

LABORATORIO DE FUNCION RESPIRATORIA

Introducción

Los exámenes de laboratorio que se requieren para la evaluación, estudio diagnóstico, manejo y tratamiento de los pacientes con enfermedades respiratorias atendidos en la consulta ambulatoria de atención primaria, son aquellos que involucran las funciones mecánicas del aparato respiratorio. La realización de cada uno de ellos requiere entrenamiento especializado, práctica supervisada y cumplimiento de los correspondientes protocolos de ejecución e implementación. La Sociedad Chilena de Enfermedades Respiratorias (SER) ha organizado las actividades de docencia y difusión en nuestro país, elaborando las recomendaciones de los estándares de calidad para realizar e interpretar los exámenes de función respiratoria.

Estos exámenes son útiles también para evaluar la función respiratoria en quienes se someterán a una mayor demanda física laboral, durante el desempeño en tareas que pueden producir enfermedades laborales respiratorias y en la evaluación de discapacidad física respiratoria por sistemas de cobertura de medicina laboral y de protección social. La evaluación pre-quirúrgica debe incluir también similares mediciones que permiten estimar el riesgo de la cirugía en pacientes con enfermedad respiratoria avanzada. Describiremos los principales exámenes de función respiratoria que están disponibles para la evaluación de los pacientes con afecciones respiratorias agudas y crónicas en los servicios de atención primaria.

Flujometría. Consiste en la medición del Flujo Espiratorio Máximo (PEF por su nombre en inglés, *Peak Expiratory Flow*). Es particularmente útil como índice de obstrucción bronquial en el control de los pacientes asmáticos. Dado que estos pacientes suelen tener obstrucción bronquial difusa episódica, es muy útil contar con un instrumento sencillo, bajo costo económico, portátil, pero requiere entrenamiento en la técnica de uso pues su resultado e interpretación son dependientes del operador y de la óptima calidad de la maniobra respiratoria. El flujómetro (*Peak Flow Meter*) permite medir sólo la fase espiratoria, por lo

que se puede usar en distintas personas, con cambio de boquilla individual, sin uso de filtro microbiológico. Para hacer la medición, el paciente debe estar correctamente sentado, con los pies apoyados en el suelo, inhalar completamente hasta capacidad pulmonar total, luego poner la boquilla dentro de la boca, entre los dientes, sellar la boca cerrando completamente los labios alrededor de la boquilla y luego espirar lo más rápido y con la mayor fuerza posible, como una explosión, sólo a través de la boquilla evitando las fugas de aire. El marcador del instrumento avanzará y se detendrá en el valor medido. El valor de flujo se mide en Litros/minuto y se expresa además en porcentaje del valor de referencia. En la Figura 1 se describen los valores de referencia según edad y talla para ambos sexos. Como ejemplo, para una mujer de 30 años y 174 cm de estatura, el valor de PEF normal es 470 L/min. Si un sujeto ha tenido antes un PEF mayor que el valor normal, ese se usará para el cálculo del valor medido expresado como porcentaje en referencia a su mejor PEF. En los pacientes asmáticos no sólo es útil la medición de un valor aislado, sino también la medición de la variabilidad diaria. Esto es, la diferencia entre el valor medido en la noche y la mañana siguiente, expresado como porcentaje del valor de noche ($(\text{PEF nocturno} - \text{PEF matinal}) / \text{PEF nocturno}$). En condiciones normales el PEF de la mañana es inferior que el de la noche previa. Si esta diferencia se acentúa, es decir la variabilidad es mayor que lo normal, es decir mayor de 20%, podemos interpretar que en su vía aérea aún hay fenómenos inflamatorios que amplifican la obstrucción bronquial que se pueda producir por diversos estímulos.

Esta medición puede resultar útil para confirmar los períodos de aparente buen control, o para identificar períodos que correspondan a distintos estados de obstrucción bronquial. Un ejemplo sería el aumento de la variabilidad diaria por hiperreactividad bronquial en el período de hospitalización por crisis asmática grave o una infección respiratoria aguda viral. Otro sería la disminución del PEF y además aumento de la variabilidad diaria durante los días de exposición a agentes inhalantes laborales productores de asma, en comparación con los días o semanas sin tal exposición. Mediciones aisladas de PEF no permiten hacer el diagnóstico de Asma, pero sí apoyar la hipótesis de obstrucción

bronquial, si las maniobras son de buena calidad y en ausencia de causas de restricción respiratoria de causa pulmonar u otras como la debilidad muscular espiratoria de cualquier causa. En los pacientes asmáticos conocidos, la medición de PEF es necesaria en la evaluación de su estado de control, ajuste de dosis de medicamentos y criterios de evaluación de gravedad y de manejo en las crisis asmáticas.

Espirometría. Es el registro en una curva volumen tiempo del volumen espirado desde una inspiración máxima hasta una espiración completa. Los espirómetros actualmente pueden ser de pequeño tamaño y mediante un programa computacional pueden recoger los datos de aire movilizado como volumen en el tiempo y flujo con que el aire se moviliza en cada valor de volumen. Este cambio de volumen se va produciendo desde el inicio, que es el fin de la inspiración que precede la maniobra espiratoria, capacidad pulmonar total, hasta el fin de la maniobra espiratoria a volumen residual. El volumen total medido en una maniobra espiratoria máxima forzada, es la Capacidad Vital Forzada (CVF, mL). Con estos datos se obtiene una representación gráfica de la espirometría en una curva volumen/tiempo y en una curva flujo/volumen. En la curva volumen/tiempo se puede medir la CVF y el Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (VEF_1 , mL). El VEF_1 expresado como porcentaje de la CVF ($VEF_1/CVF \times 100$) se altera si la espiración se hace más lenta, como consecuencia de obstrucción bronquial. Para el examen de un sujeto, ambas curvas son necesarias y complementarias porque permiten conocer los valores de volúmenes y flujos y también la calidad del examen. La correspondiente curva flujo/volumen de ambas fases, inspiratoria y espiratoria, entrega información útil para valorar la obstrucción de la vía aérea central variable o fija. Para interpretar los valores de la espirometría es necesario compararlos con valores de referencia publicados que fueron obtenidos en trabajos de investigación con mediciones en sujetos sanos. En adultos, los valores de referencia son mayores en hombres, de menor edad y mayor estatura. Consideramos normales los valores que sean al menos iguales o superiores al límite inferior de lo normal (LIN), que corresponde al valor bajo el cual se encuentran el 5% de la población estudiada que tuvo valores más bajos en el estudio de referencia. La interpretación e

informe de las espirometrías deben ser hechos por un médico especialista. Con el propósito de lograr la mejor calidad del examen en el país en forma homogénea, se ha propuesto un manual de Espirometría que es desarrollado y mantenido por la Comisión de Función Pulmonar de la Sociedad Chilena de Enfermedades Respiratorias. Las alteraciones de la espirometría con volumen disminuido, CVF menor que el LIN son Restrictivas. Las alteraciones espirométricas con VEF_1 disminuido y VEF_1/CVF disminuido son Obstructivas. Un ejemplo de enfermedad respiratoria con patrón restrictivo es la enfermedad pulmonar difusa Fibrosis Pulmonar Idiopática. Un ejemplo de enfermedad respiratoria con patrón espirométrico obstructivo es la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) y Asma bronquial no controlado.

Prueba de provocación bronquial inespecífica con metacolina. Esta prueba consiste en realizar nebulizaciones de dosis crecientes de metacolina, agente colinérgico que produce obstrucción bronquial por contracción del músculo liso bronquial. Al iniciar el examen y después de cada dosis de metacolina nebulizada, se deberá medir el VEF_1 en un espirómetro. La concentración de metacolina que produce una caída de VEF_1 en un 20% o más del VEF_1 basal es la dosis umbral o PC_{20} . El examen se suspende al obtener una caída de 20% de VEF_1 o al completar la administración de la dosis de 16 mg/dL de metacolina si no ha habido una caída de 20% de VEF_1 . El examen es normal, es decir no se demuestra hiperreactividad bronquial, si no se produce una caída de 20% de VEF_1 después de la nebulización de metacolina de 8 mg/dL. Se demuestra hiperreactividad bronquial si ha habido una caída de VEF_1 post nebulización de 20% o más en relación con el VEF_1 basal, con concentraciones de metacolina inferiores a 8mg/dL. Este examen no es diagnóstico de Asma, ni descarta el diagnóstico de Asma; es decir, debe ser interpretado en el contexto clínico del paciente. Sí aporta información útil al clínico que busca demostrar hiperreactividad bronquial en la evaluación de su paciente con obstrucción bronquial episódica.

Distancia recorrida en 6 min. Este examen consiste en medir la máxima distancia recorrida caminando durante 6 minutos en un pasillo de 20 a 30 metros de largo al interior de un

edificio. Junto a esta variable se mide la saturación de hemoglobina con un oxímetro de pulso (SpO_2), la intensidad de la disnea percibida, en una escala que tiene valores numéricos y verbales asociados (escala de Borg). También se puede medir la frecuencia del pulso, la frecuencia respiratoria y la percepción de fatiga en las piernas al inicio y al final del examen. La distancia recorrida en seis minutos se ha demostrado como factor pronóstico de sobrevida en algunas enfermedades crónicas respiratorias, enfermedades pulmonares difusas y en EPOC. Se considera normal una distancia caminada de 80% o más del valor normal. La SpO_2 depende de la presión parcial de O_2 arterial (PaO_2) que determina la afinidad de la hemoglobina por oxígeno. Un sujeto en Santiago tendrá una PaO_2 de aproximadamente $(91 - \text{edad} \times 0,3)$. Como ejemplo, para una persona sana de 50 años, su PaO_2 teórica en Santiago será 76 mmHg, que correspondería a una SpO_2 de aproximadamente 96% en reposo, valor que no disminuye significativamente durante ni después del ejercicio. El valor de referencia para la distancia recorrida en 6 minutos para una mujer de 50 años, talla de 160 cm y peso de 60 Kg es 578 metros.

Presiones respiratorias máximas, Presión Inspiratoria Máxima (PIM) y Presión Espiratoria Máxima (PEM)

La alteración de la función muscular respiratoria en las enfermedades respiratorias, neurológicas, reumatológicas y sus consecuencias en la función del aparato respiratorio son estudiadas con las presiones respiratorias máximas.

La fuerza muscular respiratoria se puede medir en la boca, con un transductor de presión conectado a una boquilla dentro de la boca del paciente. La presión máxima generada en el tórax durante un esfuerzo respiratorio máximo con la nariz y la boca ocluidas y la vía aérea central permeable, se transmite a la boca. La maniobra para medir la presión inspiratoria máxima (**PIM**) consiste en realizar un máximo esfuerzo inspiratorio desde el volumen pulmonar al final de una espiración tranquila (capacidad residual funcional), al momento de ocluir la nariz y la boquilla de modo de asegurar que no haya flujo inspiratorio. La presión así generada corresponde a la máxima fuerza que puede generar el diafragma en conjunto con los músculos accesorios de la inspiración al contraerse durante el esfuerzo

inspiratorio sin flujo. Esta presión en sujetos normales es mayor a 60 cm H₂O en la mujer y mayor a 75 cmH₂O en el hombre. De manera similar se puede medir la presión espiratoria máxima (**PEM**), al realizar un esfuerzo espiratorio máximo desde el volumen pulmonar de inspiración máxima (capacidad pulmonar total). La presión medida corresponde a la fuerza máxima que pueden generar los músculos espiratorios abdominales y torácicos al contraerse contra la boca cerrada que asegura no se genera flujo. Los valores de PEM son al menos 15 cmH₂O por encima de los valores de PIM. Los pacientes con enfermedades neuromusculares graves, avanzadas, pueden tener afectados los músculos inspiratorios, espiratorios o ambos grupos musculares. Los pacientes con disminución significativa de la PIM pueden producir flujos inspiratorios insuficientes, hipoventilación, hasta el extremo de requerir ventilación mecánica para poder satisfacer las demandas ventilatorias. Los pacientes con disminución importante de la PEM tienen dificultad para movilizar secreciones, toser, por lo que frecuentemente tienen secreciones bronquiales, atelectasias e infecciones pulmonares. Los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) tabáquica en etapas avanzadas, con hiperinsuflación, tienen desventaja mecánica y aumento de la demanda de trabajo para el diafragma, lo que contribuye a que funcione de manera poco eficiente. Se contrae generando menos fuerza que la necesaria, aún con la participación de los músculos accesorios de la inspiración. Este aumento del trabajo respiratorio es percibido por los pacientes como dificultad respiratoria. La medición de la PIM y PEM ayuda al diagnóstico y al manejo del compromiso muscular de estos pacientes, así como puede contribuir a la toma de decisiones en relación con la indicación de entrenamiento o reposo con el apoyo o reemplazo por ventilación mecánica no invasiva. En los pacientes con EPOC severa disminuye la PIM pero se mantiene la PEM en rangos normales, mientras que en las enfermedades neuromusculares avanzadas (ej: miastenia gravis, síndrome de Guillain Barré, esclerosis lateral amiotrófica) se afectan ambas mediciones.

Capacidad de difusión pulmonar de Monóxido de Carbono (DLCO). En este examen, la inhalación de pequeñas cantidades de monóxido de carbono permite estimar si existe disminución de la difusión en la membrana alvéolo capilar. La recuperación de CO en el aire espirado en exceso indica que no se ha producido suficiente difusión de este gas desde el alvéolo hacia el capilar pulmonar. Este mecanismo de difusión de CO se produce de manera similar para el intercambio de oxígeno en condiciones fisiológicas y en condiciones de enfermedad. Al medir la Capacidad de Difusión de CO alterada se puede asumir en qué magnitud este mecanismo afecta a la difusión de oxígeno desde el alvéolo hacia el capilar pulmonar. Como ejemplo de un valor de referencia, una mujer de 50 años y talla 165 cm, la DLCO normal es 22 mL/min/mmHg. Se considera que es normal un valor de DLCO mayor o igual que un 80% del valor de referencia. Este examen se puede alterar en varias condiciones de causa respiratoria y con menor frecuencia por otras causas, de modo que es necesario que haya un correcto informe por el médico especialista en el laboratorio y una correcta indicación e interpretación por el médico clínico. La DLCO se realiza más frecuentemente para el estudio, diagnóstico, evolución y estimación de la respuesta a tratamiento en enfermedades pulmonares intersticiales difusas. Su uso es complementario con otros exámenes de función respiratoria y en algunas enfermedades su disminución se hace aparente más precozmente que la disminución de la CVF en la espirometría, por lo que contribuye al estudio, seguimiento y tratamiento de los pacientes con Enfermedad Pulmonar Difusa.

Figura 1: Gráfico de valores normales de PEF

Figura 2: Gráfico de una espirometría y curva flujo volumen

Figura 3: Gráfico de informe de Prueba de Provocación bronquial con metacolina