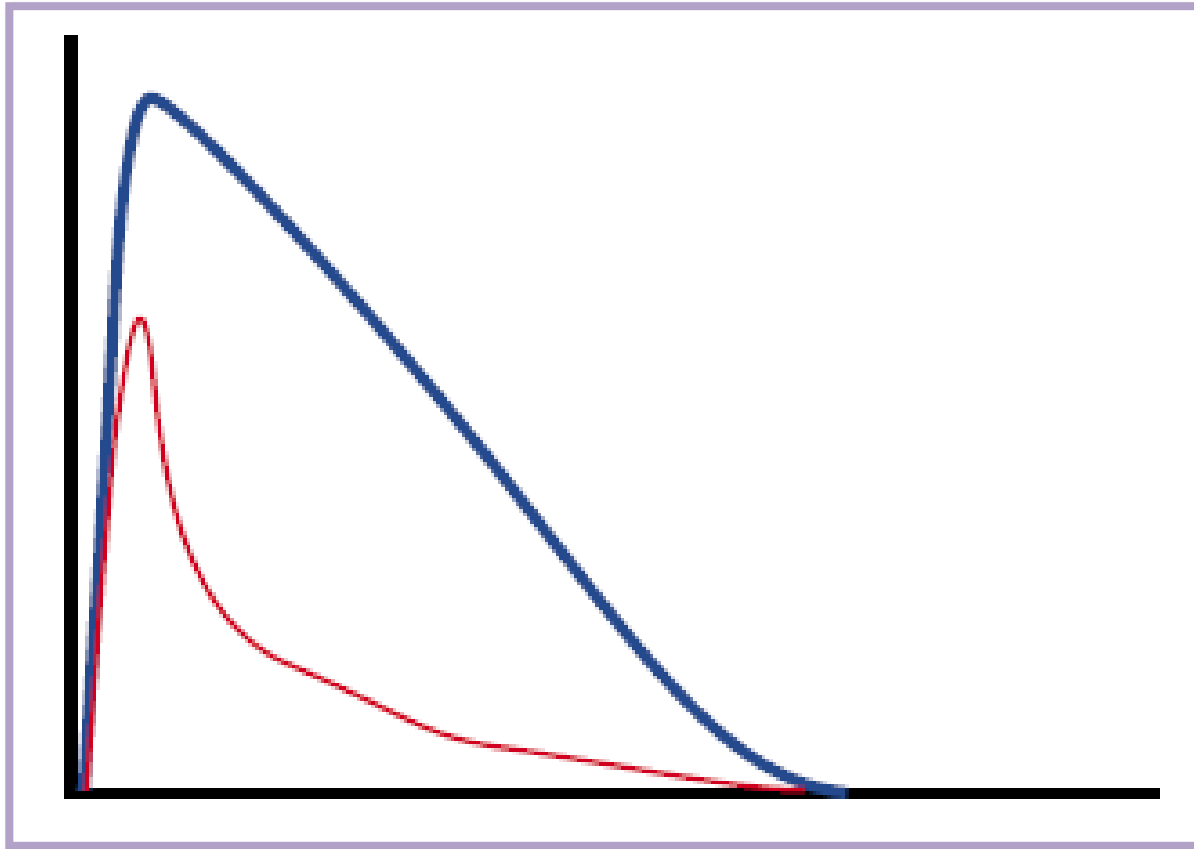
Patrón Obstrutivo

- Curva de volumen/tiempo:



Patrón Obstruccion

- Curva flujo/volumen:



Gravedad de la obstrucción

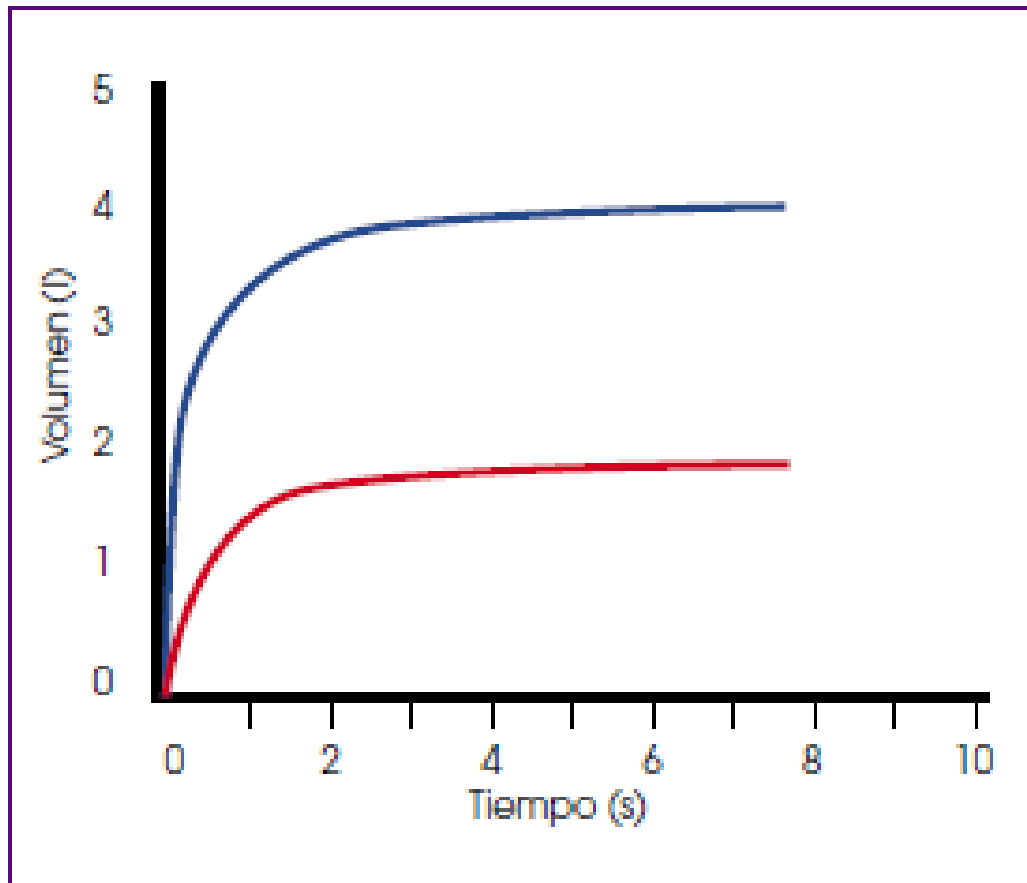
I. Leve	II. Moderada	III. Grave	IV. Muy grave
<ul style="list-style-type: none">• $FEV_1/FVC < 0,70$• $FEV_1 \geq 80\%$ del valor de referencia	<ul style="list-style-type: none">• $FEV_1/FVC < 0,70$• $FEV_1 < 50\% - < 80\%$ del valor de referencia	<ul style="list-style-type: none">• $FEV_1/FVC < 0,70$• $FEV_1 < 30\% - < 50\%$ del valor de referencia	<ul style="list-style-type: none">• $FEV_1/FVC < 0,70$• $FEV_1 < 30\%$ del valor de referencia o $FEV_1 < 50\%$ del valor de referencia más insuficiencia respiratoria crónica

Patrón Restrictivo

- Incapacidad para mover la misma cantidad de aire que en circunstancias normales. Por causas pulmonares o relacionadas con la pared torácica que impiden la correcta expansión
 - FVC <80% del valor de referencia.
 - FEV1 <80% del valor de referencia.
 - FEV1/FVC \geq 70%.

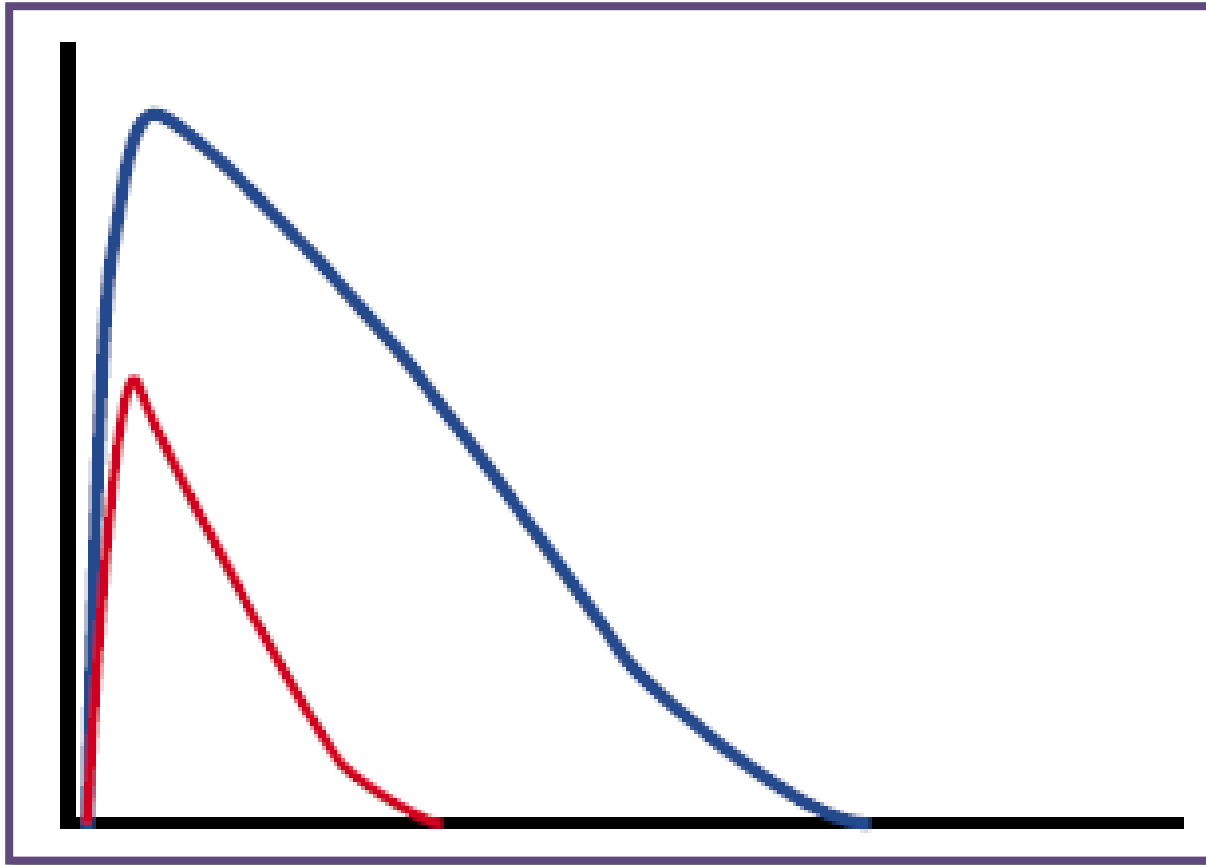
Patrón Restringido

- Curva volumen/tiempo:



Patrón Restrictivo

- Curva de flujo/volumen

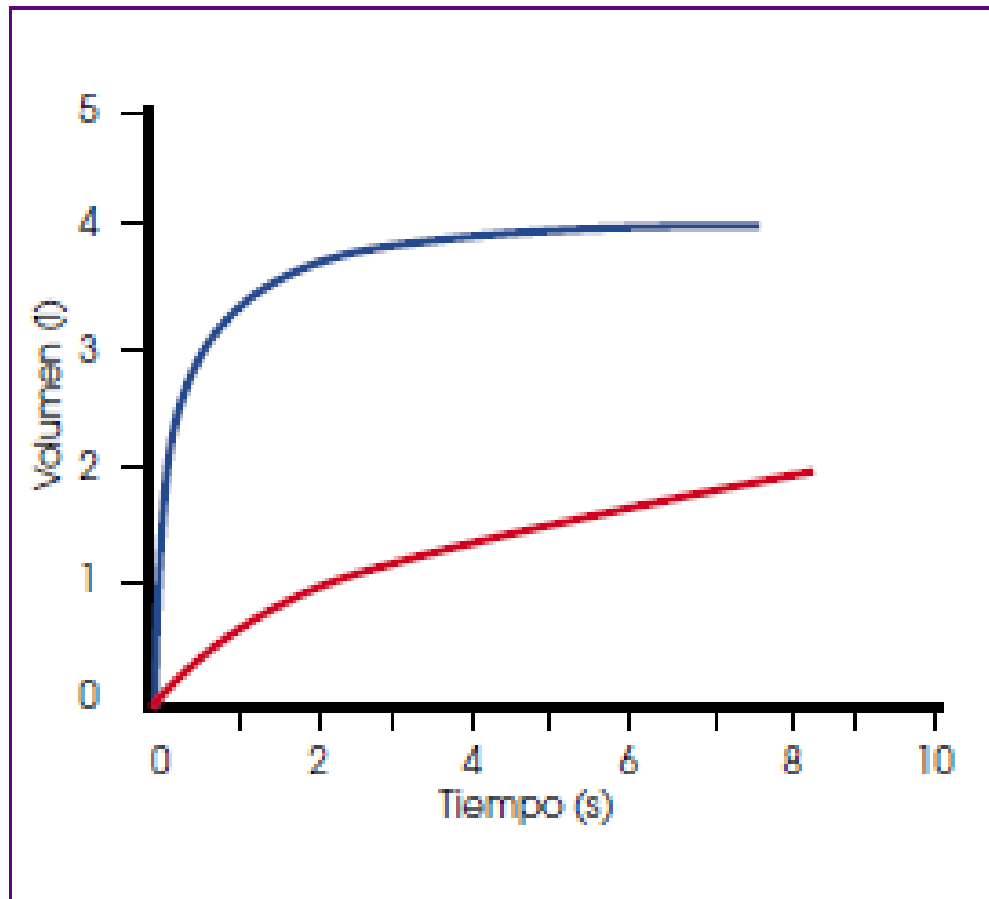


Patrón Mixto

- Combina la presencia de los indicadores de obstrucción y los de restricción.
 - $FEV1/FVC < 70\%$.
 - $FVC < 80\%$ del valor de referencia.
 - $FEV1 < 80\%$ del valor de referencia.

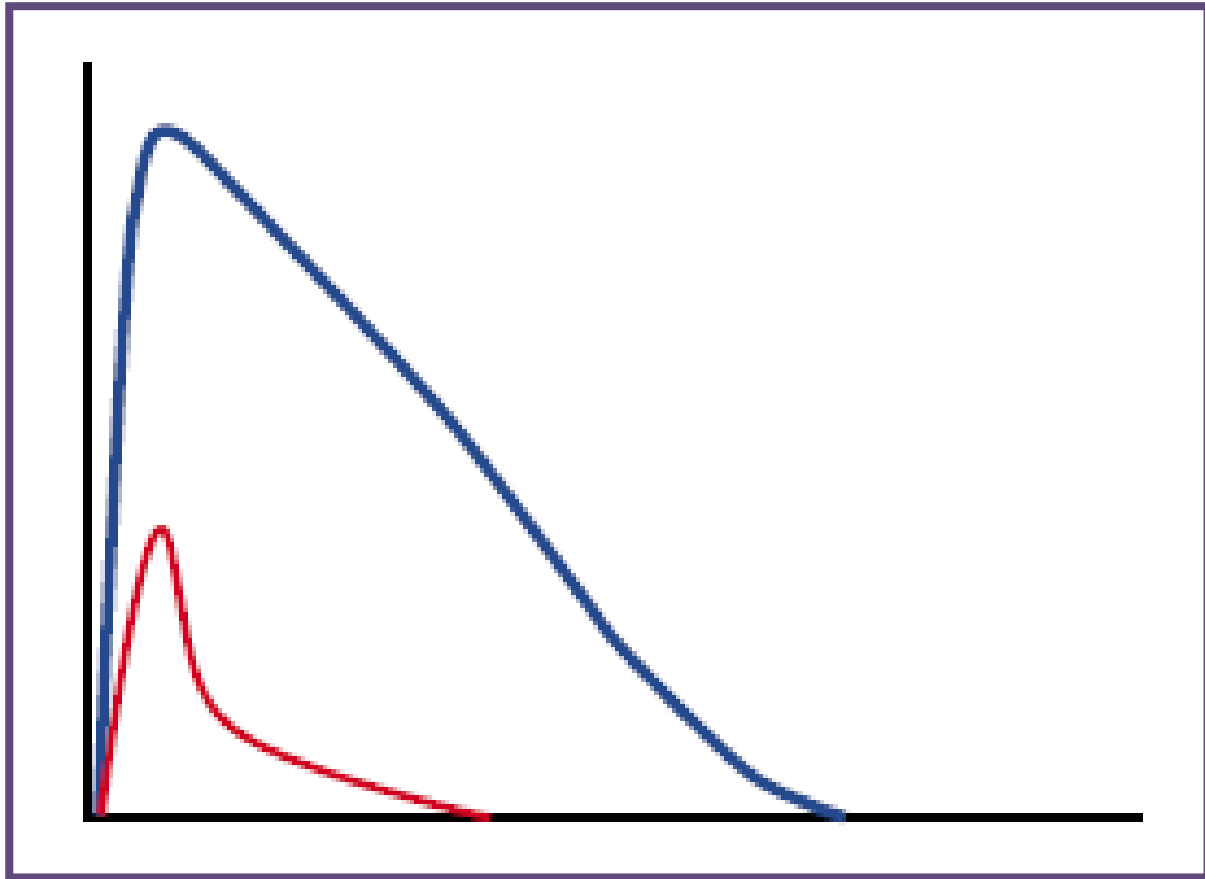
Patrón Mixto

- Curva volumen/tiempo



Patrón Mixto

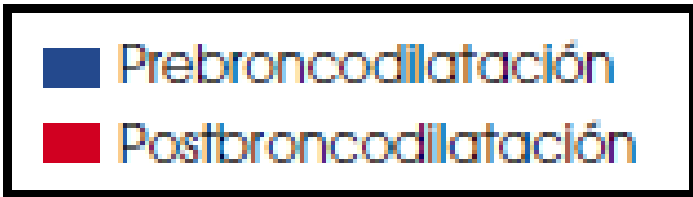
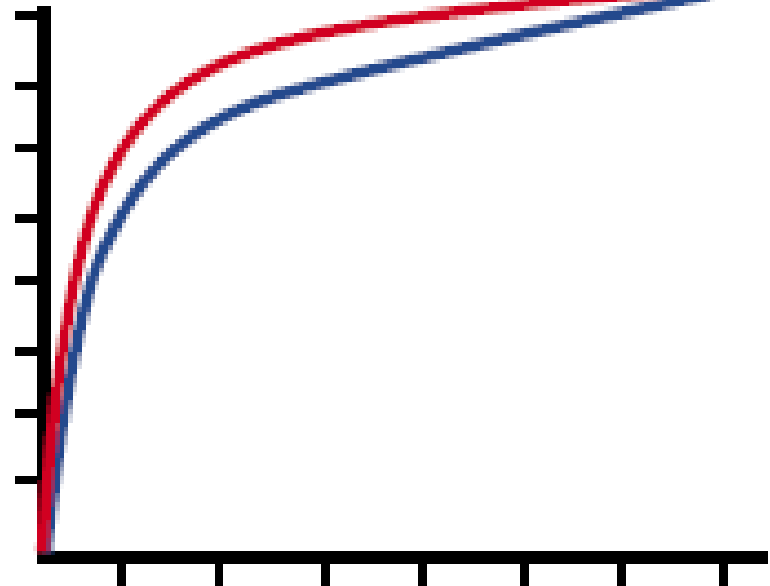
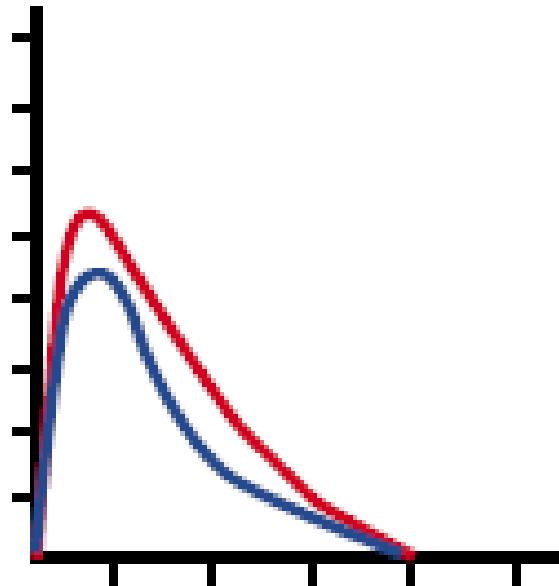
- Curva flujo/volumen



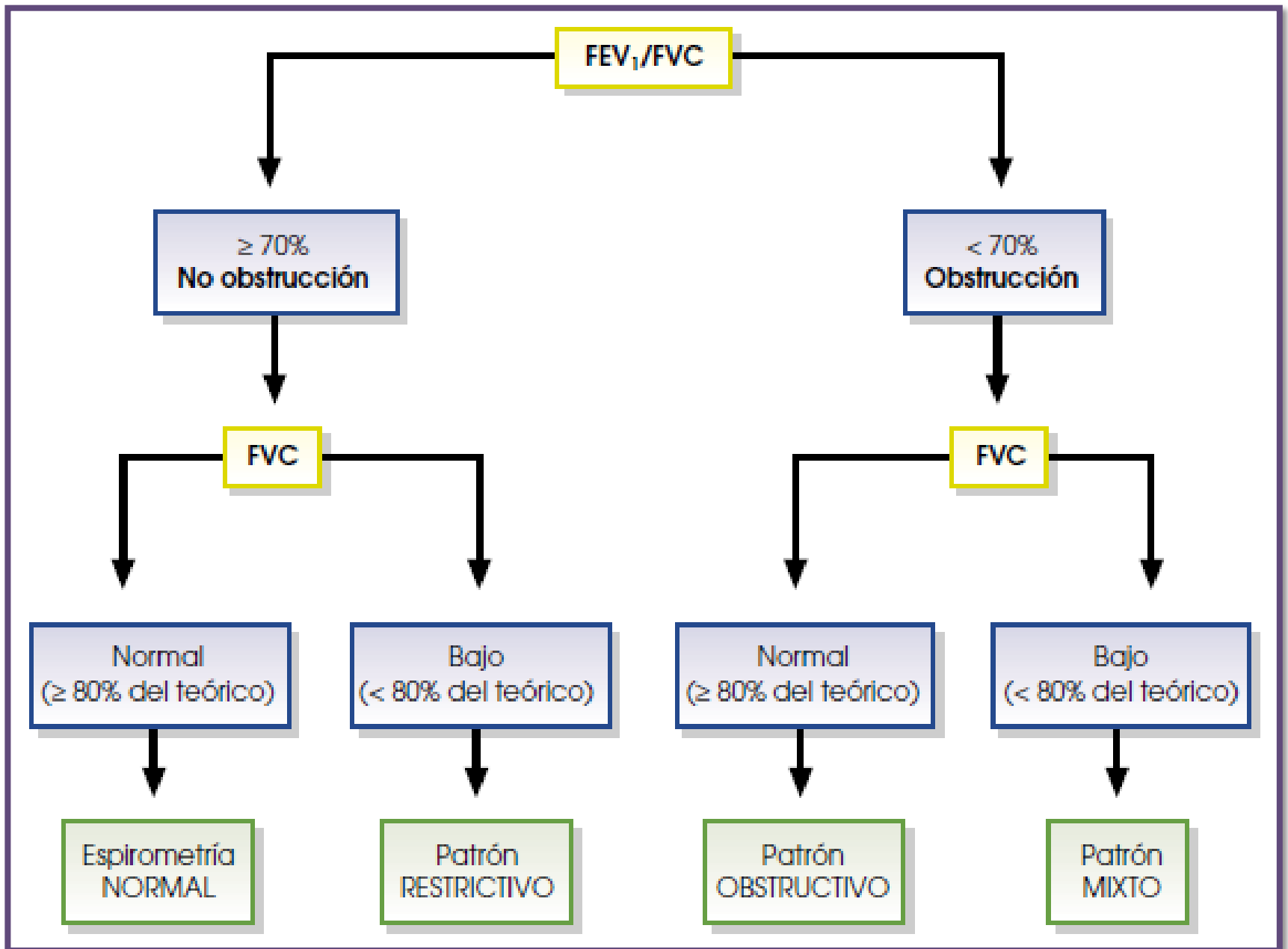
Respuesta al broncodilatador

- Salbutamol 400mcg
- Se evalúa 20 a 30 minutos después
- Respuesta positiva cuando observamos un cambio al menos de 200mL o 12% en cualquiera de los parámetros espirométricos (VEF1 y/o CVF).

Prueba positiva



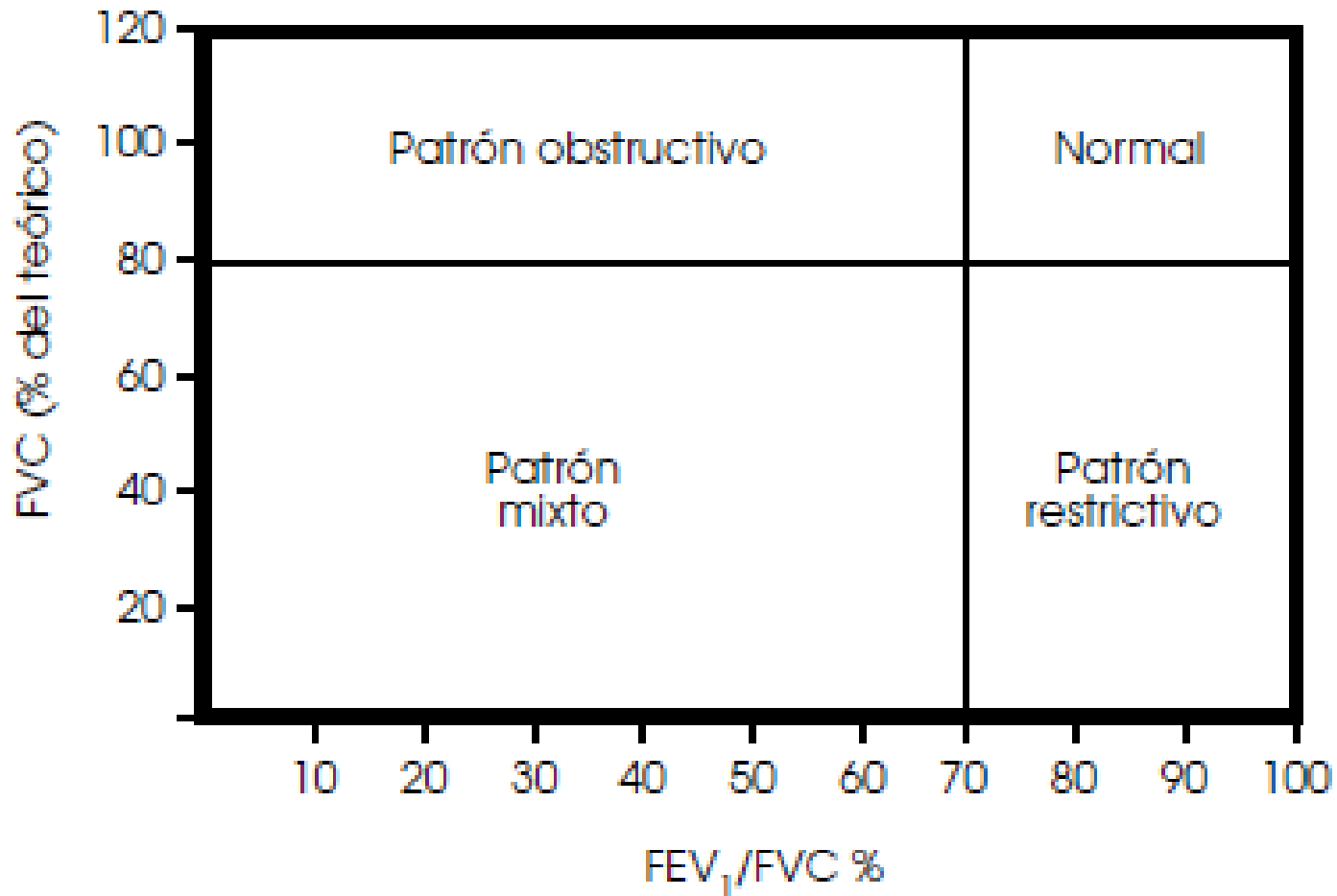
FEV₁ Pre.: 2.593 ml
FEV₁ Post.: 2.990 ml
Porcentaje de cambio: 15%



Análisis de la prueba

Patrones espirométricos			
	FEV ₁ /FVC	FVC	FEV ₁
Obstrutivo	↓	Normal	↓
Restrictivo	Normal	↓	↓
Mixto	↓	↓	↓

Cuadrante de Miller



Contraindicaciones

- Enfermedad CV aguda o descompensada en los últimos 3 meses (IAM, IC, ACV)
- Neumotórax en los 3 meses previos
- Riesgo de hemoptisis o ruptura de aneurisma
- Cirugía de tórax, abdomen, ojos u oídos en los últimos 3 meses
- Infecciones respiratorias agudas en las últimas 2 semanas
- TBC pulmonar activa
- Embarazo avanzado o complicado.

Resultados de la prueba:

Edad pulmonar:

FEV1%Prev.: 43,8 %

FEV1%: 79,7%

Mejora: FVC: 15,1%, FEV1: 14,4% ((Post - Pre) / Pre) * 100

Respuesta BD no significativa

Var. pre/post FEV1: 32 ml (4,4 %) / 333 ml (40,4 %)

Var. pre/post FVC: 71 ml (7,9 %) / 454 ml (43,7 %)

Reproducibilidad según ATS:

Pre: NO SE CUMPLE acceptable efforts)

Post: NO SE CUMPLE acceptable efforts)

Interpretación del test:

Pre: FVC= 0,90L FEV1= 0,72L

FEV1%= 79,7% 0,72/0,90 FEV1/FVC

(2/3/2012 09:45:14 a.m.), Restricción grave

Post: FVC= 1,0L (15,1%); FEV1= 0,8L (14,4%); FEV1%= 79,2% (-0,6%)

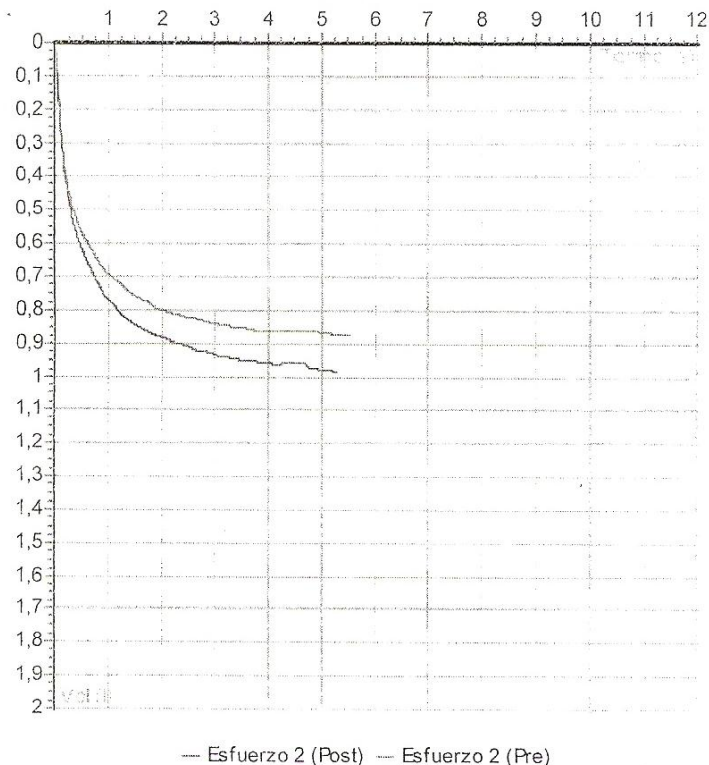
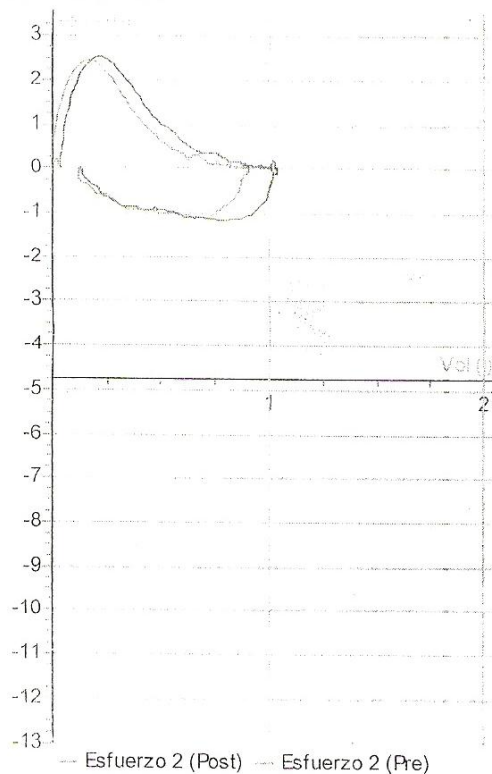
(2/3/2012 09:52:49 a.m.), Restricción grave

Comentario de la prueba:

PCTE EXFUMADORA COCINO CON LEÑA.

Parámetro	Unidades	Pred	Mejor esfuerzo				%Cambiar
			2. Pre	%Pred	2. Post	%Pred	
FVC	(L)	2,28	0,90*	39,6	1,04*	45,6	15,1% (0,14)
FEV1	(L)	1,88	0,72*	38,3	0,82*	43,8	14,4% (0,10)
FEV1%	(%)	75,4	79,7	105,6	79,2	105,0	-0,6% (-0,5)
FEV1/FVC	(%)	75,4	79,7	105,6	79,2	105,0	-0,6% (-0,5)
PEF	(L/s)	5,47	2,45*	44,8	2,53*	46,3	3,3% (0,08)
FEF50	(L/s)	3,26	0,83*	25,4	0,94*	28,7	13,2% (0,11)
FEF25-75	(L/s)	2,46	0,62*	25,3	0,69*	27,9	10,4% (0,06)
ATS	-	-	No	-	No	-	-

(*) Significa inferior al LLN





PLETISMOGRAFÍA

Pletismografía

- Mide el volumen total de gas intratorácico
- Mide el volumen de aire en el tórax esté o no en contacto con la vía aérea, (aire atrapado en bulas enfisematosas)

Indicaciones

- Medir gas atrapado
- Establecer diagnóstico de alteración restrictiva
- Establecer diagnóstico de alteración mixta
- Valorar el riesgo quirúrgico
- Evaluar la incapacidad laboral
- Cuantificar el espacio aéreo no ventilado

Pletismografía corporal de volumen constante

- Implica que el volumen no cambia, las mediciones se llevan a cabo por cambios de presión (P) tomando en cuenta la Ley de Boyle en donde $P_1V_1 = P_2V_2$. Se logra al introducir al sujeto a una cabina hermética que cuenta con 2 transductores de presión.

Pletismografía corporal de volumen constante

- V_1 , es la capacidad residual funcional (CRF) o volumen de gas intratorácico (VGIT).
- CRF: volumen de reserva espiratorio + VR
- Punto de equilibrio entre la retracción elástica del parénquima pulmonar y las fuerzas de oposición de la caja torácica

- Después de varias respiraciones a VC en el interior de la cabina hermética, ocurre una oclusión que impide el flujo aéreo verdadero.
- Durante la oclusión el paciente debe hacer una respiración conocida como jadeo con una frecuencia de 3-5 por minuto.
- La oclusión dura aproximadamente 3 segundos, momento crítico de la prueba, se lleva a cabo la medición de la CRF (V1).
- Cuando se abre la válvula, se realiza una inspiración máxima (medir CI) y luego, una exhalación completa, lenta y relajada

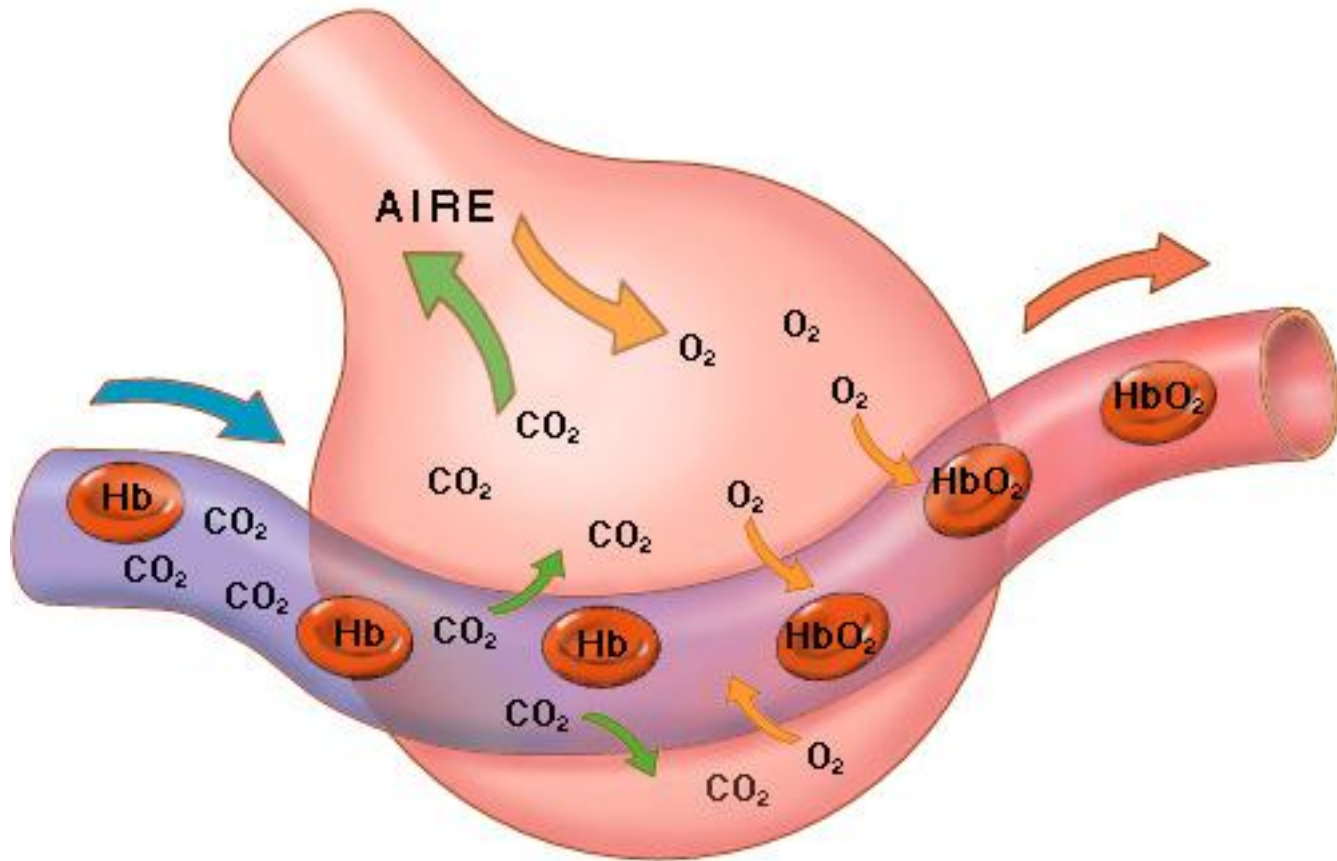
Principales mediciones

- CPT: capacidad pulmonar total
- VR: volumen residual
- CI: capacidad inspiratoria
- VC: volumen corriente
- Volumen de reserva inspiratoria y espiratoria
- Resistencias pulmonares.

Resultados

Parámetro	Porcentaje del predicho (%)	Gravedad
GPT	> 120	Obstrucción con hiperinflación
	80-119	Normal
	70-79	Restricción leve
	60-69	Restricción moderada
	50-59	Restricción moderadamente grave
	35-49	Restricción grave
	< 35	Restricción muy grave
GV	80-119	Normal
	70-79	Restricción leve
	60-69	Restricción moderada
	50-59	Restricción moderadamente grave
	35-49	Restricción grave
	< 35	Restricción muy grave
VR	< 119	Normal
	> 120	Atrapamiento aéreo leve
	131-139	Atrapamiento aéreo moderado
	> 140	Atrapamiento aéreo grave

GPT: Capacidad pulmonar total; GV: capacidad vital; VR: volumen residual.



Gases Arteriales

Gases Arteriales

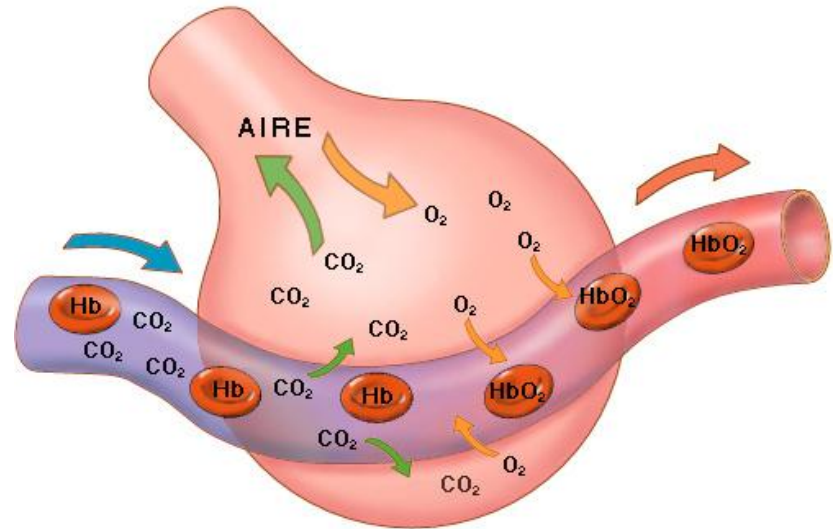
- Analiza varios aspectos fisiológicos:
 - Oxigenación
 - Ventilación
 - Equilibrio ácido base
 - Perfusión periférica
- El equilibrio entre estos factores depende de la respuesta integrada de sistemas como el aparato respiratorio, cardiovascular, hematológico y renal

Gases Arteriales

- Conocer las condiciones clínicas en las que fue obtenida la muestra
 - Diagnóstico del paciente
 - Reposo o ejercicio
 - Ventilación mecánica
- Conocer los valores normales, la altitud sobre el nivel del mar, para no cometer errores de interpretación

Gases Arteriales

- pH
- PaCO₂
- PaO₂
- Sat.O₂-Hb.
- HCO₃
- PaO₂/FiO₂



Valores normales

Según la altura de la ciudad

- **Nivel del mar (760mmHg)**
 - pH: 7.40
 - PaCO₂: 40-45mmHg
 - PaO₂: 90-95mmHg
 - HCO₃: 24mEq/L
 - SatO₂: > 94%
- **1500 mts/NM**
 - PH: 7.35 – 7.45
 - PaCO₂: 35-37mEq/l
 - PaO₂:76-83mmHg
 - HCO₃: 20-22 mEq/l
- **1800 Mt/NM (630mmHg)**
 - pH: 7.40
 - PaCO₂: 35-38mmHg
 - PaO₂: 70-75mmHg
 - HCO₃: 21-22mEq/L
 - SatO₂: > 94%
- **Bogotá (560mmHg)**
 - pH: 7.40
 - PaCO₂: 32-34mmHg
 - PaO₂: 65mmHg
 - HCO₃: 20mEq/L
 - SatO₂: >92%

Oxigenación

- Descarta hipoxia o hipoxemia: disminución en la PaO₂ por debajo del valor normal esperado (NM)
- Son 4 los mecanismos fisiopatológicos que pueden generar hipoxemia
 - Baja presión de oxígeno inspirado
 - Hipoventilación alveolar
 - Alteración Ventilación/perfusión
 - Shunt intrapulmonar

Medición de hipoxia

- Índices basados en la tensión de oxígeno
 - Presión arterial de oxígeno.
 - Diferencia alveolo arterial de oxígeno.
 - Índice de oxigenación (Pa/FI).

Medición de hipoxia

- Según la presión arterial de oxígeno (PaO₂) (NM):
 - Leve: PaO₂ entre 80mmHg y 60mmHg
 - Moderada: PaO₂ entre 60mmHg y 40mmHg
 - Severa: PaO₂ < 40mmHg.

Medición de la hipoxia

- Relación PaO_2/FiO_2 : (Pa/Fi o índice de oxigenación).
 - A nivel del mar el valor normal es mayor de 380
 - Es el índice preferido por muchos debido a su excelente correlación para todas las FiO_2 y por lo sencillo de su determinación.

Equilibrio acido-base

- MODELO DE HENDERSON – HASSELBALCH

- Toma al bicarbonato y al dióxido de carbono como variables independientes

- La relación entre ambas es la determinante del pH en los fluidos corporales



HENDERSON – HASSELBALCH

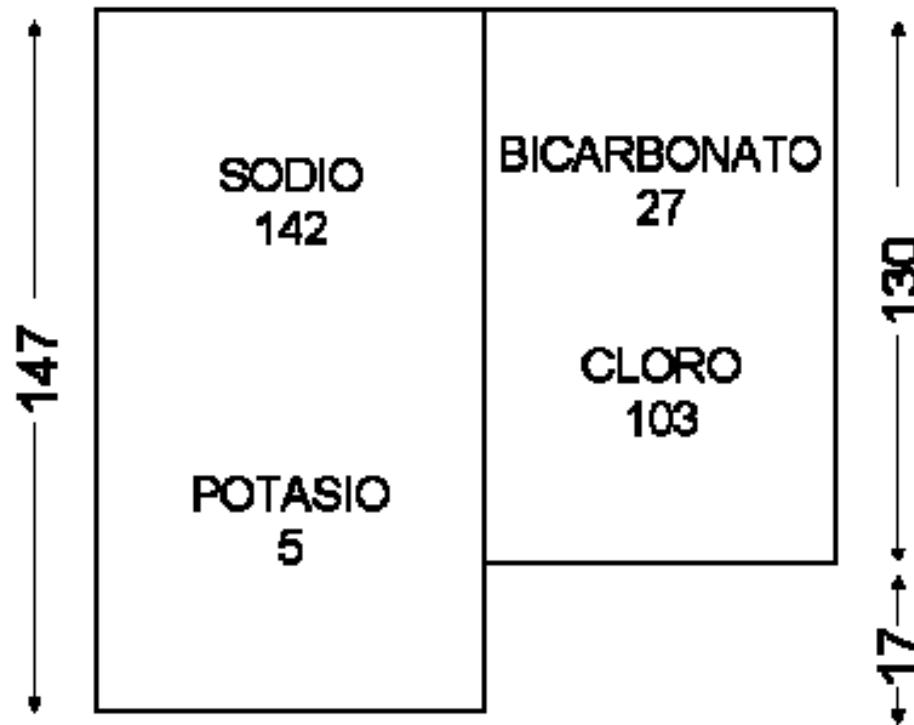
- $\text{pH} = \text{pK} + \log^{10}\{[\text{HCO}_3^-]/[\text{PaCO}_2 \times 0.0301]\}$
- Reemplazando en la fórmula los valores normales al nivel del mar tenemos:
 - $\text{pH} = 6.1 + \log^{10}\{[24]/[40 \times 0.0301]\}$
 - $\text{pH} = 7.4.$

Anión Gap

- Brecha aniónica
 - La concentración normal de electrolitos o iones del plasma es la siguiente:

CATIONES	mEq/L	ANIONES	mEq/L
Sodio	142	Bicarbonato	27
Potasio	5	Cloro	103
Calcio	5	Fosfato	1
Magnesio	2	Sulfato	1
		Ácidos org	5
		Proteínas	16
Total	154	Total	154

- $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{HCO}_3^- + \text{Cl}^-) = \text{diferencia de aniones}$
- $(142 + 5) - (27 + 103) = 147 - 130 = 17\text{mEq/L.}$



Equilibrio acido-base

- MODELO DE PETER STEWART:
 - El equilibrio ácido base se realiza en una solución conformada por un solvente: el agua; varios solutos: iones fuertes, ácidos débiles y algunas macromoléculas. La interacción de estos solutos con el agua genera la disociación de ésta en iones hidrógeno e hidroxilo.

PETER STEWART

- $\text{pH} = [\text{carga de CO}_2] + [\text{DIF}] + [\text{ATOT}]$
- La carga de CO₂ es calculada por la PaCO₂ y el coeficiente de solubilidad del dióxido de carbono (0.0301), es decir, carga de CO₂ = PaCO₂ x 0.0301.
- La diferencia de iones fuertes (DIF) es la brecha entre cationes y aniones:
 - $\text{DIF} = [\text{Na}^+] + [\text{K}^+] - [\text{Cl}^-] - [\text{lactato}^-]$
- Ácidos débiles (ATOT): albúmina y fosfatos.

pH

- Disminuido: acidosis, por reducción del HCO_3 (trastorno metabólico), aumento del PaCO_2 (trastorno respiratorio), o ambos.
- Aumentado: alcalosis, aumento del HCO_3 disminución del PaCO_2 , o ambos.

pH

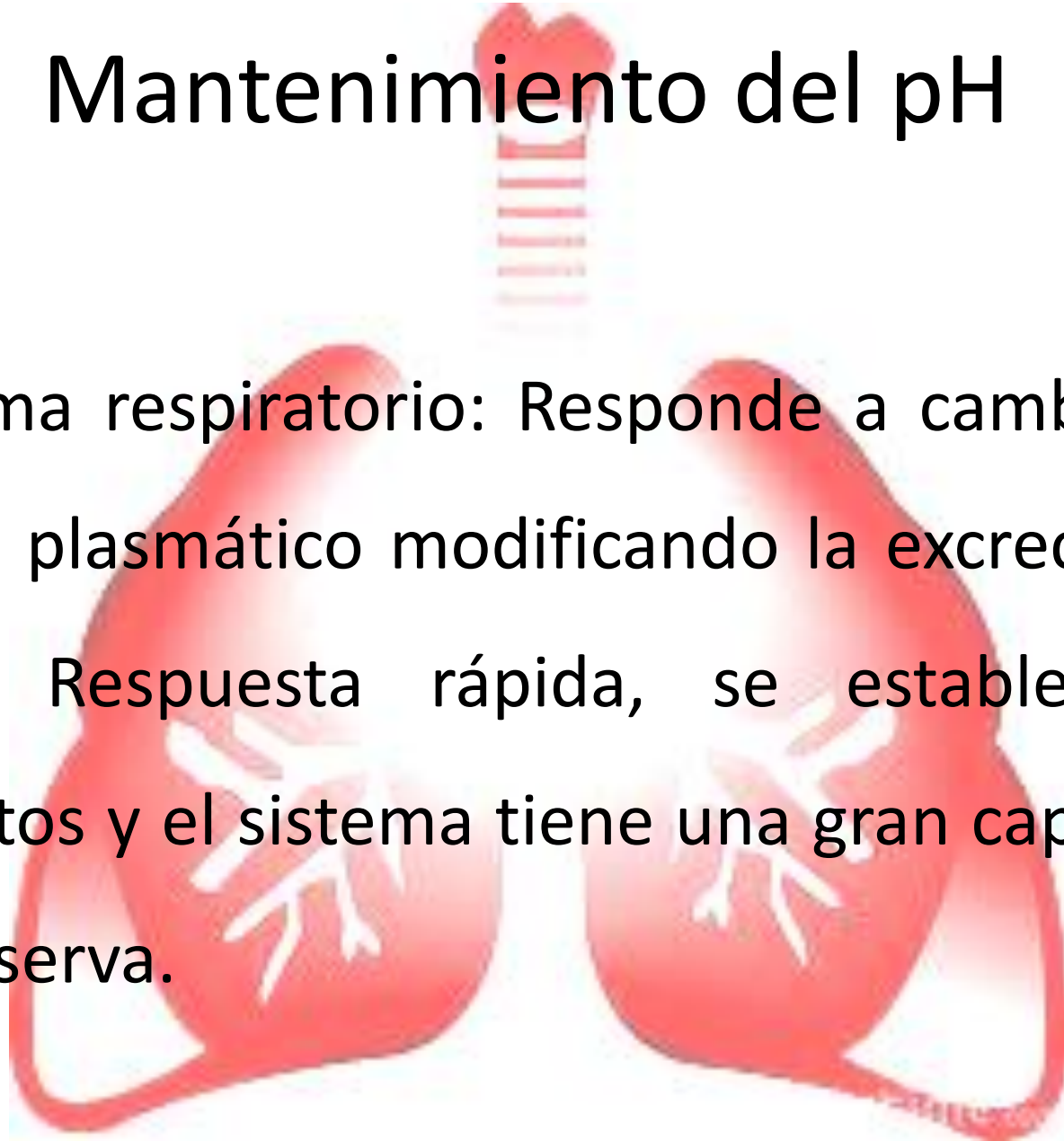
- Si está dentro del rango normal puede ocurrir:
 - Que exista un equilibrio ácido/base: normal
 - Que existan dos o más trastornos A/B con perfecto equilibrio sobre el pH. (Raro).
 - Que se esté llevando a cabo un proceso de compensación fisiológica casi completa.

Mantenimiento del pH

- Sistemas buffers: al combinarse rápidamente con un ácido o una base, evitan cambios excesivos en la concentración de iones hidrógeno libres. Este mecanismo actúa en fracciones de segundos pero su capacidad es limitada y no corrige totalmente las alteraciones del pH.

Mantenimiento del pH

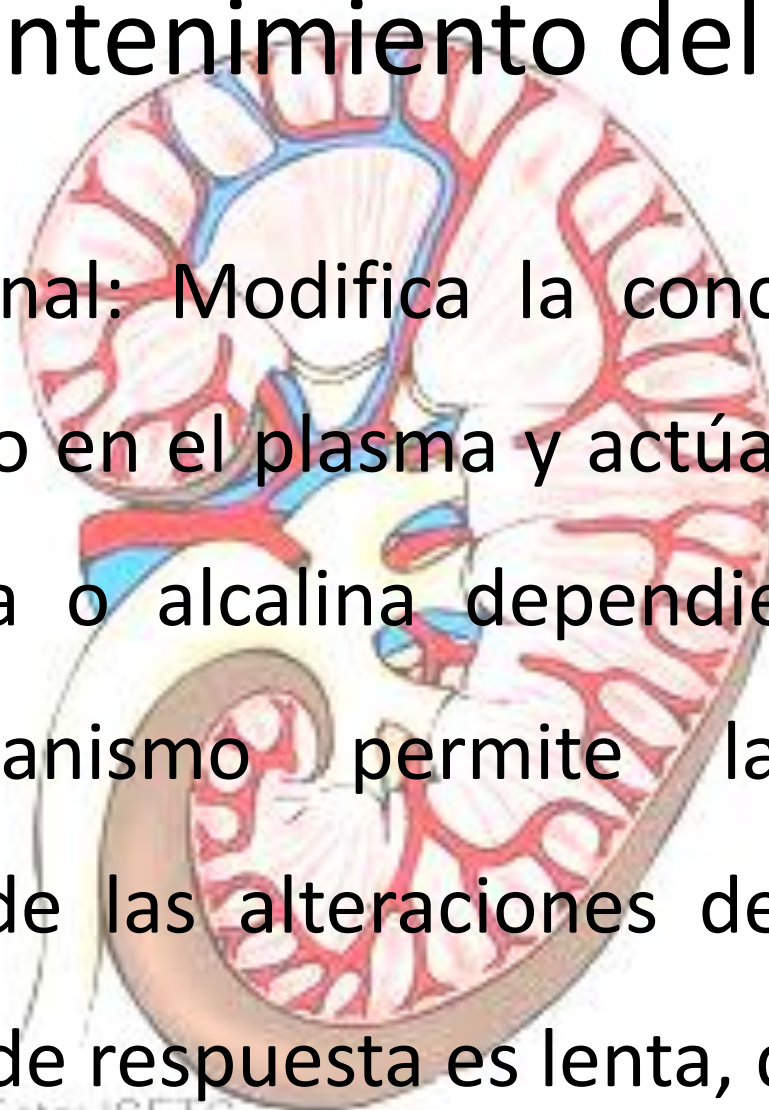
- Sistema respiratorio: Responde a cambios en el pH plasmático modificando la excreción de CO₂. Respuesta rápida, se establece en minutos y el sistema tiene una gran capacidad de reserva.



Mantenimiento del pH

- Sistema renal: Modifica la concentración de bicarbonato en el plasma y actúa produciendo orina ácida o alcalina dependiendo del pH. Este mecanismo permite la corrección completa de las alteraciones de pH pero su capacidad de respuesta es lenta, de días.

Foto: ISFTC



Trastornos acido-base

- **ACIDOSIS METABOLICA**

- Desorden primario: Disminución de HCO_3
- Mecanismo compensatorio: Hiperventilación por acción de los quimiorreceptores periféricos.

Disminución de PaCO_2 , en 12 a 48h aumento del pH.

En estos casos se debe medir el anion gap:

$(\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-) - (\text{Na}^+ + \text{K}^+)$ Normal: 8-12mEq/L

Acidosis Metabólica

- Por 3 principales mecanismos:
 - Incremento en la generación de ácidos (Cetoacidosis, Acidosis láctica) o aporte exógeno
 - Pérdida de Bicarbonato Gastrointestinal (diarrea) o renal
 - Disminución de la excreción renal de ácidos (insuficiencia renal)

Acidosis Metabólica

- Con anión gap normal : el cloro estará aumentado para llenar el déficit de bicarbonato. Esta es la acidosis hiperclorémica.
- Con anión gap aumentado ($>22\text{mEq/L}$): hay acumulación de aniones no medibles que llenan el déficit de bicarbonato. Ejemplo: acidosis láctica, acumulación metabólica de iones lactato; cetoacidosis diabética; azoemia renal donde se acumulan ácidos orgánicos, fosfóricos y sulfúricos.

Trastornos acido-base

- **ACIDOSIS RESPIRATORIA**

- Desorden primario: Aumento de la PaCO_2 por hipoventilación alveolar con reducción del pH.
- Mecanismo compensatorio: Disminución de la excreción renal de bicarbonato, aumentando sus niveles en sangre. La compensación renal no es completa, el pH suele demorarse unos 3 a 5 días en normalizarse

Acidosis respiratoria

- Causas:
 - Inhibición del centro respiratorio
 - Lesiones del sistema nervioso central
 - Enfermedades neuromusculares
 - Restricción de la caja torácica
 - Limitación de la expansión pulmonar
 - Enfermedades del parénquima pulmonar

Consecuencias fisiopatológicas de la acidosis

- **CARDIOVASCULARES**

- Compromiso de la contractilidad cardiaca, reducción del GC
- Centralización del flujo sanguíneo con vasoconstricción
- Aumento de la resistencia vascular pulmonar
- Reducción del flujo sanguíneo renal y hepático

- **RESPIRATORIAS**

- Hiperventilación
- Disminución de la elasticidad pulmonar
- Disnea

- **METABOLICAS**

- Aumento de las demandas metabólicas
- Resistencia periférica a la insulina, reducción del consumo tisular de glucosa
- Reducción de la síntesis de ATP
- Aumento de la degradación proteica

- **CEREBRALES**

- Inhibición del metabolismo cerebral
- Obnubilación, estupor, coma



**“Your x-ray showed a broken rib,
but we fixed it with Photoshop.”**

Trastornos acido-base

- **ALCALOSIS METABOLICA**

- Desorden primario: Aumento del bicarbonato sérico con aumento del pH.
- Mecanismo compensatorio: Hipoventilación, retención de CO₂, no se logra totalmente

Alcalosis metabólica

- Causas:
 - Vómito o succión nasogástrica.
 - Terapias prolongadas con diuréticos (excreción renal de H⁺)
 - Diarrea rica en cloro
 - Administración de Bicarbonato de sodio.

Trastornos acido-base

- **ALCALOSIS RESPIRATORIA**

- Desorden primario: Disminución del PaCO₂ por hiperventilación alveolar con el consiguiente aumento del pH.
- Mecanismo compensatorio: aumento en la excreción renal de bicarbonato, con reducción de este en plasma. La compensación renal se demora 2 a 3 días para regresar el pH a la normalidad.

Alcalosis respiratoria

- Causas:
 - Hipoxemia
 - Enfermedades del parénquima pulmonar
 - Residencia en grandes alturas
 - Insuficiencia cardíaca
 - Ansiedad, drogas, hormonas
 - Estados hipermetabólicos : Fiebre, sepsis.
 - Embarazo
 - Insuficiencia hepática
 - Dolor agudo y crónico

Consecuencias fisiopatológicas de la alcalosis

- **CARDIOVASCULARES**

- Constricción arteriolar
- Reducción en el flujo sanguíneo coronario
- Reducción en el umbral de angina
- Predisposición a arritmias V y SV refractarias.

- **RESPIRATORIAS**

- Hipoventilación con hipercapnia e hipoxemia.

- METABOLICAS

- Estimulación de la glicólisis anaerobia y producción de ácidos orgánicos
- Hipocalemia: debilidad neuromuscular, poliuria, aumento en la producción de amonio, puede llevar a una encefalopatía hepática

- CEREBRALES

- Reducción del flujo sanguíneo cerebral
- Cefalea, tetania, convulsiones, letargia, delirio, estupor

Desorden	pH	Estado inicial	Estado compensatorio
Acidosis metabólica	↓	HCO ₃ ↓	PaCO ₂ ↓
Alcalosis metabólica	↑	HCO ₃ ↑	PaCO ₂ ↑
Acidosis respiratoria	↓	PaCO ₂ ↑	HCO ₃ ↑
Alcalosis respiratoria	↑	PaCO ₂ ↓	HCO ₃ ↓

Estado de compensación

- **ACIDOSIS RESPIRATORIA CRÓNICA**

- El HCO₃⁻ aumenta 3.5-4mEq/L por cada 10mmHg de aumento del PaCO₂.
- $\text{HCO}_3 = ((\text{PaCO}_2 - 31) \times 0.35) + 20.5 \pm 1$

- **ACIDOSIS RESPIRATORIA AGUDA**

- El HCO₃⁻ aumenta 1mEq/L por cada 10mmHg de aumento del PaCO₂.
- $\text{HCO}_3 = ((\text{PaCO}_2 - 31) \times 0.1) + 20.5 \pm 1$

- **ALCALOSIS RESPIRATORIA CRÓNICA**

- El HCO₃ disminuye 0.5 - 1mEq/L por cada 10mmHg de disminución del PaCO₂.
- $\text{HCO}_3 = ((\text{PaCO}_2 - 31) \times 0.5) + 20.5 \pm 1$

Estado de compensación

- **ALCALOSIS RESPIRATORIA AGUDA**


- El HCO₃ disminuye 0.5 - 1mEq/L por cada 10mmHg de disminución del PaCO₂.
- $HCO_3 = ((PaCO_2 - 31) \times 0.2) + 20.5 \pm 1$

- **ACIDOSIS METABOLICA**

- El PaCO₂ disminuye 1-1.5mmHg por cada mEq/L de disminución de HCO₃-
- $PaCO_2 = ((HCO_3 - 20.5) \times 1.15) + 31 \pm 2$
- $H^+ = (80 - pH) - (0.75 \times PaCO_2 + 10)$
- Anion Gap: $(Cl + HCO_3) - (Na + K)$

- **ALCALOSIS METABOLICA**

- El PaCO₂ debe aumentar 0.5-1 por cada mEq/L de aumento del HCO₃-
- $PaCO_2 = ((HCO_3 - 20.5) \times 0.6) + 31 \pm 2$

A 3D anatomical diagram illustrating pulmonary diffusion. The central focus is a network of capillaries, shown as a complex, interconnected mesh of red and purple vessels. This network is surrounded by numerous blue, spherical structures representing alveoli. A large red vessel is visible on the left side, and a blue vessel is on the right. The background is dark, making the brightly colored structures stand out.

Difusión Pulmonar
de monóxido de
carbono

Difusión Pulmonar de monóxido de carbono

- Prueba de intercambio gaseoso, permite evaluar el proceso de transferencia de oxígeno, desde el gas alveolar hasta su unión con la hemoglobina contenida en los glóbulos rojos
- El oxígeno debe cruzar
 - La pared alveolar
 - La pared del capilar
 - El plasma
 - La membrana del eritrocito
 - Unirse a la hemoglobina.

Difusión Pulmonar de monóxido de carbono

- La cantidad de oxígeno que puede ser transferido del gas alveolar hasta su unión con la hemoglobina está determinado por:
 - Área de la membrana alveolocapilar
 - Grosor de la misma
 - Gradiente de presión de oxígeno entre el gas alveolar y la sangre venosa

Ecuación

$$DL_{CO} = A \times \Delta PCO/G$$

- DL_{CO} : capacidad de difusión de monóxido de carbono
- A : área de la membrana alveolocapilar
- ΔPCO : diferencia de presiones de monóxido de carbono entre el gas alveolar y la sangre venosa
- G : grosor de la membrana alveolocapilar

Difusión Pulmonar de monóxido de carbono

- Para llevar a cabo la prueba se utiliza una mezcla especial de gases:
 - CO al 0.03%
 - Helio al 8%
 - Oxígeno al 21%
 - Nitrógeno (balancear)
- El resultado es expresado en mL de CO/min/mmHg.



Utilidad

- En enfermedades que suelen afectar inicialmente el intercambio gaseoso como las enfermedades intersticiales de pulmón o enfermedades de la circulación pulmonar

Método

- Respiraciones a VC estable
- Espiración hasta VR
- Inspiración completa
- Apnea de 10 segundos (distribuir y homogenizar la mezcla de gases en los espacios alveolares)
- Espiración completa

Caminata de 6 minutos



Caminata de 6 minutos



- Prueba de ejercicio que mide la distancia que un individuo puede caminar, tan rápido como le sea posible, en una superficie dura y plana (corredor de 30 m) durante un período de 6 minutos.
- Utilidad práctica: analizar los efectos del tratamiento sobre la capacidad de ejercicio

Caminata de 6 minutos



- Incorporación de la C6M en el índice multidimensional BODE utilizado en la evaluación de pacientes con EPOC
- Ha demostrado predecir la mortalidad en pacientes con esta enfermedad

Bibliografía

- Tratado de Fisiología Medica. Guyton Hall. Edición 10.
Capítulo 30, Regulación del equilibrio acido-básico
Capítulo 37, Ventilación pulmonar
- Manual Washington de Terapéutica médica. Edición 32.
Capítulo 3
- IDEAP, Técnica e Interpretación de Espirometría en Atención Primaria. Programa de Formación
- Principios de Medicina Interna, Harrison. Edición 17.
Volumen II. Capítulo 246, Alteración de la función respiratoria



... Y GRACIAS TOTALES!!!