

RESPIROMETRÍA DINÁMICA: SIMULACIÓN DE TRASTORNOS OBSTRUCTIVOS Y RESTRICTIVOS

(DYNAMIC RESPIROMETRY: SIMULATION OF OBSTRUCTIVE AND RESTRICTIVE DISORDERS)

Por: Hung-Chan, Stephany Martínez, Andrea Ramos,

Adrián Rodríguez y Ana Elena/
Estudiantes de Medicina UCIMED

Recibido: 29-05-18

Aceptado: 02-06-18

RESUMEN

OBJETIVO: Evaluar la variación de los parámetros normales del flujo respiratorio en los estudiantes de Fisiología, carrera Medicina, Universidad de Ciencias Médicas, I semestre 2018 utilizando la Respirometría dinámica en condiciones obstructivas y restrictivas.

MÉTODOS: 7 sujetos con una condición saludable, estudiantes del curso de Fisiología en Universidad de Ciencias Médicas durante el I semestre 2018. Fueron sometidos a tres pruebas respiratorias: en reposo, simulando condición obstructiva y simulando condición restrictiva durante un ciclo respiratorio.

RESULTADOS: El análisis estadístico demostró que, para la mayoría de los parámetros respiratorios evaluados, no hubo un cambio diferencial significativo. Los parámetros FEV1, CVF, PIF, FEF25-75, e índice de Tiffeneau en los sujetos experimentales, no indicaron cambios al ser expuestos a diferentes condiciones simuladas tal como se esperaba. La medición del parámetro PEF, reflejó que, ocurrió una disminución de flujo al ser expuesto a las diferentes pruebas dinámicas.¹

CONCLUSIÓN: En el experimento se observó que para los parámetros evaluados con excepción de la variable PEF, no existe una diferencia al simular condiciones restrictivas y obstructivas con respecto a la condición de reposo.

DESCRIPTORES: Respirometría dinámica, Pruebas pulmonares funcionales, Enfermedad pulmonar restrictiva, Enfermedad pulmonar obstructiva, Flujo respiratorio.

ABSTRACT

AIM: To evaluate the variation within normal respiratory flow parameters in physiology students from the faculty of medicine, in Universidad de Ciencias Médicas during the first semester of 2018 using dynamic respirometry in obstructive and restrictive conditions.

METHODS: 7 subjects with good health, selected from students taking physiology in Universidad de Ciencias Médicas during the first semester of 2018. They were subjected to three different dynamic respirometry tests: in repose, and simulating obstructive and restrictive conditions in a respiratory cycle

RESULTS: The statistics demonstrated there was no significant difference for most of the evaluated respiratory flow

parameters. The following parameters did not demonstrate a significant difference in our subjects: FEV1, VFC, PIF, FEF25-75, and Tiffeneau index. Our study demonstrated that PEF suffered a reduction as it was subjected to the different simulated conditions.

CONCLUSION: The study demonstrated that there was no significant difference in the respiratory flow parameters (except PEF) between the three conditions to which our subjects were tested to.

KEYWORDS: Dynamic respirometry, Pulmonary function test, Restrictive lung disease, Obstructive lung disease, Respiratory flow.

La respirometría dinámica es una prueba básica que sirve para medir la función pulmonar, mediante la relación entre el volumen movilizado a la atmósfera y la caja torácica, en un tiempo determinado. Actúa como una herramienta clínica para la valoración y seguimiento de enfermedades respiratorias².

Las pruebas respirométricas son de suma utilidad para valorar pacientes que presentan enfermedades pulmonares obstructivas y restrictivas. En condiciones restrictivas, se ve una disminución de la distensibilidad pulmonar, por lo cual hay un aumento significativo del esfuerzo para respirar. Bajo condiciones obstructivas, hay un incremento en la resistencia de las vías aéreas. Esto ocasiona que el tiempo de vaciado y llenado en los pulmones sea mayor, causando una disminución del flujo aéreo³.

Los parámetros que se evalúan durante pruebas respiratorias dinámicas son:

- *Capacidad Vital Forzada:* Volumen máximo de aire que puede ser espirado forzadamente después de una inspiración hasta la capacidad pulmonar total.
- *PEF/PIF:* Punto máximo del flujo pulmonar en una espiración/ inspiración forzada.
- *Índice de Tiffeneau:* volumen espiratorio forzado/ capacidad vital forzada (cociente).
- *FEV1:* Volumen espiratorio forzado en el primer segundo.
- *FEF25-75:* Flujo espiratorio medio máximo.

El propósito del estudio en el cual se basa este artículo fue evaluar la variación de los parámetros normales del flujo respiratorio en los estudiantes de Fisiología, carrera



Medicina, Universidad de Ciencias Médicas, I semestre 2018 utilizando la Respirimetría dinámica en condiciones obstructivas, restrictivas y en reposo.

MÉTODOS

Para realizar la recolección de datos se utilizó un respirómetro Vernier mediante el programa Logger Pro. La recolección de datos incluyó los parámetros FEV1, CVF, PEF, PIF, FEF25-75, e índice de Tiffeneau. Se evaluó a los sujetos experimentales bajo tres condiciones: en reposo, restrictiva y obstructiva. ⁴

CONDICIÓN REPOSO

El sujeto experimental fue sometido a una condición de reposo al realizar el registro de datos. Se realizó la medición de datos siguiendo el protocolo establecido por la cátedra de fisiología. Se verificó que los datos se vieran reflejados igual que en la siguiente figura, si no se repitió el registro (proporcionando tiempo de recuperación al sujeto). Dicho registro se tomó como referencia para encontrar los valores de los parámetros que fueron medidos. ⁵

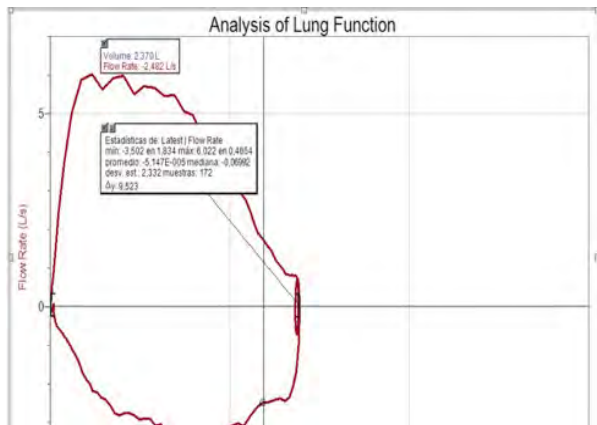


Fig. 1 Registro de la curva flujo/volumen de una persona sana

CONDICIÓN RESTRICTIVA

Esta prueba pretendía medir los parámetros de flujo bajo una condición restrictiva. Para simular esta condición, se usó una faja que ejerce presión a 100 kPa sobre el sujeto experimental. La misma dificultó el movimiento del esternón durante la espiración e inspiración. Se realizó la recopilación de datos y posteriormente se liberó la presión de la faja.

CONDICIÓN OBSTRUCTIVA

Se utilizó el respirómetro Vernier para la recolección de datos siguiendo el protocolo establecido por la cátedra de Fisiología. Para simular una condición obstructiva se tomó un pedazo de tela y se colocó tapando la boquilla de flujo del espirómetro. Una vez realizada la toma de datos, se retiró la tela de la boquilla, y se realizó las mediciones e

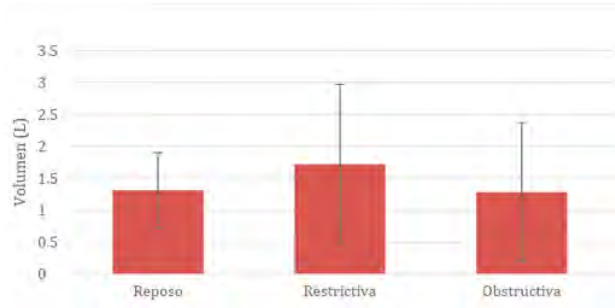
REFERENCIAS

1.Koeppen BM, Stanton BA. Tabla 21.1 Valores normales de espirograma. In: Fisiología. Philadelphia: Elsevier; 2008. p. 438.
 2.Koeppen BM, Stanton BA. Tabla 21.1 Valores normales de espirograma. In: Fisiología. Philadelphia: Elsevier; 2008. p. 443.
 3.McCormack M. Overview of pulmonary function testing in adults [Internet]. UpToDate. 2018 [citado febrero 5 del 2018]. Disponible en: [https://ezproxy.ucimed.com:2077/contents/overview-of-pulmonary-function-testing-in-adults\[DSCI\]?search=spirometry%20adults&source=search_result&selectedTitle=2~150&usage_type=default&display_rank=2#H1](https://ezproxy.ucimed.com:2077/contents/overview-of-pulmonary-function-testing-in-adults[DSCI]?search=spirometry%20adults&source=search_result&selectedTitle=2~150&usage_type=default&display_rank=2#H1)
 4.Koeppen BM, Stanton BA. Tabla 21.1 Valores normales de espirograma. In: Fisiología. Philadelphia: Elsevier; 2008. p. 442.

interpretaciones pertinentes.⁶

RESULTADOS

VOLUMEN ESPIRATORIO FORZADO EN EL PRIMER SEGUNDO (FEV1)



En la figura se aprecian los valores obtenidos para el flujo espirado en el primer segundo en los sujetos expuestos a las diferentes condiciones simuladas. Al realizar la prueba, se obtuvo un valor de P mayor al nivel de significancia establecido, por ende, no existe una diferencia significativa del promedio entre los grupos.

CAPACIDAD VITAL FORZADA

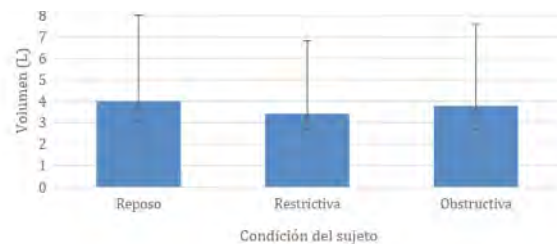


Figura 3. Promedio y Desviación Estándar de Capacidad Vital Forzada en condiciones simuladas restrictivas, obstructivas y de reposo. (F= 0.757, g. L= 2,18, P= 0,483)

En la figura se ve reflejado el valor obtenido para capacidad vital forzada en los sujetos expuestos a las diferentes condiciones. Al realizar esta prueba se obtuvo un valor de P mayor al nivel de significancia establecido, debido a esto no existe una diferencia significativa del promedio entre los grupos.

5.Boron WT, Boulpaep EL. Medical Physiology: A Cellular and Medical Approach. 2nd ed. Philadelphia. El Sevier; 2012. Pg. 680, 682-683
 6.Selection of pulmonary function tests. Up to Date. [online] (2018). Available at:https://ezproxy.ucimed.com:2077/contents/image?imageKey=PULM%2F106178&topicKey=PULM%2F6969&search=spirometry&source=outline_link&selectedTitle=2~150 [Accessed 8 Feb. 2018].
 7.Valenza MC. La función pulmonar, factores físicos que la determinan y su importancia para el fisioterapeuta. Elsevier. 2011 Jul 2; Vol. 14, Num. 2.
 8.Universidad Autónoma de Madrid. UAM: Analisis de la varianza (Anova): UAM.es [Internet] [Consultado 05 marzo, 2018] Disponible en: https://www.uam.es/personal_pdi/economicas/eva/pdf/anova.pdf



PICO DE FLUJO INSPIRATORIO (PIF) Y PICO DE FLUJO ESPIRATORIO (PEF)

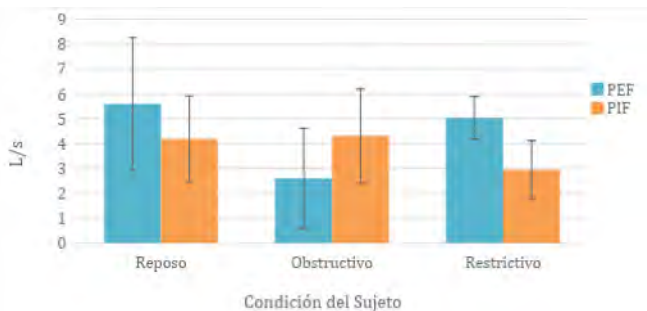


Figura 4. Promedio y Desviación Estándar de PEF y PIF en condiciones simuladas restrictivas, obstructivas y de reposo. PEF (F= 4.54, g. L= 2; 18, P=0.0252) PIF (F= 1.5005, g. L= 2; 18, P= 0.250)

En la figura se muestran los promedios obtenidos para los parámetros PEF-PIF de los sujetos que fueron sometidos al experimento. Para el PIF, el valor de P fue mayor que el nivel de significancia establecido, por ende, demostró que no existe una diferencia significativa del promedio entre los grupos. Sin embargo, para el PEF, el valor de P fue 0.0252, menor al nivel de significancia establecido. Este valor sugirió que si hubo una diferencia significativa del valor de los promedios en diferentes condiciones de los sujetos. Se puede denotar que el flujo espiratorio en los sujetos en condiciones obstructivas presento una disminución más acentuada con respecto a los sujetos en condiciones restrictivas o reposo. No obstante, bajo condiciones restrictivas también ocurrió una disminución del PEF.⁸

FEF 25-75%

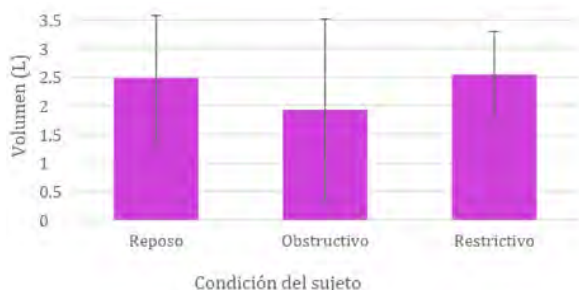


Figura 5. Promedio y Desviación Estándar de FEF 25-75% en condiciones simuladas restrictivas, obstructivas y de reposo. (F= 0.563, g. L= 2; 18, P= 0.579)

En la figura que representa los resultados de FEF 25-75%, se refleja que el valor de P fue mayor al nivel de significancia establecido, el cual demostró que no existe una diferencia significativa del promedio entre los grupos.

ÍNDICE DE TIFFENEAU

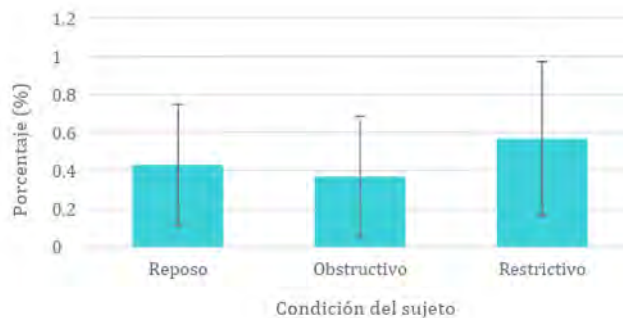
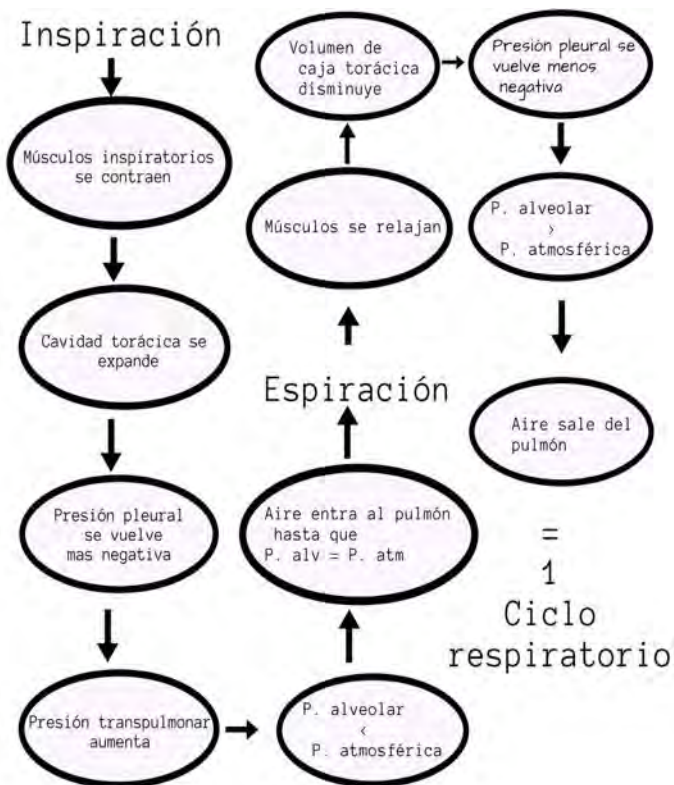


Figura 6. Promedio y Desviación Estándar de Índice de Tiffeneau en condiciones simuladas restrictivas, obstructivas, y de reposo. (F= 0.598, g.L= 2; 18, P= 0.561)

En la figura se muestran los promedios obtenidos para el Índice de Tiffeneau de los sujetos que fueron sometidos al experimento. Al realizar esta prueba se obtuvo un valor de P mayor al nivel de significancia establecido, el cual demostró que no existe una diferencia significativa del promedio entre los grupos.

DISCUSIÓN



La espiración se lleva a cabo por los cambios de presión en la pared torácica, cuando la presión de la misma sobrepasa la presión atmosférica. Los músculos espiratorios como los oblicuos, intercostales y abdominales no contribuyen a la espiración pasiva. Al contrario, durante la espiración forzada, estos músculos son los principales moduladores de dicha acción.^{8,9}

Bajo condiciones obstructivas, se vio afectada la primera fase del ciclo respiratorio (inspiración), y consecuentemente la espiración. Durante la inspiración, ocurre un acoplamiento aéreo y las vías aéreas se colapsan antes de tiempo. Al colapsar las vías aéreas durante la espiración, parte del aire que debe de ser expulsado queda atrapado. Con respecto a los parámetros de capacidad pulmonar¹⁵, se ve una reducción de los mismos. Se debe de considerar que, a mayor grado de obstrucción, mayor es el efecto reflejado sobre dichos parámetros.

Con respecto a los parámetros pulmonares, bajo condiciones restrictivas¹⁰, se ve reducida la capacidad vital forzada. Dado que la CVF se vuelve muy similar al valor del aire expulsado durante el primer segundo (FEV1)

del parámetro PEF en reposo, no obstante, el PIF disminuyó. Esto nos indica según los valores ya establecidos que no hubo ningún cambio considerable en las vías aéreas por lo cual no se vio afectado el flujo aéreo del mismo.

CAPACIDAD VITAL FORZADA

El valor promedio que se obtuvo de la CVF en condición de reposo fue de unos 4 litros de aire, sin embargo, al simular en los estudiantes condiciones obstructivas se presentó una disminución de dicho parámetro. Esto ocurre debido al aumento de la contracción por parte del músculo liso, que conlleva a una disminución del diámetro de las vías aéreas, aumentando la resistencia, y dificultando la llegada de aire a nivel del parénquima. Por otra parte, al simular condiciones restrictivas a los estudiantes se observó una disminución aún mayor por parte de la CVF. El cambio se originó debido a la pérdida de la distensibilidad por parte del parénquima, por lo cual aumentó la rigidez de los músculos involucrados en la respiración, dificultando la expansión de la caja torácica.¹³

FEV1 E ÍNDICE DE TIFFENEAU

Los valores teóricos demostraron que en condición de reposo el índice de Tiffeneau debería de estar en 80% aproximadamente, en obstructivo en menos del 80% y en condición restrictiva en un valor cercano al 100%. Los resultados no estuvieron cerca de los valores esperados, pero sí se observó el seguimiento de la tendencia teórica preestablecida. Utilizando como referencia la condición de reposo, se observó una disminución del valor del índice de Tiffeneau en condiciones obstructivas, y un aumento de casi el 14% en condiciones restrictivas. En una espiración forzada, el esfuerzo de los músculos regula la liberación del aire en un grado sumamente importante, lo cual explica la disminución del índice de Tiffeneau para la condición restrictiva, debido a un impedimento del esfuerzo deseado de estos músculos, incluyendo los inspiratorios, como se describió previamente.^{14,15} La disminución del índice de Tiffeneau en condición obstructiva se debe a una enfermedad de la vía aérea superior, existe un colapso súbito de esta vía durante la espiración. Sujetos que sufren de este tipo de enfermedades tienden a disminuir el volumen de aire expulsado en un segundo. Se observa esta disminución debido a una respuesta del organismo para evitar que exista un cambio súbito de gradientes de la vía aérea superior con el propósito de que no ocurra un cierre prematuro de la vía.

En conclusión, se observó que, para este experimento, los parámetros evaluados con excepción de la variable PEF, no presentaron una diferencia al simular condiciones restrictivas y obstructivas con respecto a la condición de reposo.

FLUJO ESPIRATORIO MEDIO MÁXIMO (FEF 25-75%)

Al simular en los estudiantes una condición obstructiva se observó una disminución del FEF 25-75%. Debido al incremento de la resistencia de la vía aérea, la energía requerida para la entrada y la salida del aire dentro de los pulmones fue mayor. Esto ocurrió debido a que la presión máxima que se generó entre la atmósfera y el alveolo durante la inspiración, dependían de qué tan bajo se podía llevar la presión alveolar usando los músculos inspiratorios.¹¹ Existe un mayor esfuerzo de los músculos espiratorios debido a la misma obstrucción de la vía, a la vez se encuentra un mayor gasto energético de los mismos, ya que se requiere expulsar una cierta cantidad de volumen en un mayor tiempo. Teóricamente, el aumento del esfuerzo de los músculos disminuye el volumen espirado, seguidamente esto aumenta el tiempo de la espiración, disminuyendo el FEF.

Por el otro lado, al simular en los estudiantes condiciones restrictivas se vio que los valores de FEF25-75% se mantuvieron constantes. Al comparar estos con los valores ya preestablecidos se puede observar que se cumple la tendencia.

PICO DE FLUJO ESPIRATORIO E INSPIRATORIO (PEF-PIF)

Al someter al sujeto a una simulación, de una condición obstructiva se observó una considerable disminución del PEF y el PIF. Esto ocurre debido al aumento de resistencia en las vías aéreas y la disminución del diámetro de estas, lo que causó un incremento del trabajo ventilatorio y consecuentemente la disminución del flujo aéreo. El sujeto al ser sometido a la simulación de una prueba restrictiva mantuvo el valor constante



REFERENCIAS

9. Lee H, Song WJ. Clinical Utility of Additional Measurement of Total Lung Capacity in Diagnosing Obstructive Lung Disease in Subjects with Restrictive Pattern of Spirometry. *Respiratory Care*. 2016; 10.Cdc.gov. (2015). unidad I. revisión de la anatomía y fisiología pulmonar. [online] Available at: https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2004-154c_sp/pdfs/2004-154c-chl.pdf [Accessed 14 Apr. 2018].
11. Pursley, D. (2017). Effect of Inspiratory Time on PEF/PIF Ratio in Three Oscillating PEP Devices in an Adult Chronic Bronchitis Model. *Respiratory Therapy*, [online] 13(Med. RRT-ACGS, FAARC), pp.51-52. Available at: https://drburtonhpi.com/pdf/Effect_of_Inspiratory_Time_Respiratory_Therapy.pdf [Accessed 10 Apr. 2018].

12. Medicinapreventiva.com.ve. (2015). La Espirometría: determinación de la función pulmonar. [online] Available at: <http://www.medicinapreventiva.com.ve/espirometria.htm> [Accessed 14 Apr. 2018].
13. Boron WT. Boulpaep. EL. *Medical Physiology: A Cellular and Medical Approach*. 2nd ed. Philadelphia. El Sevier; 2012. Pg. 624
14. Improvement in Ventilatory Function through Yogic Practices. Google Scholar. [Online] (2012). Halder, K., Chatterjee A., Kain, t., Pal, W., Tomer, O., Saha, M., Disponible en: <http://ajms.alameenmedical.org/ArticlePDFs/AJMS%20V5.N2.2012%20P%20197-202.pdf>
15. Johnson E, Roberts M, Mozaffar T, Young P, Quartel A, Berger K. Pulmonary function tests (maximum inspiratory pressure, maximum expiratory pressure, vital capacity, forced vital capacity) predict ventilator use in late-onset Pompe disease. *Neuromuscular Disorders*. 2016;26(2):

