



EQUIPOS DE DRENAJE TORÁCICO

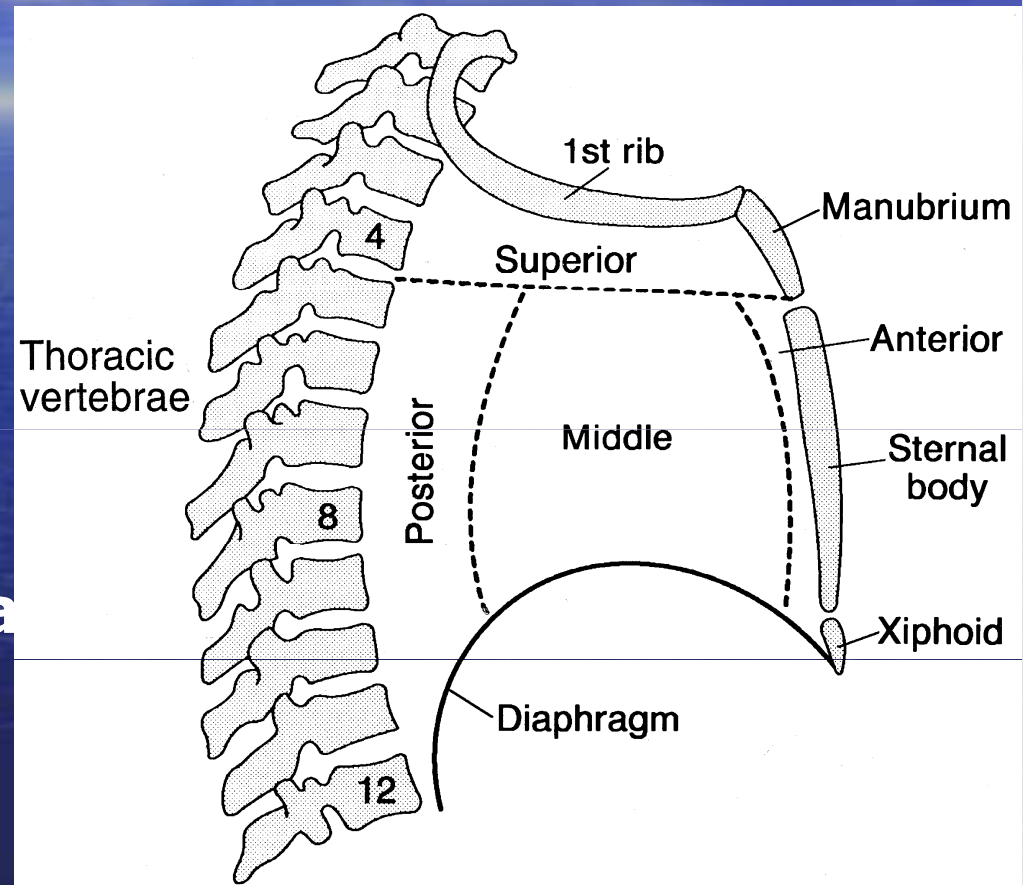
- ROSARIO URBAN CARMONA
- SEVILLA, NOVIEMBRE 2012

ÍNDICE DE TEMAS

- Anatomía y fisiología del tórax en relación al drenaje torácico
- Mecanismo de la respiración
- Situaciones que requieren drenaje torácico
- Fundamentos de los equipos de drenaje torácico (sistema de 3 botellas)
- Equipos de drenaje torácico desechables

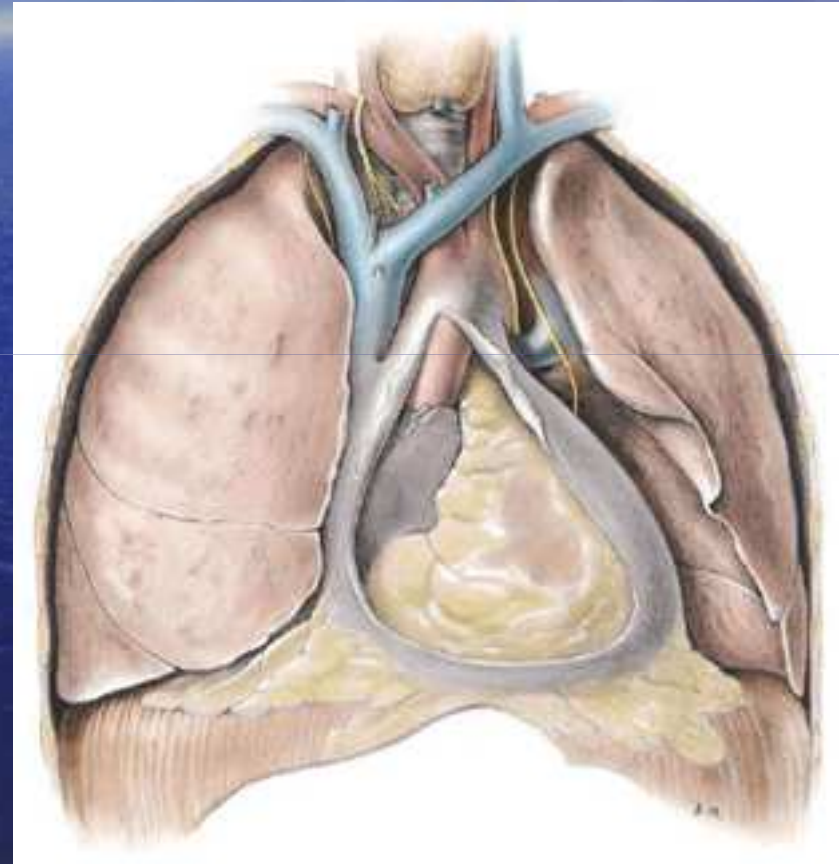
CAVIDAD TORÁCICA

- **Espacio definido por:**
- **Espacio definido anterior**
 - **Vértebrae torácicas anteriores**
 - **Vértebrae torácicas posteriores**
 - **Costillas laterales**
 - **Costillas laterales inferiores**
- **Diafragma inferior**
- **"Pared torácica":**
 - **compuesta por las costillas y el esternón.**
- **"Pared torácica posterior"** está compuesta por las costillas, el esternón, las vértebras torácicas, entrelazadas con los músculos intercostales entre sí.
- **El diafragma es el "suelo" de la cavidad torácica**
- El diafragma es el "suelo" de la cavidad torácica

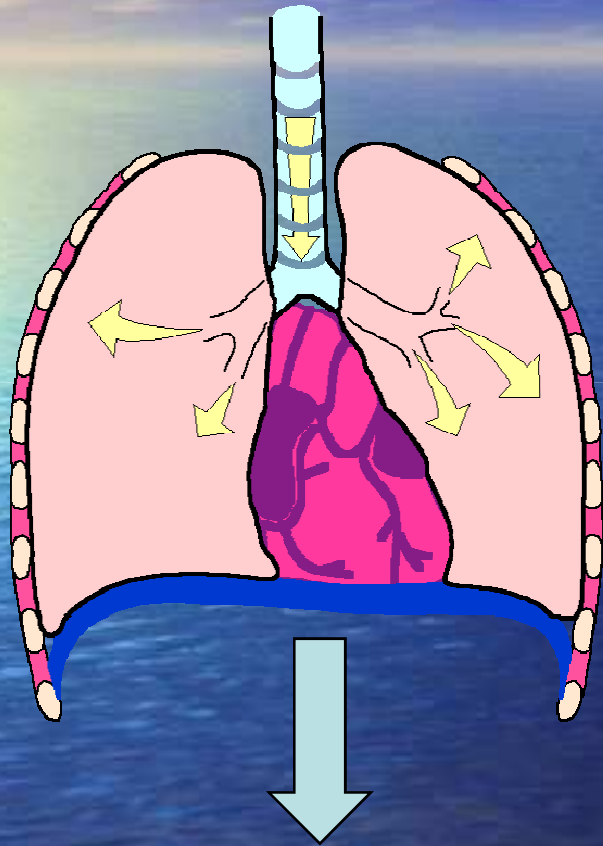


CAVIDAD TORÁCICA

- Pulmón derecho
- Pulmón izquierdo
- Mediastino
 - Corazón
 - Aorta y grandes vasos
 - Esófago
 - Tráquea
 - Timo



Ciclo respiratorio: INSPIRACIÓN



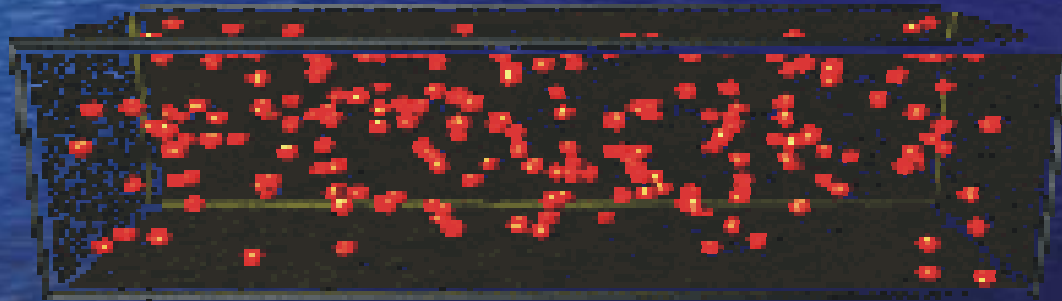
- El cerebro envía señales al nervio frénico
- El nervio frénico estimula al diafragma (músculo) a contraerse
- Cuando el diafragma se contrae, se mueve hacia abajo, aumentando el espacio de la cavidad torácica (*retenga esta idea en la cabeza para cuando veamos la física*)

¿ Cómo entra el aire a los pulmones?

- Física de los gases
 - Si se entienden los principios del flujo de gases, se comprende mejor el drenaje torácico
 - Cuando la presión cambia, el aire se mueve

Física de los gases

- El aire está compuesto de moléculas de gas
- Las moléculas de gas contenidas en un recipiente cerrado colisionan contra sus paredes y crean una fuerza
- La Presión es el valor de la fuerza creada por las moléculas de gas al moverse y colisionar



Física de los gases: Ley de Boyle

- Si la temperatura es constante, la presión es inversamente proporcional al volumen
- Ley de Boyle: si la temperatura es constante
 $(P) \cdot (V) = \text{constante}$

(P): es la presión del gas

(V): es el volumen que ocupa el gas

Física de los gases: Ley de Boyle

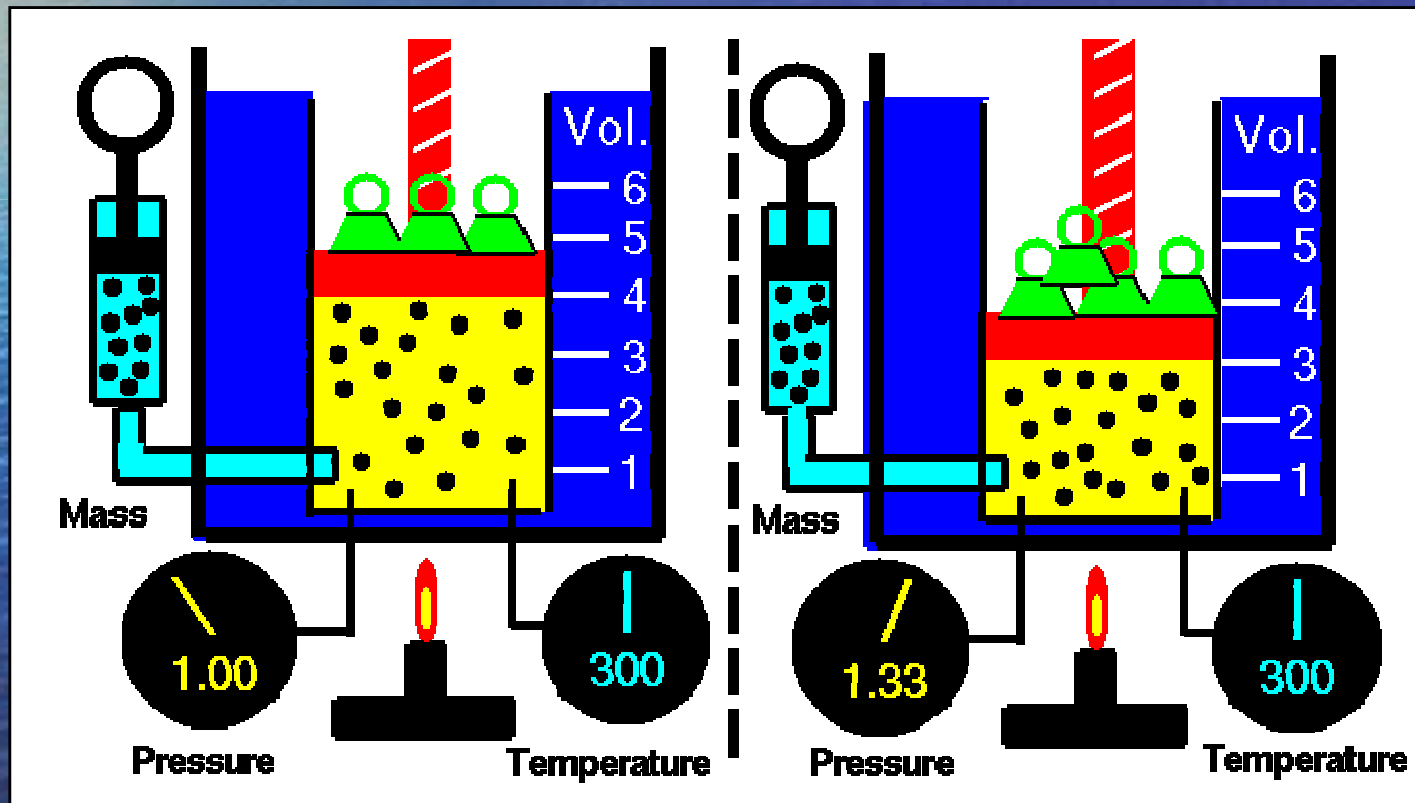
- Si la temperatura no es constante.....
- Ley general de los gases (Boyle general)

$$(P)*(V) = (n)*(R)*(T)$$

- (P): es la presión del gas
- (V): es el volumen que ocupa el gas
- (n): número de moles (mide cantidad moléculas)
- (R): constante física
- (T): temperatura del gas

Física de los gases: Ley de Boyle

- Si la temperatura es constante, la presión es inversamente proporcional al volumen



Física de los gases: Ley de Boyle

- Cuando el volumen del recipiente aumenta, la presión disminuye
- Cuando el volumen del recipiente disminuye, la presión aumenta
- Como ejemplo, si intentamos meter dentro de un coche tanta gente como sea posible, los que quepan estarán mucho mas apretados dentro de un WW Mini que, los mismos, dentro de una furgoneta.

Física de los gases

- Si dos zonas a diferente presión se comunican, el gas se moverá desde la zona de mayor presión hacia la zona de menor presión
- En la atmósfera, este movimiento es la causa del viento cuando un sistema de altas presiones se acerca a uno de bajas presiones

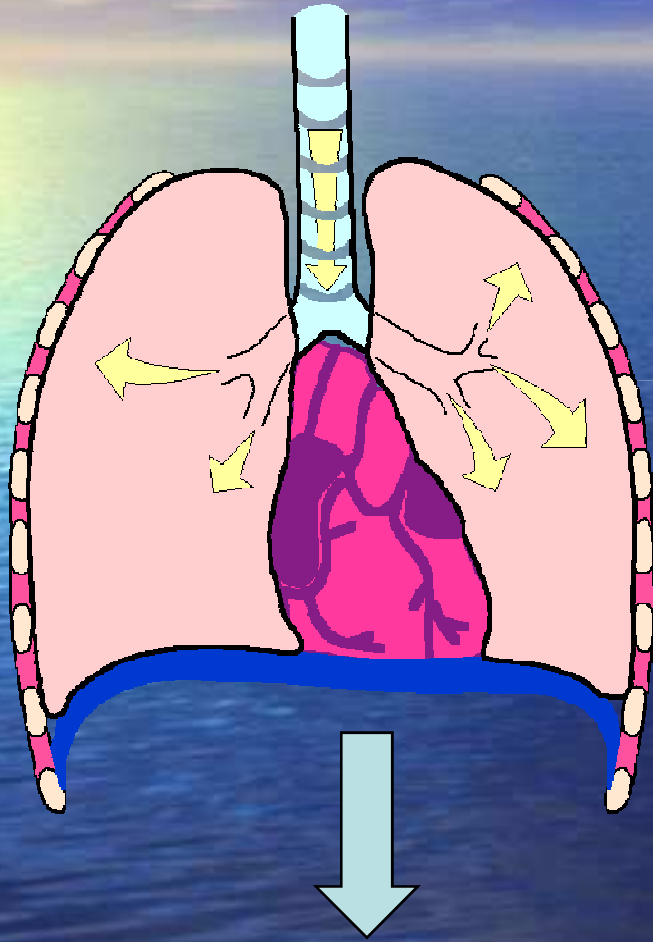


Física de los gases



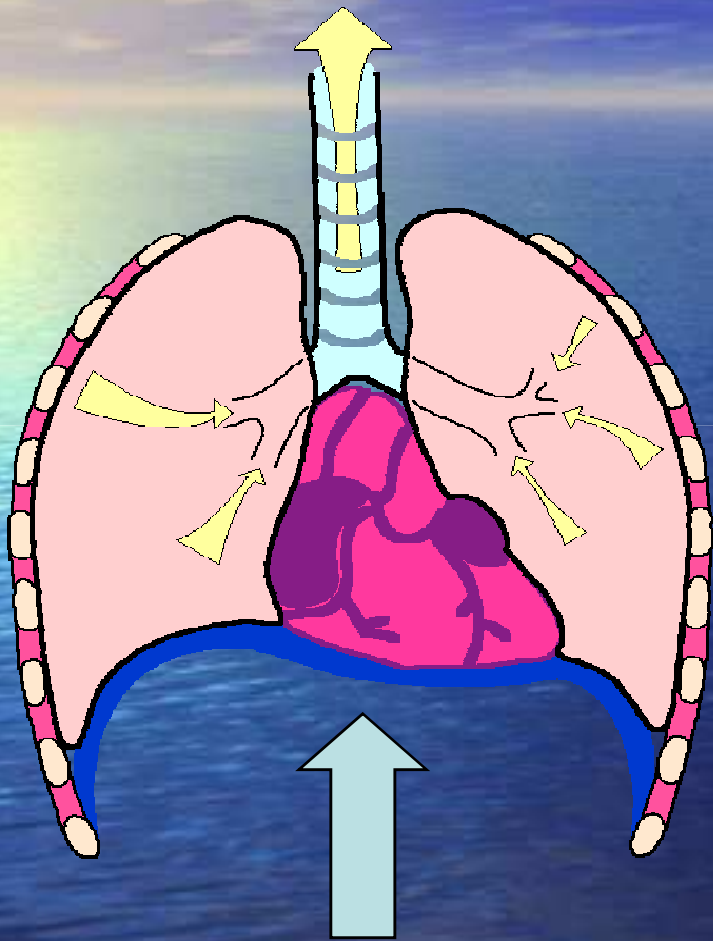
- **Otro ejemplo...**
- Globo hinchado = ALTA PRESIÓN
- Atmósfera = BAJA PRESIÓN
- Al explotar el balón, el aire sale de una zona de alta presión dentro del balón hacia otra de baja presión que es la atmósfera

Respiración: INSPIRACIÓN



- Cuando el diafragma se contrae, se mueve hacia abajo, y aumenta el volumen de la cavidad torácica. Cuando el *volumen aumenta*, la *presión disminuye*
- El aire se mueve desde la zona de mayor presión (atmósfera) a la de menor presión (pulmones)
- La presión dentro de los pulmones se llama presión intra-pulmonar

Respiración: ESPIRACIÓN



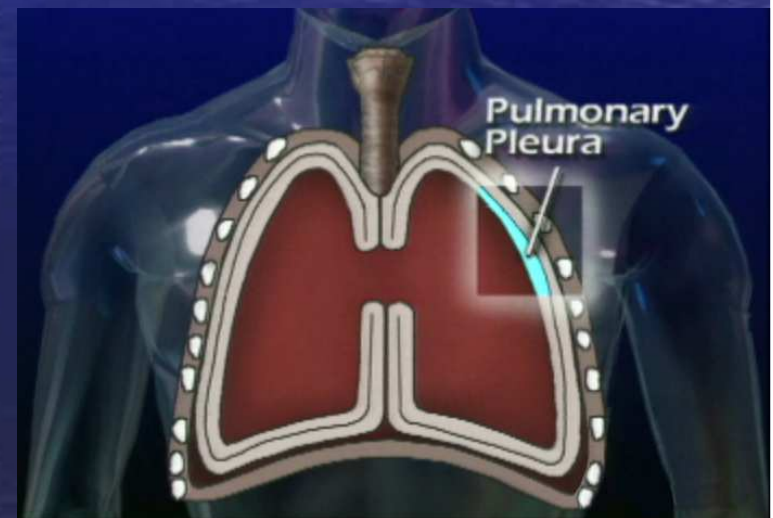
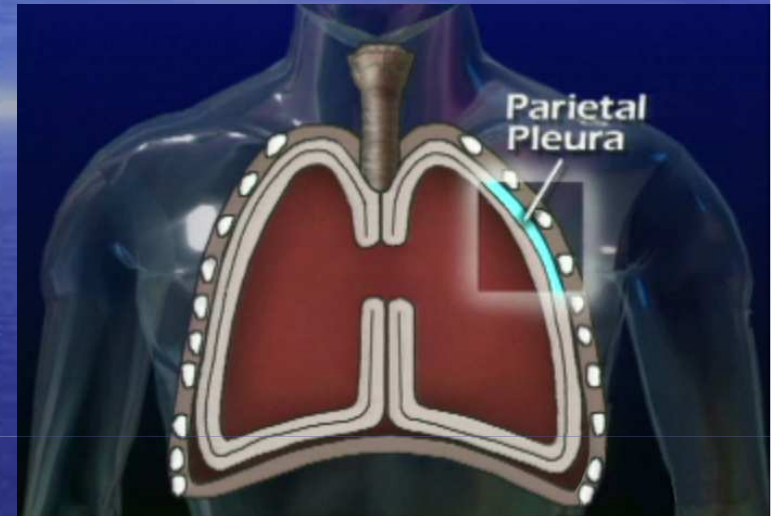
- La espiración ocurre cuando el estímulo al nervio frénico para
- El diafragma se relaja y sube hacia arriba de la cavidad
- Esto reduce el volumen de la cavidad torácica
- Cuando el **volumen disminuye, presión intrapulmonar aumenta**
- **El aire fluye hacia afuera** de los pulmones buscando la presión atmosférica menor

Respiración

- Recuerde, la respiración es un proceso inconsciente (en condiciones normales)
- Los pulmones tienden a contraerse; por tanto, la espiración retorna los pulmones a su posición y tamaño natural
- No obstante, en caso de distress(sobreesfuerzo) respiratorio, en particular si hay obstrucción de la vía aérea, la espiración puede incrementar el trabajo respiratorio al intentar los músculos abdominales forzar a sacar el aire de los pulmones hacia afuera

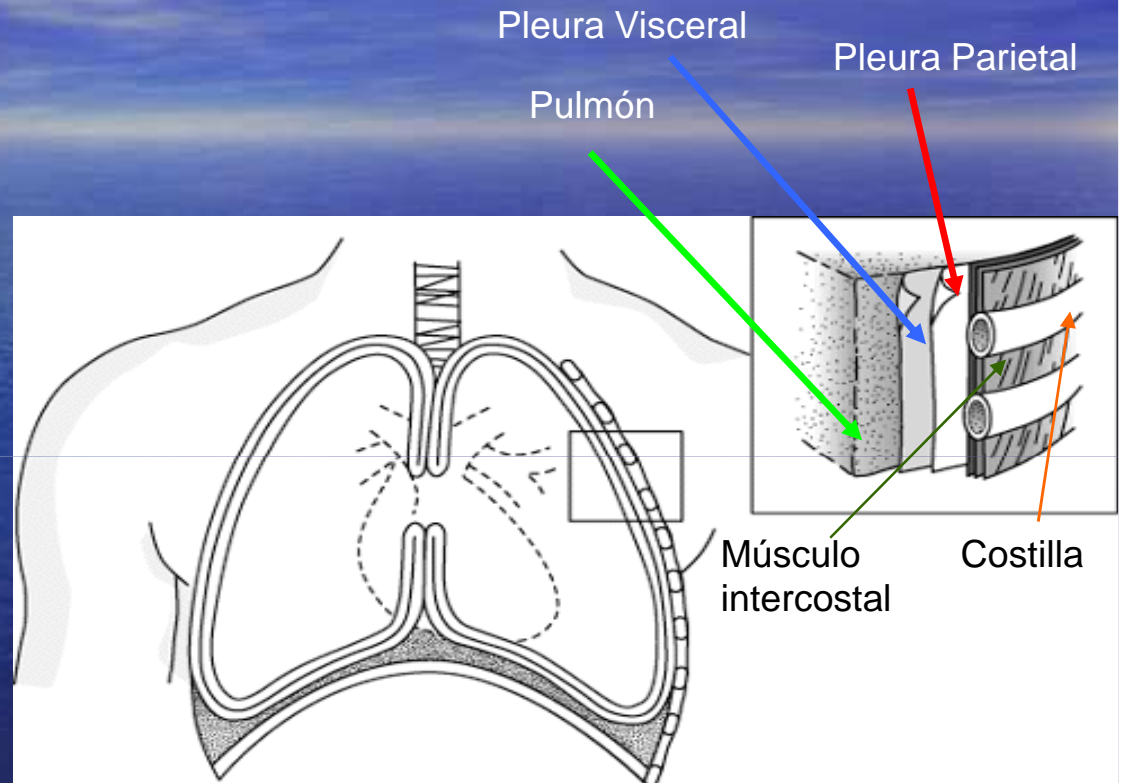
Anatomía pleural

- Los pulmones están rodeados de un fino tejido llamado pleura, una membrana continua formada por dos partes:
 - **Pleura parietal:** junto a la pared torácica
 - **Pleura visceral:** cubre el pulmón (a veces se la llama pleura pulmonar)



Anatomía pleural

- Normalmente, las dos membranas están separadas solo por un fluido pleural que hace de lubricante
- Este fluido **reduce la fricción**, permitiendo que la pleura se deslice fácilmente durante la respiración



**Cantidad fluido pleural normal:
aprox. 25mL por pulmón**

Fisiología pleural

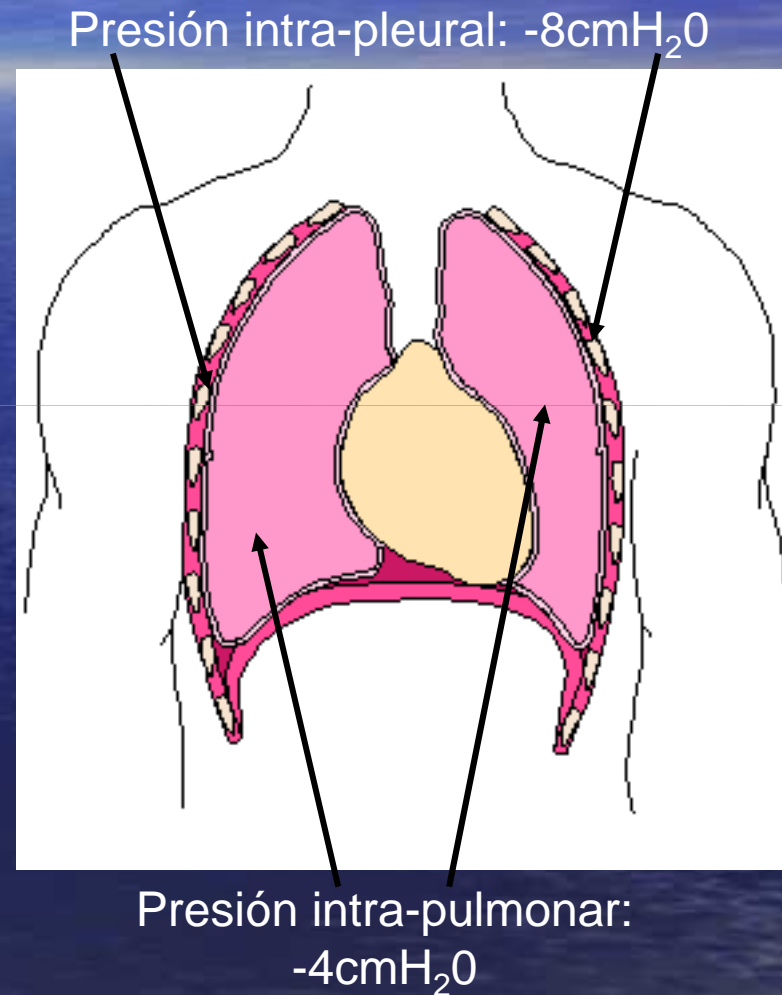
- El área entre las dos pleuras se llama espacio pleural (a veces se refiere a él como “espacio potencial”)
- Normalmente, el vacío (presión negativa) en el espacio pleural mantiene a las dos pleuras juntas y permite al pulmón expandirse y contraerse
- Durante la inspiración, la **presión intrapleural** es de aprox. **-8cmH₂O** (inferior a la atmosférica)
- Durante la espiración, la **presión intrapleural** es de aprox. **-4cmH₂O**

Presiones

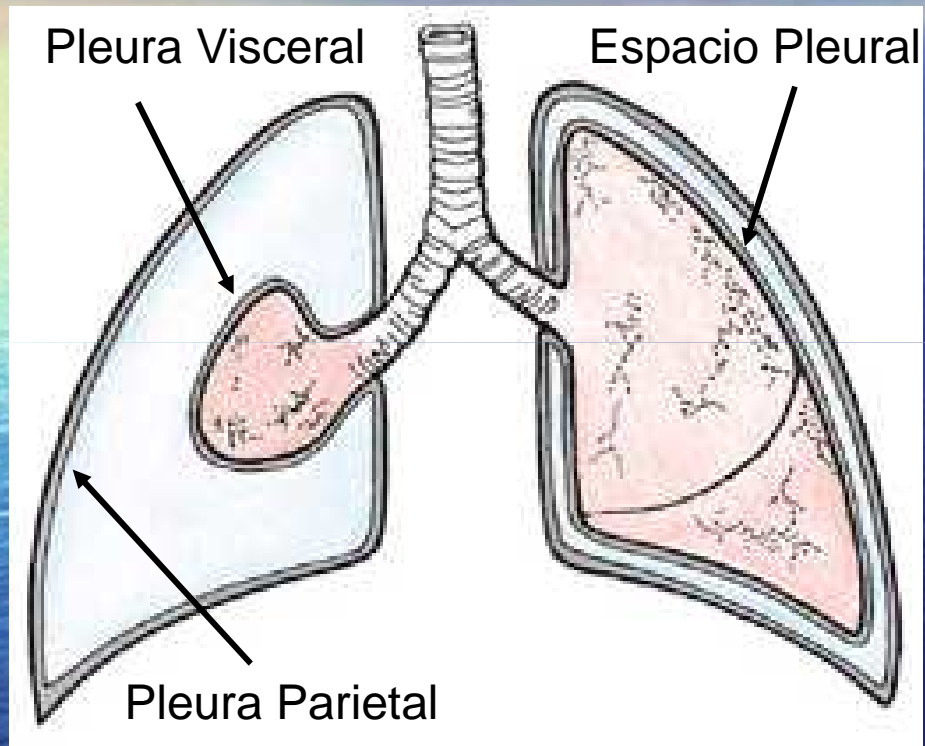
- **La presión intra-pulmonar** (la presión en el pulmón) aumenta y disminuye con la respiración
- La presión al final de la espiración se iguala a la presión atmosférica (por definición = 0 cmH₂O sirve de patrón comparativo con otras presiones)
- **La presión intra-pleural** también fluctúa con la respiración ~ 4 cmH₂O menos que la **presión intra-pulmonar**
- La diferencia de presión de 4 cmH₂O a lo largo de la pared alveolar genera la fuerza que mantiene los pulmones expandidos adheridos a la pared torácica.

Cuando el sistema de presiones se rompe...

- Si entra aire o fluido en el espacio pleural entre la pleura parietal y la visceral, el gradiente de presión de $-4\text{cmH}_2\text{O}$ que normalmente mantiene el pulmón junto a la pared torácica desaparece y el pulmón tiende a colapsar

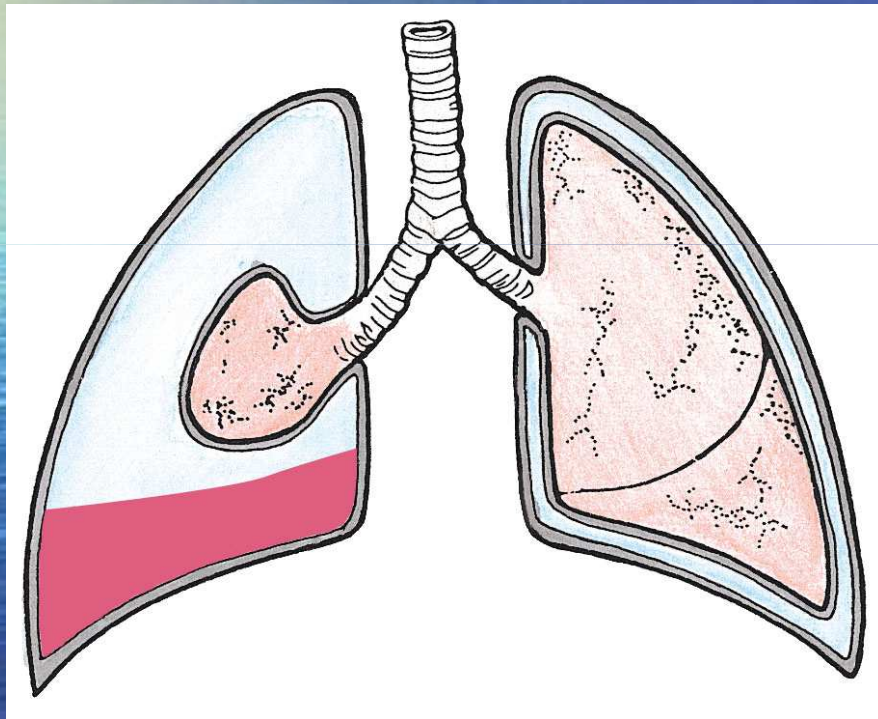


Situaciones que requieren drenaje torácico



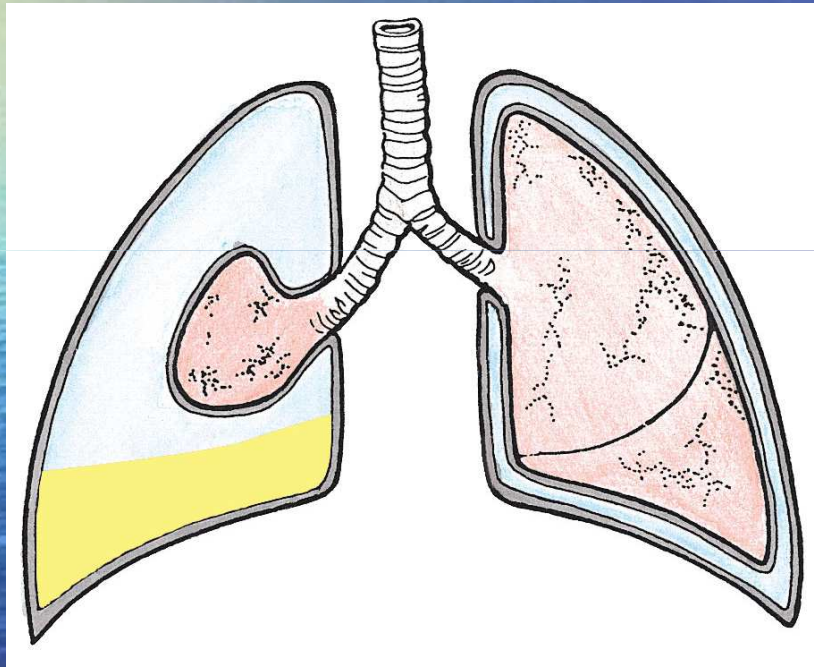
- **Neumotórax:**
- si hay aire en el espacio pleural

Situaciones que requieren drenaje torácico



- Hemotórax:
- si hay sangre en el espacio pleural

Situaciones que requieren drenaje torácico



- **Derrame pleural:**
- si hay trasudado o exudado en el espacio pleural

Situaciones que requieren drenaje

NEUMÓTORAX

- **Neumotórax**
 - Ocurre cuando hay una abertura en la superficie del pulmón o de la vía aérea, en la pared torácica o en ambas
 - La abertura permite al aire entrar en el espacio pleural entre las dos pleuras, creándose un espacio de facto

Situaciones que requieren drenaje NEUMOTÓRAX ABIERTO

- **Neumotórax abierto**
 - Abertura en la pared torácica (con o sin punción del pulmón)
 - Permite al aire atmosférico entrar dentro del espacio pleural
 - Trauma penetrante: apuñalamiento, disparo de arma,....
 - Cirugía

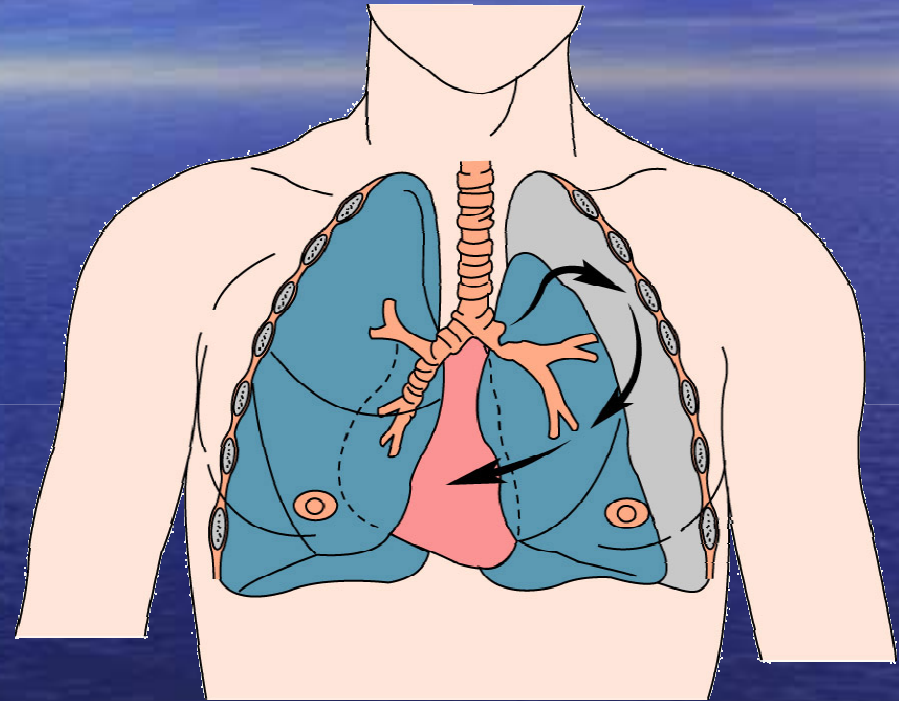


Photo courtesy trauma.org

Situaciones que requieren drenaje

NEUMOTÓRAX CERRADO

- **Neumotórax cerrado**
 - La pared torácica está intacta
 - La rotura del pulmón y la pleural visceral (o vía aérea) permite al aire entrar dentro del espacio pleural



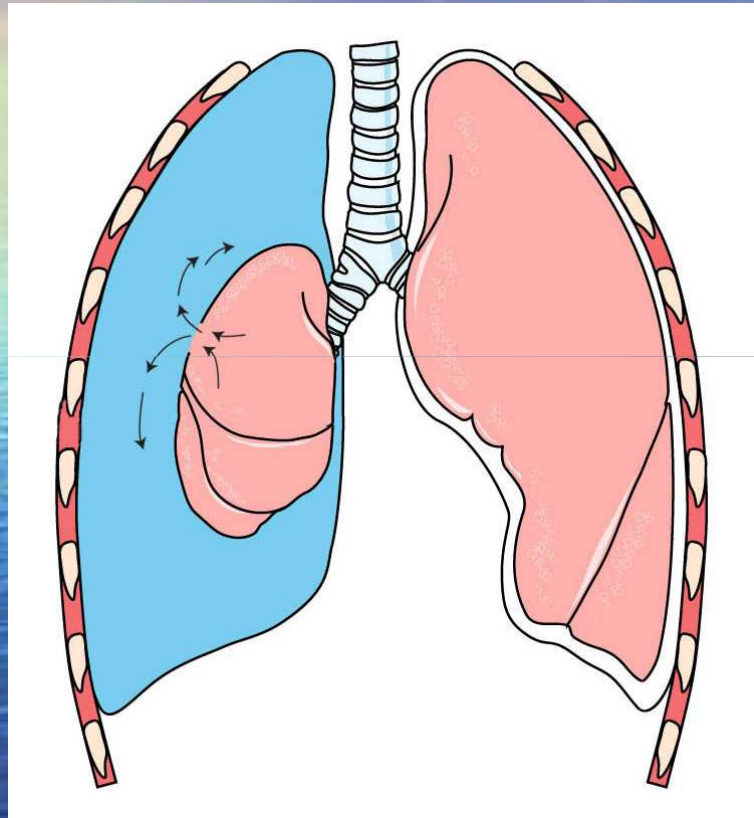
Situaciones que requieren drenaje

NEUMOTÓRAX ABIERTO

- Un **neumotórax abierto** también se le conoce como "**herida torácica de escape**" ("sucking chest wound", original inglés)
- Con los cambios de presión en el tórax que normalmente ocurren durante el ciclo respiratorio, el aire entra y sale del tórax a través de la abertura en la pared torácica
- El aspecto es malo y suena peor, pero cuando se abre la herida, actúa como válvula de escape del aire a presión atrapado dentro

Situaciones que requieren drenaje

NEUMOTÓRAX CERRADO



- En un **neumotórax cerrado**, el paciente que está respirando de forma espontánea puede alcanzar un equilibrio de presiones a lo largo del pulmón colapsado
- El paciente tendrá síntomas pero su vida no corre peligro

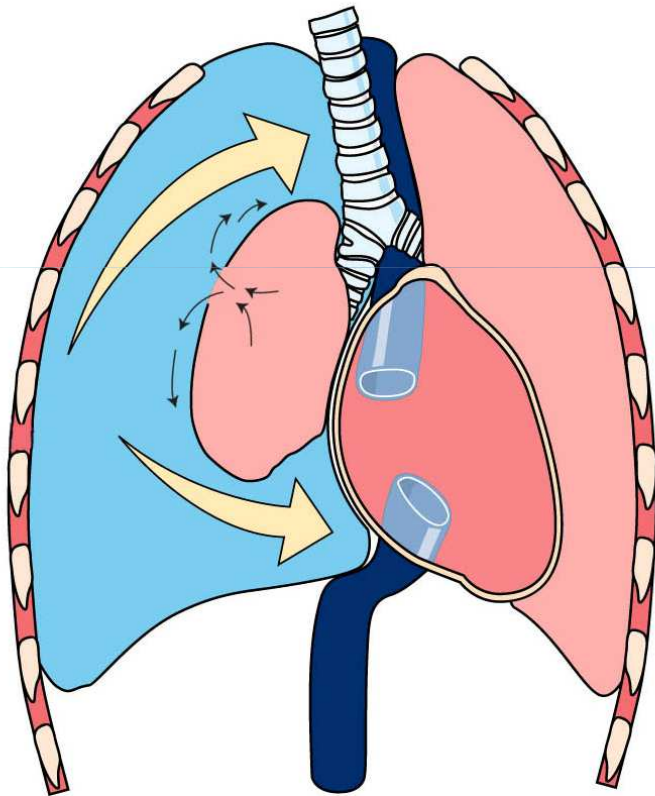
Situaciones que requieren drenaje: NEUMOTÓRAX A TENSIÓN

- Un **neumotórax a tensión** puede matar
- La pared torácica está intacta
- El aire entra en el espacio pleural desde el pulmón o la vía aérea y no tiene camino de salida por donde escapar
- No existe la abertura a la atmósfera para escapar como en el neumotórax abierto
- Mayor peligro todavía si el paciente está recibiendo ventilación por presión positiva en la que el aire es forzado a entrar en el tórax a presión

Situaciones que requieren drenaje

NEUMOTÓRAX A TENSIÓN

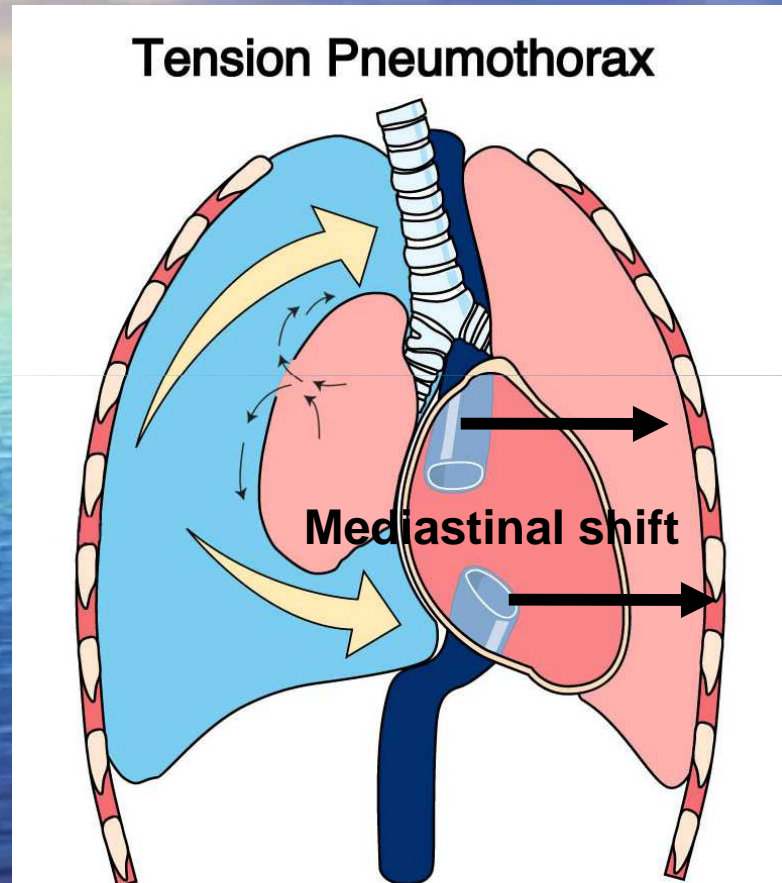
Tension Pneumothorax



- El **neumotórax** a tensión ocurre cuando un neumotórax cerrado genera presión positiva en el espacio pleural que continua creciendo
- Esta presión es entonces transmitida al mediastino (corazón y grandes vasos)

Situaciones que requieren drenaje

DESVIACIÓN MEDIASTINO



- La **desviación del mediastino** ocurre cuando la presión llega a ser tan alta que empuja al corazón y los grandes vasos hacia el lado no afectado del tórax
- Estas estructuras están comprimidas por la presión externa y no pueden expandirse para realizar su función de bombeo de la sangre

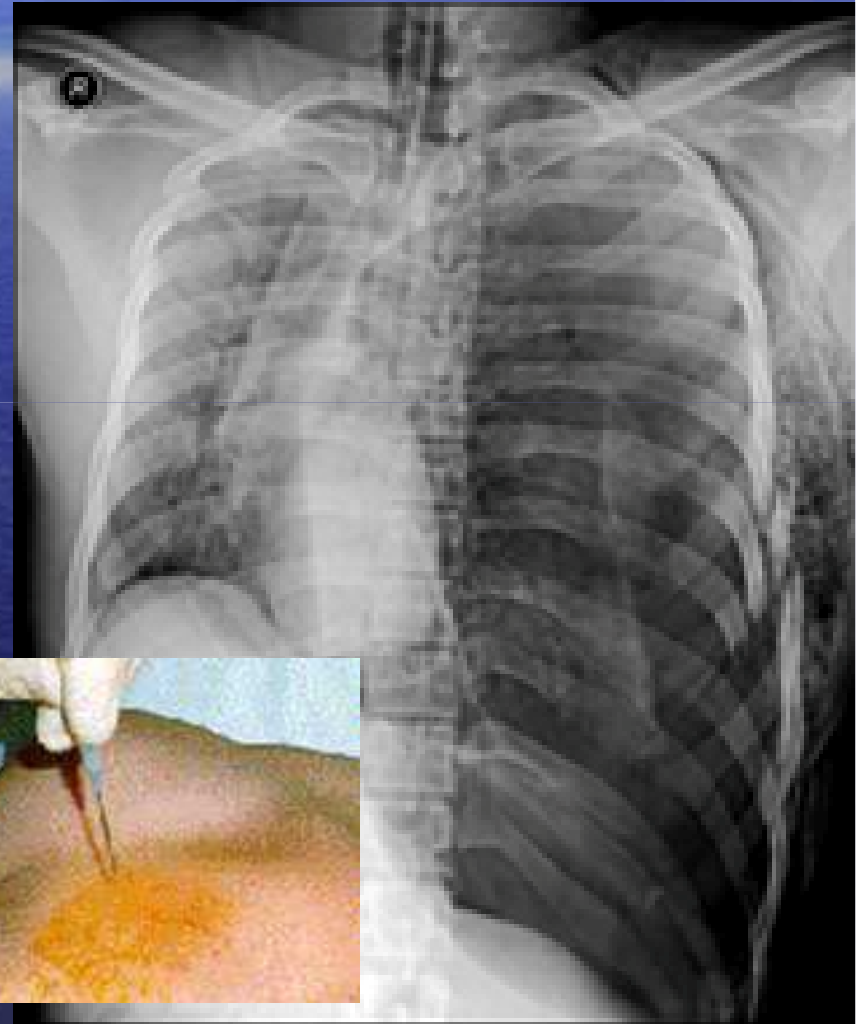
Situaciones que requieren drenaje

DESVIACIÓN MEDIASTINO

- La desviación del mediastino puede conducir rápidamente al colapso cardiovascular
- Las venas cavas y el lado derecho del corazón no pueden realizar el retorno venoso
- Sin retorno venoso, no hay respuesta cardiaca
- No respuesta cardiaca = muerte

Situaciones que requieren drenaje NEUMOTÓRAX A TENSIÓN

- Las maniobras de CPR (Reanimación Cardio-Pulmonar) no serán útiles – el corazón aún no recibe retorno venoso
- El único tratamiento para salvar la vida del paciente es pinchar con una aguja que permita escapar al air y luego, poner un tubo torácico



Photos courtesy trauma.org

Situaciones que requieren drenaje

HEMOTÓRAX

- Hemotórax: ocurre después de la cirugía torácica y en muchas heridas traumáticas
- Como con el neumotórax, la presión negativa entre las dos pleuras se rompe y el pulmón colapsará en mayor o menor medida, dependiendo de la cantidad de sangre
- El riesgo de desviación del mediastino es insignificante ya que la cantidad de sangre para provocar esa situación supondría que el paciente está en peligro de muerte por hemorragia interna

Situaciones que requieren drenaje

HEMOTÓRAX



Photos courtesy trauma.org

- El hemotórax se ve mejor en una radiografía de tórax en bipedestación
- Cualquier acumulación de líquido que oculte el ángulo costo-frénico en una radiografía torácica AP y/o L en bipedestación es suficiente para requerir drenaje

©

Situaciones que requieren drenaje

DERRAME PLEURAL

- **Derrame pleural:** si hay cualquier fluido en el espacio pleural
 - **Trasudado:** líquido claro que se acumula en el espacio pleural cuando se dan desviaciones de fluidos de otras partes del cuerpo como en el caso de malnutrición, fallo renal o hepático, insuficiencia cardíaca congestiva,...
 - **Exudado:** líquido turbio con células y proteínas que se acumulan en la pleura como consecuencia de sufrir ciertos tipos de cáncer o enfermedades como tuberculosis y neumonía

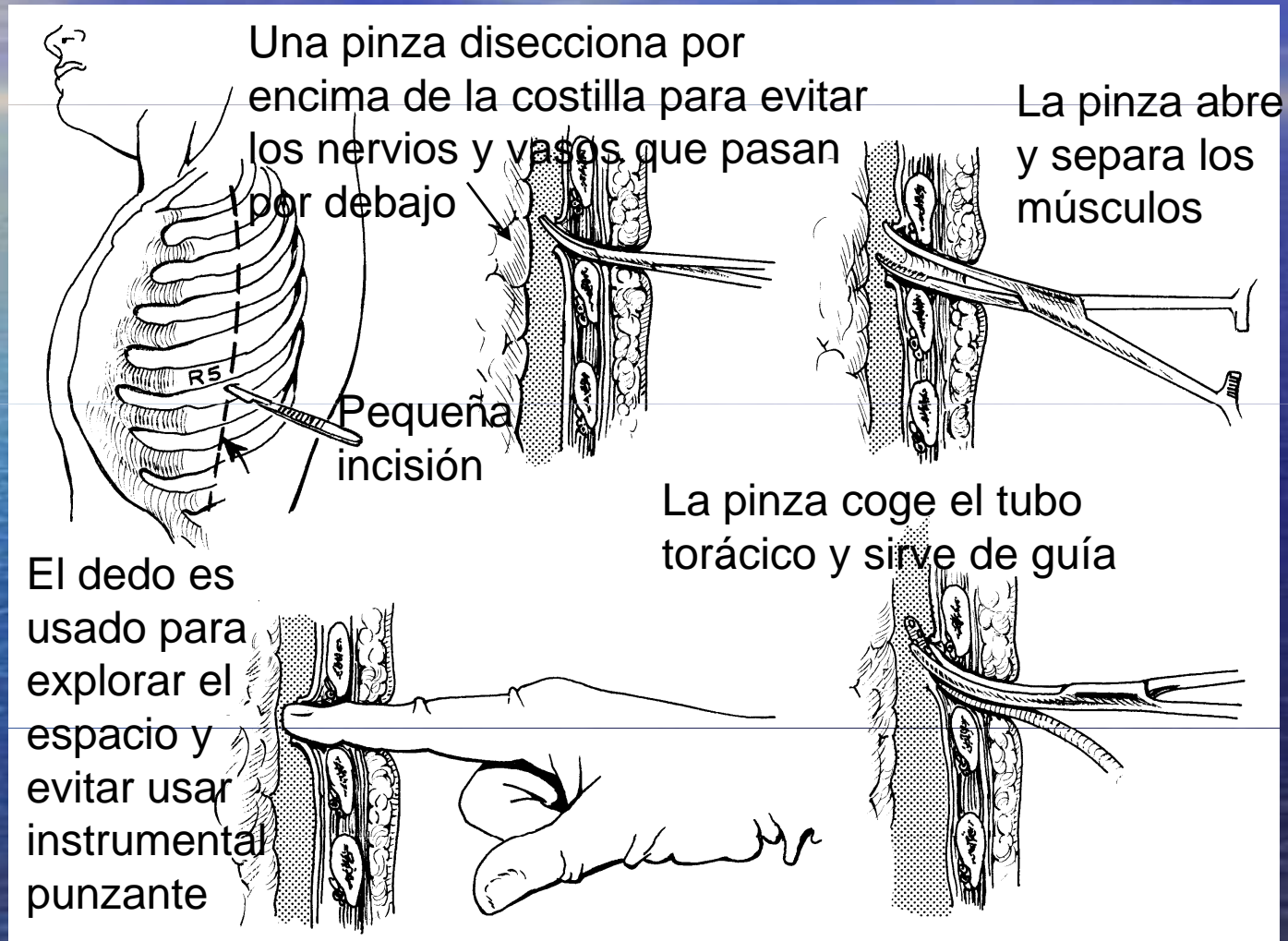
Tratamiento en estas situaciones

- 1. **Retirar** el aire y líquido tan pronto sea posible
- 2. **Prevenir** que el aire/ líquido ya drenado no pueda volver al espacio pleural
- **Re-establecer** la presión negativa en el espacio pleural hasta la re-expansión del pulmón

Retirar aire & líquido

- Mediante **Toracotomía** se crea una abertura en la pared torácica a través de la cual colocamos un tubo torácico (también llamado catéter torácico), el cual permitirá al aire & líquido salir del tórax

Retirar aire & líquido



Retirar aire & líquido



Elegir el sitio



Explorar con el dedo



Colocar el tubo con la pinza

Suturar el tubo al tórax

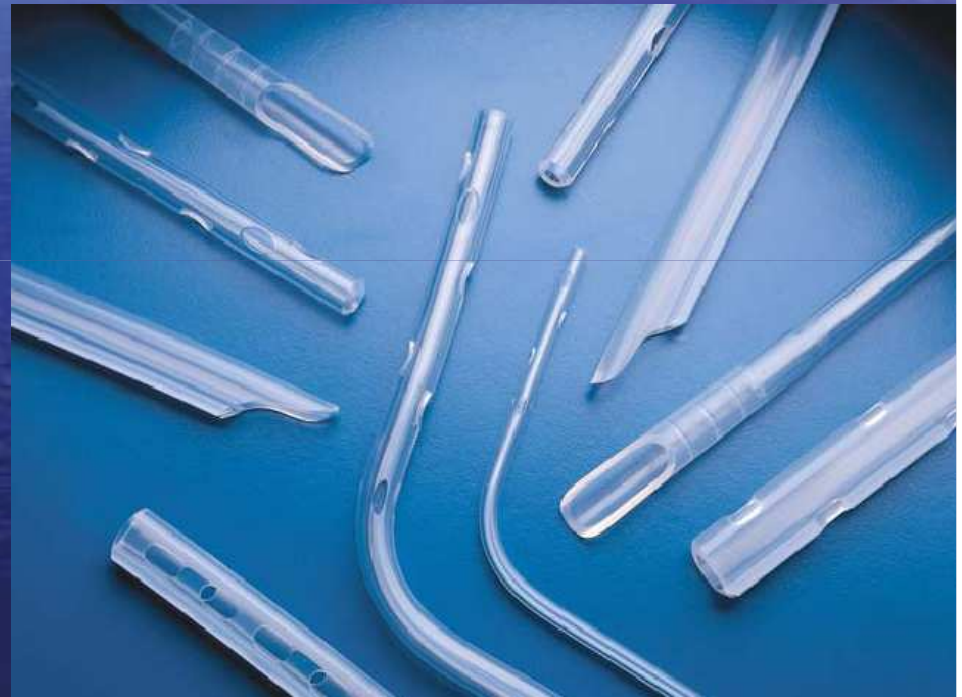


Photos courtesy trauma.org

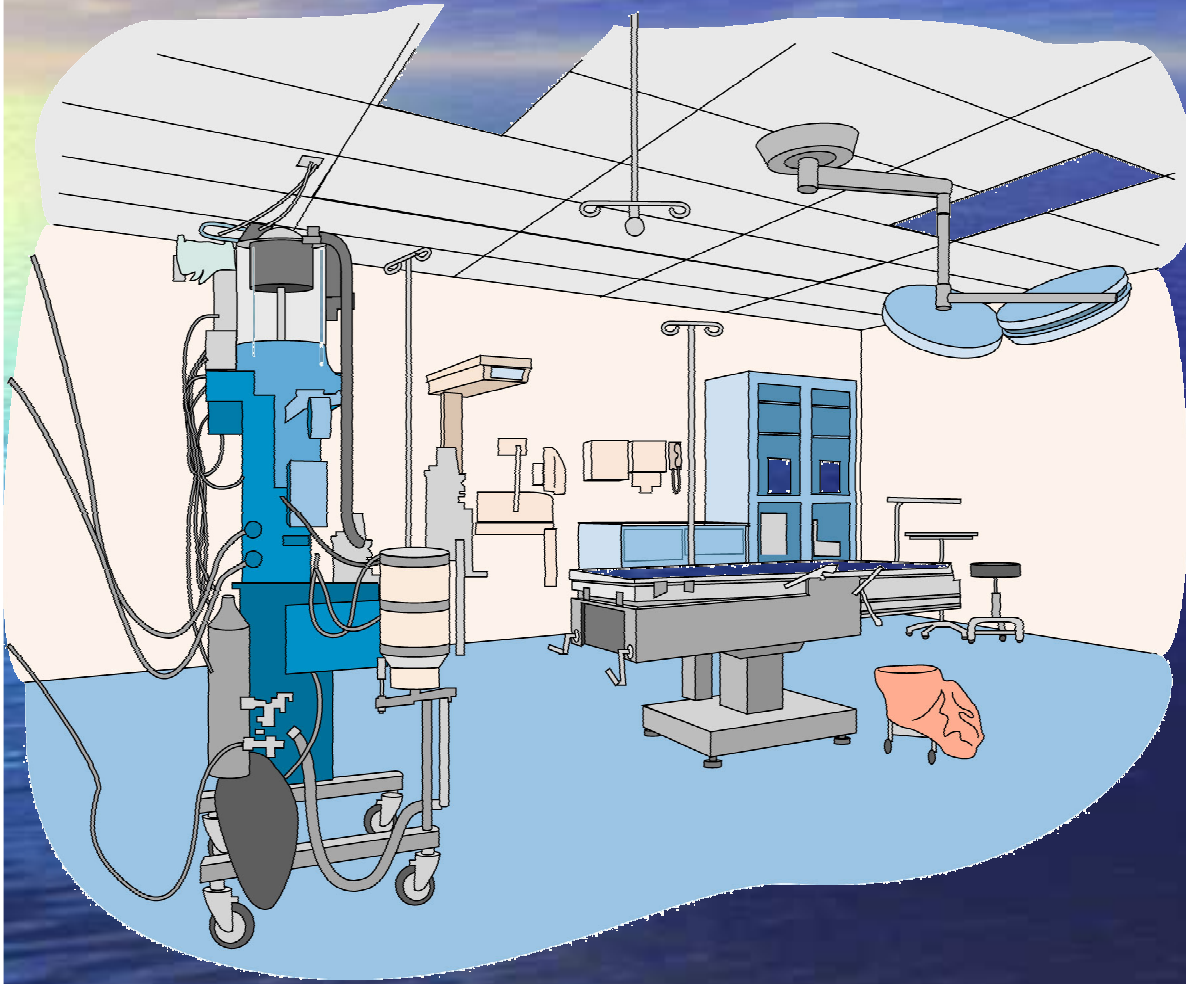
Retirar aire & líquido con un tubo torácico

Tubos o catéteres torácicos

- Diferentes calibres
 - Desde niños a adultos
 - Pequeños para aire, grandes para líquidos
- Diferentes configuraciones
 - Curvados o rectos
- Tipos de plástico
 - PVC
 - Silicona
- Lubricados/ sin lubricar
 - Heparin
 - Menor fricción



Retirar aire & líquido después de la cirugía torácica



- Al final de la cirugía, el cirujano hace una abertura en la pared torácica a través de la cual coloca el tubo torácico en el interior del espacio pleural

Prevenir que el aire & líquido ya drenado vuelvan al espacio pleural

- El tubo torácico se conecta a una **equipo de drenaje**
 - Permita al aire & líquido salir del tórax
 - Contiene una válvula unidireccional que evita que el aire & líquido drenado retorne al tórax
 - Diseñado para que, situado por debajo del nivel del tórax del paciente, ya funcione como drenaje por gravedad

Prevenir que el aire & líquido ya drenado vuelvan al espacio pleural

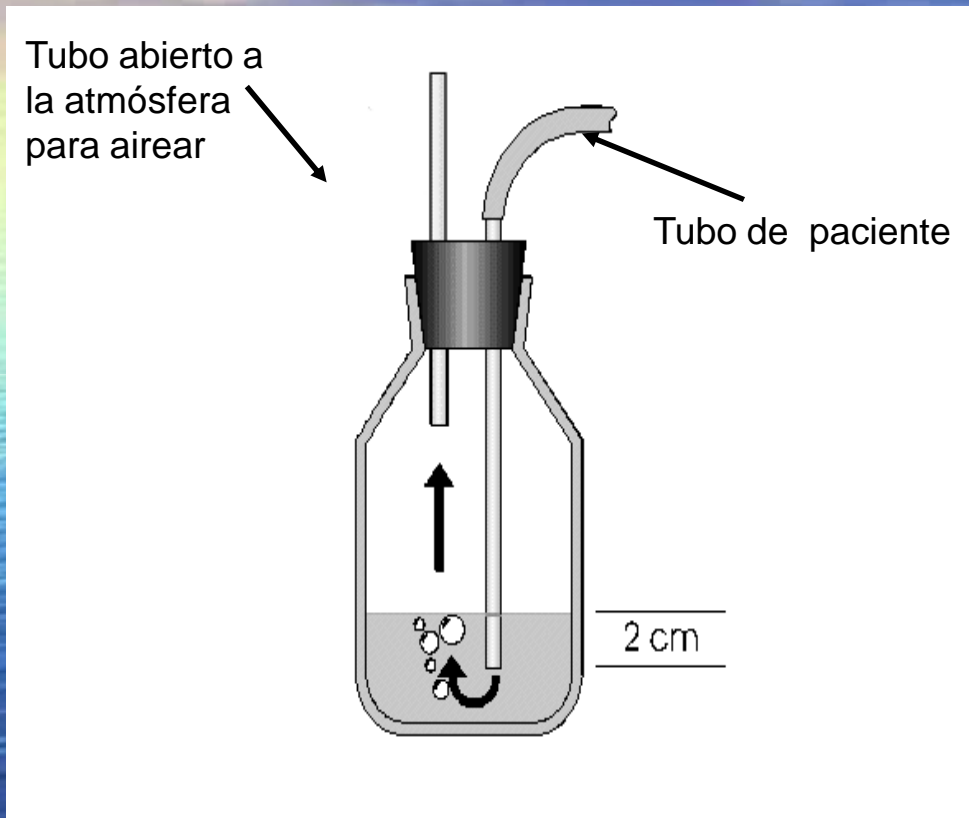
- ¿Cómo funciona un sistema de drenaje ?



Es una cuestión
de botellas y pajitas



Prevenir que el aire & líquido ya drenado vuelvan al espacio pleural



- Concepto/ sistema básico
- Una pajita conectada al tubo torácico del paciente se coloca 2cm por debajo del nivel de líquido (**sello bajo agua**)
- Al igual que ocurre con una pajita dentro de una bebida, se puede soplar aire a través de la pajita pero no se puede aspirar aire; se aspira el líquido

Prevenir que el aire & líquido ya drenado vuelvan al espacio pleural

- Este sistema funciona si sólo se drena aire del espacio pleural
- Si también se drena líquido, se sumará al que ya existe de manera que aumentará su nivel y, por tanto, la profundidad de la pajita ($> 2\text{cm}$)
- Al aumentar la profundidad de la pajita, cada vez costará mas esfuerzo empujar el aire para que pase a través de la pajita (mayor nivel de agua) y puede resultar que el aire permanezca en el tórax.

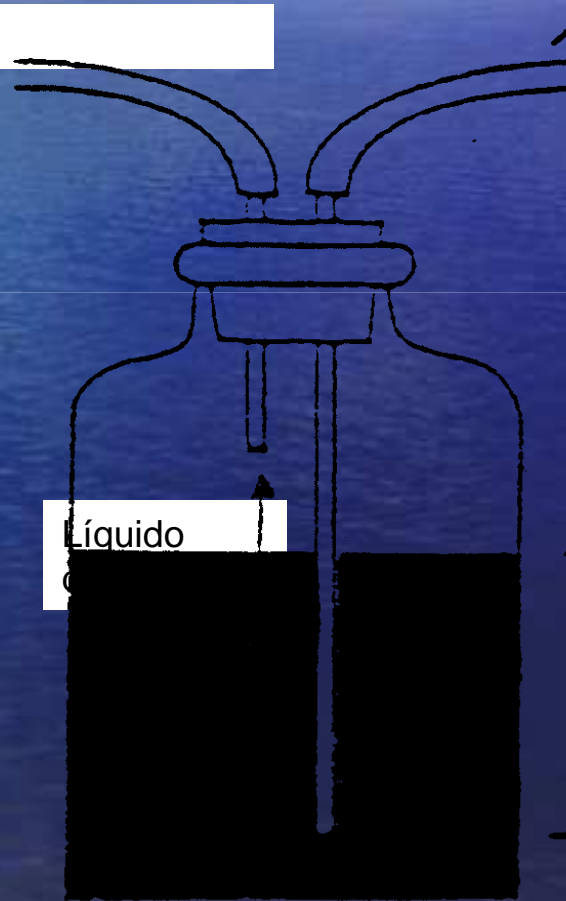
Prevenir que el aire & líquido ya drenado vuelvan al espacio pleural

Tube to Atmosphere

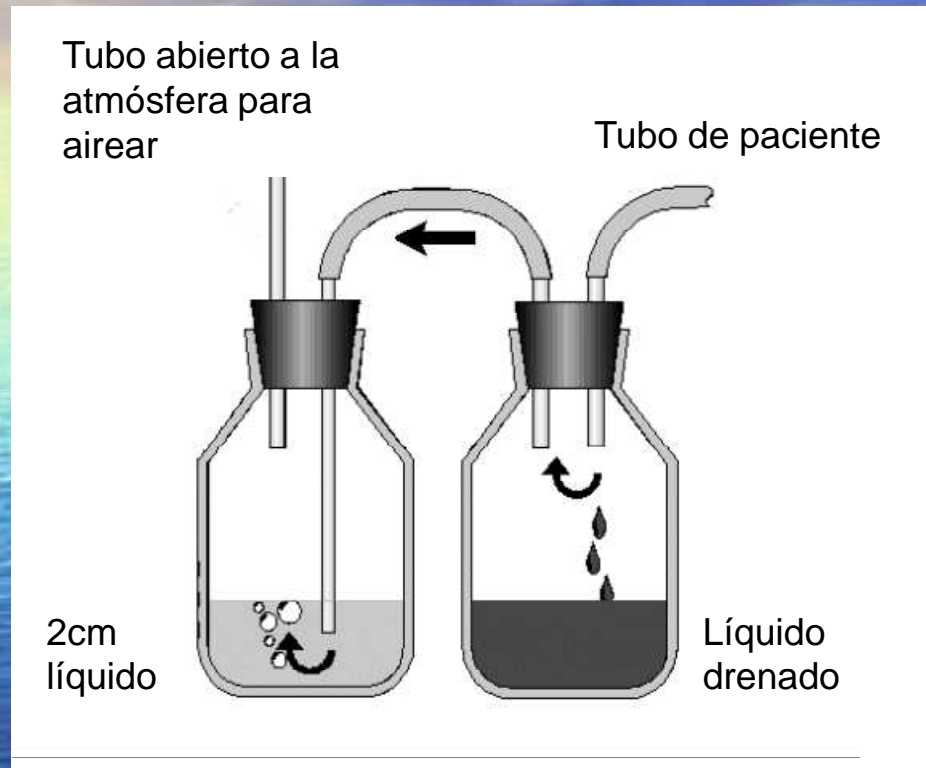
Tube from Patient

Líquido

20 cm



Prevenir que el aire & líquido ya drenado vuelvan al espacio pleural



- Para drenar, se añade una segunda botella
- La primera botella recolecta el drenaje
- La segunda botella es el sello bajo agua
- Con esta botella extra para drenaje, el sello bajo agua se mantiene estable en 2 cm

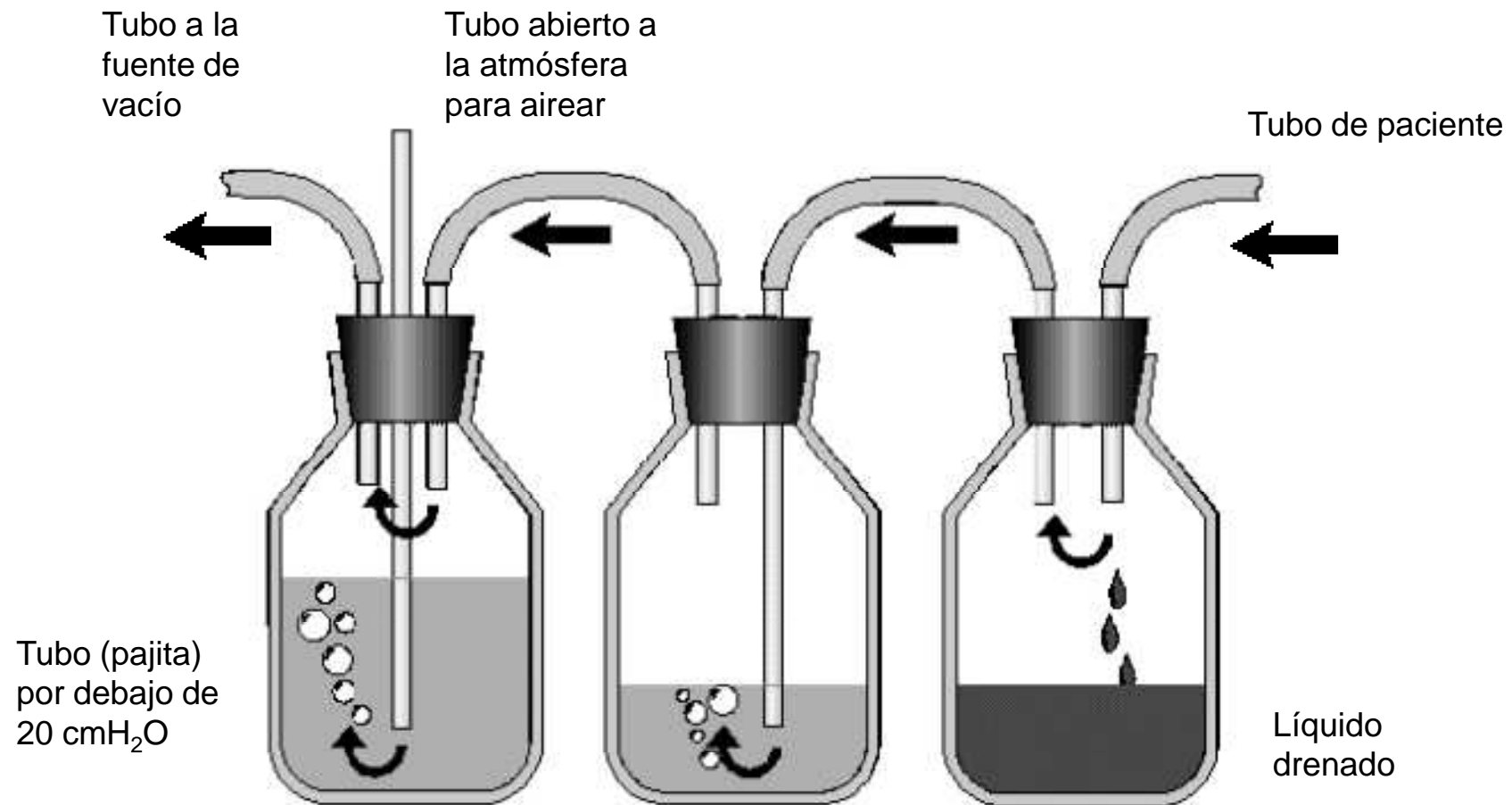
Prevenir que el aire & líquido ya drenado vuelvan al espacio pleural

- El sistema de dos botellas es la clave para los equipos de drenaje:
 - Una botella para recoger el drenado
 - Una válvula unidireccional que evita que el aire o el líquido puedan volver al tórax

Restaurar la presión negativa en el espacio pleural

- Años atrás, se daba por sentado que siempre había que aplicar succión para sacar el aire y líquido del espacio pleural y expandir el pulmón hasta la pared torácica (pleura parietal)
- No obstante, estudios recientes advierten que, en algunos casos, la succión puede prolongar las fugas aéreas del pulmón debido a la propia aspiración de aire a través de la abertura que, de otro modo, se cerraría por si misma
- Si se requiere **succión**, hay que añadir una **tercera botella**

Restaurar la presión negativa en el espacio pleural

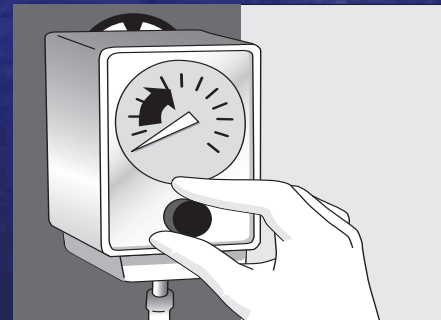
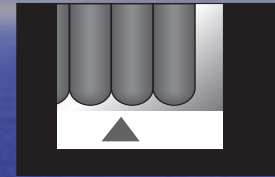
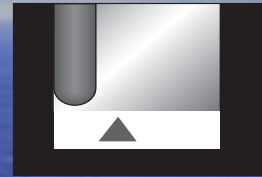


Restaurar la presión negativa en el espacio pleural

- El tubo (pajita) sumergido en la botella de control de succión (típicamente a 20cm H₂O) limita la cantidad de presión negativa que se pueda aplicar al espacio pleural, en este caso habitual, a -20 cm H₂O
- El tubo sumergido esta abierto (atmósfera)
- Si la fuente de vacío aumenta, empieza un burbujeo en esta botella, lo que significa que aire a presión atmosférica está entrando para limitar el nivel de succión

Restaurar la presión negativa en el espacio pleural

- La ***altura de la columna de agua*** en la botella de succión determina el valor de la presión negativa que se aplica al tórax, no la lectura del manómetro



Restaurar la presión negativa en el espacio pleural

- Se ha convenido que $-20\text{cmH}_2\text{O}$ es la succión adecuada, si bien no hay estudios científicos que así lo sustenten
- Presiones negativas mayores pueden incrementar el caudal de salida del drenaje del tórax, pero también pueden producir daño a los tejidos

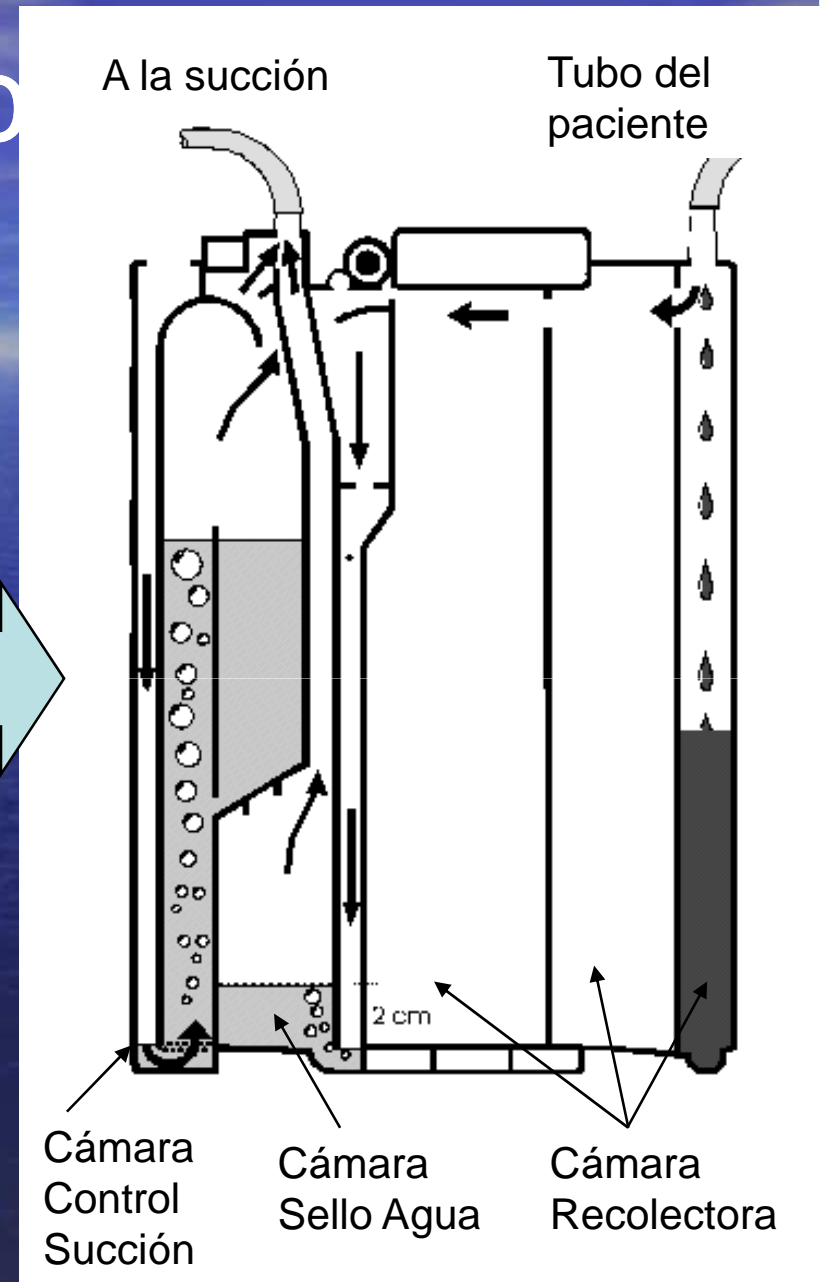
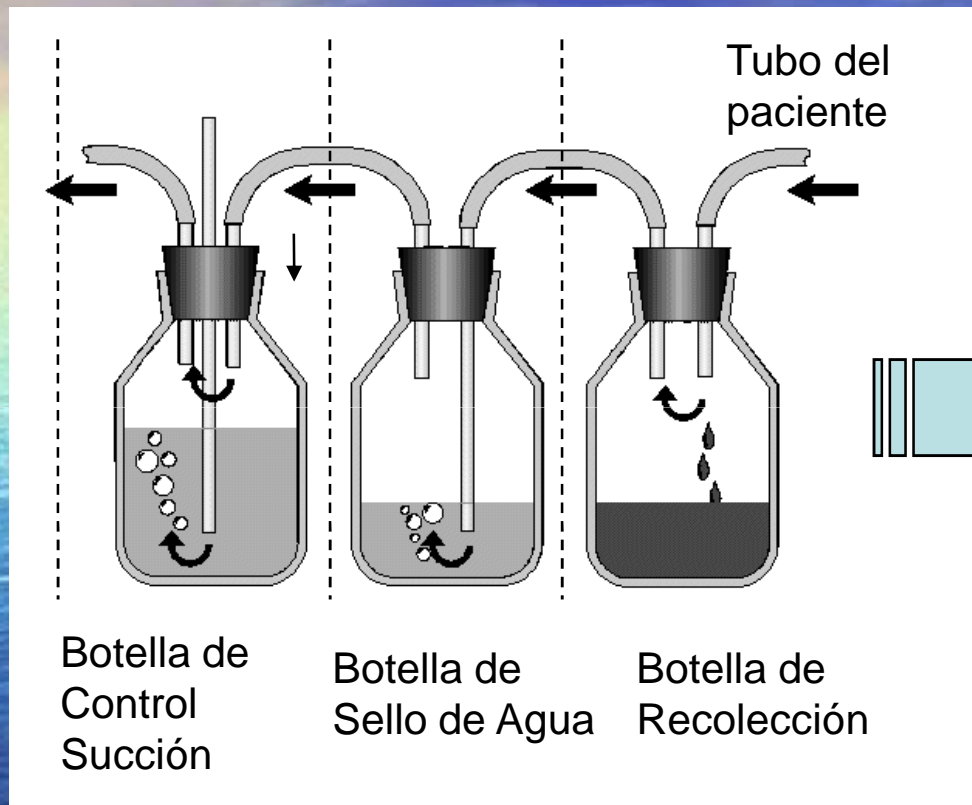
¿Cómo funciona un sistema de drenaje torácico?

- **La presión espiratoria positiva** del paciente ayuda a la salida de aire y líquido fuera del tórax, empujándolo (p.e., al toser)
- **La gravedad** ayuda a la salida del líquido drenado en la medida que el sistema esté por debajo el nivel del tórax: mas diferencia de altura, mayor drenaje
- **La succión** puede mejorar la velocidad a que el aire y el líquido salen del tórax

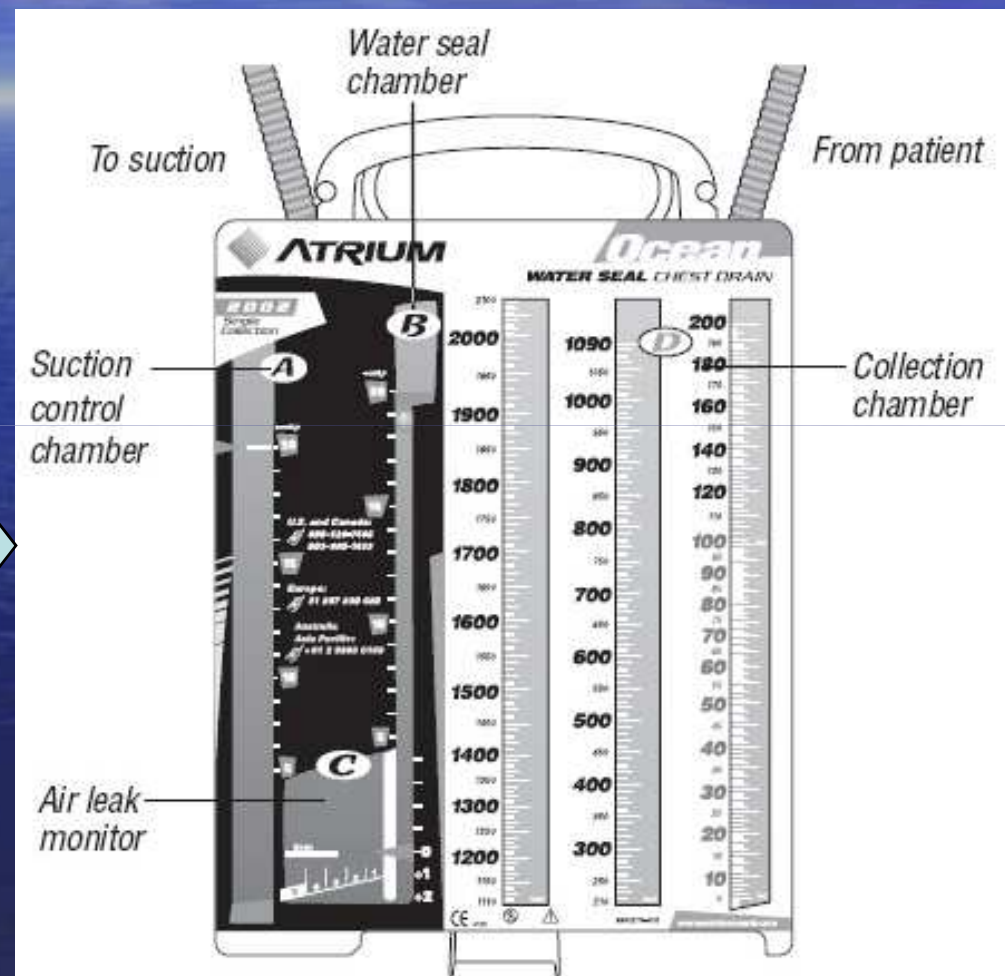
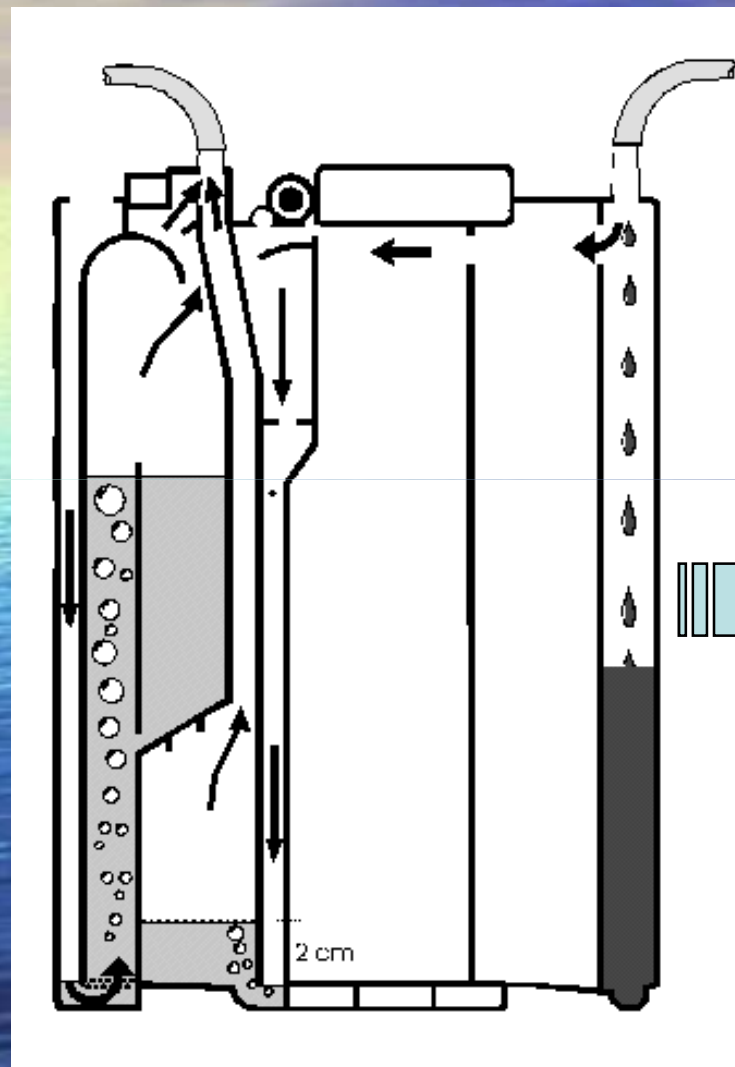
De botellas a un equipo compacto

- El sistema de botellas ha funcionado durante años, pero es demasiado voluminoso para estar al lado de la cama ya que son 16 piezas y 17 conexiones, además de difícil de poner en funcionamiento sin perder la esterilidad de todas las partes
- En 1967 apareció el primer equipo integrado fabricado en material plástico
- El equipo hace todo lo que hacían las botellas, y mucho más

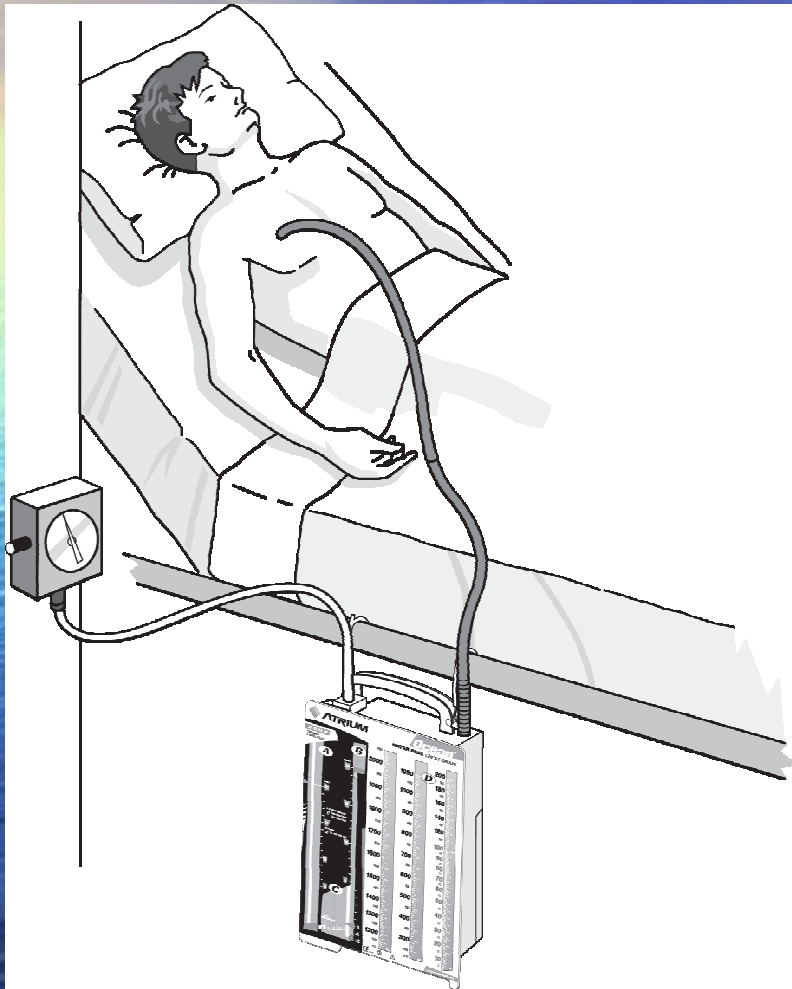
De botellas a equipo



Del diseño al producto



Al lado de la cama



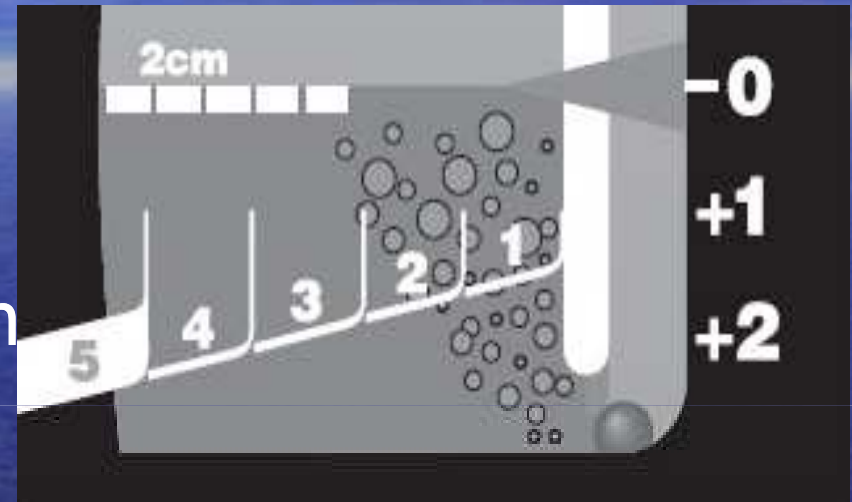
- Mantener el equipo por debajo del tórax para el drenaje por gravedad
- Esto provocará un **gradiente de presión**, con mayor presión relativa en el tórax
- Recuerde, los fluidos (aire & líquido) se mueven desde una zona de alta presión hacia otra zona de menor presión
- Mismo principio que se aplica al elevar una botella IV para aumentar el caudal de infusión

Monitorizar la presión intra-torácica

- La cámara de sello bajo agua y la cámara de control de succión permiten monitorizar la presión intra-torácica
- **Drenaje por gravedad sin succión:** el nivel de agua en la cámara de sello bajo agua = **presión intra-torácica** (la cámara es un manómetro calibrado)
 - Un aumento lento y gradual del nivel de agua significa mayor presión negativa en el espacio pleural y síntoma de curación
 - Objetivo: volver a los $-8\text{cmH}_2\text{O}$
- Drenaje con succión: el nivel de agua en la cámara de **control de succión** + nivel de agua en la cámara sello de agua = **presión intra-torácica**

Monitorizar las fugas pleurales

- El sello bajo agua es como una ventana dentro del espacio pleural
- No solamente para la presión
- Si existe aire saliendo del tórax, su burbujeo se verá
- El monitor de fugas aéreas (1-5) es una guía para “valorar” las fugas a lo largo del tiempo, viendo si van a mejor o a peor

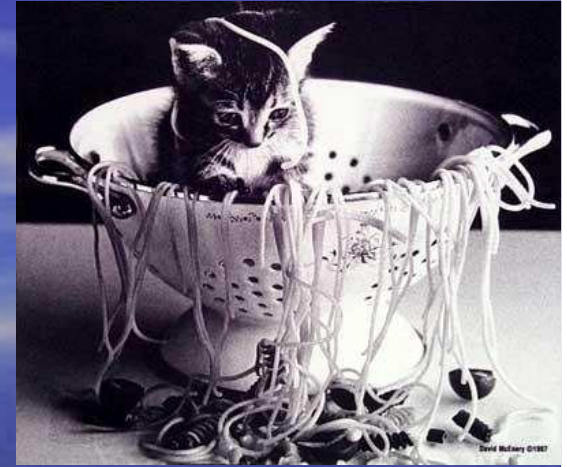


Montaje del equipo

- Seguir las instrucciones del fabricante para añadir agua hasta el nivel de 2cm en la cámara de sello bajo agua, y hasta el nivel de 20cm en la cámara de control de succión(excepto si otro nivel es ordenado por el facultativo)
- Conectar el tubo a paciente al tubo torácico
- Conectar el drenaje al vacío, y suave y lentamente, incrementar el vacío hasta que aparezca burbujeo en la cámara de control de succión

Montaje del equipo

- No vamos a hervir pasta!!!
- Un burbujeo vigoroso es **ruidoso y molesta** a la mayoría de pacientes
- También puede causar **evaporación rápida** del agua de la cámara, y, por tanto, el nivel de succión será menor
- Burbujeo excesivo **no es clínicamente necesario en el 98%** de los pacientes – más no significa mejor
- Si es excesivo, ir cerrando el manómetro hasta que las burbujas desaparezcan; entonces volver a subirlo hasta que reaparezcan: esa es la posición



Drenajes torácicos

- **Cámara de Recolección**
 - Los líquidos caen directamente dentro de la cámara, calibrada en ml, con zona para anotar tiempo y nivel
- **Sello bajo Agua**
 - Válvula uni-direccional, diseño de tubo en U, puede monitorizar las fugas de aire y los cambios en la presión intra-torácica
- **Cámara de Control de Succión**
 - Tubo en U, donde el tramo mas estrecho da a la atmósfera y el mas largo al reservorio de líquido, de modo que el sistema queda regulado, con un fácil control de la presión negativa