

Rehabilitación pulmonar en niños: un reto para los profesionales en medicina física y rehabilitación

Pulmonar rehabilitation in children: a challenge for physical medicine and rehabilitation practitioners

Doris Valencia Valencia, Edicson Ruiz Ospina, Pedro A. Escobar

Recibido:
10 de abril de 2013

Aceptado:
23 de mayo de 2013

Autores:
Doris Valencia Valencia
Médica epidemióloga.
Especialista en Medicina
Física y Rehabilitación.
Candidata a especialista en
Rehabilitación Cardiopulmonar.
Profesora asociada de la Universidad
Nacional de Colombia.
Médica Fisiatra de la Fundación
Hospital la Misericordia.
Bogotá, D. C., Colombia.

Edicson Ruiz Ospina
Médico residente de Medicina
Física y Rehabilitación.
Universidad Nacional de Colombia.
Bogotá, D. C., Colombia.

Pedro A. Escobar
Médico residente de Medicina
Física y Rehabilitación.
Universidad Nacional de Colombia.
Bogotá, D. C., Colombia.

Correspondencia:
dvalenciava@unal.edu.co

Conflictos de interés:
Los autores del trabajo declaramos
que no tenemos conflictos de
interés, que somos responsables del
contenido del presente artículo y no
hemos sido patrocinados por
ninguna empresa pública o privada.

RESUMEN

El incremento en el número de enfermedades respiratorias crónicas (E.R.C.) en niños y su progresión a la cronicidad han generando detrimento significativo en la calidad de vida del niño y de su familia, permitiendo que los Programas de Rehabilitación Pulmonar (P.R.P.) se conviertan en una herramienta de gran importancia para modificar y en la mayoría de los casos mejorar la calidad de vida de los pacientes con E.R.C. y sus familias.

La educación del niño y su familia, el entrenamiento aeróbico de los músculos ventilatorios, de la musculatura de miembros superiores e inferiores, y el trabajo de fuerza, orientados a mejorar la capacidad funcional, la tolerancia al ejercicio y la independencia funcional, conllevan a la mejoría del bienestar bio-psico-social del paciente y su familia.

Palabras clave: Rehabilitación pulmonar, músculos inspiratorios, músculos espiratorios, entrenamiento aeróbico, ejercicio.

ABSTRACT

The increase in the number of chronic respiratory diseases in children and their progression to chronicity has made possible that the programs of pulmonary rehabilitation, become a tool of great importance, in order to modify and great success the quality of life of the patients with chronic respiratory disease and their families.

The education of children and their family, the aerobic training, the ventilatory muscle training, the one of force and resistance everything oriented to improve the functional capacity, the tolerance to the exercise and independence, it represent improvement in the condition of health, and the quality of life of the patient and its family.

Key words: Pulmonary rehabilitation, inspiratory muscles, expiratory muscles, training.

Los P.R.P. en niños surgieron en la época de las epidemias de tuberculosis y hoy en día se desarrollan en centros médicos modernos multidisciplinarios, con metas claras para los niños y adolescentes, que incluyen la recuperación de las actividades escolares, recreativas, comunitarias, deportivas, mejorando la calidad de vida y la condición de salud de los pacientes con E.R.C. Los P.R.P. utilizan una gran cantidad de recursos en salud que incluyen procedimientos diagnósticos, cuidados médicos específicos, intervenciones educacionales y un equipo multidisciplinario entrenado y orientado en la prescripción de realización de la actividad.

En las E.R.C. tales como el asma o la fibrosis quística, los P.R.P. han demostrado reducción de los síntomas, incremento en la capacidad aeróbica y la fuerza muscular, mejorando la elasticidad y función pulmonar, controlando la inflamación, enseñando al paciente y a su familia cómo controlar los síntomas, reduciendo así los costos en salud¹.

En Colombia los P.R.P. están apareciendo apoyados en el acuerdo 0094 de 2004², el cual regula en el Plan Obligatorio de Salud dichos programas y establece la obligatoriedad si el médico así lo prescribe.

Existen criterios generales para la prescripción de un programa de ejercicio, como son los principios de Faulkner³; estos principios son: la intensidad, la especificidad y la reversibilidad, y siempre los debemos tener en cuenta al momento de la prescripción del ejercicio en los niños⁴.

Todos los niños tienen un impulso natural de moverse, jugar y realizar actividad física; esta es necesaria para una salud emocional y psicológica, como también para el desarrollo desde el punto de vista motor, tanto en los niños sanos como los que presentan patologías cardiovasculares, neuromusculares o de otro tipo. Existen pocos estudios que con bases firmes recomienden la actividad física en niños, deporte y/o entrenamiento tanto para niños sanos como para los que presentan alteracio-

nes cardiorrespiratorias o enfermedades de otro tipo que obliguen al sedentarismo. La academia europea de cardiología recomienda una actividad física mínimo de 60 minutos con una intensidad de moderada a vigorosa. Se debe tener variedad en la actividad, anotando que todo niño, independiente de su enfermedad, se beneficia de una prescripción de ejercicio adecuada, la cual debe de tener intensidad y duración, teniendo siempre en cuenta las recomendaciones y precauciones acerca de la intensidad, duración y progresión dada por los expertos⁵. El US CDC (Center for Disease Control and Prevention) recomienda que los niños y adultos jóvenes deben realizar al menos 60 minutos de actividad física diaria, con ejercicio aeróbico intenso, al menos tres veces a la semana y deben agregar ejercicios de fuerza con flexiones de brazos (ejercicios de *push-up*) incluidos en la rutina⁶.

Solo el ejercicio con una intensidad por encima de la basal es capaz de inducir adaptaciones; a esto se le denomina efecto de entrenamiento. Muchos autores coinciden en que en el niño el inicio del entrenamiento (si previamente no realizaba actividad física regular) debe ser a una intensidad entre el 45% y el 50% de la frecuencia cardíaca máxima predicha⁷, calculada mediante la fórmula de Tanaka ($208 - 0,7 * \text{edad}$) o llevando a un consumo de oxígeno entre el 45% y el 60% del consumo máximo (VO_{2max}). Este nivel de ejercicio debe ser mantenido entre 30 y 45 minutos dos o tres veces a la semana. Existen investigaciones con evidencia fuerte sobre la realización de ejercicio dos veces a la semana, pero otros autores refieren que la intensidad debe de ser de tres. Los últimos estudios recomiendan tres veces a la semana (evidencia B)⁸. Este modelo de entrenamiento enunciado está muy lejos del umbral glucolítico, por lo cual permite el desarrollo de adaptaciones fisiológicas en los músculos de los miembros superiores, inferiores y ventilatorios, mejorando la función cardíaca y la tolerancia al ejercicio, y, por ende, la calidad de vida.

La especificidad señala que el impacto de la actividad física se evidencia en los músculos con

los cuales se está realizando la actividad; esto corrobora la necesidad de trabajar dentro del programa de rehabilitación pulmonar la musculatura de miembros superiores e inferiores, así como también, específicamente, la musculatura ventilatoria, de importancia extrema en la mecánica pulmonar y en el aporte de O₂ a la economía.

La *reversibilidad* apoya el concepto de transitoriedad en el entrenamiento muscular, el cual vuelve a su estado previo luego de haberse suspendido por un tiempo el estímulo. Lo anterior apoya la necesidad del seguimiento en los P.R.P., con mantenimiento y apoyo mediante la realización de actividades en casa de manera permanente, con supervisión del equipo de rehabilitación para mantener las adaptaciones generadas.

CONSIDERACIONES GENERALES DEL P.R.P.

Para el inicio del P.R.P. en niños es necesario tener en cuenta la historia clínica y las pruebas de función pulmonar y del estado general; se debe, además, evaluar la motivación del paciente y su familia, la estabilidad de la patología de base, y las complicaciones y comorbilidades asociadas. No todo paciente con E.R.C. es candidato al P.R.P.

En forma general, el P.R.P. está indicado en pacientes, adultos o niños, cuya enfermedad pulmonar (tabla 3) dé lugar a restricción en la participación, que limite su desempeño escolar, familiar o social, o sus actividades básicas cotidianas.

Específicamente deben ingresar al P.R.P. los pacientes (tabla 1):

1. Con enfermedad pulmonar crónica que, estando estables y con tratamiento adecuado, presenten sintomatología que afecte su desempeño.
2. Cuya disnea interfiera con las actividades de la vida diaria.

3. Con disminución de la tolerancia al ejercicio.
4. Con aumento persistente de los síntomas y de la disnea a pesar de tratamiento.
5. Con episodios recurrentes de exacerbación.
6. Con enfermedad pulmonar crónica moderada o severa programados para cirugía mayor no torácica o para cirugía de resección pulmonar.
7. Con enfermedad neuromuscular progresiva.
8. Con alteraciones estructurales de la caja torácica.

Tabla 1. Condiciones patológicas que se benefician del Programa de Rehabilitación Pulmonar

1. EPOC (Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica).
2. Enfermedades crónicas diferentes de la EPOC: asma, bronquiectasias, fibrosis quística.
3. Enfermedades pulmonares restrictivas: fibrotórax, fibrosis pulmonar, síndrome de hipoventilación-obesidad, pos-SDRA. Enfermedades neuromusculares progresivas.
4. Alteraciones de la pared torácica y el diafragma: cifoescoliosis, síndrome pospolio, parálisis diafragmática.
5. Condiciones quirúrgicas: pre y post cirugía de resección pulmonar, reducción de volumen, trasplante pulmonar y cirugía mayor en pacientes con enfermedad pulmonar avanzada.
6. Enfermedad neuromuscular: ELA, Guillain-Barre, otras.
7. Enfermedades degenerativas que afecten el pulmón y la calidad de vida.

No deben ingresar al P.R.P. los niños y sus familias con poca motivación, pacientes con trastornos psiquiátricos y/o cognitivos severos, que les impidan interactuar con el equipo interdisciplinario, o que no entiendan las instrucciones dadas, por lo cual se considera que el niño por debajo de los seis años de edad no es candidato para el ingreso al programa.

Las condiciones que contraindican el entrenamiento físico son: arritmias graves, síncope inducido por el ejercicio, angina inestable, enfermedad valvular aórtica moderada a severa,

insuficiencia cardíaca congestiva descompensada, insuficiencia hepática, trastornos metabólicos no controlados y la coexistencia de problemas osteomusculares o neurológicos que reduzcan severamente la movilidad⁹.

Los niños con hipoxemia en reposo o durante el ejercicio no deben ser excluidos y se les debe administrar oxígeno suplementario durante las sesiones de ejercicio⁹.

El niño debe estar estable para las sesiones; sin embargo algunos estudios han demostrado beneficios en el paciente durante o inmediatamente después de una exacerbación¹⁰.

Las pruebas de función pulmonar como la espirometría, la curva flujo volumen, la capacidad de difusión del monóxido de carbono (DLCOsb), la medición de la presión inspiratoria máxima (Pim) y la presión espiratoria máxima (Pem) permiten establecer el diagnóstico y la severidad del compromiso pulmonar, pero no la capacidad funcional, por tal razón se hace necesario utilizar pruebas de ejercicio submáximo y pruebas incrementales. El test de marcha en seis minutos y la prueba de ejercicio con carga incremental (*Shuttle test*)⁵ son pruebas reproducibles, de fácil realización, económicas, y útiles para el conocimiento de la capacidad funcional así como para control del programa como medidas de impacto.

Todos los pacientes deberían tener pruebas pulmonares básicas para el inicio del P.R.P.: la espirometría, curva flujo volumen, Pim, Pem y flujo pico. Posteriormente se deben realizar pruebas de ejercicio submáximo donde se evalúa la capacidad del paciente a una carga constante, con medición de la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, pulsoximetría y evaluación de la percepción de la disnea y la fatigabilidad por medio de la escala de Borg. Diferentes pruebas de ejercicio submáximo se han realizado; pero la prueba de caminata en seis minutos es la que se ha utilizado para predecir la supervivencia en pacientes con enfermedad obstructiva pulmonar¹¹. La Sociedad Americana de Tórax (ATS, por sus siglas en in-

glés) ha normatizado la realización de esta prueba en lo que tiene que ver con la metodología y la indicación de su aplicación¹². La prueba documentará de manera indirecta el consumo de O₂, medición importante y fundamental que nos orienta sobre la capacidad aeróbica del paciente. La prueba de marcha en seis minutos se estandarizó en niños caucásicos¹³, logrando medir la distancia caminada con límites en hombres y en mujeres de 667,3-727,6 y 655,8-660,9 metros, respectivamente. Li A y cols.¹⁴ estudiaron 1445 niños sanos y estandarizaron estos valores de normalidad relacionados con la talla, estableciendo un normograma entre los percentiles 25 y 75 para la distancia.

Otros autores como Oliveira AC y Jardim JR, en el Centro de Rehabilitación Pulmonar en Sao Pablo, estudiaron cómo la altura y la edad de los niños influenciaban el test de caminata en seis minutos, específicamente la altura y la longitud de las piernas. Para tal fin tomaron 161 niños sanos entre 6 y 13 años; dos caminatas fueron realizadas al mismo niño teniendo en cuenta las guías de la ATS, encontrando que no había diferencias significativas estadísticamente en los dos grupos de pacientes¹⁵. Por lo tanto concluyeron que la longitud de las piernas no hace que varíe el resultado de la prueba.

La prueba de caminata en seis minutos ha sido utilizada en niños con fibrosis quística¹⁶, bronquiolitis obliterante, cardiopatías, antecedentes de neumonía y alteraciones en la espirometría¹⁷, demostrando una distancia caminada promedio de 589 metros + 0 - 71. El límite inferior de lo esperado fue de 690 + 0 - 43. En todos los niños estudiados la prueba fue bien tolerada, no se presentaron complicaciones; así, se demuestra que es un test seguro, de bajo costo, fácil de realizar y reproducible, además de ser útil para medir el impacto de los P.R.P. Los autores aconsejan realizar la prueba de rutina en los P.R.P. para medir la capacidad funcional. Esto ha hecho que sea de utilidad en pacientes con enfermedades neuromusculares para medir progresión de la enfermedad y capacidad aeróbica¹⁸, por lo cual

se ha implementado en enfermedades neuromusculares como medida de resistencia¹⁹ y en distrofia muscular de Duchenne para evaluar progresión de la enfermedad²⁰, el impacto del uso de corticoides²¹ y en pacientes con síndrome Down²², entre otros.

Existen circunstancias que pueden variar la ejecución de la prueba y se deben tener en cuenta en su evaluación, como son: baja estatura, alto peso corporal, sexo femenino, trastorno cognitivo, trastornos musculoesqueléticos y enfermedades cardiovasculares. Y factores que incrementan el desempeño como son: talla alta, sexo masculino, alta motivación, pacientes entrenados, y pacientes con suplemento de oxígeno en estado hipóxico basal²³.

Todos los P.R.P. deben tener definidos los protocolos que se utilizarán en los pacientes, con objetivos claros explicados a la familia (todo paciente debe de firmar consentimiento y un asentimiento informado), teniendo en cuenta que en la mayoría de las veces se tiene un impacto funcional y en calidad de vida y no en la modificación de las pruebas respiratorias, ni destete del O₂.

El programa se divide en tres etapas:

- I. Hospitalaria.
- II. Ambulatoria supervisada.
- III. Ambulatoria no supervisada.

En la etapa hospitalaria se debe tener en cuenta que el paciente esté compensado para ingresar en el programa; la utilizamos para realizar la historia clínica, evaluar criterios de inclusión y exclusión, solicitar las pruebas pulmonares necesarias y la programación del test de marcha en seis minutos.

En la etapa ambulatoria supervisada, las sesiones deberán ser mínimo tres veces a la semana con una duración entre 45 y 60 minutos, dependiendo de la tolerancia del paciente a su enfermedad de base, y de la compensación de su patología. Algunos autores recomiendan²⁴ entrenamiento con intervalos de alta intensi-

dad, los cuales son más beneficiosos para mejorar la capacidad aeróbica, pero la intensidad óptima todavía es desconocida. La mayoría de los programas de rehabilitación pulmonar en niños recomiendan ejercicios a intervalos, dependiendo de la tolerancia, con periodos de reposo en la misma sesión²⁵, alternando con ejercicios de entrenamiento aeróbico y de fuerza que aumentan la capacidad de trabajo físico y la fuerza muscular²⁶.

La intensidad de la sesión dependerá de los resultados de la prueba submáxima de ejercicio (test de marcha en seis minutos), resultado sobre el cual se deben establecer el nivel de trabajo inicial que represente el 45%-50% del trabajo máximo alcanzado en la prueba o el 45%-50% del VO₂ max²⁷. A pesar de que en niños no se ha investigado con suficiente profundidad la relación entre el test de marcha en seis minutos y el consumo de oxígenos, Cappelleri y cols. estudiaron el test de marcha en seis minutos en niños con hipertensión pulmonar y su relación con el pico de VO₂ en 106 pacientes para evaluar la intervención farmacológica con el sildenafil, encontrando un coeficiente de correlación intraclase de 0,79; esto permite concluir que en la población infantil con hipertensión pulmonar la prueba de marcha en seis minutos tiene buena correlación y confiabilidad con el pico de VO₂ y otras medidas de impacto cuando se evalúan los programas²⁸. La frecuencia cardíaca también es un parámetro para considerar la intensidad del ejercicio, el cual se tendrá en cuenta si aquella no se encuentra alterada por patología cardíaca, pulmonar, o por medicamentos.

Con los parámetros anteriores, es posible determinar las metas del ejercicio y sus incrementos, y además relacionar de acuerdo con la prueba de esfuerzo percibido la percepción del ejercicio. Posteriormente, cuando el paciente haya realizado ejercicio de manera constante, durante las dos primeras semanas, y los parámetros se encuentren según lo programado, se realiza la prueba de carga incremental (*Shuttle test*)²⁹. Esta es una prueba de campo de

ejercicio máximo que tiene una alta correlación con el consumo de O_2 ³⁰.

Estudios realizados en países como Chile y Argentina, que tienen experiencia con rehabilitación pulmonar en niños, han encontrado que la prueba de carga incremental es sencilla, reproducible y de disponibilidad mucho más amplia que la prueba ergoespirométrica, sobre todo en países como los nuestros, que no tienen siempre la posibilidad de utilizar pruebas costosas para estimar el consumo máximo de O_2 de un paciente.

El periodo de entrenamiento de los programas de rehabilitación pulmonar se ha establecido como mínimo en ocho semanas³¹. Además del entrenamiento cardiovascular aeróbico, se debe incluir entrenamiento de fuerza y resistencia de musculatura de miembros superiores, inferiores y de musculatura ventilatoria.

En la mayoría de los pacientes los miembros superiores están pobremente entrenados porque no soportan peso, y por esta razón cuando existe una enfermedad que lleva al sedentarismo estos miembros se comprometen más rápido que los inferiores. Lo anterior, sumado a la alteración de la musculatura ventilatoria, la utilización de los músculos accesorios de la respiración y el aumento de la frecuencia cardíaca con una rápida acción glucolítica en actividades de baja intensidad, complica el cuadro del paciente. Es por esta razón que en toda rutina hay que incluir los ejercicios de fuerza y resistencia de miembros superiores³².

En niños y adultos jóvenes, la utilización de medidas para la evaluación de la fuerza se convierte en una herramienta fácil y accequible, comparable con la valoración del 1 RM (resistencia máxima) que se sugiere en adultos³³. El dinamómetro que evalúa la fuerza en miembros superiores e inferiores será de gran ayuda para calcular el porcentaje de actividad con la cual el paciente iniciará el ejercicio. Se recomienda empezar con un 25% para garantizar una actividad aeróbica fosforilativa³⁴. A medida que el paciente aumente la tolerancia se irá progresan-

do en la intensidad, hasta alcanzar al final de las sesiones un 75% a 80% de lo evaluado.

El entrenamiento de los miembros inferiores utilizando ejercicios en cicloergómetro de miembros inferiores, banda sin fin, solos o en combinación logra adaptaciones musculares, cardiovasculares y respiratorias siempre y cuando se cumpla con el nivel de intensidad recomendado (al inicio 45% de la frecuencia cardíaca esperada) o por la escala de esfuerzo percibido (escalas de Borg).

Cuando el paciente tolera la realización del test de carga incremental, se hará la prescripción con base en la prueba, aumentando la resistencia y la fuerza semanalmente, durante las sesiones, y evaluando respuesta con los valores fisiológicos. El entrenamiento con cicloergómetro o en banda sin fin facilita el cálculo de la resistencia progresiva para el entrenamiento de los miembros inferiores, siempre vigilando actividad aeróbica, hasta llegar a un 60% de la frecuencia cardíaca máxima o a un 60% del VO_2 calculado. Utilizando como metodología el juego, se han realizado programas de entrenamiento en niños quemados; se han empleado la música y el juego como herramienta para el ejercicio oxidativo (aeróbico), encontrando que su utilización mejora los rangos de movimiento pasivo más que en el programa estándar³⁵.

El entrenamiento tiene como finalidad mejorar la capacidad funcional del niño; es decir, facilitará los cambios estructurales y funcionales en los músculos, los cuales darán mayor fuerza y resistencia a la movilidad articular y mejorarán la respuesta cardiorrespiratoria que asegure un aporte de oxígeno adecuado a las necesidades metabólicas aumentadas por el ejercicio.

El entrenamiento de los músculos ventilatorios es parte fundamental del P.R.P., con reservas por algunos autores, ya que todavía no existe suficiente evidencia al respecto³⁶. Según Gimenez-Servera y Vergara en su libro de *Prevención y rehabilitación en patología respiratoria crónica*, el entrenamiento de los músculos respiratorios alivia la disnea, aumenta la capacidad de caminar

y mejora la calidad de vida relacionada con la salud.

Cuando hablamos de musculatura ventilatoria debemos tener en cuenta varios tipos de músculos: músculos de la respiración normal: diafragma, escalenos, intercostales externos; músculos de la inspiración forzada: esternocleidomastoideos, pectorales, elevador de las costillas, serrato mayor y menor, espinales, trapecio, romboides; músculos de la espiración normal: los inspiratorios al relajarse; y músculos de la espiración forzada: intercostales internos, recto abdominal, oblicuo, serrato menor, transverso abdominal, cuadrado lumbar.

Cuando el paciente realiza el proceso de inspiración se produce inicialmente una contracción del diafragma, posteriormente los fascículos costales del diafragma actúan sobre las seis últimas costillas, los arcos costales se elevan lateralmente y hacia delante aumentando el diámetro transverso y anteroposterior del tórax, generando una presión negativa que permite la entrada del aire. La fuerza de los músculos espiratorios e inspiratorios se ha evaluado convencionalmente a través de la medición de la presión espiratoria máxima y de la presión inspiratoria máxima (Pim y Pem)³⁷. En la evaluación, además, debemos de tener en cuenta la configuración de la caja torácica, las alteraciones de la columna vertebral y las asimetrías, el tipo de respiración, si es costal superior, costo-diafragmática o abdominal, y las características de la bomba ventilatoria.

Dentro de la mecánica ventilatoria participan varios tipos de fibras musculares: fibras I y IIa, que son fibras lentas, resistentes a la fatiga. Las fibras IIa se contraen produciendo frecuencias respiratorias elevadas durante el ejercicio. Las fibras IIb, al ser rápidas, son las activas durante el estornudo y la tos. El diafragma es un poderoso músculo que tiene la capacidad de adaptarse a la exigencia ventilatoria; es resistente a la fatiga con eficiencia energética, aumentando la cantidad de fibras tipo II (lentas oxidativas) resistentes a la fatiga. Se producen entonces en el diafragma, luego de

un programa de entrenamiento, fenómenos adaptativos como aumento de la actividad oxidativa, pero también ante lesión y alteración en su contracción y, por ende, de la capacidad ventilatoria.

Entrenar los músculos inspiratorios se introdujo en los P.R.P. en la década de los ochenta para mejorar su fuerza y su resistencia. La mejoría de la resistencia y de la fuerza redundan en una mejor tolerancia al ejercicio. Para mejorar la resistencia se aconseja ejercicios de baja carga y alta intensidad, con alta capacidad oxidativa, que convierten las fibras tipo IIb en IIa, o sea fibras rápidas oxidativas en lentas oxidativas; la mejoría de la fuerza se consigue con contracciones de cargas altas de baja frecuencia, que consiguen aumentar el número de miofibrillas. El entrenamiento de los músculos respiratorios alivia la disnea, aumenta la capacidad de caminar y mejora la calidad de vida relacionada con la salud³⁸. Algunos protocolos recomiendan entrenamiento de 20 minutos por 5 días a la semana, por 6 semanas³⁹.

Se han encontrado algunas revisiones de la colaboración Cochrane, específicas para enfermedades de tipo obstructivo diferentes al EPOC, en las cuales no hay suficiente evidencia para recomendar la actividad de fortalecimiento de musculatura inspiratoria⁴⁰. Kim MJ y Covey CA sostienen que el entrenamiento de los músculos inspiratorios se debe iniciar con baja intensidad, hasta llegar a un 60-70% de la presión inspiratoria máxima. La mínima carga requerida, según los autores, para conseguir efecto de entrenamiento, es del 30% de la Pimax⁴¹.

El entrenamiento de la fuerza se realiza mediante instrumentos que aumenten la resistencia al flujo inspiratorio, con umbrales de carga inspiratoria y la utilización de la hipernea voluntaria isocápnic⁴².

Los métodos de entrenamiento de musculatura respiratoria más usados son: cargas inspiratorias umbral, cargas resistivas inspiratorias, y el método de la hipernea isocápnic⁴³.

El entrenamiento de los músculos inspiratorios (evidencia B), entonces, se realiza de tres maneras⁴⁴:

1. Cargas inspiratorias umbrales con dispositivos que permiten la apertura de una válvula con resistencia graduada desde -7 hasta 40 cmt de H₂O; el dispositivo permite el incremento de la resistencia. Las cargas se van incrementando progresivamente, siempre y cuando se garantice que entre un incremento y otro la frecuencia respiratoria (10-20 respiraciones por minuto), el volumen corriente y el tiempo inspiratorio permanezcan constantes.
2. Entrenamiento con umbral de carga inspiratoria resistida, el cual se consigue a través de un dispositivo que permite una espiración sin resistencia, pero una inspiración a través de un dispositivo con orificios decrecientes para aumentar la resistencia.
3. Hiperpnea isocápnic ventilatoria, la cual requiere que el paciente realice períodos prolongados de hiperpnea (hasta de 15 min), generalmente dos veces al día. El indicador clave para determinar el nivel de hiperpnea que debe alcanzar el paciente es la capacidad ventilatoria máxima sostenida. Existen pocos estudios con este método⁴⁵; el objetivo es entrenar a un cierto porcentaje de la ventilación voluntaria máxima, requiriendo un circuito de re-respiración para evitar la disminución de la PCO₂.

A pesar de que existen recomendaciones de dos sesiones semanales, la mayoría de los autores están de acuerdo en que tres sesiones semanales por el primer mes de intervención deben ser lo óptimo⁴⁶. La mayoría de los investigadores aconsejan que el ejercicio ha de ser supervisado en las primeras sesiones y en un centro especializado, para posteriormente realizar actividades en casa (evidencia B) por un mínimo de ocho semanas (evidencia B). El mantenimiento de la actividad debe ser una regla, ya que se

ha demostrado que las adaptaciones generadas con el ejercicio declinan con el tiempo, luego de su suspensión, viéndose todavía resultados al año del entrenamiento; por tal razón, el paciente debe continuar actividades en casa con supervisión y acompañamiento del equipo interdisciplinario (evidencia A). Algunos autores recomiendan supervisar una vez al mes las actividades (evidencia B).

La educación de los pacientes y sus familias es fundamental en los P.R.P., tiene que ser continua y apoyarse en todos los profesionales del programa, enfermeras, psicólogas y trabajadoras sociales que, de manera coordinada con todo el equipo, empoderen al paciente de su tratamiento. Es un proceso continuo que deben realizar por todos los profesionales del programa, y en todo momento (evidencia D).

MEDIDAS DE IMPACTO

Existen algunas pruebas importantes que ayudan a evaluar el impacto de los P.R.P. Algunas son pruebas de tolerancia al ejercicio; otras, test de calidad de vida relacionada con la salud. Las más utilizadas son: el test de marcha en seis minutos, la prueba de carga incremental, Pimax, Pemax, el pico flujo y los test de calidad de vida.

Existen varios test que nos ayudan a evidenciar los cambios desde el punto de vista de la calidad de vida, la mayoría desde el punto de vista de los padres y pocos desde los mismos niños. La validación del cuestionario KIDSCREEN-27 para la población colombiana fue realizada por Quintero y cols.⁴⁷ en población de niños sanos, enfermos agudos y crónicos de la ciudad de Medellín.

Los instrumentos KIDSCREEN evalúan la salud y el bienestar subjetivo de niños y adolescentes. Fueron desarrollados como medidas de salud autopercibida aplicable para niños y adolescentes sanos y con enfermedades crónicas, comprendidos entre edades de 8 y 18 años.

Como resultado de su desarrollo simultáneo en 13 países europeos, los KIDSCREEN son instrumentos realmente transculturales que miden la calidad de vida relacionada con la salud, y son muy útiles cuando vamos a evaluar el niño con enfermedad respiratoria crónica que es usuario de los P.R.P.

El KIDSCREEN brinda información detallada del perfil de salud para diez dimensiones de calidad de vida relacionada con la salud y 52 ítems; requiere 15 a 20 minutos para ser aplicado. El KIDSCREEN-27 consta de 27 preguntas que se agrupan en cinco dominios: actividad física y salud, con cinco ítems; estado de ánimo y sentimientos, con siete ítems; vida familiar y tiempo libre, con siete ítems; apoyo social y amigos, con cuatro ítems, y entorno escolar, con cuatro ítems. Teniendo en cuenta que estamos evaluando la percepción del niño sobre su salud, se convierte en una herramienta muy importante en el programa.

Cuando se mira el test de marcha en seis minutos como medida de impacto, estudios realizados en el Departamento de Ciencias de Rehabilitación de la Universidad de Toronto en Ontario, Canadá, han considerado que un cambio en la distancia caminada de 54 metros es considerado como estadísticamente significativo⁴⁸, además de demostrar que este test es confiable para propósitos clínicos y de investigación. Algunos autores han comparado el KIDSCREEN-52 para evaluar la calidad de vida relacionada con la salud y la clasificación internacional de la funcionalidad, discapacidad y salud en niños y adolescentes ICF-CY. En la Universidad de Jonkoping, en Suiza, compararon la ICF-CY con otros instrumentos como el HrQoL y el PedsQL, todos instrumentos para la evaluación de la calidad de vida; los investigadores tuvieron como objetivo evaluar el impacto negativo de la enfermedad crónica, teniendo en cuenta que para planear intervención y ejecutar tratamientos es indispensable medir la calidad de vida relacionada con la salud. El marco de la ICF-CY fue el utilizado para realizar las comparaciones: había 290 concep-

tos significativos identificados y vinculados a 88 categorías de la clasificación ICF-CY; 29 categorías de las funciones del cuerpo, 48 categorías de las actividades y sus componentes, y 11 categorías de los factores ambientales. Ningún concepto se vinculaba a las estructuras. Los resultados encontrados por los investigadores confirman que la ICF-CY da un buen marco para realizar comparaciones y evaluar similitudes y diferencias en las categorías que evalúa la CIF-CY, además confirma que para obtener una descripción detallada de la calidad de vida relacionada con la salud de los niños en enfermedades crónicas el KIDSCREEN-52⁴⁵ puede ser un instrumento adecuado para utilizar y puede aumentar la comprensión de los pacientes niños y jóvenes y sus necesidades frente a la enfermedad, la sociedad y el medio ambiente⁴⁹.

Existen otras herramientas utilizadas en países de habla hispana, para la evaluación de la calidad de vida, como es el cuestionario SRI (enfermedad respiratoria crónica) validado al español por profesionales de la Universidad de Cádiz en España⁴⁹, y por la Universidad de Chile, que también pueden ser útiles en la evaluación del impacto del programa, siendo estos cuestionarios cortos y de fácil aplicación. El SRI no se encuentra validado en Colombia.

Necesitaremos más investigación y aplicación de los P.R.P. en niños, investigar la respuesta al ejercicio y profundizar en la prescripción de este grupo ETARIO; lo que sí está demostrado en la actualidad es que podemos cambiar la calidad de vida de los niños con enfermedades respiratorias crónicas, cardíacas, con alteraciones de la caja torácica, deformidades espinales y enfermedades neuromusculares; así como cambiar la calidad de vida de las familias. A partir de esta premisa queda en los profesionales de salud y en los especialistas en Medicina Física y Rehabilitación la realización del enfoque integral del niño no solo desde el punto de vista musculoesquelético sino también cardiovascular y pulmonar, con una visión en conjunto y con metas holísticas⁵⁰.

BIBLIOGRAFÍA

1. Jung, Heinrichs, Geidel, Lauener. Inpatient paediatrics rehabilitation in chronic respiratory disorders. *Paediatr Respir Rev* 2012; 13:123-9.
2. Colombia. Congreso de la República. Aclaración de cobertura de servicios para la rehabilitación pulmonar en el Plan Obligatorio de Salud del régimen contributivo. Bogotá, D. C., 2004.
3. GI, B. Entrenamiento de los músculos respiratorios. En: *Rehabilitación respiratoria*, Madrid, 2012;199-215.
4. Sivori, M. R. B. Consenso Argentino de Rehabilitación Respiratoria. En: *Medicina* 2004; 64: 357-367.
5. Wijkstra PJ, T. E. Long term benefits of rehabilitation at home quality of life and exercise tolerance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1995; 1(50): 824-8.
6. American Thoracic Society, E. R. Statement on Pulmonary Rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 2(173): 1390-1413.
7. Civori, M. C. S. Prueba de caminata de carga progresiva en enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Medicina* 2010;70: 305-310.
8. American Thoracic Society A. Guidelines for the Six-Minute Walk Test. *J Respir Crit Care Med* 2002; 166.
9. Civori, M. C. S. Prueba de caminata de carga progresiva en enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Medicina* 2010;70:305-310.
10. Rehabilitation, S. O. British thoracic Society Standards of care. *Thorax* 2001;56:827-834.
11. Z. D. Test de marcha en seis minutos en niños con bronquiolitis obliterante postviral. Correlación con la espirometría. *Rev chil enfer respira* 2008;24:15-19.
12. American Thoracic Society A. Guidelines for the Six-Minute Walk Test. *J Respir Crit Care Med* 2002;166.
13. L. A. cols Standart reference for the 6-minute walk test in healthy children aged 7 to 16 years. *Am j Respir Crit Care Med* 2007;150:355-9.
14. Normal values of maximal inspiratory and expiratory pressures with a portable apparatus in children , adolescent and young adults. *Pediatric pulmonol* 1987;3:255-8.
15. Oliveira, A., Rodriguez, C., Rolim, D., Souza, A., Nascimento, O. J., & Rozov, T. Six minute walk test in healthy children: is the leg length important? *Pediatr Pulmonol* 2012.
16. Cunha, M., Rozoc, T., de Oliveira, R., & JR, J. Six-minute walk test in children and adolescent with cystic fibrosis. *Pediatr. Pulmonol* 2006;41:618-22.
17. Zenteno, D. et al. Test de marcha en seis minutos en niños con bronquiolitis obliterante postviral. Correlación con la espirometría. *Rev chil enfer respira* 2008; 24: 15-19.
18. Grange Rw, C. J. Recommendation to define exercise prescription for duchenne muscular dystrophy. *Exerc Sport Sci Rev* 2007; 35:12-7.
19. Janses, M., De Jong, M., Coes, H., Eggermont, F., Van Alfen, N., & De Groot, I. The assisted 6-minute cycling test to assess endurance in children with a neuromuscular disease. *Muscle Nerve* 2012;46(4):520-30.
20. Montes, J. Blumenschine, M. Dunaway, S. Alter, A. Engelstad, K. y otros. Weakness and Fatigue in Diverse Neuromuscular Disease. *J. Child Neurol* 2013.
21. Goemans, N., Van den Hauwe, M., Wilson, R., van Impe, A., Klingels, K. & Buyse, G. Ambulatory capacity and disease progression as measures by the 6-minute- walk-distance in Duchenne muscular dystrophy subjects on daily corticosteroids. *Neuromuscul. Disorde* 2013;23(8):618-23.
22. Casey, A., Wang, X. & Osterling, K. test-retest reliability of the 6-minute walk test in individuals with Down Syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 2012;93(11):2068-74.

23. Hulzebos, H., Snieder, H., van der et, J. H., & T, T. Higt-intensity interval training in an adolescent whit cystic fibrosis: a physiological perspective. En: *Physioter Theory Pract* 2011(27):231-7.
24. Bautista, GI. Entrenamiento de los músculos respiratorios. En: *Rehabilitación respiratoria* 1999;199-215.
25. Orestein, D., Hovell, M., Mulvihill, M., Keating, K., Hofstetter, C., Kelsey, S., y otros. Strengt vs aerobic training in children with cystic fibrosis: a ramdomized controlled trial. *Chest* 2004;126(4):1204-14.
26. Normal values of maximal inspiratory and expiratory pressures with a portable apparatus in children, adolescent and young adults. *Pediatric pumonol* 1987;(3):255-8.
27. Cappelleri, J., Hwang, L., Mardekian, J., & Mychaskiw, M. Assesment of measurement properties of peak VO(2)in children with pulmonary arterial hipertension. *BMC Pulm Med* 2012(2):45.
28. Sivori, M. R. B. Consenso Argentino de Rehabilitación Respiratoria. *Medicina*, 2004;64: 357-367.
29. Cappelleri, J., Hwang, L., Mardekian, J. & Mychaskiw, M. Assesment of measurement properties of peak VO(2)in children with pulmonary arterial hipertension. *BMC Pulm Med* 2012(12):45.
30. Rehabilitation in chronic respiratory disorders. *Paediatr Respir Rev* 13(2):123-9.
31. Lisboa BC, L. R. Rehabilitación respiratoria. *Bol Esc Med P Univ Cat de* 1995;(24): 56-8.
32. Giménez M, R. R. Implicaciones de las técnicas de fisioterapia y entrenamiento físico en la patología respiratoria crónica. Fisiología del entrenamiento con cargas de resistencias inspiratorias. Casos clínicos. En: *Prevención y rehabilitación en patología respiratoria crónica*. México, DF, Editorial Médica Panamericana, 2001.
33. Koechlin C. Matecki S. Jaber, S. P. Changes iin respiratory muscle endurance during puberty. *Pediatric pulmonol* 2005(40):197-204.
34. Neugebauer, C., Serghiou, M., Herndon, D., & Suman, O. effects of a 12-week rehabilitation program with music exercise groups on range of motion in young children with severe burns. *J Burns Res* 29(6):939-48.
35. Lisboa BC, L. R. Rehabilitación respiratoria. En: *Bol Esc Med P Univ Cat de* - 1995. 24:56-8.
36. Giménez M, R. R. Implicaciones de las técnicas de fisioterapia y entrenamiento físico en la patología respiratoria crónica. Fisiología del entrenamiento con cargas de resistencias inspiratorias. Casos clínicos. En: *Prevención y rehabilitación en patología respiratoria crónica*. México, DF, Editorial Médica Panamericana, 2001.
37. Zen,D. Z. et al . Guia de Rehabilitacion para niños con enfermedades respiratorias cronicas . En: *Revista chilena*. 2008.
38. Houston Brian W, M. N.-M. Entrenamiento de los músculos inspiratorios para la fibrosis quística (Revisión Cochrane traducida). En: *La Biblioteca Cochrane Plus*., Obtenido de cocraine: <http://www.update-software.com>. (Traducida de The Cochrane Library, Issue 3. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.), 2008.
39. Kim, J., Larson, M., & Cowey, C. Inspiration muscle training in patient with cronic obstructive pulmonary disease. *Nurs Res* 1993; 42:356-362.
40. Song, M, Carrol, DD, Fulton, JE. Meeting the physical activity guidelines for Americans among U.S. youth, 2013. *Am J Prev Med* 2013; 44(3):216-22.
41. Sociedad Argentina de Neumología y terapia. consenso argentino de rehabilitacion respiratoria. *Medicina* 2004;64:357-367.
42. Fiz IA, M. I. Exploración funcional de los músculos respiratorios. *Arch Bronconeumol* 2000;36(7):391-410.
43. Spengler C, O. D. Respiratory muscle endurance Training in chronic Obstructive Pulmonary disease. *Am J RespirCrit care Med* 2000;182:709-1714.

44. Carol Ewing Garber, P. F., Bryan Blissmer, P., Michael R. Deschenes, P. F., Barry A. Franklin, P. F., Michael J. Lamonte, P. F., I-Min Lee, M. S., y otros. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults. *Guidance for Prescribing Exercise*, 2011:1334-1359.
45. Sánchez, C. A. Validación del cuestionario KIDSCREEN-27 de calidad de vida relacionada con la salud en niños y adolescentes de Medellín, Colombia. *Revista Colombiana de Psiquiatria* 2011;40(3):470-487.
46. Solway, S., Brooks, D., Lacasse, Y., & Thomas, S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk test used in the cardiorespiratory domain. *Chest* 2001;119:256-270.
47. Petersson, C., Simeonsson, R., Enskar, K., & Huss, K. Comparing children's self report instruments for ghealth-related quality of life using the Interntinal classification of Functioning, disability and Health for children and Youth (ICF-CY). *Health Qual Life Outcomes* 2013;11:75.
48. José Luis López-Camposa, I. F.. Calidad de vida relacionada con la salud de pacientes en programa de ventilación mecánica domiciliaria. La versión española del cuestionario SRI. En *Archivos de Bronconeumologia*, 2006.
49. Pamela Serón S, P. R. Validación del Cuestionario de la enfermedad respiratoria crónica en pacientes chilenos con limitación crónica del flujo aéreo. *Rev Méd Chile*, 2003;131.
50. Leonardi M, Bickenbach J, Ustun T, Kostanjsek N, Chatterji S. The definition of disability: what is in a name? *The Lancet*. 2006;368:1219-1221.