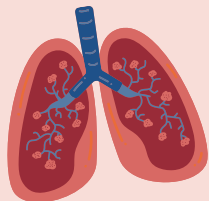


Síndrome de Insuficiencia Respiratoria Aguda (SIRA).

El Síndrome de Insuficiencia Respiratoria Aguda (SIRA) es una condición médica grave que se caracteriza por una inflamación severa en los pulmones, causando acumulación de líquido en los alvéolos, lo que reduce significativamente la capacidad de oxigenar la sangre y eliminar dióxido de carbono.

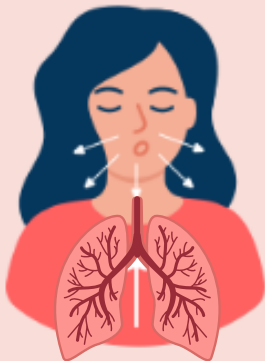


En este proyecto se desarrolló un modelo de mecánica respiratoria enfocado en el Síndrome de Insuficiencia Respiratoria Aguda (SIRA), considerando variables fisiológicas clave para analizar el impacto de la patología en la ventilación, la elasticidad pulmonar y las resistencias de las vías aéreas, así como para evaluar estrategias de manejo clínico.

El modelo representa la **dinámica del flujo de aire** y la presión en un sistema respiratorio afectado por el SIRA, considerando factores como la resistencia de las vías aéreas, la elasticidad pulmonar y la acumulación de líquido alveolar. Permite estudiar el impacto de esta condición en el intercambio gaseoso y evaluar posibles intervenciones terapéuticas.

El circuito eléctrico

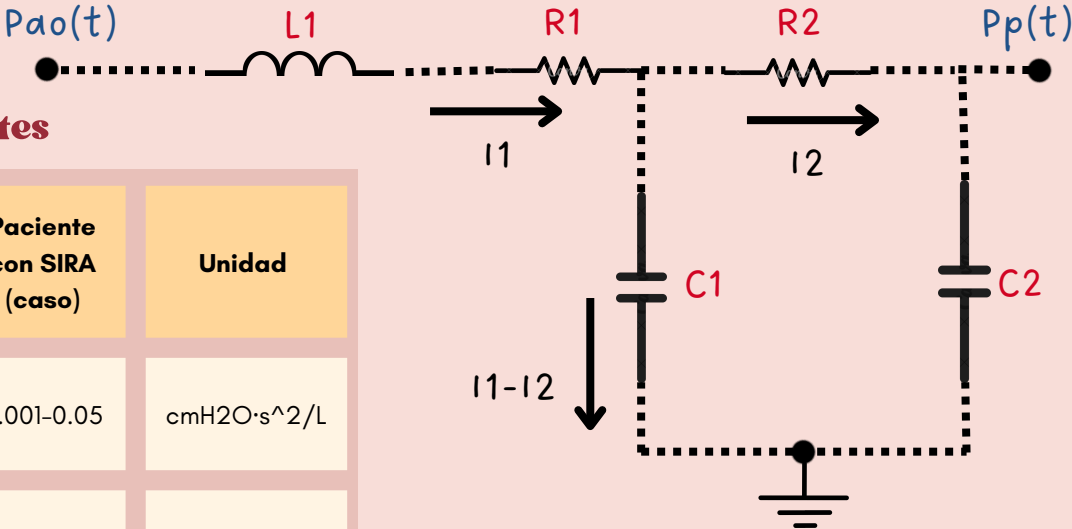
simula el comportamiento del sistema respiratorio humano tanto en un paciente sano (control) como en un paciente afectado por el SIRA (caso), representando dinámicamente cómo se relacionan las variables fisiológicas clave.



Valores de los componentes

Componente	Paciente Sano (control)	Paciente con SIRA (caso)	Unidad
Inductancia (L)	0.001-0.01	0.001-0.05	cmH2O·s ² /L
Capacitancia (C)	50-100	15-30	mL/cmH2O
Resistencia (R1)	1-2	5-10	cmH2O·s/L
Resistencia (R2)	1-3	5-20	cmH2O·s/L

Tabla comparativa de los valores de los componentes



El modelo fisiológico del sistema respiratorio puede representarse como un circuito eléctrico equivalente, donde cada componente eléctrico simboliza una propiedad fisiológica. La inductancia (L) representa la inercia del flujo de aire, reflejando la resistencia al cambio rápido en el flujo debido a la masa del aire y las propiedades del sistema respiratorio. Las resistencias (R1 y R2) corresponden a las obstrucciones en las vías respiratorias superiores y profundas, respectivamente, las cuales aumentan en condiciones como el SIRA debido a inflamación, edema o colapso alveolar.

Por otro lado, las capacitancias (C1 y C2) modelan la elasticidad pulmonar, indicando la capacidad de los pulmones para expandirse y almacenar presión; estas disminuyen significativamente en pacientes con SIRA debido a la rigidez y acumulación de líquido en los alvéolos. Este circuito permite analizar cómo se generan y distribuyen las presiones y flujos en el sistema respiratorio.

Análisis matemático

A continuación se muestran resultados que se obtuvieron en el procedimiento algebraico para llegar a la función de transferencia:

Ecuaciones principales:

- Voltaje de entrada:

$$P_{ao}(t) = L \frac{di_1(t)}{dt} + R_1 i_1(t) + \frac{1}{C_1} \int [i_1(t) - i_2(t)] dt$$

- Continuidad de flujo:

$$\frac{1}{C_1} \int [i_1(t) - i_2(t)] dt = R_2 i_2(t) + \frac{1}{C_2} \int i_2(t) dt$$

- Voltaje de salida:

$$P_p(t) = \frac{1}{C_2} \int i_2(t) dt$$

Ecuaciones integrodiferenciales:

- Despeje de corriente I1:

$$i_1(t) = \left[P_{ao}(t) - L \frac{di_1(t)}{dt} - \frac{1}{C_1} \int [i_1(t) - i_2(t)] dt \right] \frac{1}{R_1}$$

- Despeje de corriente I2:

$$i_2(t) = \left[\frac{1}{C_1} \int [i_1(t) - i_2(t)] dt - \frac{1}{C_2} \int i_2(t) dt \right] \frac{1}{R_2}$$

Función de transferencia:

Diagrama fisiológico

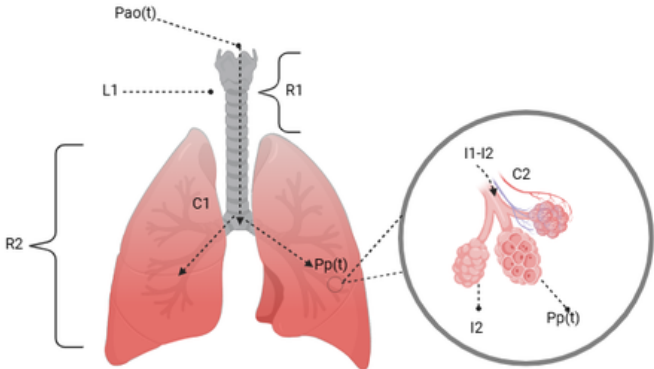
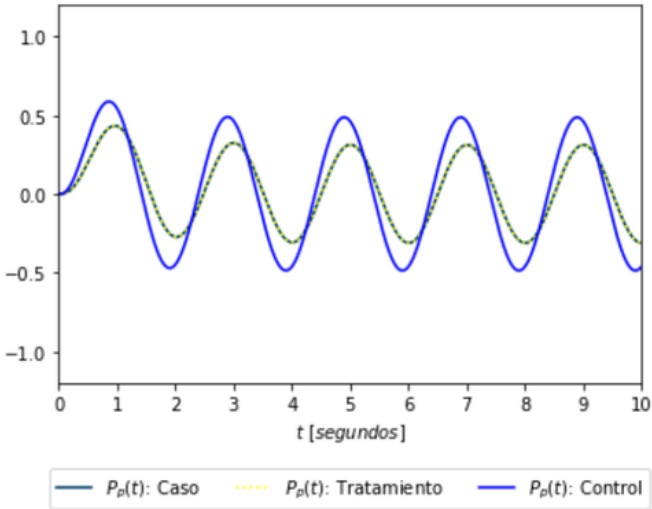


Diagrama ilustrativo del modelo fisiológico del sistema respiratorio.

El modelo fisiológico donde se destacan las dinámicas pulmonares, incluye los pulmones con componentes conductivos (C1) y alveolares (C2), presiones respiratorias (Pao(t) y Pp(t)) asociando el flujo de aire (R1, R2) y al intercambio gaseoso en los alveolos. Detallando un acercamiento a la interacción alveolo-capilar, donde ocurre la difusión de gases.

Resultados



Gráfica con los resultados de control, caso (paciente con SIRA) y tratamiento.

La grafica mostrada ilustra el comportamiento de python donde se muestra el análisis de

Conclusión

En resumen, el estudio emplea un modelado fisiológico basado en circuitos eléctricos para describir las dinámicas respiratorias en el Síndrome de Insuficiencia Respiratoria Aguda (SIRA). Este enfoque permite analizar cómo factores fisiopatológicos, como el aumento de la resistencia en las vías respiratorias, la disminución de la elasticidad pulmonar (capacitancia) y el colapso alveolar, afectan el flujo de aire y las presiones dentro del sistema respiratorio. El modelo resalta los cambios específicos en parámetros como inductancia, resistencias y capacitancias, ofreciendo una herramienta valiosa para comprender y simular el comportamiento del sistema respiratorio en condiciones.

Referencia:

[1] R. Carrillo, M. J. Sánchez, N. Medveczky, y D. M. Carrillo, "Evolución de la definición del síndrome de insuficiencia respiratoria aguda," Med Int Méx, vol. 34, no. 4, pp. 594-600, jul.-ago. 2018. Disponible en: <https://www.medicigraphia.com/pdfs/medintmex/mim-2018/mim184k.pdf>.
[2] Organización Mundial de la Salud, "Manejo clínico de la infección respiratoria aguda grave presuntamente causada por el nuevo coronavirus (2019-nCoV): Orientaciones provisionales," 28 de enero de 2020. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/330938/WHO-nCoVClinical-2020.3-spa.pdf>.

QR para más información



Elaborado por:



Bejarano Lozada
Elias

Cruz Preciado
Brissa Celeste

Vazquez Aldeco
Kennia Michelle