

Ecuación de movimiento del sistema respiratorio

Durante la inspiración, se debe genera una presión negativa intrapleurar que se transmitirá al alvéolo. La diferencia de presión entre el alvéolo (negativa durante la inspiración) y la presión a nivel de la boca (o ambiental, es decir 760 mmHg a nivel del mar o 715 mmHg en Santiago) determina un gradiente de presión, el cual generará un flujo aéreo, en este caso un flujo de gas con dirección hacia el alvéolo.

A la entrada de este flujo o volumen de gas se opondrán dos grandes resistencias:

- La resistencia de la vía aérea, que está dada por la fuerza de el roce de las vías de conducción que se opone al flujo de gas.
- La elastancia o retracción elástica del pulmón, que se opone a la elongación del tejido elástico (a que el pulmón le entre aire). La fuerza para elongar el tejido elástico será mayor mientras más tratemos de elongar esas fibras o tejido, por lo tanto, es resistencia elástica será aumenta a medida que el volumen ingresado al pulmón es mayor. En esta resistencia también actúa la retracción elástica de la caja torácica, que va aumentando con la edad (cada vez la caja torácica es más rígida).

En resumen, cuando queremos ingresar una cantidad de volumen de gas a los pulmones para realizar el intercambio gaseoso, se debe generar una presión igual a la resistencia generada por la carga elástica y la carga resistiva, lo cual es definido por la ecuación de movimiento respiratorio, donde:

$W \text{ o } (P^0) = \text{Carga Elástica} + \text{Carga Resistiva.}$
--

Como se mencionó anteriormente, la carga elástica está determinada por la retracción elástica del pulmón (o fuerza de retroceso elástico o elastancia), pero también está determinada por el volumen de gas que ingresemos a los pulmones, ya que mientras

mayor sea el volumen de gas ingresado, más debemos elongar el pulmón. Por lo tanto:

- A mayor volumen de gas se debe generar mayor presión.
- A mayor elastancia, el pulmón es más rígido y se debe generar más presión para elongarlo

En la ecuación de movimiento, la carga elástica se expresa como:

$\text{Carga elástica (P}^\circ\text{)} = \text{Volumen} \times \text{Elastancia}$
--

Generalmente, en respiratorio se estudia la distensibilidad a través de su recíproco: la distensibilidad (Facilidad con la cual el pulmón se puede distender). Si utilizamos la distensibilidad en la ecuación de movimiento, se expresaría la carga elástica como:

$\text{Carga elástica (P}^\circ\text{)} = \text{Volumen} / \text{Distensibilidad}$
--

Es decir:

- A > volumen se requiere generar > P° por parte del paciente
- A > distensibilidad el paciente debe generar < P° para hacer entrar un volumen de gas.

Con respecto a la carga resistiva, ésta corresponde a la presión que debe generar el paciente para hacer pasar el volumen de gas por la vía aérea a una velocidad determinada, por lo tanto dependerá de:

- Resistencia de la vía aérea (Rva, fuerza de roce):
 - A > Rva > P° por parte del paciente

Por otra parte, la presión que deba realizar el paciente para hacer pasar el aire por la vía aérea también depende de la velocidad con la cual viaje ese gas (lo que se conoce como flujo), es decir:

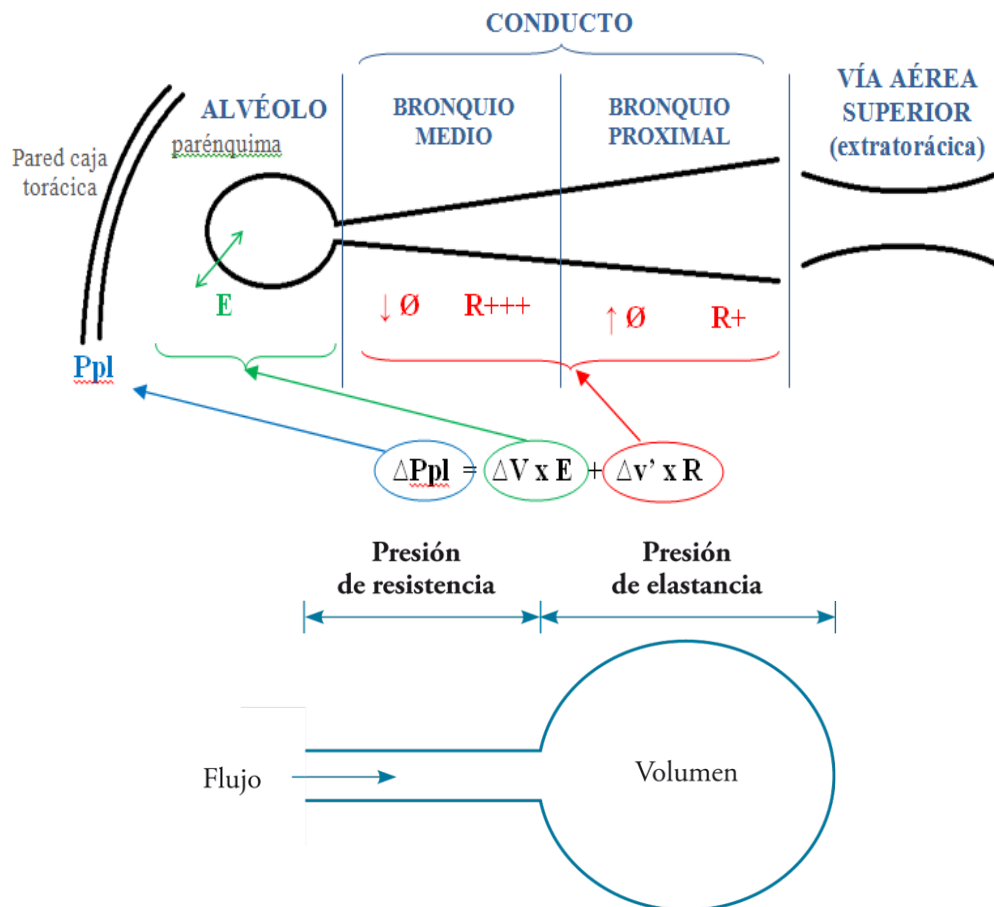
- A > flujo > P°

En resumen, basado en la ecuación de movimiento, la carga resistiva estará determinada por:

$$\text{Carga resistiva (P}^0\text{)} = \text{Flujo} \times R_{va}$$

Si evaluamos la ecuación de movimiento completa, considerando la carga elástica y carga resistiva, podemos decir que la presión que debe generar un paciente (Presión negativa) para introducir un volumen de gas hasta el alvéolo se basa en la siguiente ecuación:

$$W(P^0) = \text{Volumen} / \text{Distensibilidad} + \text{Flujo} \times R_{va}$$



$$\text{Resistencia} = \frac{\Delta \text{ Presión de resistencia}}{\Delta \text{ Flujo}}$$

$$\text{Distensibilidad} = \frac{\Delta \text{ Volumen}}{\Delta \text{ Presión de elastancia}}$$

1. ¿Qué pasa con la ecuación de movimiento en un paciente con neumonía extensa de pulmón derecho?
2. ¿Qué pasa con la ecuación de movimiento en un paciente con asma bronquial?
3. ¿Qué pasa con la ecuación de movimiento en un paciente con EPOC?
4. ¿Qué pasa con la ecuación de movimiento en un paciente con fibrosis pulmonar?