

---

### *Situación 1 (modelo apnea del sueño)*

---

La apnea obstructiva del sueño es una condición clínica de alta prevalencia. Aunque existen cuatro factores fundamentales para su presentación, uno de ellos tiene especial relevancia: la ganancia del bucle de control de la ventilación.

Basado en el sistema de control respiratorio explique cómo la ganancia del bucle (inherente o inducida) explica la apnea del sueño y si el tratamiento convencional (CPAP) altera dicha ganancia.

Deacon-Diaz N, Malhotra A. **Inherent vs. Induced Loop Gain Abnormalities in Obstructive Sleep Apnea.** Front Neurol. 2018 Nov 2;9:896.

Deacon-Diaz NL, Sands SA, McEvoy RD, Catcheside PG. **Daytime loop gain is elevated in obstructive sleep apnea but not reduced by CPAP treatment.** J Appl Physiol (1985). 2018 Nov 1;125(5):1490-1497.

Wellman A, Eckert DJ, Jordan AS, Edwards BA, Passaglia CL, Jackson AC, Gautam S, Owens RL, Malhotra A, White DP. **A method for measuring and modeling the physiological traits causing obstructive sleep apnea.** J Appl Physiol (1985). 2011 Jun;110(6):1627-37.

---

### *Situación 2 (modelo Windkessel)*

---

El fisiólogo alemán Otto Frank acuñó el concepto de *windkessel* para modelar el sistema vascular. Explique en qué consiste el modelo de cuatro elementos, su aplicación y limitaciones para la determinación de la presión arterial y el gasto cardíaco utilizando la onda de pulso.

Tsanas A, Goulernas JY, Vartela V, Tsiapras D, Theodorakis G, Fisher AC, Sfirakis P. **The Windkessel model revisited: a qualitative analysis of the circulatory system.** Med Eng Phys. 2009 Jun;31(5):581-8.

Saugel B, Kouz K, Scheeren TWL, Greiwe G, Hoppe P, Romagnoli S, de Backer D. **Cardiac output estimation using pulse wave analysis-physiology, algorithms, and technologies: a narrative review.** Br J Anaesth. 2021 Jan;126(1):67-76.

---

### *Situación 3 (variabilidad de la frecuencia cardíaca)*

---

La actividad autonómica de un individuo puede ser evaluada de forma indirecta por la forma como su ciclo cardíaco varía latido a latido. El análisis de la variabilidad de dicha frecuencia (HRV por sus siglas en inglés) permite discriminar componentes simpáticos y parasimpáticos.

Teniendo en cuenta los estándares para la evaluación de la HRV, explique cómo se hace la medición en el dominio del tiempo (RMSSD, pNN50), de la frecuencia (LH, HF, LH/HF) y de forma no lineal (gráfico de Poincaré), describiendo los valores que indican actividad simpática o parasimpática.

Pham T, Lau ZJ, Chen SHA, Makowski D. **Heart Rate Variability in Psychology: A Review of HRV Indices and an Analysis Tutorial**. Sensors (Basel). 2021 Jun 9;21(12):3998.

**Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use.** Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Circulation. 1996 Mar 1;93(5):1043-65.

---

#### *Situación 4 (ecuación Moens-Korteweg)*

---

La onda de pulso puede ser utilizada para evaluar la función endotelial y en general el estado de los vasos arteriales. Explique cómo la ecuación de Moens-Korteweg ayuda a determinar la velocidad de la onda de pulso, su utilización en la práctica clínica y sus limitaciones.

Rusak EJ, Bellido CA, Iavicoli OR, Vázquez ST, Duarte M, Lerman J. **La velocidad de la onda del pulso como método para evaluar la función endotelial**. Rev Argent Cardiol 2010;78:17-22

Shahmirzadi D, Li RX, Konofagou EE. **Pulse-wave propagation in straight-geometry vessels for stiffness estimation: theory, simulations, phantoms and in vitro findings**. J Biomech Eng. 2012 Nov;134(11):114502.

---

#### *Situación 5 (La ley de Laplace)*

---

La tensión en una cámara puede ser descrita por la ley de Laplace. Explique cuáles son sus aplicaciones en la práctica clínica y sus limitaciones fisiológicas.

Shelmerdine SC, Barber JL, George CD. **Applications of Laplace's law in clinical medicine: a radiological pictorial review**. Br J Hosp Med (Lond). 2013 Aug;74(8):451-6.

Costanzo F, Brasseur JG. **The invalidity of the Laplace law for biological vessels and of estimating elastic modulus from total stress vs. strain: a new practical method**. Math Med Biol. 2015 Mar;32(1):1-37.

Li JK. **Comparative cardiac mechanics: Laplace's Law**. J Theor Biol. 1986 Feb 7;118(3):339-43.

Chung CW, Girard MJ, Jan NJ, Sigal IA. **Use and Misuse of Laplace's Law in Ophthalmology**. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2016 Jan 1;57(1):236-45.

---

### *Situación 6 (Flujo laminar y turbulento)*

---

La velocidad, la viscosidad o el radio de un vaso pueden determinar el cambio de un flujo sanguíneo laminar a uno turbulento. Basado en la ecuación de Reynolds y nuevas aproximaciones, explique cuál es el rol de cada uno de estos factores, y cuáles son las implicaciones y escenarios fisiológicos de estos tipos de flujo.

Saqr KM, Tupin S, Rashad S, Endo T, Niizuma K, Tominaga T, Ohta M. **Physiologic blood flow is turbulent.** Sci Rep. 2020 Sep 23;10(1):15492.

Qianqian Yang, Ping Huang, Yanfei Fang. **A novel Reynolds equation of non-Newtonian fluid for lubrication simulation.** Tribology International. 2016. 94: 458-463.