

Laboratorio 2

ESPIROMETRÍA Laboratorio Biofísica, U.T.P

6.1 Objetivos

- Conocer los principios físicos que permiten cuantificar el estado del sistema ventilatorio.
- Interactuar con el instrumento biomédico que permite diagnosticar el estado del sistema ventilatorio.
- Relacionar los conceptos teóricos vistos en la materia Biofísica con la práctica.
- Formar una percepción de los rangos de operación del sistema respiratorio.
- Descubrir la importancia de la espirometría y sus variables en el diagnóstico clínico de pacientes con desordenes obstructivos y restrictivos.

6.2 Preinforme

Repase los conceptos teóricos del sistema respiratorio y las variables de medición definidas en el curso de Biofísica. A partir de las ecuaciones de volumen durante la carga y descarga de los pulmones, proponga las ecuaciones de flujo. Para lo anterior es útil recordar de nuevo la analogía entre el sistema ventilatorio y un circuito RC, en donde el volumen es el análogo de la carga eléctrica en el capacitor.

6.3 Materiales

- Espirómetro Minispir 2
- Turbina reutilizable.
- Boquillas desechables.
- PC con Software MIR Spiro.
- Recipiente con agua para limpiar turbina reutilizable.

6.4 Precauciones

Los valores y diagramas obtenidos en esta práctica no tienen significado médico y no son apropiados para el monitoreo de la salud humana. Las actividades propuestas no deben ser realizadas por personas con enfermedades contagiosas del sistema respiratorio y de la cavidad oral para evitar la propagación de la misma a los demás integrantes. Las pruebas forzadas pueden ocasionar mareos en el paciente.

El sujeto de estudio debe estar en reposo y debe prestar toda su colaboración de manera consciente sobre sus límites pulmonares. Los resultados dependen de la capacidad del sujeto al inspirar y espirar todo el aire tan rápido como pueda. Al respetar estas condiciones los resultados obtenidos serán válidos. Verifique que el sujeto de estudio no contenga residuos de comida u otros elementos en su boca antes de realizar las pruebas.

Las conexiones de cada componente encajan perfectamente, no fuerce ninguna de ellas al momento de ensamblar el sistema.

6.5 Procedimiento

Para la realización de la práctica se cuenta con un espirómetro Minispir, fabricada por MIR. Este dispositivo cuenta con un sistema de medición de flujo y volumen basado en una turbina digital bidireccional; adicionalmente implementa un método de interrupción infrarroja para determinar el ángulo de giro de la turbina y de esta manera cuantificar el flujo. El rango de volumen a medir es de hasta 10 L con una exactitud de $\pm 3\%$ o 50 mL; el rango de flujo es de hasta 16 L/s cpm una exactitud de $\pm 5\%$ o 200 mL/s. El dispositivo introduce una resistencia dinámica a 12 L/s que es menor a los 0.5 cm H₂O / L / s.

Las medidas entregadas por el espirómetro están basadas en la clasificación de la ATS (American Thoracic Society). La información es respaldada con las curvas de Flujo/Volumen y Volumen/tiempo. La prueba puede repetirse la cantidad de veces que sea necesario y el espirómetro seleccionará automáticamente los mejores parámetros. De igual forma se tendrá disponible los valores teóricos (normales) calculados por el espirómetro con base en las características basales del sujeto de estudio. Si bien se pueden seleccionar los valores teóricos propuestos por 5 autores diferentes, en general se usan los valores predichos de ERS (European Respiratory Society).

Para las siguientes actividades propuestas repita las mediciones 4 veces por persona para que el sistema pueda elegir los resultados más representativos. Somete a todos los integrantes del equipo de trabajo a las pruebas de espirometría para poder realizar el análisis final.

6.5.1 Ingreso de nuevo paciente

Para realizar las mediciones, el usuario debe proveer los datos del sujeto de estudio. Fecha de nacimiento, peso, estatura, sexo, grupo étnico, es información relevante para el cálculo de los valores teóricos.

Para ingresar un nuevo paciente lo puede hacer desde el software MIR Spiro en el computador yendo al menú "Pacientes" de la barra de menús y seleccionando la opción "Añadir Paciente". Suministre toda la información pertinente y guarde.

Inserte una boquilla desechable nueva en la turbina. Si cuenta con un clip nasal, colóquelo en la nariz del sujeto para evitar el escape de aire a través de las fosas nasales. El sujeto de estudio debe insertar por lo menos 2 cm de la boquilla en su boca más allá de los dientes, cerrando los labios para que el aire no se escape por las comisuras de su boca.

La prueba debe comenzar en los 30 segundos siguientes a presionar la tecla de inicio, de lo contrario la prueba se interrumpe.

6.5.2 Prueba de Capacidad Vital Forzada

En el software presione el botón "FVC", aparecerá una pantalla con la curva Flujo/Volumen en tiempo real. Con la boquilla en la boca, realice varias respiraciones en reposo antes de la prueba forzada. Cuando esté listo inspire lentamente tanto aire como le sea posible y luego espire todo el aire lo más rápido posible. Finalmente, sin sacar la boquilla de la boca, inspire nuevamente lo más rápido y completo posible. Para terminar la medición presione "Terminar medición" o espere 10 s para que finalice automáticamente.

La ventaja de realizar la prueba desde el software está en que puede guardar registros digitales de las gráficas y de las tablas. Para guardar los valores de las tablas busque la opción "Imprimir". Para guardar las gráficas haga clic derecho sobre la gráfica en cuestión y haga clic en "Guardar", finalmente seleccione el formato deseado.

6.5.3 Prueba de Perfil Ventilatorio y Capacidad Vital Lenta

El perfil ventilatorio se resume en una curva de Volumen/tiempo que visualiza toda la capacidad pulmonar en un ciclo normal y en un ciclo forzado, además de las reservas inspiratorias y espiratorias, los tiempos promedio de cada componente y la frecuencia respiratoria. Presione la tecla "SVC" para iniciar la prueba.

Con la boquilla en la boca realice varias respiraciones normales en reposo. El sistema de tres a cuatro ciclos para formar el perfil ventilatorio. Posteriormente un mensaje indicará que el perfil ventilatorio fue calculado y que ahora puede realizar la prueba SVC. Cuando aparezca el mensaje, inspire lentamente todo el aire que le sea posible y luego espire lentamente todo el aire que le sea posible. Para finalizar la prueba presione “Terminar prueba” o espere 3 segundos después del último ciclo de volumen. Guarde los datos desde la opción “Imprimir”.

6.5.4 Prueba de Máxima Ventilación Voluntaria

La máxima ventilación voluntaria (MVV) es la máxima ventilación que un individuo puede mantener durante un período de al menos 12 s, con una frecuencia igual o superior a 30 respiraciones por minuto. De esta manera es posible medir el estado de control voluntario, la resistencia de la vía aérea y la fuerza muscular respiratoria.

Después de presionar la tecla “MVV” comience la prueba haciendo una serie de inspiraciones y espiraciones forzadas con la máxima amplitud posible. Trate de mantener una frecuencia de 30 respiraciones/minuto. La prueba se detendrá automáticamente después de 12 s. Guarde los datos desde la opción “Imprimir”.

6.6 Análisis

En el Anexo puede encontrar una descripción de cada una de las variables medidas, además de las unidades correspondientes.

6.6.1 A partir de la tabla de resultados de la prueba FVC, registre los valores medidos (PRE) y los porcentajes del valor predicho (%Pred) para los parámetros:

- FVC
- FEV1
- FEV1/FVC

Con base en estos valores, indique cuál de los parámetros presenta la mayor desviación respecto al valor esperado y si alguno se encuentra por debajo del límite inferior de normalidad (LLN).

6.6.2 Analice el valor obtenido para la relación FEV1/FVC y compárelo con el límite inferior de normalidad.

Explique qué indica este valor acerca de la rapidez con la que el aire puede salir de los pulmones durante una espiración forzada.

6.6.3 Observe las curvas Flujo–Volumen y Volumen–Tiempo obtenidas en la prueba FVC y describa las principales características de ambas curvas.

6.6.4 Analice la gráfica de la prueba SVC e identifique en ella:

- los ciclos de respiración normal,
- el volumen tidal aproximado,
- el punto donde ocurre la inspiración máxima y la espiración máxima.

6.6.5 Compare el valor medido de MVV con el valor predicho.

Explique brevemente qué factores experimentales o fisiológicos podrían causar que el valor medido sea menor al esperado.

6.6.6 Considerando los valores obtenidos y la forma de las curvas registradas, describa de manera general el comportamiento del sistema ventilatorio del sujeto evaluado e indique si los resultados sugieren un funcionamiento normal o alguna posible alteración. ¿Identificó algún caso de desorden obstructivo o restrictivo?

Anexo

PARÁMETROS MEDIDOS

SÍMBOLO	DESCRIPCION	Unidades
*FVC	Mejor FVC	L
*FEV1	Mejor FEV1	L
*PEF	Mejor PEF	L/s
*FEV1/FVC	Mejor FEV1/FVC	
FVC	Capacidad Vital Forzada	L
FEV1	Volumen espirado en el 1° segundo de prueba	L
FEV1/FVC	FEV1/FVC x 100	%
FEV1/VC	FEV1 / mejor entre EVC e IVC x 100	%
PEF	Pico de flujo espiratorio	L/s
FEF2575	Flujo promedio entre 25% y 75% de FVC	L/s
FEF25	Flujo espiratorio forzado a 25% de FVC	L/s
FEF50	Flujo espiratorio forzado a 50% de FVC	L/s
FEF75	Flujo espiratorio forzado a 75% de FVC	L/s
FEV3	Volumen espirado en los primeros 3 s. de prueba	L
FEV3/FVC	FEV3/FVC x 100	%
FEV6	Volumen espirado en los primeros 6 s. de prueba	L
FEV1/FEV6	FEV1/FEV6 x 100	%
FET	Tiempo espiratorio forzado	S
VEXT	Volumen extrapolado	mL
FIVC	Volumen inspiratorio forzado	L
FIV1	Volumen inspirado en el 1° segundo de prueba	L
FIV1/FIVC	FIV1/FIVC x 100	%
PIF	Pico de flujo inspiratorio	L/s
MVVcal	Ventilación voluntaria máxima calculada de la FEV1	L/s
VC	Capacidad vital lenta (espiratoria)	L
ELA	Edad pulmonar estimada	años
IVC	Capacidad vital inspiratoria lenta	L
IC	Capacidad inspiratoria (máx. entre EVC y IVC) - ERV	L
ERV	Volumen de reserva espiratoria	L
TV	Volumen actual	L
VE	Ventilación por minuto, en reposo	L/min
RR	Frecuencia respiratoria	resp/min
ti	Tiempo promedio de inspiración, en reposo	S
te	Tiempo promedio de espiración, en reposo	S
TV/ti	Flujo promedio de inspiración, en reposo	L/min
ti/Ttot	$t_i/(t_i+t_e)$	/
MVV	Máxima ventilación voluntaria	L/min