

Pruebas de función pulmonar en niños

MARIA DE LA LUZ VALENCIA

Las pruebas de función pulmonar son un recurso valioso e indispensable en neumología pediátrica, que ayuda a establecer diagnósticos de síndrome en las enfermedades pulmonares del niño que tengan componentes obstructivos o restrictivos. Son también de gran utilidad en el seguimiento del niño con asma, fibrosis quística o enfermedad intersticial. En este artículo se describen los diferentes procedimientos que se pueden practicar de acuerdo a la edad del niño.

PALABRAS CLAVE
VOLUMENES Y CAPACIDADES PULMONARES
PATRON OBSTRUCTIVO
PATRON RESTRICTIVO

INTRODUCCION

Mediante la interrelación de los sistemas respiratorio y cardiovascular se cumple la función de proveer oxígeno a los tejidos. Para llevar a cabo un buen intercambio gaseoso se necesita la integridad de una serie de procesos; ellos son:

1. Ventilación: es la llegada de un buen volumen de aire al alvéolo cada minuto.
2. Difusión: traslado del gas a través de la barrera hematogaseosa.

3. Flujo sanguíneo: el volumen sanguíneo pulmonar es la cantidad de sangre que hay entre el comienzo de la arteria pulmonar y el final de las venas pulmonares; el volumen de sangre capilar pulmonar es el existente en el lecho capilar en cualquier momento dado; este lecho es la parte funcional de la circulación pulmonar. El flujo sanguíneo capilar puede considerarse uniforme cuando es el mismo para cada unidad de volumen alveolar (uniformidad anatómica) o cuando se distribuye por cada alvéolo en proporción a su ventilación (uniformidad fisiológica).

Cabe recordar que el intercambio gaseoso depende de una relación adecuada entre ventilación y perfusión; hay dos trastornos que lo afectan y se traducen en hipoxemia: la hipoventilación y el corto circuito (*shunt*).

Hipoventilación: el nivel de PO₂ alveolar lo da un equilibrio entre la celeridad con que la sangre retira O₂ (según las demandas metabólicas de los tejidos) y aquella con la que la ventilación alveolar lo repone; por lo tanto, si la última es demasiado baja la PO₂ alveolar desciende y la PCO₂ se eleva. Un ejemplo de hipoventilación es la depresión del estímulo central de los músculos secundaria a medicamentos como los barbitúricos.

DRA. MARIA DE LA LUZ VALENCIA, Profesora Asociada, Departamento de Pediatría, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Corto circuito: en este caso cierta cantidad de sangre retorna al sistema arterial periférico sin haber pasado por áreas ventiladas del pulmón; por lo tanto uno de sus rasgos importantes es que no se puede abolir la hipoxemia respirando O₂ al 100%.

Las pruebas de función pulmonar pueden indicar normalidad o alteración pero no hacen diagnóstico patológico específico; pueden, sí, revelar sin localizarlo un corto circuito de derecha a izquierda. (Figura N° 1)

El sencillo procedimiento de la espirometría permite medir los volúmenes y capacidades pulmonares; sea con equipos mecánicos o computarizados se obtienen siempre como datos mínimos, que permiten establecer el tipo de trastorno funcional, los siguientes: CVF, VEF₁ Y FEF_{25-75%} (o sea el flujo espiratorio forzado obtenido del 25 al 75% de la capacidad vital exhalada).

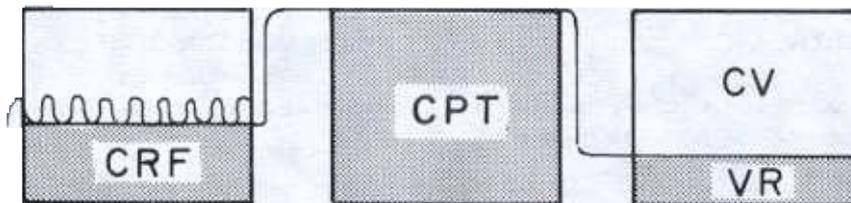


FIGURA N° 1

VOLUMENES PULMONARES REPRESENTADOS POR UN DEPOSITO QUE CONTIENE CANTIDADES VARIABLES DE AGUA. CRF: CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL. CPT: CAPACIDAD PULMONAR TOTAL. CV: CAPACIDAD VITAL. VR: VOLUMEN RESIDUAL. (Reproducido de Referencia 1).

VOLUMENES PULMONARES (Figura N° 1)

Los volúmenes no son medidas anatómicas sino funcionales; para un mejor entendimiento se pueden comparar los pulmones con un depósito que tiene cantidades variables de agua; en reposo está lleno hasta el 40%: es el volumen al final de una respiración tranquila y se denomina Capacidad Residual Funcional (CRF).

Si se le pide al sujeto que haga una inspiración máxima y la mantenga, el depósito queda lleno y el volumen así obtenido se denomina Capacidad Pulmonar Total (CPT).

Una espiración máxima equivale a vaciar el tanque aproximadamente 75%; independientemente de la intensidad del esfuerzo realizado queda el 25% del contenido. La porción que se puede vaciar se llama Capacidad Vital (CV) y la que queda atrapada es el Volumen Residual (VR); la suma de VR + CV = CPT.

Si se le solicita al sujeto que espire muy fuertemente y tan rápido como le sea posible, se obtiene la Capacidad Vital Forzada (CVF); el aire expulsado en el primer segundo de la CVF será el Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (VEF₁) que equivale al 80% de la CVF.

PATRONES ESPIROMETRICOS

Existen dos patrones espirométricos: el obstructivo y el restrictivo (Figura N° 2)

El patrón obstructivo ocurre por aumento de la resistencia al flujo de aire; puede ser ocasionado por cualquiera de las siguientes alteraciones: a) obstrucción parcial o total de la luz del conducto aéreo por aumento de secreciones como en la bronquitis crónica; un ejemplo típico en los niños es la fibrosis quística; b) cambios de la pared de las vías aéreas como ocurre durante la contracción asmática del músculo liso bronquial; c) cambios en la región peribronquial que ocasionan compresión extrínseca de los bronquios. En este patrón siempre se encontrarán reducidos el VEF₁ y la relación VEF/CVF%.

El patrón restrictivo consiste en la limitación de la expansión del pulmón por alteraciones de su parénquima o por enfermedades de la pleura, de la pared torácica o del aparato neuromuscular. La espirometría revela típicamente que la CV está muy reducida pero es exhalada rápidamente de manera que aunque el VEF₁ es bajo el porcentaje VEF/CVF puede ser igual o superior al normal.

No sólo interesa saber el tamaño del depósito sino también la rapidez con que una parte del mismo puede vaciarse; esta determinación es el VEF₁, aunque técnicamente no sea un flujo sino un volumen (Flujo = Volumen / Tiempo).

El flujo espiratorio máximo depende del tamaño de la persona y de los volúmenes a partir de los cuales se lo mida; por ejemplo: a partir de la CPT resulta mayor que a partir de la CRF. Es importante tener en cuenta que este flujo no aumenta después de realizar un esfuerzo.

ESPIRACION FORZADA

La espiración forzada es una prueba de función pulmonar; los datos obtenidos en un niño sano se

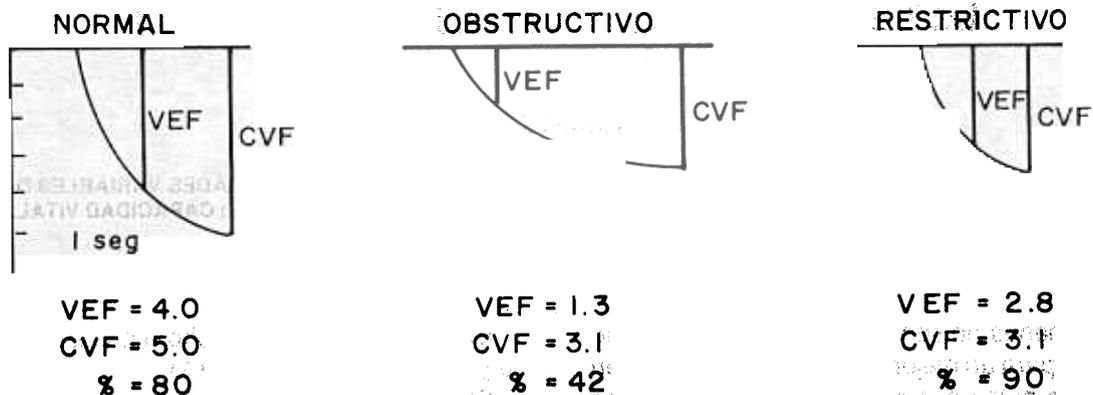


FIGURA Nº 2
 MODELOS NORMAL, OBSTRUCTIVO Y RESTRICTIVO DE LA ESPIRACION FORZADA (Reproducido de Ref. 2)

comparan con los valores medios de un grupo de niños de la misma talla, sexo y raza y se expresan como porcentajes de los mismos. Los límites máximos de normalidad para la CVF y el VEF₁ están alrededor de $100 \pm 20\%$ de los valores medios. Valores por encima de lo normal no se consideran signos de enfermedad; habitualmente se aceptan como anormales para CVF y VEF₁ los inferiores al 80% de los hallados en el grupo de niños normales. El valor normal para la relación VEF/CVF en niños es mayor de 0.75. Cuando no se establece por espirometría un patrón obstructivo y persiste la sospecha clínica del mismo se debe recurrir a otros estudios como medir flujos por medio de la curva flujo-volumen o la resistencia usando la pletismografía.

CURVA FLUJO VOLUMEN

Se obtiene con un instrumento que mide simultáneamente volumen y flujo en un sistema de coordenadas. En la abscisa se registra el volumen y en la ordenada el flujo. El individuo hace una espiración forzada como en la espirometría seguida de una inspiración máxima para obtener la CPT.

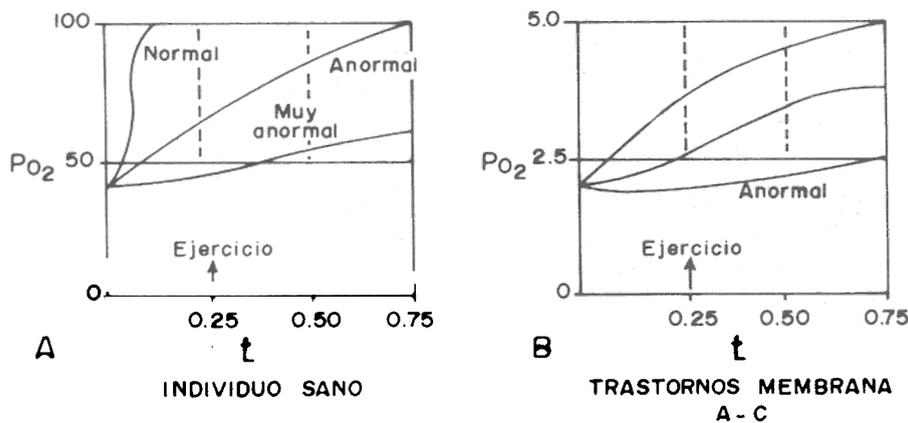
La porción inicial rápida es el pico de flujo máximo, que puede estar limitado por el esfuerzo o por la resistencia de la vía aérea; la parte periférica de ésta tiene su máxima dilatación y ofrece la mínima resistencia en la inspiración. (Figura Nº 3)

En la enfermedad obstructiva la relación flujo/volumen está alterada pero en la restrictiva puede ser normal.

PLETISMOGRAFIA

Es un procedimiento más sofisticado que la espirometría y se basa en las leyes de los gases; con ella, además de flujos y volúmenes, se pueden obtener la CRF y la resistencia de la vía aérea. Se utiliza en adultos y niños mayores pero existen también pletismógrafos para recién nacidos.

El pletismógrafo es, básicamente, una cabina con cierre hermético en cuyo interior se sienta el paciente; se lo conecta a la pieza bucal del equipo y se le indica que efectúe inspiraciones forzadas y rápidas. Al comprimir el volumen de gas en sus pulmones el aire del pletismógrafo se expande ligeramente y su presión descende. Aplicando la ley de Boyle se puede obtener el volumen pulmonar.



West

FIGURA Nº 5

EVOLUCION CRONOLOGICA DEL O₂ DURANTE EL EJERCICIO CUANDO LA DIFUSION ES NORMAL Y ANORMAL. A: CAMBIOS CUANDO LA PO₂ ES NORMAL. B: LA OXIGENACION ES MENOR CUANDO LA PO₂ ALVEOLAR ES ANORMALMENTE BAJA (Reproducido de Referencia 2).

frecuencia cardíaca a 170 latidos por minuto y tomando una espirometría basal y otra al final del ejercicio; si se presenta disminución mayor del 10% en el valor del VEF obtenido en la espirometría basal se interpreta la prueba como positiva. Siempre se debe tener a mano lo necesario para tratar una crisis de broncoespasmo que pueda desencadenarse.

Las pruebas de provocación son útiles cuando hay alguna de las siguientes situaciones: a) Historia de sibilancias con prueba de función pulmonar normal. b) Intolerancia al ejercicio. c) Tos crónica. d) Disnea inexplicable. e) Fibrosis quística. f) Neumonía recurrente. g) Bronquitis u otras enfermedades.

APLICACION DE LA PRUEBA DE EJERCICIO

Se está utilizando con mayor frecuencia la prueba de ejercicio en la evaluación del paciente pulmonar. Se recurre a ella para medir la PO₂ arterial durante el ejercicio y determinar la desaturación que ocurre en algunas enfermedades que se acompañan de trastorno de la membrana alvéolo-capilar.

En algunos laboratorios hay facilidades para monitorear continuamente la ventilación y el intercambio de gas pulmonar durante el ejercicio. Cabe recordar que las enfermedades pulmonares pueden causar disfunción cardíaca y las cardíacas generar anomalías pulmonares. En tal situación es frecuente que se dificulte determinar clínicamente si los síntomas son de origen cardíaco o pulmonar; una prueba

de ejercicio permite demostrar la causa de los mismos y la severidad del compromiso funcional.

Por medio de la prueba de ejercicio se puede también medir el consumo máximo de oxígeno (VO₂ MAX) durante el trabajo aeróbico y demostrar el comienzo temprano de la anaerobiosis (estado previo a la verdadera hipoxia clínica) que por lo general se inicia más precozmente en los trastornos cardíacos que en los pulmonares.

El ejercicio se utiliza para determinar si hay o no obstrucciones reversibles de las vías aéreas (broncoespasmos); por ello se lo emplea con mayor frecuencia en el estudio de niños con síntomas sugestivos de asma.

Aunque la prueba de provocación bronquial por medio del ejercicio es simple y casi nunca causa problemas se deben tomar las siguientes precauciones antes de iniciarla: a) Disponer siempre de un broncodilatador inhalado. b) Presencia de un médico durante la prueba. c) Broncodilatador inyectable. d) Nunca practicarla en un paciente con disnea de reposo.

OTRAS CONSIDERACIONES

Es importante tener en cuenta que las pruebas de función pulmonar en niños son más difíciles de practicar que en el adulto; sin embargo, se pueden realizar en recién nacidos utilizando un pletismógrafo.

En el niño recién nacido y el lactante menor o mayor una buena forma de evaluar la función pulmonar es tomar la frecuencia respiratoria, siempre que el niño esté tranquilo, afebril o dormido; es una prueba segura de la distensibilidad; se puede hacer en cualquier sitio y es útil para controlar enfermedades frecuentes como la infección respiratoria aguda.

En los niños de 4 a 6 años la prueba más usada es la medición del flujo espiratorio por medio de un flujómetro; se recomienda hacer cinco mediciones y tomar el dato mayor; puede ser utilizada en el monitoreo en casa de entidades como asma y fibrosis quística con el fin de detectar precozmente las recaídas.

Al niño mayor de 6 años a quien se le va a practicar espirometría o pletismografía se le debe explicar en qué consiste el procedimiento; éste se puede realizar con el paciente sentado o de pie, con la nariz tapada; en estos niños lo ideal es la espirometría cuantitativa midiendo flujo volumen. Puede medirse también la fuerza inspiratoria, dato valioso en la enfermedad muscular, demostrando alteraciones en la CPT y la CV.

INDICACIONES PARA REALIZAR PRUEBAS DE FUNCION PULMONAR

Son múltiples las situaciones en que está indicada la práctica de pruebas de función pulmonar; una de las más importantes es el manejo del niño con asma. Durante el ataque todos los índices de la velocidad del flujo espiratorio están muy reducidos incluyendo VEF₁, porcentaje de VEF/CVT, el FEF 25-75%. La CV por lo general también está reducida porque las vías aéreas se cierran prematuramente al término de una espiración completa. Los cambios de estos índices con las drogas broncodilatadoras son de gran importancia en el asma; pueden provocarse administrando durante dos minutos un broncodilatador B2 en aerosol. Todos los índices aumentan notablemente cuando se administra un broncodilatador durante el ataque y los aumentos son una medida de la capacidad de respuesta de las vías aéreas.

En el estado asmático hay muy pocos cambios porque los bronquios no tienen capacidad de respuesta y los volúmenes pulmonares estáticos se hallan aumentados, por lo que no es infrecuente encontrar aumento de CRF y CPT.

El VR aumentado lo causa el cierre prematuro de las vías aéreas durante una espiración completa como

consecuencia del aumento del tono del músculo, de la inflamación de las paredes de los conductos aéreos y de la presencia de secreciones anormales.

La resistencia de las vías aéreas medida en el pletismógrafo corporal es elevada y desciende después del uso de un broncodilatador.

En el manejo del niño asmático es indispensable el buen uso de las pruebas de función pulmonar como forma de garantizar y comprobar la utilidad de su manejo terapéutico.

Además de su importancia en el asma cabe utilizar las pruebas de función pulmonar en las siguientes situaciones:

1. Como ayuda diagnóstica.
2. Para el seguimiento de enfermedad pulmonar crónica.
3. Con el fin de evaluar la respuesta a los tratamientos en el asma y la fibrosis quística.
4. Para evaluar enfermedades sistémicas que pudieran ocasionar lesión pulmonar: pacientes diabéticos insulino-dependientes, con deterioro progresivo de la función pulmonar pueden presentar disminución de la capacidad vital.
5. Como una medida de la prevalencia de enfermedad pulmonar en una comunidad.

SUMMARY
PULMONARY FUNCTION TESTS IN CHILDREN
Pulmonary function tests are a valuable resource in the practice of pediatric pneumology; they allow the establishment of syndromic diagnoses in obstructive or restrictive lung diseases of children; besides they are very useful in the follow-up of pediatric patients with asthma, cystic fibrosis or interstitial lung disease. In this article different diagnostic procedures are described; their bases, interpretation and applications according to age are discussed.

BIBLIOGRAFIA

1. WALL MA. Test de la función pulmonar en medicina ambulatoria. *Pediatr Clin North Am* 1984; 31: 773-783.
2. WEST JB. Fisiología respiratoria. México: Editorial Médica Panamericana, 2a. ed. 1981; 174.

3. CONRAD SA, KINASEWITZ GT, GEORGE RB, et al. Pulmonary function testing. Principles and practice. New York: Churchill Livingstone, 1984: 378.

4. FORSTER RE II, DUBOIS AB, BRISCOE WA, FISHER AB. The lung: physiologic basis of pulmonary function. Chicago: Year Book Medical Publishers. 3a. ed. 1986; 329.

5. SHELLMAN DL, GODFRE S. Functional residual capacity in healthy preschool children lying supine. *Am Rev Respir Dis* 1987; 135: 954-956.

6. LARSSON A, WERNER O. Ventilatory consequences of the lateral position and thoracotomy in children. *Can J Anesth* 1987; 34: 141-145.

7. REDLINE S, PETER V. Assessment of genetic and nongenetic influences on pulmonary function. A twin study. *Am Rev Respir Dis* 1987; 135: 217-222.

8. HELMS P, BAIN SH. Foot and hand length for prediction of vital capacity in scoliotic children. *Spine* 1986; 11: 746-748.

9. GRECE R. Manual of pulmonary function testing. Toronto: London, 2a. ed. 1979; 117.

10. PEREZ-NEIRA J. Función ventilatoria en niños normales de la ciudad de México. *Neumol Cir Torax Mex* 1978; 39: 87-90.

11. PEREZ-NEIRA J, GORDIDA-CHAVARRIA A. Gasometría arterial en niños durante el ejercicio. *Neumol Cir Torax Mex* 1980; 41: 33-37.

Coomeva

USTED **SÍ** PUEDE

ELEGIR LO MEJOR PARA SU FAMILIA

Confíenos su salud y la de los suyos por nuestra **MAYOR EXPERIENCIA** y **GRAN SOLIDEZ**; 230.000 usuarios satisfechos así lo han hecho.

Un programa de Salud para cada presupuesto

Para mayor información llame ya:
216-32-33, 216-25-44 o visítenos: Cra. 40 N° 49-24

19 años

Coomeva

Protegiendo su Salud y su Presupuesto

Oficinas de Coomeva en: Armenia • Barranquilla • Bogotá • Buenaventura • Cali • Cartago • Ibagué • Medellín • Palmira • Pereira • Popayán • Toluá • Uribá

Revisión JANUO 07 0328 March 93 7/64