

Autor: Pourally, J. Valeria

Septiembre 2014 – Lic. en Kinesiología

Kinesioterapia acuática y mecánica respiratoria

Área: Hidrocinesiterapia y Rehabilitación Pulmonar.

Asesoramiento:

Tutor:

Lic. Izza, Carolina

Depto. De Metodología de la Investigación:

Perez Llana, Diego

Baima Gahn, Vanesa

**Universidad FASTA
Ciencias Médicas**



Agradecimientos

Al finalizar este camino recorrido quisiera agradecer a quienes me acompañaron y estuvieron a mi lado en las diferentes etapas y de maneras diferentes pero cada una especial y única.

En primer lugar a papá y mamá quienes me dieron la posibilidad de irme, estudiar, y alcanzar este momento con el que soñé por mucho tiempo, brindándome siempre su amor incondicional. Por sobre todo gracias por enseñarme desde chica a ser buena persona, y que con honestidad, trabajo, dedicación, paciencia y perseverancia se puede lograr todo.

A mis dos hermanas quienes siempre me contuvieron y me dieron las energías necesarias para seguir adelante y creer en mí misma. Gracias por no dejarme nunca bajar los brazos, Aye y Lau.

A todas las personas que conocí gracias a mi paso por la Universidad. En especial a mis amigos, compañeros y futuros colegas, a aquellos con quienes crecimos, sufrimos, estudiamos, nos ayudamos y nos dimos aliento mutuamente.

A cada uno de los profesores que me inspiraron, formaron e inculcaron amor por la profesión.

A mis amigas por tantos años de amistad, por el apoyo, por cada mensajito de “suerte” antes del examen, por las charlas de desahogo de frustraciones compartidas, por estar en las buenas y en las malas.

A mis tutores de los departamentos de metodología y de estadística: A Diego por su guía en la construcción de este trabajo. A Natalia por comprenderme y ayudarme a plasmar con precisión lo que quería transmitir, pero sobre todo por su buena onda y ánimos. Y en especial a Vanesa por su contagiosa profesionalidad, humanidad, por sus consejos y apoyo.

A toda la familia de mi novio por tanto cariño, y por hacerme parte de ellos cuando tuve a mi familia lejos.

A mi tutora Caro, por sus consejos y por toda su ayuda.

Y en especial a mi compañero de vida, por no soltarme nunca la mano, por recordarme siempre lo que valgo, por secarme las lágrimas y sacarme sonrisas, a mi amor, Luciano.

Resumen

La kinesioterapia acuática actualmente se utiliza para la recuperación o el mejoramiento de funciones osteomioarticulares. Aunque la teoría señala que los efectos de la inmersión tienen cierta influencia sobre el sistema respiratorio, la bibliografía revisada indica que no están siendo aprovechados a favor del tratamiento de patologías respiratorias.

Objetivo

Analizar los beneficios de la aplicación de kinesioterapia acuática sobre la mecánica respiratoria.

Materiales y métodos

En esta investigación descriptiva, no experimental, longitudinal, se tomó una muestra de manera no probabilística tipo panel de 53 individuos de entre 55 y 72 años, a los que se realizaron evaluaciones kinésicas respiratorias antes del tratamiento de kinesioterapia acuática y luego de dos meses de su práctica. Las evaluaciones constaron de una detallada exploración de la mecánica respiratoria y de dos pruebas instrumentales: auscultación y medición de PIM_{áx}/PEM_{áx}.

Resultados

Los parámetros que aumentaron fueron la PIM_{áx} y PEM_{áx} (51% y 43% respectivamente); la expansión torácica (32%); la eficacia de la tos (15%); y la fuerza muscular del diafragma, serrato anterior, pectoral menor, oblicuo mayor, recto anterior y trasverso abdominal. Además, disminuyó la presencia de rales y la hipoventilación (26% y 28% respectivamente); la disnea (23%) y la presencia de tirajes (36%). Asimismo, se observaron aumentos en la expansión torácica. El sexo femenino manifestó mayores variaciones positivas.

Conclusiones

La kinesioterapia acuática resultó beneficiosa para la mecánica respiratoria del grupo de personas evaluadas, luego de dos meses de su práctica. Se deduce que, en personas sin patología respiratoria presente, esta técnica puede ser utilizada para entrenar y fortalecer los músculos respiratorios, asistir la higiene broncopulmonar, y mejorar la ventilación.

Palabras clave

Kinesioterapia acuática – Evaluación kinésica respiratoria - Hidrocinesiterapia – Mecánica respiratoria

Abstract

Aquatic physical therapy is currently used for recovery or improvement of musculoskeletal functions. Although the theory suggests that the effects of immersion have some influence on the respiratory system, the analyzed literature indicates that they are not fully exploited for the treatment of respiratory diseases.

Objective

To analyze the benefits the practice of aquatic physical therapy has on respiratory mechanics.

Materials and methods

In this descriptive, non-experimental, longitudinal investigation, a non- probability panel-type sample of 53 individuals between ages of 55 and 72 years was taken. Kinesic respiratory evaluations were performed before aquatic physical therapy treatment, and two months after its practice. The assessment consisted of a detailed exploration of the respiratory mechanics and two instrumental tests: auscultation and measurement of MIP and MEP.

Results

The parameters that increased were MIP and MEP (51% and 43 % respectively); thoracic expansion (32%) ; cough efficiency (15%) ; and muscle strength of diaphragm, serratus anterior, pectoralis minor, external oblique, rectus abdominis and trasverse abdominal muscles. In addition, there was a decrease in the presence of rales and hypoventilation (26% and 28 % respectively); dyspnea (23%) and in the presence of intercostal retractions (36%). Also, increases were observed in chest expansion. Females showed more positive changes than males.

Conclusions

Aquatic physical therapy was beneficial to the respiratory mechanics of the group of people tested in this investigation after two months of its practice. It can be inferred that, among people without an ongoing respiratory disease, this technique can be used to train and strenghten the respiratory muscles, to assist bronchopulmonary hygiene, and to improve ventilation.

Keywords

Aquatic physiotherapy - Kinesic respiratory evaluation – Hidrocinesitherapy – Respiratory Mechanics

Índice

Contenidos

Introducción	1
Problema	2
Objetivos	3
Antecedentes	4
Marco Teórico	7
Capítulo 1: Anatomía, fisiología y evaluación del sistema respiratorio	8
Capítulo 2: Rehabilitación del sistema respiratorio	24
Capítulo 3: Hidrocinesiterapia.....	36
Diseño Metodológico	48
Tipo de Investigación	49
Población y muestra.....	49
Variables.....	50
Análisis de datos.....	54
Conclusión	90
Anexos.....	93
Bibliografía	101

Introducción

La kinesioterapia acuática, hidrocinesiterapia o terapia acuática del movimiento es un método que actualmente se utiliza primariamente para la recuperación o mejoramiento de funciones y propiedades músculo-articulares que se han visto comprometidas luego de patologías traumatológicas, reumatológicas, ortopédicas y/o neurológicas, entre otras. Aunque dentro de los tantos beneficios relacionados a la práctica de la hidrocinesiterapia se reconoce entre ellos la influencia sobre el sistema respiratorio (ligada a las propiedades físicas del agua, a las reacciones físico-fisiológicas del cuerpo en la inmersión, al aspecto de ejercicio aeróbico de algunas modalidades de kinesioterapia acuática y también a la relajación que se consigue), la bibliografía revisada indica que estos efectos que pueden ser usados a favor del tratamiento de patologías respiratorias no están siendo aprovechados. Un ejemplo claro de esto es la técnica hidrocinesítica denominada Ai Chi que combina ejercicios acuáticos con movimientos relajantes y se enfoca en un control sobre la respiración durante toda la sesión, no siendo la rehabilitación pulmonar su objetivo específico.

En la actualidad, cuando se trata de rehabilitación de patologías respiratorias, la hidrocinesiterapia no está entre las primeras opciones de tratamiento y no pertenece al protocolo de rehabilitación pulmonar. Si se evidenciara un aumento de la fuerza de la musculatura respiratoria a partir de la realización de un programa de kinesioterapia acuática, esta visión podría cambiar, ya que el fortalecimiento de los músculos encargados de esta función vital es un punto clave tanto en la prevención de la agravación de cuadros patológicos respiratorios ya existentes como en el tratamiento de los mismos, en la preparación previa a una intervención quirúrgica, o como medida preventiva en pacientes con riesgo de contraer patologías de esta índole. En otras palabras, la efectividad de la kinesioterapia acuática en el entrenamiento y fortalecimiento de estos músculos podría valerle a esta modalidad terapéutica un lugar en el protocolo de prevención y/o rehabilitación pulmonar, ampliando el abanico de posibilidades y herramientas disponibles para esta área de la salud.

En un gran porcentaje de pacientes con afectación pulmonar se requiere de asistencia respiratoria mecánica (ARM) para mantener la respiración hasta que se resuelve el problema de base (pudiendo ser esta o no una patología respiratoria) y el paciente puede

respirar por sus propios medios. Esta práctica, si bien mantiene la estabilidad del paciente momentáneamente, lo expone a riesgos muy graves. Entre los más importantes se pueden nombrar la injuria pulmonar asociada al ventilador (VALI); dependencia del ventilador; depresión de los reflejos de tos que lo protegen de la broncoaspiración; e infecciones pulmonares, que ocurren en hasta más del 60% (habitualmente 30%) de los pacientes con ventilación mecánica prolongada, con una mortalidad entre 50 y 80%. Una buena mecánica pulmonar con musculatura respiratoria fuerte y entrenada, reducen estos riesgos en un gran número, y es en ese punto donde puede entrar en juego la hidrocinesiterapia, tomando así un aspecto preventivo.

Además de contribuir a evitar la ARM, el mantenimiento y potenciación de la musculatura respiratoria reduce el número y tiempo de hospitalizaciones, disminuyendo así los costos hospitalarios.

El trabajo en un medio acuático ha probado ayudar a reducir los niveles de ansiedad y depresión, sintomatologías asociadas con las enfermedades respiratorias crónicas.

En las enfermedades pulmonares se registra un riesgo elevado de contraer osteoporosis y alteraciones músculo esqueléticas debido a la disminución de actividad, frecuentemente causada por la disnea que provoca la enfermedad. Motivarlos a hacer actividad física en un medio menos traumático que el terrestre como lo es el medio acuático sería de gran utilidad para este tipo de pacientes.

Todos los trabajos de investigación referentes a este tema que fueron encontrados y consultados para la elaboración del presente trabajo, concluyen en que se necesitan más pruebas y más investigaciones para considerar la inclusión de la terapia acuática como tratamiento de enfermedades respiratorias.

Por otro lado, se encontró que la base teórica que fundamenta esta idea se encuentra en diversas piezas de información, y son precisas su recopilación y organización para evitar la ambigüedad que existe respecto del tema.

Problema

¿Cuáles son los beneficios de la kinesioterapia acuática sobre la mecánica respiratoria en pacientes sin afecciones respiratorias diagnosticadas trabajados con esta metodología en el centro de rehabilitación acuática en Mar del plata?

Objetivos

Objetivo general:

Analizar los beneficios de la aplicación de un programa de hidrocinesiterapia sobre la mecánica respiratoria.

Objetivos específicos:

- Determinar el estado inicial de la mecánica respiratoria mediante una valoración kinésica respiratoria que incluya la evaluación específica de la fuerza de la musculatura respiratoria mediante la medición de las presiones estáticas de la boca PIMáx y PEMáx.
- Identificar las variaciones respecto de la PIMáx y la PEMáx comparando los valores iniciales de dichas presiones con los obtenidos luego de la aplicación de un programa de hidrocinesiterapia.
- Determinar los músculos o grupos musculares que se vieron beneficiados por la aplicación de un programa de hidrocinesiterapia.
- Identificar las variaciones del patrón ventilatorio comparando los valores obtenidos en la valoración kinésica respiratoria inicial con los observados luego de la aplicación de un programa de hidrocinesiterapia.
- Establecer el sexo más beneficiado con la aplicación de un programa de hidrocinesiterapia.
- Describir las modificaciones encontradas en la auscultación efectuada luego de la aplicación de un programa de hidrocinesiterapia con respecto de la información obtenida en la auscultación de la valoración kinésica respiratoria inicial.

Antecedentes

Existen evidencias lo suficientemente contundentes para justificar el desarrollo del presente trabajo de investigación, entre las cuales parece pertinente nombrar en primer lugar los trabajos que demostraron que efectivamente la inmersión produce efectos sobre la funcionalidad del aparato respiratorio:

El sistema pulmonar es profundamente afectado por la inmersión del cuerpo a nivel del tórax. Parte de los efectos son causados por el aflujo de la circulación hacia la cavidad torácica y parte es por la compresión sobre el pecho que ejerce en sí misma el agua. La combinación de los efectos altera la función pulmonar, aumentándose el trabajo respiratorio y modificándose la dinámica respiratoria. (...) Debido a que la combinación de los cambios en el sistema respiratorio se traduce en un ambiente significativamente desafiante para el acto de la respiración, sumado a que los ritmos respiratorios aumentan durante el ejercicio, la inmersión puede ser usada tanto para el entrenamiento como para la rehabilitación respiratoria. (Becker 2009:862).

La elección de la rehabilitación acuática por sobre la no acuática encuentra su justificación a partir de trabajos que evidenciaron “una significativa mejoría en la fuerza de la musculatura inspiratoria en el grupo que trabajó en agua comparado al grupo control, sugiriendo esto los efectos beneficiosos del ejercicio acuático” (Ide, Belini y Caromano 2005:155), luego de medir la fuerza de la musculatura respiratoria en sujetos de la tercera edad saludables. Estos autores además concluyeron que faltan más estudios que apoyen el uso de la rehabilitación pulmonar acuática para que pueda ser parte del protocolo estándar de la rehabilitación pulmonar, y que esta modalidad sería de gran valor ya que mejoraría la musculatura respiratoria a un bajo costo.

Se encontraron investigaciones que aplicaron mediciones espirométricas para determinar los grados de afectación del sistema respiratorio luego de la aplicación de la hidrocinesiterapia. Un estudio que tomó como población a un grupo de cuatro pacientes con compromiso pulmonar causado por la enfermedad Espondilitis Anquilosante postuló:

Este estudio apuntaba a obtener referencias de los efectos de un programa de terapia física acuática en la función pulmonar de pacientes con Espondilitis Anquilosante a partir del análisis de los parámetros espirométricos de Capacidad Vital Forzada (FVC), Volumen Espiratorio Forzado (FEV) y Ventilación Máxima Voluntaria (MVV)”.

Los resultados obtenidos fueron variados, por lo que los autores Hernandez, Ide y Buosi plantearon que *“Debido a que los resultados arrojados por las mediciones espirométricas no fueron uniformes en los sujetos, se consideran necesarios más estudios con muestras mayores y tal vez más largos períodos de tiempo”*. (2006:60)

También existen referentes sobre la aplicación de la hidrocinesiterapia como herramienta apuntada específicamente a la rehabilitación de afecciones respiratorias, aunque todos los estudios encontrados utilizaron únicamente poblaciones de pacientes afectados con enfermedades pulmonares obstructivas crónicas.

Se observó en pacientes con EPOC que *“Las personas que realizaron ejercicio incremental en el agua presentaron cambios funcionales en la distancia recorrida en la prueba de test de marcha, en la FVC y en el FEV.”* (Valero, Vargas y Manzanares 2011:335). Esta conclusión se desprende luego de que los autores hicieron una exhaustiva búsqueda de datos, informes y artículos que probaran la efectividad de la hidroterapia (aunque en realidad hablan de la hidrocinesiterapia porque se refieren al movimiento y ejercicios en el agua) en personas con EPOC, y agregaron que aunque la intervención acuática terapéutica es conocida por su poder preventivo y de tratamiento en diferentes afecciones, no se considera actualmente parte de la rehabilitación pulmonar estándar porque aunque la teoría parece estar a favor de su uso, se necesitan más investigaciones experimentales que muestren resultados en muestras más significativas. Estos autores no realizaron pruebas y sólo se remitieron a recopilar y clasificar estudios previos en las categorías “A”, “B” y “C” para luego elaborar sus conclusiones.

Otro trabajo que se limitó a realizar una investigación cualitativa no experimental haciendo una reseña a partir de otras investigaciones para arribar a sus conclusiones es el de la fisioterapeuta Dorothy Shead (2012: 271) quien afirma que:

Los pocos estudios incluidos, que hacen referencia al uso de la hidroterapia en el manejo de las EPOC, tuvieron tamaños de muestra pequeños y fueron mayormente de calidad metodológica baja a moderada. La hidroterapia podría mejorar los pronósticos cardiopulmonares, de calidad de vida y de actividades de la vida diaria de la población con EPOC. Se necesita más investigación sobre los efectos de la combinación de ejercicios de respiración y físicos en la hidroterapia en la población con EPOC.

Al comparar los resultados observados luego de la aplicación de ejercicios de alta intensidad en pacientes con EPOC fuera y dentro del agua, se concluyó que:

El grupo que entrenó en agua mostró mejorías tanto en su actividad en el score SGRQ y en el score de salud física SF-36, y esas mejorías fueron significativas comparadas al grupo que entrenó en tierra y al grupo control. En conclusión el entrenamiento físico de alta intensidad en agua es beneficioso para los pacientes con EPOC. De hecho, en algunos aspectos se encontró que es aún más efectivo en cuanto a mejoras en la capacidad física y salud física comparado con el mismo tipo de entrenamiento en tierra. (Wadell 2004:428)

La fisioterapeuta Renae McNamara (2012:1284) en su experiencia con tratamientos dentro y fuera del agua con grupos de pacientes afectados con EPOC, observó que:

El entrenamiento en agua fue el más efectivo por varios motivos. El medio acuático es único por el efecto de la flotabilidad, un fenómeno que soporta el peso corporal, reduce el esfuerzo articular y facilita la movilidad; el agua tibia reduce el dolor porque aumenta la circulación y el agua actúa como una resistencia de todos los movimientos corporales, a diferencia de lo que ocurre al ejercitar en piso. Además los pacientes disfrutaron del entrenamiento en agua y muchos sentían menos depresión y una mayor capacidad de entrenamiento físico que antes les parecía demasiado difícil o doloroso en piso.

Sumado a estas observaciones, la autora destaca que no se detectaron abandonos por el agravamiento de la EPOC en los pacientes que entrenaban en agua, a diferencia de lo que ocurrió en el grupo que hizo la gimnasia tradicional; lo cual puede significar una mejor tolerancia por parte de los pacientes a trabajar en un medio acuático.



Marco Teórico



Capítulo 1

Capítulo 1: Anatomía, fisiología y evaluación del sistema respiratorio

*La respiración pone en juego no solamente los llamados órganos propios – vías aéreas y pulmones, sino también todo el sistema mecánico: caja torácica, músculos y centros nerviosos bulbares y medulares.
(Rouviere, 1987:321)*

El sistema respiratorio está compuesto por un conjunto de elementos que son diferentes entre sí, y que - en situación de normalidad - funcionan en perfecta coordinación y armonía para lograr el objetivo de realizar una de las funciones vitales: la respiración. Por su complejidad, el sistema respiratorio requiere ser abordado desde una visión global e integral, teniendo en cuenta tanto las relaciones internas del propio sistema, como las relaciones de éste último con el resto del cuerpo. Su morfología, propiedades y funcionalidad, así como su evaluación y diagnóstico deben ser entendidas sobre ese marco.

Lo que se denomina “*bomba respiratoria*” (Kendall's 2007:233) está compuesta por los músculos respiratorios y por el tórax, que a su vez está compuesto por las costillas, la escápula, la clavícula, el esternón y la columna dorsal. Es una verdadera bomba músculo esquelética, que proporciona los gradientes de presión necesarios para mover los gases hacia dentro y fuera de los pulmones, garantizando así la adecuada difusión de oxígeno y dióxido de carbono dentro del pulmón.

Los pulmones son los órganos encargados de realizar el intercambio gaseoso, función que toma lugar en la interfase hematogaseosa posterior a la entrada de aire por la presión negativa que se crea en los pulmones gracias a la acción de los músculos inspiratorios, principalmente del músculo diafragma y los intercostales. Es a través de la barrera hematogaseosa donde, por difusión simple, el oxígeno y el anhídrido carbónico se desplazan entre el aire y la sangre por la diferencia de presión que existe entre ambos medios. Esta barrera es extraordinariamente delgada, pero su superficie es de 50 a 100 m², lo cual la hace, según la ley de Fick que enuncia que la cantidad de gas que atraviesa una membrana de tejido es proporcional a la superficie de la membrana e inversamente proporcional a su espesor, óptima para cumplir su función de intercambio gaseoso (Guyton y Hall 2011). A un lado de la barrera llega la sangre por los vasos sanguíneos, y al otro lado llega el gas por las vías aéreas. Estas últimas son una serie de tubos ramificados que se van haciendo más estrechos, más cortos y más numerosos a medida que van penetrando en el pulmón. A las primeras estructuras se las denomina vías de conducción, porque no se realiza intercambio gaseoso y por lo tanto constituye el espacio muerto anatómico que es de unos 150 ml. Esta porción limitada a ser solo zona de conducción comienza en la tráquea que se bifurca en los dos bronquios primitivos, derecho e izquierdo, que a su vez se dividen en bronquios, primero lobulares y segmentarios, continuándose este proceso hasta los bronquiolos terminales, que son las estructuras mas pequeñas de esta vía que no llegan a estar en contacto con los alvéolos. Estos bronquiolos terminales se dividen a su vez, en bronquiolos respiratorios, donde comienza la zona de transición y respiratoria ya que de sus paredes brotan algunos alvéolos ocasionales, y por último se encuentran los conductos alveolares, que si están rodeados por completo por los alvéolos siendo la zona respiratoria

propiamente dicha. Esta zona respiratoria constituye la mayor parte del pulmón, ya que posee un volumen de aproximadamente 2500 ml (West 2005).

El proceso de la respiración se puede dividir en dos grandes fases; la inspiración y la espiración. A su vez, estas se dividen en diferentes etapas. La primer etapa de la inspiración es la ventilación. Aunque la ventilación es un proceso cíclico, los músculos de la respiración son del tipo esquelético y necesitan recibir un estímulo para contraerse; la actividad cíclica se origina en un grupo de neuronas ubicadas en los centros respiratorios, que mandan impulsos a los músculos respiratorios para que se contraigan y se produzca la respiración. (Sagarra 2006). En esta etapa los músculos esqueléticos principales que actúan son el diafragma principalmente, que es convexo hacia abajo durante el reposo y se aplanan en la contracción; los intercostales externos, cuyas fibras oblicuas hacia arriba y adentro actúan elevando las costillas; y los supracostales, que, procedentes del vértice de la apófisis transversa finalizan en el borde superior de la costilla subyacente, elevando esta costilla al contraerse. Cuando se contrae el diafragma, las vísceras ubicadas en la cavidad abdominal son empujadas hacia abajo descendiendo el centro frénico, y las costillas se elevan hacia arriba y hacia fuera por la contracción de las fibras costales del diafragma, aumentando así el volumen de la cavidad torácica tanto longitudinal como transversalmente. A su vez, debido al diseño de la caja torácica, las costillas que se están elevando están unidas al esternón por medio de los cartílagos costales, por ende lo arrastran con ellas y el esternón es llevado hacia delante, elevando las costillas superiores y aumentando así también el diámetro anteroposterior de la caja torácica. En cuanto a los músculos accesorios de la inspiración, existen diferentes posiciones de diferentes autores al respecto. Kapandji resuelve que la inclusión de estos músculos dentro de esta etapa depende de sus inserciones, y de dónde toman punto fijo en el momento de la inspiración;

...los músculos esternocleidomastoideos y los escalenos no son inspiradores más que cuando toman como punto fijo el raquis cervical rígido por la acción de otros músculos; los pectorales mayor y menor, cuando estos dos músculos toman como punto fijo la cintura escapular y los miembros superiores en abducción; los haces inferiores del serrato mayor y el dorsal ancho cuando este toma punto fijo los miembros superiores previamente abducidos; el serrato menor y posterior; y las fibras superiores del sacrolumbar que toman como punto fijo por arriba las cinco últimas trasversas cervicales y se insertan por abajo en los seis primeros arcos costales (2007:150)

Otros autores aseguran que “los músculos escalenos no son considerados músculos accesorios, pues no hace mucho tiempo se ha demostrado que participan activamente durante la inspiración en reposo de los sujetos normales en posición sedente”. (Eduforma 2006:38).

En la espiración normal, los diámetros torácicos disminuyen y los pulmones exhalan el aire. En este acto, el papel de la caja torácica es en realidad pasivo, pues cesa la función de los músculos inspiradores y del diafragma, y por efecto de este movimiento, los pulmones son oprimidos ligeramente, expulsando el aire que había ingresado en la inspiración, aunque no por completo como se describirá mas adelante; además, la elasticidad del tejido pulmonar también contribuye a que vuelvan pronto a su tamaño natural, por lo que se puede decir que el papel del pulmón en la espiración es activo (Gutierrez 1999). De esto se deduce que la energía necesaria para la espiración es, en realidad, una restitución de la energía desarrollada en la inspiración por los músculos inspiradores y que dicha energía se almacena a nivel de los elementos elásticos del tórax y del pulmón. Sumado a esto, hay que tener en cuenta que en posición vertical, la fuerza de la gravedad interviene de manera importante para hacer que las costillas descendan por su propio peso. Pero cuando la espiración es forzada, entran en juego además otros músculos, como los músculos abdominales y los de la región dorsolumbar. Los músculos abdominales son el recto abdominal, el oblicuo mayor y el oblicuo menor; la función de estos músculos es la de descender con fuerza el orificio inferior del tórax. Los músculos de la región dorsolumbar que intervienen en la espiración forzada son la porción inferior del músculo sacrolumbar, el dorsal largo, el serrato menor posterior e inferior y el cuadrado lumbar (Kapandji 2007). Otros autores suman a este grupo al músculo esternocostal o triangular del esternón, el cual *“actúa cuando disminuye la capacidad residual funcional y en las maniobras espiratorias forzadas espontáneas, como la tos y la risa”* (Eduforma 2006:37).

Kendall's (2007), aunque detalla una clasificación entre los músculos respiratorios utilizados en la inspiración y en la espiración, subraya que esa división no implica que los músculos listados ejerzan una sola acción. Por ejemplo, los músculos abdominales, que son los principales músculos espiratorios, también participan en la inspiración; también, los músculos intercostales inspiratorios, al igual que el diafragma, desempeñan además una importante función de “freno” durante la espiración.

Exactamente qué músculos participan en el proceso ventilatorio, así como el grado de participación, depende no solo de las demandas respiratorias, sino también de diferencias individuales en los hábitos respiratorios y de las necesidades de cada persona.

Según Shneerson (1988:22) *“es mejor considerar a los músculos capaces de contribuir de acuerdo con el patrón respiratorio requerido, la postura, el nivel de conciencia, la fuerza muscular, la resistencia al flujo aéreo y la distensibilidad pulmonar y de la caja torácica”*.

Como se mencionó anteriormente, los músculos respiratorios están bajo el control directo de neuronas motoras, que a su vez están reguladas por centros respiratorios; un centro inspiratorio y un centro espiratorio, localizados dentro del tronco cerebral, específicamente en el bulbo raquídeo y la protuberancia. Estos centros respiratorios

establecen tanto el ritmo respiratorio como la profundidad de la respiración, enviando impulsos periódicos a los músculos respiratorios (Wilmore 2007). En estos complejos mecanismos de regulación intervienen diferentes receptores a distintos niveles, tanto mecano receptores como quimiorreceptores son los responsables de captar y enviar señales a los centros.

Existen múltiples técnicas para evaluar el funcionamiento del sistema respiratorio. Cada una de ellas se centra en valorar los diferentes aspectos de la totalidad del sistema; pueden estar más abocadas a evaluar lo funcional, como las mediciones espirométricas, los tests de función pulmonar, el monitoreo de diferentes parámetros como la saturación de O₂, o más inclinadas a comprobar la integridad de las estructuras anatómicas, como los estudios imagenológicos o la valoración de los músculos respiratorios. Todas estas técnicas están en estrecha relación, la elección entre una u otra dependerá de lo que se pretenda evaluar.

Valoración kinésica respiratoria

Es un punto clave en la kinesiología la etapa de evaluación del paciente, y la kinesioterapia respiratoria no escapa a esta afirmación. Es a partir de la información obtenida de la misma que el kinesiólogo establece los objetivos, toma diferentes decisiones en función de estos, y determina qué técnicas de tratamiento implementar, la modalidad a elegir y el tiempo estimado de su duración, entre otros parámetros.

La Asociación Francesa de Normalización (AFNOR) postula que un diagnóstico es el análisis de los puntos fuertes y débiles de un problema. La Asociación Francesa para la investigación y evaluación en kinesioterapia (AFREK) propone una definición más específica para la reeducación, utilizando conceptos de la Clasificación Internacional de la Discapacidad (CID). En este caso, el diagnóstico kinesiterápico se convierte en la identificación de las deficiencias, incapacidades y desventajas de un paciente. Sin embargo, esta última definición no tiene en cuenta los puntos fuertes en los cuales el paciente y el kinesiólogo podrán basarse para llevar a cabo la reeducación. La Clasificación Internacional de la Funcionalidad, la Discapacidad y la Salud (CIF), aparecida recientemente, modifica este punto de vista al integrar los aspectos positivos (integridad, actividad, participación), así como los factores ambientales facilitadores u obstaculizadores. En una opinión más profunda, el diagnóstico kinesiterápico consiste en reconocer las disfunciones susceptibles de ser abordadas mediante un plan terapéutico con unos objetivos kinesiterápicos alcanzables. Este concepto se une al de J. Wils (1998), quien plantea que el diagnóstico kinesiterápico debe intentar evaluar las probabilidades de éxito del tratamiento en el mismo

momento en que se plantea el tratamiento, para anticiparse a la recuperación funcional del enfermo y ajustar la estrategia terapéutica acorde a las expectativas.

Una vez planteado, este diagnóstico no es inamovible, como destaca E. Viel (1998: 36): *“El diagnóstico kinesiterápico debe considerarse como constantemente en revisión, al contrario que el diagnóstico médico, que una vez planteado es invariable ya que es nominal”*. Está incluido dentro de un proceso más amplio que sitúa a la kinesioterapia en un plano global y multidisciplinario: El diagnóstico es un proceso inductivo, deductivo y predictivo, que constantemente va y viene entre el paciente, la teoría y la práctica médica y kinesiterápica, para incluir mejor la reeducación dentro del plan terapéutico. (J. Wils, 1998).

Según la fisioterapeuta Sonia Souto Camba (1999) una correcta valoración kinésica respiratoria del paciente consta de la evaluación de los siguientes parámetros: la disnea; la tos; la expectoración; la estática y dinámica de la caja torácica y columna dorsal; el patrón ventilatorio; los ruidos respiratorios; la musculatura respiratoria; los valores pulmonares; la saturación de oxígeno; y la capacidad funcional y tolerancia a la actividad física.

Sin importar el orden de la evaluación de estos parámetros, permiten individualmente y en conjunto llevar a cabo la valoración kinésica del aparato respiratorio de un paciente.

Como se mencionó, uno de los aspectos a evaluar es la disnea. Al ser esta una sensación subjetiva de falta de aire por parte del paciente, existen diferentes descripciones de este síntoma; sin embargo, se pueden salvar algunas precisiones. Una definición acertada y hasta hoy aceptada es la descrita por Julius H. Comroe en 1965, quien caracterizó la disnea como *“la respiración trabajosa y dificultosa; es una forma desagradable de respirar si bien no es dolorosa en el sentido usual del término”* y agrega: *“Es subjetiva, y, al igual que el dolor, involucra tanto la percepción de la sensación por el paciente como su reacción ante la misma”* (Argente y Álvarez 2005:84). Durante la sensación de disnea, se pierde el automatismo de la respiración, que pasa a un plano conciente como una respiración dificultosa con relación al nivel de actividad física desarrollada (Souto Camba 1999). Para clasificar a la disnea en diferentes grados de intensidad y así poder evaluar a un paciente determinado, se puede utilizar la clasificación de la New York Heart Association (Tabla 1.1)

Tabla 1.1 Clasificación de la disnea en grados	
Clasificación de la disnea en grados	
Grado I	Disnea que aparece ante los grandes esfuerzos o mayores que los habituales (correr, subir varios pisos de escalera)
Grado II	Disnea que surge frente a esfuerzos moderados o habituales (caminar, subir un piso de escalera)
Grado III	Disnea que se presenta ante esfuerzos leves o menores que los habituales (higienizarse, vestirse, comer)
Grado IV	Disnea de reposo
Fuente: New York Heart Association (1994).	

Esta clasificación es muy útil ya que, como se planteó anteriormente, la subjetividad tiene mucho peso en la valoración de este síntoma. Además de la intensidad, es necesario tener información sobre otros aspectos de este parámetro; la forma de instauración, la clase funcional de disnea, su progresión, la presencia de síntomas asociados, desencadenantes, y existencia de variaciones a lo largo del día. Esta información se puede obtener a partir de una anamnesis al paciente (Argente y Álvarez 2005).

En cuanto a la relación de los músculos respiratorios y la valoración de la disnea, Kelley (1993) explica que la mayoría de los estudios se centran en la relación de la disnea con un aumento del trabajo respiratorio que tiene como consecuencia una mayor exigencia sobre los músculos respiratorios. Pero además destaca que diferentes estudios muestran evidencias que permiten postular que el concepto de disnea se encuentra más estrechamente vinculado con la magnitud de la señal eferente central hacia los músculos de la respiración que con el trabajo real realizado por los músculos propiamente dichos.

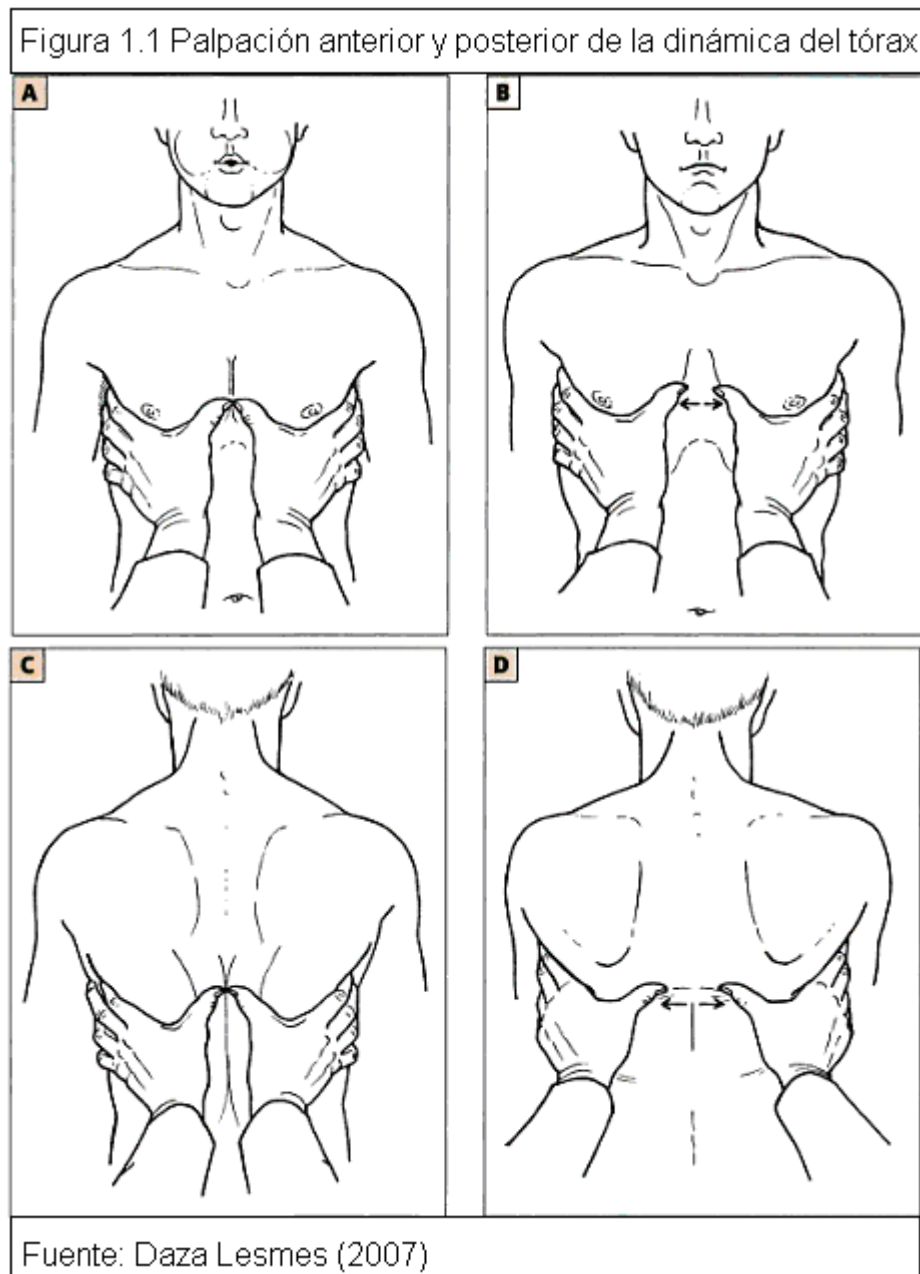
Un segundo parámetro a tener en cuenta es la valoración de la tos. La tos puede definirse como una sucesión de varios movimientos espiratorios violentos efectuados contra una glotis entrecerrada, y por medio de los cuales el aire contenido en las vías aéreas y en los pulmones, así como las secreciones y los materiales extraños eventualmente aspirados se expelen al exterior (Argente y Álvarez 2005). Es un síntoma prácticamente constante en cualquier enfermedad respiratoria, pero también se presenta en diferentes situaciones en un individuo sano; es por esto que debe ser identificada si la razón de su presencia manifiesta o no un estado patológico. Para esto, es necesario interrogar al paciente sobre la persistencia de la tos, ya que la presencia de este síntoma de forma persistente evidencia algún tipo de alteración. Los principales aspectos que el kinesiólogo tiene que valorar en relación con la tos son el tipo de tos y la eficacia de la misma. La forma más simple de su evaluación en un paciente consciente y despierto es pedirle que tosa, y determinar si la tos es efectiva, cuando esta puede movilizar secreciones si las hubiera, no efectiva, cuando esta es débil y superficial, o abolida, cuando el paciente no puede toser. Otras características más específicas pueden ser útiles si se quiere ser más riguroso en la inspección de este síntoma; caracterizando la tos como irritativa o ineficaz, seca, persistente y con sensación de quemazón en la vía aérea; o bien, productiva o eficaz, que moviliza secreciones y va acompañada de expectoración (Souto Camba 1999). Una clasificación más específica que puede ser utilizada como referente para diagnóstico fue descrita por Cossio y Fustinoni (1992) quienes postulan que la tos puede ser seca, húmeda, aislada, quintosa, afónica, ronca o perruna, productiva, no productiva, emetizante. Estos autores también hacen hincapié en identificar si el inicio de la tos es súbito, episódico o constante. Para comprender la clasificación del tipo de tos, se hace útil las definiciones de Argente y Álvarez (2005) quienes definen por un lado a la tos quintosa como la producida por la coqueluche, que se

caracteriza por accesos de tos paroxística (a los que se llamó quintas por producirse en grupos de cinco o cada cinco horas) que se inician con espiraciones violentas y explosivas a las que sigue una inspiración intensa y ruidosa provocado por el espasmo de la glotis; por otro lado, la tos ronca o perruna sería la tos seca e intensa que se presenta como accesos nocturnos y es provocada por la laringitis glótica o subglótica; y la tos emetizante, que es aquella que provoca vómitos. Según estos autores, la tos será seca o húmeda dependiendo si es acompañada o no por hipersecreción bronquial, y será productiva aquella tos en que las secreciones se eliminen al exterior en forma de expectoración. En cuanto a la efectividad de la tos, se debe tener en cuenta que en ciertas condiciones patológicas la eficacia de esta disminuye, circunstancias tales como la depresión del centro respiratorio, la debilidad de la musculatura respiratoria, el dolor, las alteraciones bronquiales que ocasionan una disminución de los flujos espiratorios o la propia falta de colaboración del paciente. En cuanto a las complicaciones que conlleva la tos, Kelley (1993) incluye en ellas a la fatiga, al dolor de la pared torácica, a las interrupciones de sueño, a los vómitos y al síncope. Además, el esfuerzo mecánico asociado con la tos puede llegar a provocar distensiones musculares o verdaderas fracturas de costillas.

Este síntoma de tos puede o no ser acompañado de expectoración, que también es un parámetro a evaluar. La expectoración es la expulsión por la boca de material procedente de las vías aéreas acompañando a la tos. En condiciones de normalidad el individuo no tose ni expectora, siendo la producción de moco de 100 ml/24hs. Es el complemento de la tos ya que, si su finalidad es mantener permeables las vías aéreas, debe asociarse a la expulsión de los elementos que la dificultan (Pérez Arellano 2013). La fisioterapeuta Souto Camba (1999) asegura que el kinesiólogo deberá valorar la expectoración de un paciente indagando sobre su procedencia, su composición y su deglución; y agrega que si se recoge una muestra, se podrá también analizar el volumen, aspecto y olor de las secreciones. A partir de estas muestras se puede también evaluar la viscosidad, y para esto existen unas escalas denominadas escalas de Keal, que establecen cuatro grados de viscosidad en función del comportamiento de las secreciones ante determinadas maniobras.

Otro parámetro muy importante a evaluar dentro de la valoración kinésica respiratoria es la estática y dinámica de la caja torácica y de la columna dorsal. Esta evaluación se puede realizar mediante una inspección en conjunto con la medición de tórax, o toracometría. En la inspección, se debe analizar por un lado el tórax en estática; observando piel, edemas, atrofiaciones musculares, configuración (columna vertebral, esternón), y simetría (Marco 2010). Según Cossio y Fustinoni (1992) se puede distinguir entre seis tipos de tórax anormales; tórax paralítico, enfisematoso, Excavatum, Carinatum, cifoescoliotico o piriforme. Agregan, además, que se debe evaluar también las deformidades hemitorácicas, como pueden ser los abovedamientos y las retracciones. En cuanto a la

evaluación dinámica, se debe analizar la expansión de la caja torácica durante la respiración, observando la amplitud, posibles asimetrías, y coordinación entre los movimientos del tórax y el abdomen (Daza Lesmes 2004). Esta evaluación debe ser anterior y posterior (figura 1.1).



En la inspección además, se puede evaluar el patrón ventilatorio. Los principales aspectos en los que hemos de centrar la atención son la localización de la respiración. La coordinación entre el tórax y el abdomen, el ritmo de la respiración y el modo ventilatorio. Según Cuello (1980), la localización de la respiración puede ser diafragmática, costal superior o costal inferior. El ritmo respiratorio en la normalidad se define eupnea, pero si es anormal se denomina taquipnea cuando es elevado o bradipnea si esta disminuido. En cuanto al modo ventilatorio, este puede ser naso-bucal, naso-nasal o buco-bucal. Además, se deben observar los posibles tirajes si existe esfuerzo respiratorio; estos pueden ser del

tipo costal superior, supraclavicular, intercostal, universal con aleteo nasal, o tiraje espiratorio.

Si se recurre a la auscultación, se pueden valorar también los ruidos respiratorios normales y, si los hubiera, los agregados, además de apreciar la entrada de aire. Esta última puede ser buena, o pueden haber sectores de hipoventilación o no ventilados en el caso de atelectasias. Una buena auscultación debe cumplir con ciertos requisitos; debe realizarse sobre la piel mientras el paciente respira por la boca; debe ser simétrica, recorriendo las partes anteriores y posterolaterales del tórax de arriba abajo (Duque Ramírez, 2006). En condiciones de normalidad, se pueden apreciar solo dos ruidos; el ruido respiratorio bronquial, en inspiración y en espiración, se aprecia preferentemente sobre la tráquea y con menos nitidez en la zona alta y medial del tórax; y el murmullo vesicular, debido a la distensión que se produce en los alvéolos por la corriente de aire que penetra durante la inspiración, es más notable en el tiempo inspiratorio que en el espiratorio y puede estar abolido o disminuido por una obstrucción bronquial o por un derrame pleural. Dentro de la auscultación patológica se puede percibir ruidos agregados o anormales, que se pueden clasificar en ruidos generados en la vía aérea superior o en la inferior. En este último grupo se ausculta el parénquima pulmonar y la pleura y se puede escuchar: roncus, un ruido espiratorio de baja tonalidad, significativo de secreción mucosa o mucopurulenta en las vías respiratorias de gran calibre, que se produce por el paso del aire por bronquio obstruido o inflamado y se modifica con la tos al expulsar o movilizar secreciones; sibilancias, un ruido respiratorio de elevada tonalidad significativo de estenosis del árbol bronquial, generalmente de las vías de pequeño calibre; crepitantes o estertores, ruido respiratorio producido en los sacos alveolares, audible cuando hay líquido en los alvéolos y bronquios finos o en un intersticio pulmonar de estructura anormal, pueden ser secos o húmedos; soplo tubarico, ruido respiratorio que se origina por el paso del aire a través de las vías aéreas bronquiales rodeadas de parénquima pulmonar alterado; y por último el roce o frote pleural, un ruido particular al rozar las dos hojas pleurales inflamadas entre sí (Postiaux 1990; Eduforma 2006).

Otro parámetro muy importante a evaluar es el estado de la musculatura respiratoria. Una manera de hacerlo es instrumentalmente, utilizando un medidor de presiones estáticas de la boca que mide la Presión Inspiratoria Máxima y la Presión Espiratoria Máxima generadas en una vía aérea ocluida (Black y Hyatt 1969). Es una técnica muy simple que solo requiere un monitor de PIMáx y PEMáx y la colaboración activa del paciente. La PIMáx se mide luego de una espiración hasta el volumen residual y la PEMáx luego de una inspiración hasta la capacidad pulmonar total. Se deben realizar tres mediciones y se toma el valor más alto, es decir el más negativo (Shoemaker y col. 1998). Con relación a las tablas con valores teóricos de referencia, para contrastar los resultados obtenidos con los

valores de normalidad, los más utilizados entre los existentes en literatura son los de Black y Hyatt en 1969 entre población americana (Tabla 1.2).

Tabla 1.2. Valores teóricos de referencia para las presiones respiratorias máximas estáticas.		
	PIMáx	PEMáx
Varones	143-0,55 * edad	268-1,03 * edad
Mujeres	104-0,51 * edad	170-0,53 * edad
PIMáx: presión inspiratoria máxima. PEMáx: presión espiratoria máxima.		
Fuente: Black, L, y Hyatt, R. (1969)		

Otra manera de evaluar la musculatura respiratoria es mediante la exploración muscular descrita por Kendall's (2007) que se enfoca en valorar la debilidad o la fuerza de un músculo o grupo muscular asignándole un puntaje de acuerdo a lo observado. La puntuación se basa en un sistema en el que la capacidad de mantener la región a evaluar en una posición determinada frente a la gravedad determina una puntuación denominada *regular* o su equivalente numérico en función de los símbolos de puntuación utilizados. El grado regular supone una puntuación mas objetiva debido a que la fuerza de la gravedad constituye un factor constante. Para las puntuaciones por encima del grado regular, se aplica una cierta presión además de la resistencia proporcionada por la fuerza de gravedad. Está basado en el sistema de evaluación y puntuación propuesto por el Dr. Robert W Lovett (Legg 1932), quien publicó una descripción del denominado "sistema de Lovett", el cual describe las categorías: *afuncional* al no apreciarse contracción; *traza* cuando puede apreciarse la tensión muscular, pero no se produce movimiento; *mal* si el músculo genera movimiento cuando se elimina la gravedad, pero no puede actuar contra esta fuerza; *regular* cuando el músculo puede elevar la región frente a la gravedad; *bien* si el músculo es capaz de elevar la región frente a la resistencia externa y la gravedad; y *normal* si el músculo es capaz de superar una mayor resistencia que un músculo de grado bien.

Los símbolos empleados pueden variar, aunque los movimientos y los factores de carga introducidos por Lovett conforman el sustrato en el que se basan casi todas las pruebas actuales. Los Kendall (2007) han considerado que la estandarización de la descripción de las pruebas y símbolos empleados supone una cuestión de enorme interés para los profesionales relacionados con las pruebas musculares manuales. Cada vez es mas frecuente la utilización de números debido a las investigaciones acerca de las puntuaciones de las pruebas musculares. La siguiente tabla (Tabla 1.3) equivale en términos

generales al sistema introducido por Lovett, si bien incluye definiciones adicionales para los grados *más* y *menos*, que se refieren a la capacidad de completar total o parcialmente la amplitud del arco de movimiento.

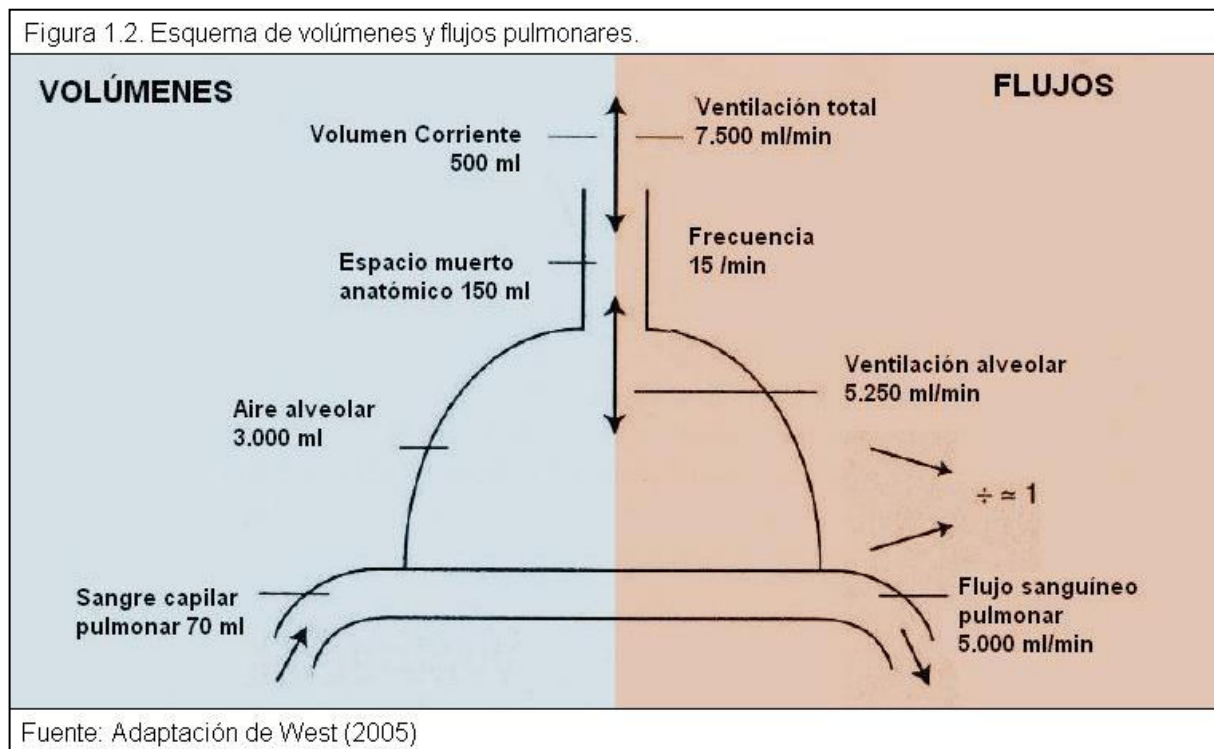
Tabla 1.3 “Clave de puntuación muscular”						
CLAVE DE PUNTUACION MUSCULAR						
Función del músculo		Grados y símbolos de puntuación				
Ausencia de movimientos	Ausencia de contracción muscular apreciable o visible	Nulo	0	0	0	0
	Prominencia del tendón o débil contracción del músculo en ausencia de movimientos visibles	Traza	T	1	T	
Movimiento en el plano horizontal	Amplitud parcial de movimiento	Mal -	P-	2-	1	+
	Amplitud total de movimiento frente a la gravedad	Mal +	P	2	2	
	Mantenimiento de la posición de la prueba en frente a una ligera presión	Mal +	P+	2+	3	
Pruebas en posición antigraavitatoria	Amplitud parcial de movimiento frente a gravedad	Mal +	P+	2+	3	
	Cesión gradual desde la posición de la prueba	Regular-	R-	3-	4	
	Mantenimiento de la posición de la prueba (sin presión adicional)	Regular	R	3	5	++
	Mantenimiento de la posición de la prueba frente a una presión ligera	Regular+	R+	3+	6	
	Mantenimiento de la posición de la prueba frente a una presión ligera a moderada	Bien-	B-	4-	7	
	Mantenimiento de la posición de la prueba frente a una presión moderada	Bien	B	4	8	+++
	Mantenimiento de la posición de la prueba frente a una presión moderada a intensa	Bien+	B+	4+	9	
	Mantenimiento de la posición de la prueba frente a una presión intensa	Normal	N	5	10	++++

Fuente: Kendall's 2007.

Utilizando estas puntuaciones, los Kendalls proponen evaluar los diferentes grupos musculares del cuerpo humano, entre ellos los músculos respiratorios, para lo que elaboraron una tabla modelo (Anexo 1) donde se habrán de volcar las puntuaciones correspondientes observadas en las evaluaciones musculares.

En cuanto a la valoración de la saturación de oxígeno, en la actualidad se puede determinar de forma no invasiva a través de la pulsioximetría u oximetría de pulso, utilizando para ello un sensor óptico sensible a los cambios de coloración de la hemoglobina denominado pulsioxímetro, situado en una zona cutánea de gran capilaridad como son el pulpejo de un dedo o el lóbulo de una oreja. La saturación de oxígeno nos informa sobre el grado de oxigenación del paciente antes, durante y después de la aplicación de las técnicas de kinesioterapia respiratoria, siendo importante que el paciente se mantenga siempre con unos niveles de saturación de oxígeno superiores al 90-93%. En ausencia de pulsioxímetro, la orientación sobre el grado de oxigenación del paciente se realizará a través de signos

clínicos como son la cianosis, la agitación, irritabilidad y trastornos del juicio, la taquicardia y la disnea (SATI 2009). Otro aspecto a evaluar es el comportamiento de los valores pulmonares. En la categoría de Valores Pulmonares se engloba por un lado los volúmenes estáticos del pulmón, y por otro lado los volúmenes dinámicos o flujos. En la figura 1.2 se pueden analizar de una manera muy esquemática dichos valores.



Algunos de los volúmenes estáticos se miden con un espirómetro, por lo cual no se puede hablar de volúmenes respiratorios sin hablar de cómo obtenemos las medidas de dichos volúmenes. Con una medición espirométrica se puede observar en primer término la curva de la respiración normal: Con cada inspiración normal, entran en el pulmón aproximadamente 500 ml de aire, volumen que se denomina corriente o Tidal. A continuación el sujeto realiza una inspiración máxima, seguida de una espiración máxima. Este volumen espirado se llama Capacidad Vital, que no incluye el aire que queda dentro de los pulmones después de la espiración máxima (Volumen Residual). Si la espiración que se efectuase no fuera máxima, al aire que queda dentro de los pulmones se lo denomina Capacidad Residual Funcional, intuyéndose por lo dicho anteriormente que es la suma entre el volumen de espiración máxima y el volumen residual (Cruz Mena y Bolton 2005).

La suma de la Capacidad Vital mas la Capacidad Residual Funcional es igual a la Capacidad Pulmonar Total (Sobradillo 2006).

Tanto el Volumen Residual como la Capacidad Residual Funcional no pueden ser medidos con un espirómetro simple, por lo que se utiliza un espirómetro con una concentración conocida de helio (técnica de dilución gaseosa) o la técnica de pletismografía corporal.

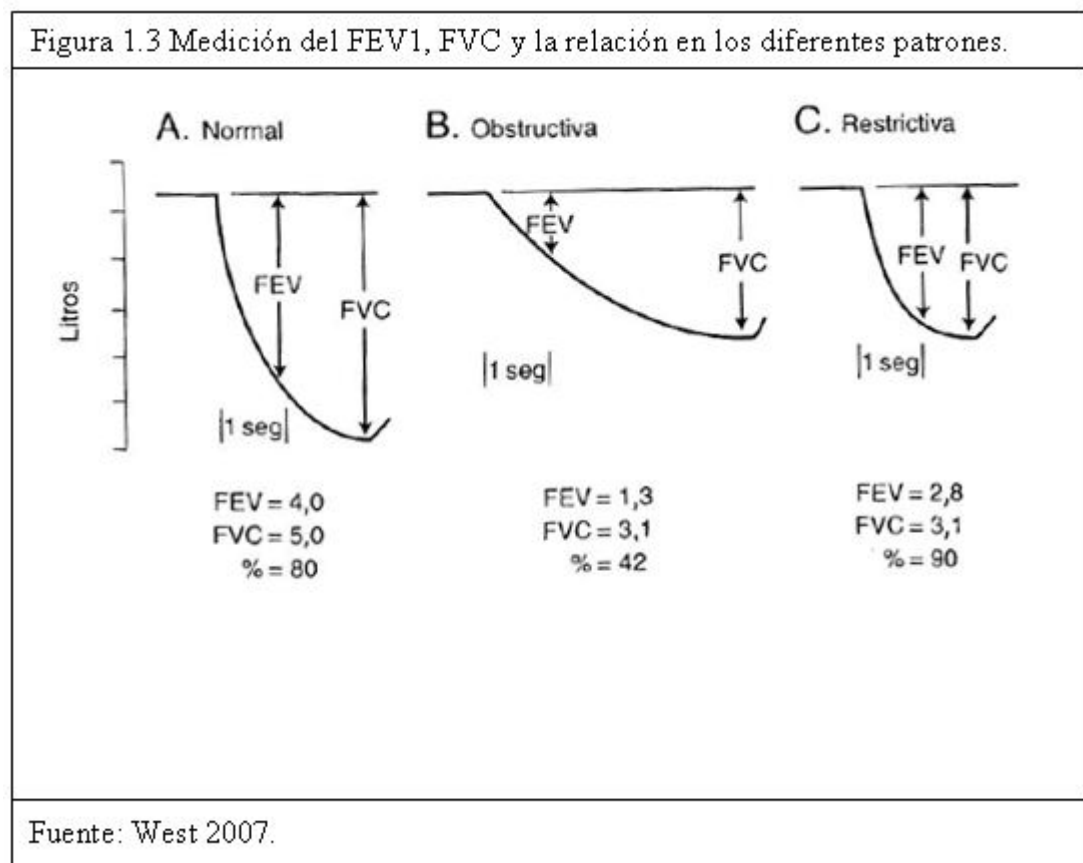
Como se describió anteriormente, el volumen que se exhala es de aproximadamente 500 ml; si ocurren unas 15 respiraciones por minuto, el volumen total que sale del pulmón por minuto es entonces de $500 \times 15 = 7.500$ ml/min. A este valor se lo llama Volumen Minuto o Ventilación total, y se toma como referencia el volumen espirado aunque el volumen inspirado es apenas mayor, ya que se capta más oxígeno de lo que se emite anhídrido carbónico. La ventilación alveolar, es decir, el volumen de gas que llega a la zona respiratoria, se deduce de restar los 150 ml que quedan en el espacio anatómico muerto y multiplicándolos por la frecuencia respiratoria, resultando en alrededor de 5.250 ml/min. de ventilación alveolar, que es aire fresco disponible para el intercambio gaseoso. Es importante especificar que este espacio muerto anatómico ya descrito existe en condiciones normales. En cambio, el espacio muerto fisiológico incluye todo el volumen de aire que debería intervenir en el intercambio gaseoso, pero que por motivos fisiológicos, patológicos o variables no ocurre este proceso. Esto se puede dar tanto por una mala perfusión sanguínea de los capilares que rodean el alveolo como por una mala ventilación de éste, ya que, si no hay flujo de sangre alrededor del alveolo para realizar el intercambio, este no sucede (Tórtora 2010).

En la práctica clínica diaria la técnica más utilizada si se cuenta con los elementos necesarios es la espirometría, cuya modalidad puede ser simple o forzada, y sólo requiere un equipo mínimo y algunos cálculos sencillos. La elección de este método por su sencillez, no debe quitar mérito a la información crucial que arroja en última instancia. Es en realidad, una de las pruebas más informativas; puede ser valiosa para la detección de enfermedades de las vías aéreas aún en fases tempranas, ya que una de las primeras manifestaciones de la mayoría de las patologías respiratorias suele ser la presencia de valores pulmonares anormales. En términos de rehabilitación, también es una herramienta muy útil para realizar el seguimiento de los pacientes, efectuando mediciones esporádicas y evaluando así la trayectoria del tratamiento y la evolución de la patología. (Viña López 2011)

La espirometría simple, como se explicó anteriormente de manera breve, consiste en solicitar al paciente que tras una inspiración máxima expulse todo el aire de sus pulmones durante el tiempo que necesite para ello. A partir de esto, el espirómetro va a poder medir el Volumen Corriente, el Volumen de Reserva Inspiratoria, el Volumen de Reserva Espiratoria y la Capacidad Vital del paciente. La prueba de espiración forzada, como bien indica su nombre, consiste en la medición de una sola espiración forzada utilizando un espirómetro. Se le pide al paciente una espiración de todo el aire, en el menor tiempo posible. Es más útil que la espiración simple, ya que nos permite establecer diagnósticos de la patología respiratoria. Los valores de flujos y volúmenes que más interesan son la Capacidad vital forzada; el Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo; la Relación FEV₁/FVC (Índice de Tiffeneau); y el Flujo espiratorio máximo entre el 25 y el 75%. (Plaza Moral 2011)

Para una clara interpretación de los datos obtenidos se pueden trazar las curvas de Volumen/Tiempo y de Flujo/Volumen.

La figura 1.3 muestra el trazado espirométrico que se obtiene cuando el paciente, inmediatamente luego de una inspiración máxima, espira al máximo con todas sus fuerzas. Del análisis de estos resultados se obtienen dos medidas: el FEV₁ y el volumen espirado total, que expresa la FVC. En condiciones normales, el FEV₁ representa alrededor del 80% de la FVC; es decir, que el 80% de la capacidad vital forzada se espira en el primer segundo (American Thoracic Society 1994).



Además de la evaluación de los parámetros recién descritos, existen diversos tests dinámicos más globales, por ejemplo un test que estima la capacidad física de un paciente, parámetro en estrecha relación con la capacidad del sistema respiratorio, como lo es el test de marcha o test de los 6 minutos. Es una evaluación rápida, reproducible y de bajo costo del desempeño físico, y utiliza una actividad que es familiar a todos los individuos. Evalúa de forma general e integral la respuesta de todos los sistemas involucrados durante el ejercicio, incluyendo los sistemas pulmonar y cardiovascular, circulación sistémica, circulación periférica, unidades neuromusculares y metabolismo muscular. La mayoría de los pacientes no consiguen alcanzar su capacidad máxima de ejercicio durante la distancia caminada de seis minutos, sin embargo como la mayoría de las actividades de la vida diaria son realizadas en un nivel submáximo, el test de los 6 minutos puede reflejar mejor la capacidad funcional para actividades de la vida diaria de esos pacientes (Estrada 2008).

Si se realizan evaluaciones utilizando alguno o todos los métodos descritos periódicamente a un mismo paciente, se puede verificar si existen cambios en los parámetros en las diferentes mediciones comparando los resultados. Estos cambios pueden significar la presencia de una patología, el avance de la misma, o bien la mejoría si se está en etapa de tratamiento y se desea monitorear la evolución del mismo.

Las técnicas terapéuticas que se enfocan a producir modificaciones beneficiosas en estos patrones y en la musculatura respiratoria son muy diversas, y suelen denominarse técnicas de rehabilitación respiratoria.

Capítulo 2

Capítulo 2: Rehabilitación del sistema respiratorio

Los ejercicios basados en el trabajo de gimnasio pueden ser difíciles para pacientes con enfermedad respiratoria crónica – quienes tienden a ser añosos y quienes pueden tener otras comorbilidades tales como artritis, lo cual puede impedir su habilidad para ejercitarse a una intensidad suficiente.

Rae y White (2009:90)

Con la evolución de la medicina se ha ido ampliando el concepto de rehabilitación, entendida como una restauración de la actividad puramente mecánica de un órgano, hasta una idea más global, abarcando distintos aspectos del paciente como son el psíquico, emocional, médico y social. En las últimas décadas, la rehabilitación respiratoria ha ido adquiriendo una personalidad propia que se ha visto reforzada, más recientemente, con la introducción del concepto “fatiga” de los músculos respiratorios y la valoración de la calidad de vida de los pacientes con enfermedad respiratoria crónica (Torres Morera 2002).

Desde la definición inicial expresada en el año 1974 por un comité del American College of Chest Physicians en la que se mencionaba la rehabilitación respiratoria como “*un arte de la practica medica...*” se han emitido diversos documentos de sociedades científicas en donde se pone de manifiesto el grado de evidencia científica que en este campo se ha alcanzado. Los documentos de la Sociedad Neumológica Europea (ERS) y de la Sociedad Americana de Tórax (ATS) han servido de base para aglutinar los numerosos avances científicos que se han producido en el campo de la rehabilitación pulmonar en un único documento de consenso de ambas sociedades científicas (Nici 2006:1391). En este último, se adopta la siguiente definición para la rehabilitación respiratoria:

La rehabilitación respiratoria es una intervención multidisciplinar y global, eficaz bajo la perspectiva de la Medicina basada en la evidencia para los pacientes con enfermedades respiratorias crónicas sintomáticos y que a menudo han disminuido las actividades de la vida diaria. La rehabilitación debe integrarse dentro de un tratamiento individualizado del paciente y está dirigido a reducir los síntomas, optimizar la capacidad funcional, aumentar la participación y reducir el gasto sanitario a través de estabilizar o revertir las manifestaciones sistémicas de la enfermedad.

También se definen como objetivos principales de este programa de rehabilitación pulmonar, la reducción de sintomatología, la disminución de las discapacidades, el aumento de la participación en actividades físicas y sociales, la mejora de calidad de vida y la optimización de la autonomía y el rendimiento, tanto a nivel físico como social (Nici 2006).

Hoy por hoy, la rehabilitación para pacientes con enfermedades pulmonares crónicas está bien establecida y ampliamente aceptada como método para potenciar la terapia estándar. Está especialmente indicado en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), aunque es cada vez más creciente la evidencia que fundamenta su uso en otras enfermedades respiratorias crónicas. Para lograr los objetivos mencionados, la clave yace en ayudar al paciente a aumentar su actividad mediante un programa de entrenamiento, y a la vez reducir y ganar control sobre sus síntomas. Es importante alentar al paciente a que se involucre activamente en el tratamiento y el cuidado de su salud, y se vuelva más independiente en sus actividades diarias y menos dependiente de los profesionales de la salud y de costosos recursos médicos. Más que enfocarse sólo en revertir el proceso de la enfermedad, la rehabilitación intenta apalar o prevenir la

discapacidad que la enfermedad de base produce (Pleguezuelos 2008; Valero, Vargas y Manzanares 2011; McNamara 2012).

Puntualmente los beneficios de la rehabilitación pulmonar son la mejoría de los síntomas de la disnea, aumento de la sobrevida y de la tolerancia al ejercicio, y reducción de la cantidad y duración de hospitalizaciones y de la tasa de exacerbaciones, reduciéndose también los costos del sistema de salud (Wadell 2004).

La rehabilitación pulmonar debe integrar los conocimientos y experiencia de las diferentes ramas de la salud, formando un programa multidisciplinario, comprehensivo y cohesivo, personalizado para las necesidades de cada paciente. El proceso de rehabilitación pulmonar debería incorporar un programa de intervención nutricional, entrenamiento físico, educación sobre la enfermedad y contención psicológica (Estrada 2008).

En resumen, puede establecerse que dentro de los componentes de un programa de rehabilitación respiratoria podrían definirse como fundamentales: la educación del paciente y la familia, técnicas de terapia física y fisioterapia respiratoria, técnicas de entrenamiento al esfuerzo, reducción de los síntomas respiratorios y de las reagudizaciones tanto en número como en intensidad, disminución del grado de ansiedad y depresión, mejoría de la capacidad de realizar las actividades de la vida diaria, fortalecimiento de músculos respiratorios y de su capacidad, para prevenir complicaciones como la fatiga muscular, mejoría en la calidad de vida, reducción en el número y días de hospitalización, y prolongación de la supervivencia (Torres Morera 2002).

Muchos de estos componentes enumerados, dan a entender la importancia de la presencia del kinesiólogo en el programa de rehabilitación respiratoria. En Argentina el crecimiento de la kinesiólogía respiratoria en la última década ha sido exponencial, dejando de lado esa postura de administrador de técnicas manuales únicamente. La kinesioterapia respiratoria, que en un principio se hallaba integrada únicamente por técnicas torácicas manuales (vibración, percusión, etc., utilizadas para lograr la desobstrucción bronquial) y ejercicios respiratorios que buscan mejorar los volúmenes y capacidades pulmonares, con el tiempo fue integrada por otras prácticas, como la rehabilitación pulmonar, toma de muestras respiratorias, monitoreo de la ventilación mecánica e implementación de la ventilación mecánica no invasiva, aerosolterapia, oxigenoterapia, humidificación y calentado de la vía aérea, a lo que se le sumaron dispositivos de ayuda para entrenamiento muscular y de higiene bronquial (Setten 2009).

En la bibliografía que proviene del extranjero, se encuentran concepciones de las incumbencias de la terapia física o fisioterapia en los programas de rehabilitación del sistema respiratorio, que corresponden a lo que se entiende por kinesiólogía respiratoria en Argentina y otros países. Se debe tener esto en cuenta al leer los conceptos que provee Torres Morera (2002:2389), que intentan bosquejar una posible clasificación dentro de la

terapia física respiratoria. Por un lado expone una división que plantea la escuela americana:

La escuela americana (Dudley, Rochester y Goldberg) divide la terapia física respiratoria en dos grupos, el primero que sería la fisioterapia pulmonar, son técnicas encaminadas a eliminar las secreciones bronquiales; el segundo grupo, entrenamiento respiratorio, engloba los ejercicios respiratorios cuya finalidad es mejorar la posición y excursión diafragmática y el entrenamiento muscular que trata de fortalecer la musculatura.

En el primer grupo, se intenta lograr la mejoría en la función pulmonar, particularmente la función de las vías aéreas, en tanto el segundo grupo afecta a la función muscular respiratoria. Si se realiza una contrastación entre estos conceptos y las competencias de la kinesiología respiratoria en Argentina, se concluye que las funciones abarcadas por ambos grupos son alcanzados por la kinesiología respiratoria en Argentina, aunque la bibliografía consultada demuestra que las divisiones entre kinesioterapia respiratoria y fisioterapia respiratoria en este país no están tan claramente marcadas.

Sobre la escuela francesa, Torres Morera la distingue:

La escuela francesa Duprés (Cara, Sadoul, Gimenez) denomina fisioterapia respiratoria o fisiokinesiterapia a las técnicas de drenaje, percusión, vibración y tos, unidas a las técnicas de movilización costal y diafragmática, también llamadas de recuperación funcional. Las técnicas físicas bajo la terminología de fisioterapia respiratoria comprenden la fisiokinesiterapia respiratoria y los ejercicios respiratorios.

Según Mercado Rus (2003) la fisioterapia respiratoria consiste en un conjunto de técnicas de tipo físico que pretenden mejorar la función ventilatoria y respiratoria del organismo. La finalidad de este conjunto de técnicas tiene como finalidad mejorar la cinética diafragmática y costal; desobstruir el árbol bronquial; conseguir la reexpansión total o parcial del pulmón colapsado; obtener el reestablecimiento de la elasticidad parenquimatosa; mejorar la función respiratoria de las zonas pulmonares en hipofunción; enseñar al paciente a controlar la frecuencia respiratoria; prevenir o corregir las alteraciones del esqueleto y de los músculos respiratorios; y entrenar al paciente y readaptarlo al esfuerzo.

Kisner y Colby (2005:536-553) describen las técnicas utilizadas en el entrenamiento respiratorio dentro de un programa de rehabilitación estableciendo que “*los ejercicios respiratorios se deberían incorporar a todo programa de rehabilitación pulmonar integral de pacientes con trastornos pulmonares, agudos o crónicos*”. Estas autoras explican que los ejercicios respiratorios se diseñan para reentrenar los músculos respiratorios y mejorar o redistribuir la ventilación, reducir el trabajo respiratorio y mejorar el intercambio gaseoso y la oxigenación. Además, afirman que los ejercicios de amplitud del movimiento activo de hombros y tronco también ayudan a expandir el tórax, facilitan una respiración profunda y a

menudo estimulan el reflejo tusígeno. Estos ejercicios respiratorios incluyen el fortalecimiento del músculo diafragma, en donde se enseña al paciente a efectuar en decúbito supino la respiración diafragmática y se van colocando gradualmente pesos para fortalecerlo; la respiración glossofaríngea, que es un medio de aumentar la capacidad inspiratoria del paciente cuando hay debilidad grave de los músculos de la inspiración: *“el paciente toma varios “buches” de aire, luego cierra la boca y la lengua empuja el aire hacia atrás y lo atrapa en la faringe. A continuación, se fuerza la entrada del aire en los pulmones cuando se abre la glotis”*, este procedimiento aumenta la profundidad de la inspiración y la capacidad vital del paciente; la respiración con labios fruncidos, que es un ejercicio que mantiene abiertas las vías respiratorias creando una retropresión en ellas, y favoreciendo así la distribución uniforme del aire, llegando este a áreas del pulmón que pudieran estar hipoventiladas; y la respiración segmentaria, que consiste en indicar al paciente mediante información sensorial (fig. 2.1 y 2.2) a expandir sectores localizados del pulmón mientras se mantienen quietos otros y así mejorar la hipoventilación que se produce en ciertas áreas de los pulmones por dolor y rigidez refleja de la musculatura después de una operación, atelectasia o neumonía.

Figura 2.1. Ejemplo de respiración segmentaria: Expansión costo lateral bilateral en decúbito supino.



Figura 2.2. Ejemplo de respiración segmentaria: Expansión costo lateral bilateral en posición sedente.



Fuente: Kisner y Colby (2005)

Estas autoras también describen dentro de este grupo de entrenamiento respiratorio técnicas que van en concordancia con la definición de fisioterapia pulmonar de Torres Morera (2002), ya que están en realidad encaminadas a eliminar las secreciones bronquiales, como por ejemplo el drenaje postural, la tos eficaz y las vibraciones manuales.

Mercado Rus (2003) explica que el drenaje postural consiste en colocar al paciente en una posición capaz de facilitar el flujo de las secreciones bronquiales desde las ramificaciones segmentarias a las ramificaciones lobares, de estas a los bronquios

principales y a la tráquea y desde aquí al exterior. Después de colocar al paciente en una posición adecuada, se le indica una respiración pausada con la espiración alargada, y durante la espiración se aplican vibraciones o una percusión rítmica sobre la zona del tórax que se está drenando. Es imperioso para realizar esta técnica conocer la anatomía del árbol bronquial, además de las técnicas manuales que deben complementar el drenaje postural, las cuales serán descriptas a continuación.

Las vibraciones manuales según Postiaux (2000), se aplican durante la fase espiratoria, a excepción del clapping, y están orientadas según el movimiento fisiológico de las costillas. Pueden ser clasificadas en sacudidas, que son presiones breves aplicadas con la palma de la mano sobre el esternón, acompañadas con un esfuerzo espiratorio; percusiones o clapping, que incluyen los golpeteos, palmadas con manos abierta o ahuecada, hacheteos y percusiones con la punta de los dedos cuando el paciente es un niño pequeño; presiones vibratorias, que se producen por una sucesión de contracciones alternas de los flexores y extensores del codo; y presiones intermitentes, donde se coloca una mano en puño sobre la otra mano relajada que a su vez esta en contacto con la pared torácica del paciente, orientados los dedos hacia el esternón.

En cuanto a la tos eficaz, Kisner y Colby (2005) explican, es un aspecto integral de la limpieza de las vías respiratorias, los pacientes deben aprender la importancia de una tos eficaz, cómo producir una tos voluntaria eficaz y controlada, y cuando toser. La tos puede ser enseñada y reproducida por el paciente por sus propios medios, o asistida manualmente como se puede ver en las figuras 2.3 y 2.4.

Figura 2.3 Técnica de tos con asistencia manual.

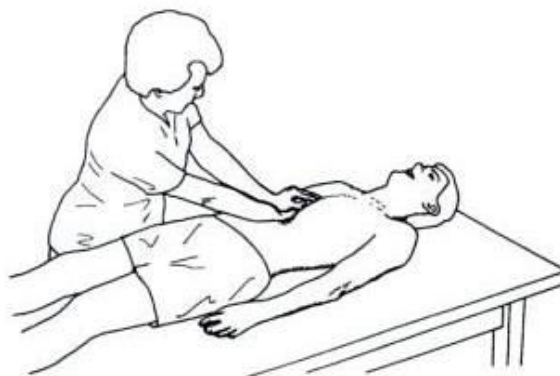


Figura 2.4 Técnica de tos con autoasistencia manual o asistida.



Fuente: Kisner y Colby (2005)

Dentro de los componentes del esquema de rehabilitación respiratoria mencionados al inicio del presente capítulo, además de la ejecución de las técnicas recién descriptas, le incumbe al kinesiólogo involucrarse en el desarrollo del programa de entrenamiento físico del paciente.

Este programa constituye una parte crucial del esquema de rehabilitación, ya que es una estrategia que permite revertir algunas de las alteraciones musculares atribuibles al desuso muscular en pacientes con enfermedad pulmonar. Se ha demostrado que el entrenamiento disminuye la respuesta de estrés oxidativo al ejercicio y que mejora la tolerancia al ejercicio y la calidad de vida en estos pacientes (Valero, Vargas y Manzanares 2011). Al mejorar la función muscular periférica, el ejercicio de miembros inferiores y superiores disminuye el atrapamiento aéreo independientemente de la terapia farmacológica, por mejoría en la fuerza muscular respiratoria. Los factores limitantes en la capacidad de esfuerzo de un paciente con enfermedad respiratoria crónica son la reducción de la capacidad ventilatoria, la hiperinsuflación dinámica con el ejercicio, la limitación cardiovascular y de transporte e intercambio de gases, así como la limitación muscular periférica. La sensación de malestar en las extremidades inferiores representa un importante factor limitante para la realización de esfuerzo, mayor que la propia disnea (Gómez González y Calderín 2008).

Un estudio que propone actualizar los lineamientos sobre la rehabilitación pulmonar establecidos en 1997 por American College of Chest Physicians y la American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation revisó sistemáticamente la literatura concerniente al tema y concluyó que:

La información encontrada corrobora y fortalece las recomendaciones previas que apoyaban los beneficios del entrenamiento de miembros superiores e inferiores, y las mejorías sobre la disnea y la calidad de vida producto de la rehabilitación pulmonar. (Ries y col. 2007:34-35)

Además, los autores de este estudio encontraron evidencia adicional que apoya los resultados también sobre el área psicosocial, un área que es de gran importancia en la rehabilitación pulmonar como se menciona en la definición citada al comienzo de este capítulo. También hallaron pruebas que indican que la rehabilitación a largo plazo, la mantención de estrategias luego de finalizado el programa de rehabilitación, y la incorporación de educación y entrenamiento de la fuerza en la rehabilitación pulmonar son beneficiosas.

Basados en este estudio, Wadell (2004) y su equipo afirman que actualmente es innegable la evidencia que respalda la afirmación que el entrenamiento físico induce considerables efectos fisiológicos beneficiosos y mejora las medidas de la tolerancia al esfuerzo. Como tal, el entrenamiento de ejercicios representa una piedra angular dentro del manejo multidisciplinario de pacientes con enfermedad respiratoria, ya que demuestra haber mejorado la tolerancia a la actividad física y los síntomas de disnea.

Los doctores Capellas Sans y Coll Artés (2008:103) agregan además el interés reciente por el papel de la limitación que presentan los músculos periféricos en los pacientes con enfermedad respiratoria crónica. Estos autores declaran que la vida sedentaria es una

consecuencia, en la mayoría de los casos, de la disnea invalidante que presentan los pacientes; *“la escasa o nula movilidad produce descondicionamiento, debilidad y pérdida de masa muscular; agravándose la minusvalía, y aumentando así la ansiedad y depresión, que a su vez limitan aun mas la actividad física”*. Es evidente que esta situación descrita crea un verdadero círculo vicioso perverso para el paciente. Para comprender estos efectos en el metabolismo muscular, los autores explican *“La disfunción del músculo esquelético se caracteriza por una reducción de la fuerza y resistencia del músculo y de la capacidad oxidativa. Además, la composición de las fibras musculares se modifica con una menor proporción de fibras tipo I”*. Estos cambios conducen a una menor resistencia, una mayor fatigabilidad, un umbral de lactato bajo y unas necesidades ventilatorias mayores durante el ejercicio. Por último, estos doctores afirman que *“el reacondicionamiento al ejercicio es la clave del éxito en un programa de rehabilitación para pacientes con EPOC y el cambio mas importante acaecido en los últimos años en el desarrollo de estos programas”*

En consonancia con esta información, se encontraron numerosos estudios que explican los efectos fisiológicos del entrenamiento físico. Saltin y Gollnick (1982) han descrito que el entrenamiento físico produce a nivel muscular una hipertrofia de las fibras musculares con cambios en la proporción de fibras IIb y IIa, a lo que Maltais y Le Blanc (1996) suman el aumento en la capilarización con mejoría en los procesos oxidativos y aumento de las enzimas oxidativas con reducción de la producción de ácido láctico, y a nivel pulmonar, según Vogiatzis y Williamson (1999), mejoría del patrón ventilatorio con disminución de la ventilación para un nivel de esfuerzo determinado, con mayor volumen corriente, menor frecuencia respiratoria y disminución del espacio muerto. Todo esto se traduce en una disminución de la disnea, con disminución de la ventilación por minuto al nivel del entrenamiento, mayor consumo de oxígeno y aumento en la tolerancia al ejercicio con mejoría de la calidad de vida.

En cuanto a la relación de la debilidad muscular y la disnea, Killian y Jones (1988:240) exponen que entre los mecanismos fisiopatológicos de la disnea está descrito el uso de la musculatura accesoria de los miembros superiores que como consecuencia ocasiona un desequilibrio muscular, sumado a un mayor esfuerzo ventilatorio. Además, *“la debilidad muscular favorece la fatiga muscular, que induce a su vez sensación de disnea. Esto queda bien reflejado en la debilidad de los músculos respiratorios y de los miembros superiores”*. Como se describió al comienzo del primer capítulo, estos músculos tienen inserciones, tanto en la caja torácica como en la cintura escapulohumeral, y ejercen funciones respiratorias o posturales dependiendo del punto de fijación. Durante la elevación de los miembros superiores, la musculatura accesoria inspiratoria de la caja torácica fija la cintura escapular y ayuda al posicionamiento de los brazos, por lo que disminuye su contribución a la ventilación.

Gómez González y Calderín (2008) afirman que el entrenamiento de los miembros superiores mejora la fuerza y la función en los brazos con repercusión positiva en todas las actividades que implican el uso de los miembros superiores, por tanto, deben ser incluidos en los programas de rehabilitación respiratoria. Fundamentan esta afirmación basados en la evidencia de que el entrenamiento de los miembros superiores reduce las demandas metabólicas y ventilatorias con disminución del consumo de oxígeno y ventilación a un nivel de entrenamiento dado, probablemente debido a una mejor sincronización y coordinación de la musculatura accesoria durante las actividades que requieran elevación de los brazos y a una mejoría de la hiperinsuflación dinámica. Pero además, agregan que no se han encontrado efectos beneficiosos significativos cuando se ha analizado solo el entrenamiento de los miembros superiores, sino asociado al entrenamiento de miembros inferiores. La evidencia científica que soporta los beneficios del entrenamiento de los miembros superiores está basada en los resultados de cinco ensayos clínicos de pacientes con EPOC citados por estos autores (2008:125). Todos ellos demostraron que el entrenamiento de los miembros superiores, en específico para los brazos, incrementa la capacidad de realizar trabajos con los brazos y disminuye el consumo de oxígeno a una determinada carga de trabajo.

En lo que respecta al entrenamiento de los miembros inferiores en pacientes con enfermedad respiratoria, un estudio publicado en *American Journal Respiratory Critical Care* afirma que *“todos los pacientes que padezcan enfermedad respiratoria crónica moderada o grave acompañada de disnea y dolor o fatiga en los miembros inferiores son candidatos al entrenamiento de estos”* (Celli 2007:781). Según este estudio los pacientes que más se benefician de los programas de entrenamiento son aquellos con una enfermedad moderada y que sean inactivos o persistan con el hábito tabaquero. Una de las críticas mayores que se le hace a los programas de entrenamiento de EPOC graves o muy graves es que se obtiene poco impacto en la supervivencia o en el número de reingresos hospitalarios. Sin embargo, Berry y col. (1997:783) han demostrado que *“los pacientes en estadios iniciales de EPOC se benefician tanto del reentrenamiento como los más afectados”*. La iniciativa GOLD (2005) también aconseja ampliar al máximo a los pacientes que realicen un programa. Agregan además que, la edad avanzada no suele ser un inconveniente para entrar en un programa de rehabilitación respiratoria, pues los resultados también probaron ser buenos en pacientes mayores de 75 años. Se plantea que el entrenamiento debe ser una alternativa previa a la cirugía de reducción de volumen, resecciones pulmonares amplias y trasplantes pulmonares.

Como la limitación al ejercicio en los pacientes con enfermedad respiratoria crónica ocurre generalmente al caminar, la mayoría de los estudios en los últimos 40 años se han centrado en mejorar la musculatura de los miembros inferiores, apareciendo posteriormente trabajos que asociaban el entrenamiento de los miembros superiores y de la musculatura

respiratoria. Estudios randomizados han demostrado que la realización de ejercicios de cualquier manera (bicicleta, cinta caminadora, subir escaleras, etc.) y en diferentes protocolos mejora la capacidad física y la resistencia. Este hecho irrefutable se constata en la mejoría de la potencia máxima alcanzada ($W_{m\acute{a}x.}$), del consumo máximo de oxígeno ($VO_{2M\acute{a}x.}$), de la distancia recorrida, de la máxima carga de trabajo, o en la fuerza del cuádriceps tras la realización de un programa de rehabilitación (Troosters 2000). Otros beneficios, además de la mejoría en la tolerancia al ejercicio se refieren a la mejoría en la sensación de disnea, en la calidad de vida, en la depresión, en la vuelta al trabajo, en la reducción del número de exacerbaciones y en la gravedad de las mismas (Guell 2000).

En cuanto al entrenamiento en agua, que se describirá con más detalle en el capítulo 3, es una modalidad que se ha utilizado por décadas en las áreas de fisioterapia y rehabilitación, pero que aún no cuenta con las suficientes pruebas experimentales para justificar su lugar dentro de un programa de rehabilitación respiratoria. A pesar de esto, como se podrá apreciar a continuación, el entrenamiento en un medio acuático cumple con muchas de las características recién descritas que un programa de rehabilitación respiratoria debiera poseer.

En cuanto al entrenamiento de miembros superiores e inferiores, que, como se describió en los párrafos anteriores juegan un papel importante dentro de un programa de rehabilitación, se debe destacar en primer lugar que en el agua se pueden efectuar una gran diversidad de programas de ejercicios. Y lo que es aún más importante en este punto, es que este medio provee el fenómeno de flotación que no solo es de gran importancia para individuos que buscan maneras para mejorar su forma física sin los riesgos de lesiones músculo esquelético inherentes al continuo impacto producido por el entrenamiento en tierra, sino que, como bien detalla Johan Lambeck (2001) permite realizar ejercicios con asistencia de flotación; con uso de flotación como resistencia; con flotación neutral; ejercicios usados con diferentes niveles de agua; con diferentes velocidades y con cambios en el plano de movimiento. Mogollón Mendes (2005:92) reflexiona sobre esto y afirma que:

La terapia acuática ofrece una serie de efectos que proporcionan elementos distintivos de las actividades realizadas en este medio en comparación a las actividades hechas en tierra; lo cual en últimas representa una oportunidad inmensurable de gran variedad de tareas motrices con una riqueza de resultados impresionantes.

La fisioterapeuta Renae McNamara (2012:1284) luego de haber experimentado con tratamientos dentro y fuera del agua encontró mayor efectividad en la segunda metodología de trabajo. Atribuyó esta preferencia a varios motivos, por un lado, “*el medio acuático es único por el efecto de la flotabilidad, un fenómeno que soporta el peso corporal, reduce el esfuerzo articular y facilita la movilidad*”. La flotabilidad es una propiedad física que será explicada en el capítulo 3, que por supuesto, la tierra firme no posee. Agrega que sumado a

esto, “...el agua tibia reduce el dolor porque aumenta la circulación y el agua actúa como una resistencia de todos los movimientos corporales, a diferencia de lo que ocurre al ejercitar en piso”, por lo que pacientes con patologías del complejo osteo-artro-muscular, especialmente aquellas que causan dolor al realizar movimientos, serían candidatos ideales para trabajarse con esta metodología. Por otro lado, McNamara añade que “los pacientes disfrutaron del entrenamiento en agua y muchos sentían menos depresión y una mayor capacidad de entrenamiento físico que antes les parecía demasiado difícil o doloroso en piso”. Como conclusión, de las observaciones obtenidas en esta experiencia son importantes la mayor capacidad de entrenamiento y la disminución de la depresión, dos factores que se buscan en los programas de rehabilitación tal como se describió al principio del presente capítulo. Sumado a estas reflexiones, la autora destaca que no se detectaron abandonos en los pacientes que entrenaban en agua, a diferencia de lo que ocurrió en el grupo que hizo la gimnasia tradicional; lo cual puede significar una mejor tolerancia y mayor adherencia al tratamiento por parte de los pacientes a trabajar en un medio acuático.

Los ingleses Rae y White (2009:90) llevaron a cabo una investigación sobre la actividad física comúnmente realizada en la rehabilitación pulmonar, y estipulan que;

...el programa de ejercicios en la rehabilitación pulmonar usualmente consiste de caminar, andar en bicicleta, trabajo en el gimnasio o uso de pesas para aumentar la masa muscular. Los ejercicios basados en el trabajo de gimnasio pueden ser difíciles para pacientes con enfermedad respiratoria crónica – quienes tienden a ser añosos y quienes pueden tener otras comorbilidades tales como artritis, lo cual puede impedir su habilidad para ejercitarse a una intensidad suficiente.

Con respecto a esto, experiencias en artritis reumatoidea, fallo cardíaco y fibromialgia, sugieren que el uso del agua como medio para ejercitarse puede expandir su atractivo, aceptabilidad y efectividad también dentro la rehabilitación pulmonar. (Eversden 2007; Gowans 2007). Además, el trabajo en el medio acuático tiene características que pueden hacerlo beneficioso para los pacientes añosos (Chu 2001, Broman 2006).

En cuanto a la posibilidad de la aplicación de este método en pacientes con afección respiratoria, Perk y col. (1996) concluyeron luego de llevar a cabo un estudio que el entrenamiento en agua es aplicable y seguro en pacientes con EPOC sin fallo cardíaco. Con estos antecedentes en cuenta, Wadell y col. (2004:429) plantearon que “Puede ser una alternativa atractiva, ya que combina elementos de entrenamiento de fuerza, resistencia y movilidad así como beneficios del tipo psicosocial y de bajo costo económico.” Y agregan que hasta donde llegaron sus investigaciones “ningún otro estudio ha evaluado el efecto sobre la capacidad física y calidad de vida luego de un periodo de entrenamiento aeróbico grupal en agua en pacientes con EPOC”.

Esta población, además, se caracteriza por un importante riesgo de osteopenia y osteoporosis. Un estudio reciente llevado a cabo por Graat-Verboom (2009:209) sobre la

prevalencia de osteoporosis en pacientes con EPOC concluyó que la misma fue de un 35,1% en los 775 pacientes evaluados. Afirman que *“es fuerte la correlación entre disminución de la densidad mineral ósea y la EPOC. Además, los corticoides inhalados parecen ser un factor de riesgo para la disminución de la densidad mineral ósea tanto en el cuello femoral como vertebral”*. Otro estudio de la Universidad de Kyoto en Japón (Ohara y col. 2008) demuestra la existencia de una asociación entre la severidad del enfisema y la de la osteoporosis. Los autores interpretan que la EPOC podría producir alteraciones más allá del propio pulmón y contribuir a la pérdida de minerales del hueso. Baena Beato (2004) recomiendan para pacientes con osteopenia y osteoporosis realizar actividad física para fortalecer los huesos explicando el mecanismo de estimulación ósea, pero destacan también el riesgo de fracturas por caídas, por lo que la actividad en el medio acuático sería ideal para estas personas al disminuir considerablemente este riesgo.

Capítulo 3

Capítulo 3: Hidrocinesiterapia

El sistema pulmonar es profundamente afectado por la inmersión del cuerpo a nivel del tórax. La combinación de los efectos altera la función pulmonar, aumentándose el trabajo respiratorio y modificándose la dinámica respiratoria. (...) La inmersión puede ser usada tanto para el entrenamiento como para la rehabilitación respiratoria. (Becker 2009:862).

La hidrocinesiterapia es una rama de la kinesioterapia que implica el aprovechamiento de las propiedades térmicas y mecánicas del agua, usándose esta como un medio donde se realizan una amplia gama de técnicas, movilizaciones y ejercicios. Se diferencia de la hidroterapia al hacer hincapié en el movimiento dentro del agua, y no en la mera aplicación del elemento como agente terapéutico como es el caso de los baños, duchas, compresas, chorros, envolturas, lavados, masajes con agua, entre otros (Martinez Gil 2008).

Se suele confundir a su vez con términos como “natación terapéutica”, que se debe entender como aquella cuyo objetivo es la aplicación de ejercicios terapéuticos en el medio acuático, pero esta técnica debe ser incluida dentro de la hidrocinesiterapia, ya que conceptualmente todo tipo de ejercicio realizado en el agua con fines terapéuticos es hidrocinesiterapia. La natación terapéutica entonces es, un ejercicio de hidrocinesiterapia que moviliza gran parte de la musculatura y articulaciones del aparato locomotor (Arango 1998).

Su aplicación, que contribuye al alivio y curación de muy diversas patologías, avanza y gana terreno año tras año, fundándose en los efectos que produce el movimiento dentro del agua comparados con los que se logran sobre tierra. Estos efectos se fundamentan en parte por las características químicas, mecánicas y térmicas propias del agua, sumadas a las inherentes de los ejercicios y técnicas que se seleccionan para cada caso particular. (Villavicencio Vargas 2000)

Métodos y técnicas de hidrocinesiterapia

A grandes rasgos se puede hacer una división entre dos metodologías de trabajo: por un lado aquella que incluye ejercicios donde se produce un desplazamiento del cuerpo entero, como la natación y la marcha; y por otro lado aquella metodología que elige ejercicios de uno o varios segmentos corporales, pudiendo estar el paciente estabilizado en una posición determinada (apoyado en una camilla sumergida, o soportado con flotadores y sujetándose a la barandilla, o en la posición sedente o de pie).

Durante la realización de los ejercicios cualquiera sea la metodología elegida, puede tener un control sobre la amplitud del movimiento, dirección, velocidad de ejecución, bajo las directrices del kinesiólogo en el caso de los ejercicios activos, que a su vez pueden ser resistidos o no por el kinesiólogo o algún elemento que provea resistencia. En el caso de los ejercicios puramente pasivos es el kinesiólogo quien aplica la cinesiterapia, controlando los factores mencionados al movilizar el o los segmentos que se desean trabajar. Se puede a su vez combinar ejercicios pasivos con ejercicios activos, resistidos o no en diferentes grados y modalidades. Como guía general, se considera que una sesión acuática debe cumplir con por lo menos cinco etapas, comenzando con un precalentamiento o adaptación,

estiramientos para prevenir lesiones, continuándose con una etapa de fortalecimiento y tonificación muscular, seguida de la etapa de mayor duración, la de ejercicio aeróbico, y finalizando la sesión con la vuelta a la calma. (Pappas Gaines 2000)

En cuanto a las técnicas, existe una gran variedad de ellas que fueron desarrolladas y perfeccionadas hasta alcanzar un reconocimiento que les vale su lugar dentro de la hidrocinesiterapia. Fueron creadas a partir de diferentes principios y cada una ofrece algo diferente, por lo que yace en cada profesional capacitarse en la o las técnicas que más se adapten a sus pacientes, sus objetivos, y elección crítica de cada uno, y aplicarlas de manera individual o combinada.

El método de Bad Ragaz consiste en una técnica pasiva o activa de hidrocinesiterapia, en la cual el kinesiólogo proporciona el punto fijo desde el cual el paciente trabaja. Al mismo tiempo dirige y controla todos los parámetros de la ejecución del ejercicio sin que el paciente se agarre de ningún sitio o equipo fijo, aunque puede ayudarse con los elementos o aparatos que modifican la flotabilidad, pero nunca proporcionando un apoyo fijo otro que el mismo kinesiólogo (Prentice 2001). Las metas del tratamiento con este método pueden resumirse según Johan Lambeck (2001) en la reeducación y fortalecimiento muscular; el incremento de los rangos de movimiento; la modulación del tono y la relajación muscular; y la alineación y estabilidad del tronco.

El Ai Chi es una forma de ejercicio activo basado en los principios del Tai Chi, siguiendo unas técnicas enfocadas en la respiración. En el desarrollo de esta técnica, el kinesiólogo le enseña verbal y visualmente una combinación de movimientos con un ritmo lento que el paciente debe realizar en bipedestación dentro de la pileta (Rodríguez Adami 2004).

El método FNP acuático combina ejercicios asistidos con ejercicios activos y activo-resistidos. Está basado en los modelos de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP), donde el kinesiólogo busca reproducir una serie de movimientos funcionales en espiral y en diagonal mediante estímulos verbales, visuales y táctiles.

El Felden Kraiss acuático consiste en una serie de movimientos activos o pasivos basados en las etapas de desarrollo temprano del niño. El kinesiólogo le enseña al paciente una serie de movimientos fluidos, rítmicos y lentos, que se acompañan de una respiración profunda. En realidad se trata del modelo de integración funcional del método de Felden Kraiss, pero en un medio acuático. (Pazos Rosales 2002)

Los Watsu son una serie de movimientos pasivos de flexión y extensión con tracción y rotación realizados por el kinesiólogo en el medio acuático, basados en el Zen Shiatsu, proporcionando, a su vez, un estado de relajación que permite alcanzar los objetivos planteados (Rodríguez Adami 2004). Las metas del tratamiento se hallan según Johan Lambeck (2001) en la relajación y disminución del dolor; la elongación y tracción; el

estiramiento muscular; la estimulación de la sedación en la formación reticular. Cabe resaltar que este tipo de técnicas en la rehabilitación neurológica son usadas generalmente como una forma de introducir al paciente a métodos más activos de terapia acuática.

El método Halliwick se basa en un sistema de aprendizaje motor donde el control postural es el objetivo más importante. Teniendo en cuenta las condiciones y la mecánica del medio acuático, el concepto Halliwick guía una serie de respuestas neurobiológicas hasta una secuencia o modelo de aprendizaje que se complementa con el logro de metas con el que se pretende la adaptación al medio acuático, la restauración del balance y la promoción de la actividad motora voluntaria (Mogollón Mendes 2005).

Además de estos métodos se suma la creatividad del propio kinesiólogo quien construye su propio programa de ejercicios adaptado a sus necesidades, a la de sus pacientes, a los elementos y recursos con los que cuenta y su criterio profesional. No existe realmente un protocolo fijo para determinadas afecciones, y es esta flexibilidad la que permite aplicar programas personalizados que sean los más efectivos en cada caso.

Si bien existe esta libertad en la elección y combinación de ejercicios libres y técnicas, también existen una serie de normas generales a la hora de realizar un tratamiento de hidrocinesiterapia, que vienen determinadas por los principios o bases físicas de la hidroterapia.

Lo primero a tener en cuenta es la temperatura del agua. Para la práctica de la hidrocinesiterapia se considera que ésta debe estar entre 34 °C y 36 °C, es decir, la denominada temperatura indiferente. Esta temperatura inicialmente provoca una ligera relajación y facilita la ejecución de los movimientos en el agua, tanto pasivos como activos. Al hacer ejercicio en agua a estas temperaturas se puede incrementar el aporte de sangre a los músculos, aumentar la producción de energía, incrementar el consumo de oxígeno y reducir la tensión arterial (Pappas Gaines 2000). Debe evitarse una temperatura superior porque aumentarían los efectos hipotensores y el trabajo cardíaco, lo cual puede producir mareos, shocks, congestiones y descompensaciones.

En cuanto al tiempo, la primera sesión no debería durar más de 10 minutos de una actividad limitada, ya que lo que interesa en esa primera sesión es observar las reacciones del paciente, para, a partir de las mismas, adaptar la duración e intensidad del tratamiento, procurando evitar en todos los casos llegar a la fatiga. En esta instancia hay que tener en cuenta la experiencia acuática previa del paciente, sus posibles miedos y ansiedades con respecto a la inmersión, las limitaciones que puedan llegar a tener, brindándole siempre un ambiente cómodo y que incentive su confianza y ganas de comprometerse con el tratamiento.

Este primer período se denomina adaptación al medio acuático, y debe seguir siempre el principio de progresión, que debe estar apoyado sobre las bases teóricas de los principios y fenómenos físicos del agua.

Basándose en el fenómeno de flotación, el kinesiólogo dirige la dirección del movimiento de forma que este se vea facilitado o resistido, de la misma forma que modifica la profundidad de la inmersión. (Prentice 2001)

Modificando la velocidad, el ángulo de realización y la dirección de ejecución de los ejercicios, el kinesiólogo va modificando la resistencia que opone el agua al movimiento. Esto está relacionado con los efectos de la hidrodinámica.

Además de esto se debe tener en cuenta el factor de compresión que experimenta todo cuerpo sumergido, consecuencia de la presión hidrostática, que influye sobre todo en la respiración y en el sistema venoso.

Según vaya evolucionando el paciente se deben ir modificando todos los parámetros descritos, procurando, dentro de esta progresión, incorporar movimientos de la vida diaria y los gestos del deporte o trabajo del paciente que correspondan.

Se emplean también accesorios que modifican bien la superficie o la incidencia en el agua, facilitando o dificultando el movimiento, como pueden ser los flotadores, las aletas, los manguitos, etc. (Pazos Rosales 2002)

Estos accesorios con los que cuenta el kinesiólogo son variados y actúan sobre la estabilidad del paciente en el agua, la flotación o la resistencia.

Los accesorios estabilizadores permiten o ayudan al paciente a mantener la posición que debe adoptar para realizar los ejercicios. Se puede contar por ejemplo con asientos fijos sumergibles, regulables en altura según el paciente y la inmersión deseada; camillas verticalizadoras sumergibles sobre una plataforma sumergible y regulable; barandillas fijadas al perímetro de la pileta; amarras o cuerdas flexibles que permiten fijar al paciente en posición suspendida; cinturones de plomo para mantener una posición, entre otros.

Los accesorios que aumentan la flotabilidad incluyen los manguitos, las boyas, las tablas de natación, los flotadores cervicales, las barras-boya, los flotamanos (buoy-bars), chalecos, entre otros. Se debe tener en cuenta que es la dirección del movimiento la que va a determinar si este se verá ayudado o si generará resistencia.

Por último, existen también elementos que generan resistencia por su flotabilidad, generando una turbulencia adicional, como por ejemplo las aletas, los guantes de natación, las paletas de mano, las campanas, pesas, etc.

A medida que se va progresando en el tratamiento, se va prescindiendo primero de los elementos de estabilización y luego de los accesorios de flotación, aumentando si se quiere del uso de los que producen resistencia.

Si bien, como se ha mencionado, existen una multitud de ejercicios esquematizados en los tratados de hidrocinesiterapia, siempre debe estudiarse la posición de partida más conveniente para el tipo de ejercicio a practicar, teniendo en cuenta las habilidades de cada paciente y lo que se pretende lograr. Las principales posiciones de partida son en decúbito supino, decúbito prono, decúbito lateral, sentado, de pie y marcha; todas estas se logran con diferentes elementos estabilizadores ya enumerados (Arango 1998).

Efectos fisiológicos generales de la hidrocinesiterapia sobre el aparato respiratorio.

Si bien muchos de estos efectos que se describirán a continuación son medianamente de conocimiento público y ampliamente comprobados, la bibliografía consultada sugiere que hacen falta aún muchísimos más estudios y experiencias para establecer los beneficios del uso de la kinesioterapia acuática como herramienta para el tratamiento de afecciones respiratorias, su rehabilitación y su prevención.

Ya que los pulmones no se sumergen de manera aislada, sino que es el cuerpo humano en su totalidad el que entra al agua, es conveniente tener en cuenta los efectos a nivel sistémico que esta práctica conlleva. Asimismo, las respuestas adaptativas que ocurren en el resto del organismo, al estar todos los sistemas en estrecha relación tendrán sus efectos a nivel respiratorio, por lo que es útil comprender en una primera instancia lo que sucede a nivel global.

Al entrar al agua, en un primer momento los vasos cutáneos se contraen temporalmente y tiene lugar un aumento de la resistencia periférica y de la presión sanguínea. No obstante, luego de pocos minutos de ingresado al medio acuático y más aún si se acompaña de movimiento, las arteriolas se dilatan, lo cual disminuye la resistencia periférica y la presión sanguínea, consecuentemente mejorando el gasto cardíaco y aumentando así la circulación de retorno. A su vez se aumenta la demanda de oxígeno y con esto la producción de dióxido de carbono, causando un aumento del trabajo de ventilación y disminuyéndose el volumen de reserva espiratoria, gracias a un aumento del recorrido diafragmático para compensar esa necesidad de ingresar oxígeno y eliminar dióxido de carbono.

Todo esto se traduce en un aumento del metabolismo, que tiene consecuencias también a nivel renal. Se produce una disminución de la hormona antidiurética (ADH) y de la aldosterona, acompañada de un aumento de la liberación de sodio y potasio, lo que también favorece a una disminución de la presión sanguínea y mejorando la eliminación de los productos de desecho metabólicos. (Villavicencio Vargas 2000)

A partir de estos efectos fisiológicos se deducen los efectos terapéuticos que se le adjudican a la hidrocinesiterapia, siendo los más destacados los referidos al sistema músculo esquelético. Entre ellos se distinguen el aumento de la circulación sanguínea y la consecuente mejora en la oxigenación muscular, que junto con la disminución de la sensibilidad de los nociceptores proporcionan un efecto analgésico importante que favorece la relajación muscular; el fortalecimiento de los músculos débiles; el desarrollo de la potencia o de la resistencia de manera que el músculo no se fatigue o bien que se fatigue con menor rapidez, entre otros. Por otra parte, en la práctica de la hidrocinesiterapia el cuerpo adquiere calor, no sólo a través del agua sino también de todos los músculos que se contraen al realizar los ejercicios. El calor aumenta la elasticidad a nivel de los tejidos periarticulares que, junto con los efectos fisiológicos nombrados y la descarga de peso que provoca la inmersión, provoca una disminución de la carga o tensión a nivel articular y, por tanto, incremento de la amplitud de los movimientos. (Pappas Gaines 2000)

Con la práctica de la hidrocinesiterapia mejora también la percepción del esquema corporal (representación del propio cuerpo y sus partes), la coordinación motriz y el equilibrio, factores muy relacionados entre sí. Esto se explica por el fenómeno de la presión hidrostática, que aumenta con la profundidad; de ello resulta una disminución del peso corporal que es evidente y perceptible, una elevación del centro de gravedad y una facilitación del equilibrio estático y dinámico. Esto se traduce en menores esfuerzos necesarios para realizar movimientos, ya que la resistencia que ofrece el agua frena los movimientos que carecen de coordinación, facilitando su control. Todo esto se suma al entrenamiento de la propiocepción que es facilitada por el medio acuático; el paciente en esta situación, a través de los diferentes receptores, realiza un trabajo isométrico e isotónico de los músculos con el objetivo de mantener una posición; con el movimiento, la parte "fija" del cuerpo tiene que luchar contra las turbulencias e incluso con la flotabilidad. Estas nuevas condiciones se aprovechan para estimular el circuito propioceptivo creando situaciones de desequilibrio que el paciente deberá controlar poco a poco, de modo que él mismo se sienta cada vez con más seguridad en la ejecución de movimientos, adquiriendo confianza y ánimo para llevar a cabo sus ejercicios y progresar en el tratamiento. (Prentice 2001)

De todos estos efectos se puede inferir el por qué del uso de la hidrocinesiterapia como tratamiento de diferentes afecciones músculo esqueléticas, tales como la rigidez articular, las lesiones artrósicas, la artritis en fase no aguda, diferentes algias vertebrales, alteraciones de la propiocepción y reeducación de la marcha. Pero también existen efectos que puntualmente afectan al sistema respiratorio, estando algunos relacionados con los mencionados anteriormente.

Tanto las propiedades inherentes al agua como las técnicas y ejercicios libres que se pueden realizar dentro de ella tienen efectos sobre el aparato respiratorio, que se pueden

utilizar a favor de diferentes tratamientos para diversas patologías. A pesar de la existencia de estos efectos, la hidrocinesiterapia no está hoy por hoy dentro del protocolo estándar de rehabilitación pulmonar. Se cree que esto se debe a la falta de investigaciones que sustenten la justificación de su uso.

En cuanto a las propiedades térmicas, las moléculas de agua actúan de cierta manera que un volumen de agua puede enfriarse, congelarse, calentarse, hervirse y transmitir calor o frío. Cuando entra en contacto con el cuerpo humano, se producen diferentes respuestas a los estímulos ya sean de agua fría o caliente, que a su vez difieren según el tiempo de aplicación y la zona del cuerpo donde se aplica. Las aplicaciones rápidas de agua fría o caliente en el cuerpo y en especial en la región cefálica y cervical producen una inspiración más profunda y duradera. En cambio, las aplicaciones lentas o de larga duración con agua fría producen una respiración rápida y profunda (Villavicencio Vargas 2000). Esto se debe al aumento de la combustión energética que produce un cúmulo de anhídrido carbónico que obliga al organismo a acelerar su eliminación. Si la aplicación de agua fría prolongada es puntualmente sobre el pecho, se contraen además los vasos de los pulmones disminuyendo el ritmo respiratorio y aumentando su profundidad. Las aplicaciones lentas o de larga duración con agua caliente producen una respiración también rápida, pero más superficial. Si se realiza puntualmente a nivel del pecho, humedece los conductos respiratorios y facilita la expectoración. En la hidrocinesiterapia, como se mencionó anteriormente, se considera ideal una temperatura de entre 34 °C y 36 °C, que producirá una vez adaptado el cuerpo al medio acuático: relajación, aumento del metabolismo, aumento de la circulación de retorno, aumento de la demanda de oxígeno y por ende de la producción de dióxido de carbono, aumentando el trabajo de ventilación y disminuyéndose el volumen de reserva espiratoria, por una mayor excursión diafragmática.

Dentro de los efectos producidos por las propiedades mecánicas del agua, es importante el papel de la presión hidrostática. Durante la inmersión del cuerpo, el tórax disminuye su perímetro a causa de esta presión, esto facilita y asiste a los movimientos espiratorios, a su vez que dificulta los inspiratorios al resistir la expansión torácica, permitiendo así el entrenamiento y fortalecimiento de la musculatura respiratoria. Esta resistencia se debe concretamente al aumento del volumen central que es consecuencia de la compresión de la caja torácica y el abdomen, que hace que el centro diafragmático se desplace hacia arriba, teniendo el diafragma que ejercer una mayor excursión. Además disminuyen los volúmenes pulmonares, (incluyendo la CV, la CTP y el VRE), por el incremento del volumen sanguíneo torácico (50-60%) y por la presión hidrostática (40-50%), contraponiéndose a la musculatura inspiratoria (San José Arango 1998). Por otro lado, la presión hidráulica eleva la presión diafragmática subperitoneal y ayuda así a elevar el diafragma y a la salida del aire durante la exhalación, lo que influye en una disminución del

espacio muerto. La presión hidráulica a su vez aumenta el gasto cardíaco, dando como resultado una mejoría en el intercambio de gases en sangre en los capilares pulmonares.

El papel de estas presiones junto con el principio de flotación inducen al sistema respiratorio a trabajar bajo una resistencia constante, por lo que pareciera que es más que evidente que la hidrocinesiterapia sería un buen método de entrenamiento de la musculatura respiratoria, ya sea para prevención, tratamiento de musculatura respiratoria débil, entrenamiento de las capacidades pulmonares como parte de un programa de entrenamiento deportivo, e innumerables otras posibilidades dentro del campo de la kinesiología.

Otra de las propiedades a tener en cuenta es la viscosidad. Los líquidos que tienen un rozamiento o fricción interna entre sus moléculas, y es una propiedad característica en el agua (Martinez Gil 2008). Esta propiedad está indirectamente relacionada con la mecánica respiratoria y directamente relacionada con la postura. La viscosidad tiene un papel crucial resistiendo los movimientos, y esto está relacionado directamente con la velocidad del movimiento del agua: A mayor velocidad mayor fricción entre las moléculas y por tanto mayor resistencia. La resistencia que se ejerce gracias a la viscosidad del agua, unida a la velocidad del movimiento de la misma produce un incremento en la activación de la musculatura para que esta pueda ser facilitada y de esta forma reforzar la co-contracción de los grupos musculares involucrados en el movimiento favoreciendo el control postural durante actividades funcionales. En este sentido, el agua permite fortalecer los músculos en una postura funcional erguida, que se traduce en última instancia en una mejor mecánica respiratoria ya que favorece a una correcta excursión diafragmática y un correcto uso de los músculos respiratorios principales y accesorios previniendo su acortamiento y fatiga (Mogollón Méndez 2005).

Indicaciones de la hidrocinesiterapia

Las indicaciones y contraindicaciones para el trabajo en agua están dadas por los efectos que se producen tanto fisiológicos como terapéuticos durante la inmersión. De esta manera, la fisioterapeuta Mogollón Mendes (2005:91) resume que la hidroterapia tanto en población adulta como infantil, *“puede ser aplicada especialmente en patologías osteomusculares; enfermedades reumáticas; enfermedades neurológicas; rehabilitación deportiva o con fines de entrenamiento aeróbico; rehabilitación cardíaca”*.

Las indicaciones más frecuentes son en las áreas de traumatología y ortopedia, reumatología, neurología, medicina deportiva, estimulación precoz y como método de relajación. En la figura 3.1 se resumen algunas de las afecciones mas frecuentemente

tratadas con la hidrocinesiterapia y las técnicas mas adecuadas para estas (Mourelle Mosqueira 2009).

Figura 3.1 Algunas técnicas de hidrocinesiterapia, sus acciones y efectos y sus correspondientes indicaciones.

Ejercicios de movilización pasiva	Efecto analgésico y relajante muscular	Mantenimiento o mejoría de la amplitud articular
Ejercicios de movilización activa o resistida	Facilita los movimientos Tonificación muscular	Conservación o recuperación de la movilidad articular Ejercitación de los músculos
Ejercicios de movilización global	Los anteriores	Permite todos los ejercicios intermedios entre el movimiento elemental y la natación
Entrenamiento de la marcha	Estímulo de los receptores propioceptivos: apoyo precoz y progresivo de los miembros inferiores	Rehabilitación temprana; se evita la pérdida del esquema de la marcha de los pacientes
Reeducación motriz	Efectos sobre la propiocepción, el equilibrio y la coordinación	Facilitación neuromuscular propioceptiva en traumatología y ortopedia Rehabilitación de hemipléjicos Ejercicios para la reequilibración estática y dinámica Mejora de la coordinación en patología del equilibrio
Fitness acuático	Mejora todos los componentes de la forma física: <ul style="list-style-type: none"> • fuerza y resistencia física • aspecto corporal • capacidad aeróbica • flexibilidad o movilidad de las articulaciones • coordinación neuromuscular 	Ejercicio de bajo impacto
Técnicas de flexibilidad y relajación: <ul style="list-style-type: none"> • Ai Chi • Watsu 	Mejora la flexibilidad y movilidad de las articulaciones	Mejora el estado del paciente en el ámbito físico y emocional
Trabajos de parto y alumbramiento bajo el agua	Facilita el soporte del cuerpo y sobrellevar mejor las contracciones Relajación muscular y mental Disminución en la liberación de catecolaminas, mejor perfusión uterina, más relajación y contracciones menos dolorosas Aumento de la elasticidad de los tejidos del canal del parto	Ayuda en el parto

Fuente: Mourelle Mosqueira 2009

La hidrocinesiterapia es frecuentemente el método a elección en reumatismos degenerativos como la artrosis, que puede ser primaria o secundaria. La artrosis primaria, idiopática, es de etiología desconocida aunque se cree que hay un componente hereditario importante y es mas frecuente en pacientes de edad avanzada. Suele afectar simultáneamente a varias articulaciones de forma simétrica, localizándose principalmente en articulaciones interfalángicas, trapezometacarpianas, metatarsfalangicas, caderas, rodillas, columna cervical y lumbar. La artrosis secundaria suele ser monoarticular y en su aparición pueden incidir diversos factores conocidos, como traumatismos o microtraumatismos de repetición, sobrecarga articular, hiperlaxitud ligamentosa, anomalías del desarrollo, enfermedades metabólicas, procesos infecciosos o vasculares, entre otros. En ambos tipo

de artrosis la hidrocinesiterapia se indica para mantener la movilidad y la fuerza muscular, y especialmente es el método de elección por ser menos traumática para las articulaciones que el trabajo en piso (Fisioterapeutas estatutarios 2006).

También en rehabilitación de fracturas, especialmente en las de pacientes adultos y de la tercera edad que suelen preferir en su mayoría el ambiente acuático, como pueden ser las fracturas osteoporóticas. Si bien el agua es un medio ingrávido y por tanto no tendría ningún efecto sobre la masa ósea, tiene otros beneficios en este tipo de afecciones, como el efecto relajante del agua, la mayor facilidad de movimientos al disminuir el peso efectivo de la persona, la potenciación muscular de tipo tonificante, que es el tipo más adecuado en estos pacientes (Merchan, Andreu y Carro 2003).

En pacientes obesos, por sus beneficios desestresantes, circulatorios, de refuerzo muscular global y de facilitación de la amplitud de movimiento (Leon Castro et al 2006).

En las diferentes deformidades de la columna, como la enfermedad de Scheuermann o cifosis del adolescente que se caracteriza por una distrofia osteocondroepifisaria de la zona de crecimiento de los cuerpos vertebrales que resulta en una hiper cifosis debida al desarrollo alterado de las vértebras dorsales y las primeras lumbares y acuñaientos. En este tipo de enfermedad la hidrocinesiterapia se utiliza como parte de un tratamiento que apunta en las primeras etapas a una correcta concienciación postural, trabajo muscular estático y posteriormente dinámico de la musculatura vertebral y relajación. En etapas avanzadas, como método de tonificación de la musculatura abdominal, de los músculos erectores del raquis y fijadores escapulares, así como de flexibilización de la caja torácica (Fisioterapeutas estatutarios 2006). También en otros tipos de desalineaciones de la columna, como la escoliosis, es importante señalar que, sobre aquellos sujetos que debido a sus características y niveles de desviación son portadores de un corsé, el medio acuático ofrece una actividad alternativa que otorga un gran sentimiento de libertad y confort al paciente. Ofrece un beneficio psicológico importante y permite a su vez una mejor higiene, respiración y estimulación cutánea (Rodríguez García 2006). El ejercicio prescrito debe realizarse desde la perspectiva aeróbica ligera de forma hipolordótica e hipogravitatoria, por lo que resulta idóneo el medio acuático (Lloret, 2005). Cole y Becker (2004) argumentan que los beneficios producidos por la flotabilidad, señalan que disminuye la carga axial de la columna y como consecuencia permite la realización de movimiento que normalmente son difíciles o imposibles en tierra. Konlian (1999) recomienda la terapia acuática como alternativa viable de rehabilitación para el tratamiento del dolor vertebral. Las singulares propiedades físicas del agua la convierten en un medio ideal para la rehabilitación de lesiones de lumbalgias, y a su vez recomienda que los programas acuáticos puedan ser utilizados en combinación con un programa basado en la tierra.

Santonja (1996) afirma que se está produciendo un abuso incontrolado de la prescripción por parte del sector sanitario, de la práctica de la natación como medio de paliar diversas deformaciones de la columna vertebral. En este sentido señala Jiménez (1998) la mala utilización del término natación, los diferentes estilos de natación pueden producir diferentes patologías sobre la columna vertebral en nadadores adolescentes, ocasionando generalmente hiperlordosis lumbares y actitudes cifóticas. Los autores afirman que la terapia acuática es mucho más adecuada que la natación para este tipo de pacientes al ser más personalizada, enfocándose en las necesidades de cada paciente y su patología específica, elongando las curvas de la desviación de la columna y los músculos que se vean acortados, fortaleciendo específicamente aquellos músculos que deban ser reforzados, y ampliando consecuentemente su capacidad ventilatoria al mejorar la amplitud de la caja torácica, entrenando los músculos respiratorios y mejorando su inserción que se ha visto comprometida por las posibles deformaciones a nivel dorsal.

A woman with short brown hair, wearing a black swimsuit and green goggles, is smiling broadly with her arms raised in a celebratory gesture. She is in a swimming pool, with water splashing around her. The background is a bright, clear blue sky.

Diseño Metodológico

La presente es una investigación de tipo no experimental. No hay variable independiente, ni manipulación de la misma, de los sujetos, ni de las condiciones, sino que se limitó a observar, medir y analizar los fenómenos tal y como se dieron en el contexto. Se observó una situación ya existente, ya que la muestra de pacientes seleccionada hubiera sido tratada con la misma metodología independientemente de la realización de este trabajo de investigación.

Es una investigación de tipo longitudinal ya que se efectuaron mediciones en dos momentos diferentes en el tiempo. Esto permitió el análisis de las posibles modificaciones luego del tratamiento posibilitando realizar inferencias respecto a los cambios y sus determinantes.

Tipo de Investigación

Descriptiva. Se pretendió reseñar y especificar las características, propiedades y rasgos importantes de un fenómeno ya existente, que es el objeto de estudio. Este tipo de investigación permite la recolección de datos o componentes sobre diferentes aspectos del fenómeno a estudiar, su medición y análisis.

Población y muestra

Este estudio se llevó a cabo en un centro de rehabilitación acuática en la ciudad de Mar del Plata.

La unidad de análisis, es decir, quienes fueron medidos fueron aquellas personas que se trabajaron con las técnicas de kinesioterapia acuática por diferentes patologías.

La población debió cumplir con los siguientes criterios:

De inclusión:

- Personas tratados en el centro de rehabilitación acuática de la ciudad de Mar del Plata.
- Personas con los que se trabajen las técnicas de kinesioterapia acuática cualquiera sea su patología.
- Personas que cumplan la adhesión al tratamiento.

De exclusión:

- Personas que presenten patologías u otras complicaciones que no permitan realizar el programa de ejercicios de hidrocinesiterapia.

- Personas con alguna afección respiratoria diagnosticada presente.
- Personas que estén recibiendo otro tratamiento o que participen de otras actividades físicas.

La muestra fue obtenida a partir de esta población de forma no probabilística, por conveniencia. En este tipo de muestreo, se pretende seleccionar unidades de análisis que cumplen los requisitos de la población objeto de estudio, pero que no son seleccionadas al azar.

La muestra utilizada fue de tipo panel, ya que los mismos individuos fueron observados y medidos en distintos momentos de tiempo; son las mismas personas que conformaron la muestra inicial del estudio las que se analizaron durante toda la investigación.

La técnica de recolección de información utilizada fue una evaluación kinésica respiratoria de elaboración propia. La misma fue compuesta por diferentes ítems del tipo anamnesis exploratoria y dos pruebas instrumentales: la auscultación y la medición de la fuerza de los músculos respiratorios mediante la medición de las presiones estáticas de la boca.

Variables

Edad

Definición conceptual: Tiempo de existencia desde el nacimiento.

Definición operacional: Se establecerá según los datos de la historia clínica.

Peso

Definición conceptual: Es el producto de la fuerza de gravedad como 980.6665cm./seg.

Definición operacional: Se establece a través del índice de masa corporal, que es la relación entre el peso y la talla al cuadrado. Los valores pueden ser

1. Normal: el resultado es menor a 26
2. Sobrepeso: el resultado es entre 26 y 30.
3. Obesidad: el resultado es mayor a 40.

Sexo

Definición conceptual: Condición orgánica que distingue al hombre y a la mujer.

Definición operacional: En este estudio está representado por la proporción entre el sexo femenino y masculino volcado en la historia clínica.

Presiones estáticas de la boca

■ PIMax:

Definición conceptual: es la máxima presión generada por los músculos inspiratorios al realizar una inspiración forzada.

Definición operacional: Su medición se toma con un manómetro con boquilla. Los valores de referencia son medidos en cm² de H₂O, y se calculan tomando en cuenta sexo y edad. En los hombres se calcula: **143-(0.55 x edad) y en mujeres el cálculo es 104-(0.51 x edad).**

■ PEMax:

Definición conceptual: es la máxima presión generada por los músculos espiratorios al realizar una espiración forzada.

Definición operacional: Su medición se toma con un manómetro con boquilla. Los valores de referencia son medidos en cm² de H₂O, y se calculan tomando en cuenta sexo y edad. En los hombres se calcula: **268-(1,03 x edad) y en mujeres el cálculo es 170-(0.53 x edad).**

Frecuencia respiratoria

Definición conceptual: Es el número de respiraciones que efectúa un ser vivo en un lapso específico de tiempo.

Definición operacional: Número de respiraciones observadas en un minuto. Los valores normales varían según edad. En recién nacidos alrededor de 40-60 respiraciones por minuto; en niños 25-30 respiraciones por minuto; en pre Adolescente: 20-30 respiraciones por minuto; en adolescente: 18-26 respiraciones por minuto; en adultos 12-20 respiraciones por minuto.

Tos:

Definición conceptual: Sucesión de varios movimientos espiratorios violentos efectuados contra una glotis entrecerrada, y por medio de los cuales el aire contenido en las vías aéreas y en los pulmones, así como las secreciones y los materiales extraños eventualmente aspirados se expelen al exterior

Definición operacional: Se pide al individuo que tosa y se define:

- Tos efectiva (puede movilizar secreciones)
- Tos no efectiva (débil para movilizar secreciones)
- Tos abolida (el individuo no puede toser)

Patrón ventilatorio:

Definición conceptual: Es la manera de respirar que tiene un individuo, incluye localización de la respiración, ritmo de la respiración y modo ventilatorio.

Definición operacional: Se observan las características y a partir de ello se categoriza de la siguiente manera:

Localización:

- Diafragmática
- Costal superior
- Costal inferior

Ritmo:

- Eupnea (ritmo normal)
- Bradipnea (ritmo disminuido)
- Taquipnea (ritmo aumentado)

Modo ventilatorio:

- naso-bucal
- naso-nasal
- buco-bucal

Tiraje:

Definición conceptual: Se refiere al esfuerzo visible de un individuo al respirar.

Definición operacional: Se observa y se categoriza:

- Tiraje costal superior
- Tiraje supraclavicular
- Tiraje intercostal
- Tiraje universal con aleteo nasal
- Tiraje espiratorio

Disnea:

Definición conceptual: Es la sensación subjetiva de falta de aire.

Definición operacional: Se categoriza según el grado de disnea.

- Grado I: Aparece ante grandes esfuerzos
- Grado II: Aparece ante esfuerzos moderados
- Grado III: Aparece ante esfuerzos leves
- Grado IV: Disnea en reposo

Saturación de Oxígeno:

Definición conceptual: Es la cantidad de oxígeno diluido en sangre en un momento determinado, demuestra la efectividad de la oxigenación de la sangre por parte del sistema respiratorio.

Definición operacional: Se obtiene con un oxímetro de pulso, el valor ideal es de 100%, pero es aceptable hasta un mínimo de 92%



Análisis de datos

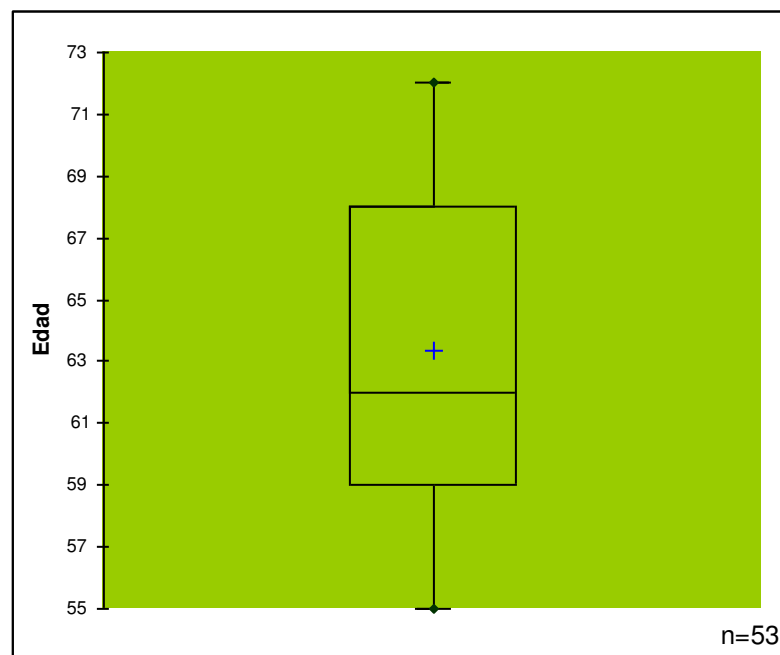


Para la presente investigación se desarrolló un trabajo de campo que buscó determinar si la práctica de la kinesioterapia acuática tiene beneficios sobre el sistema respiratorio. Para ello se realizaron evaluaciones a 53 personas sin enfermedad pulmonar diagnosticada, que realizaron esta disciplina durante los meses Mayo y Junio del año 2014 en la ciudad de Mar del Plata.

El siguiente análisis es reflejo de los resultados obtenidos en cada una de las variables contempladas en la muestra.

Inicialmente se indaga a la totalidad de la muestra respecto de la edad, obteniéndose los resultados que se pueden observar en el siguiente diagrama:

Gráfico 1: Distribución por edad de los participantes

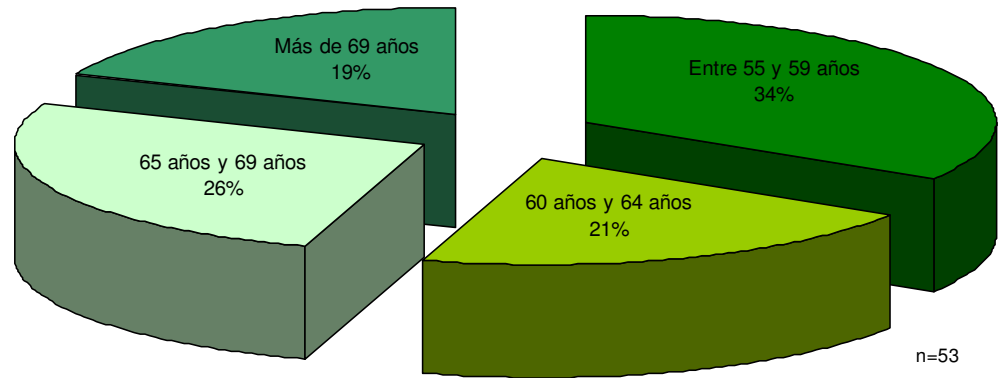


Fuente: Elaboración propia

Las edades de los participantes oscilan entre 55 y 72 años y la edad promedio de la muestra es de 62. La mayor cantidad de datos está concentrada en la franja etárea comprendida entre los 59 y los 62 años, mientras que los datos comprendidos entre la franja que va desde los 62 hasta los 68 años están más dispersos.

Para una mejor comprensión de la distribución por edades se procedió a representar los intervalos de edad observados en la muestra en un gráfico de torta.

Gráfico 2: Distribución por rangos etáreos

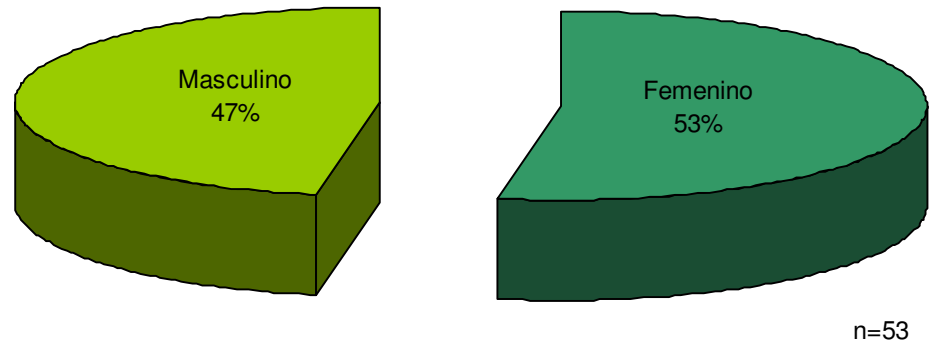


Fuente: Elaboración propia

Se deduce del Gráfico 2 que la mayor cantidad de la muestra está reunida en los grupos de 65 a 69 años y de 55 a 59 años, y que existe una paridad entre la cantidad porcentual de personas que componen los rangos entre 60 a 64 años y de 69 años o mas.

A continuación se procedió a determinar la distribución por sexo de la muestra, obteniéndose:

Gráfico 3: Distribución por sexo

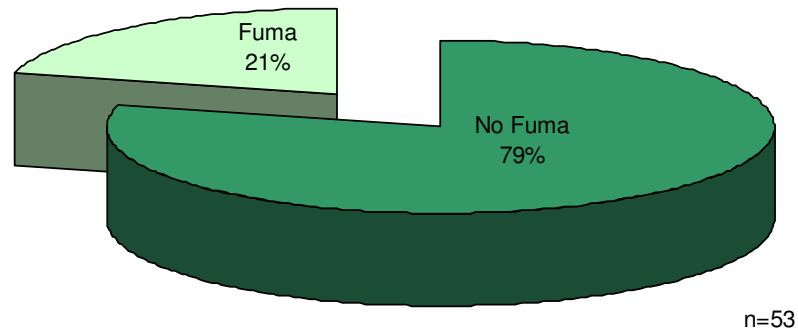


Fuente: Elaboración propia

En lo concerniente a la variable género, la muestra refleja una proporción similar en ambos sexos, con una leve prevalencia del sexo femenino. De esto se deduce que esta disciplina se practica indistintamente en ambos sexos.

Además, se indagó a los integrantes de la totalidad de la muestra con respecto a dos factores de riesgo; el hábito de tabaquismo y la presencia de hipertensión arterial.

Gráfico 4: Tabaquismo

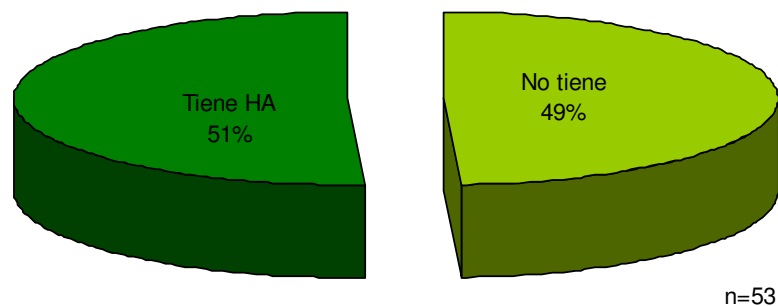


Fuente: Elaboración propia

Se encontró que la mayoría de las personas evaluadas no tiene el hábito de fumar. Aún así, existe un 21% de participantes que sí fuma, cuyo promedio de edad es de 63 años, por lo que este grupo representa un grupo de individuos que poseen un factor de riesgo que se ve exacerbado por su avanzada edad.

En cuanto a la presencia de hipertensión arterial, la muestra reveló que este factor de riesgo se encuentra en una importante proporción:

Gráfico 5: Hipertensión Arterial



Fuente: Elaboración propia

La muestra reveló que aproximadamente la mitad de las personas evaluadas tiene hipertensión arterial, es decir que una de cada dos personas presenta este factor de riesgo. La importancia de este hallazgo radica en el hecho de que la hipertensión arterial no es un impedimento para las personas que quieran realizar esta actividad.

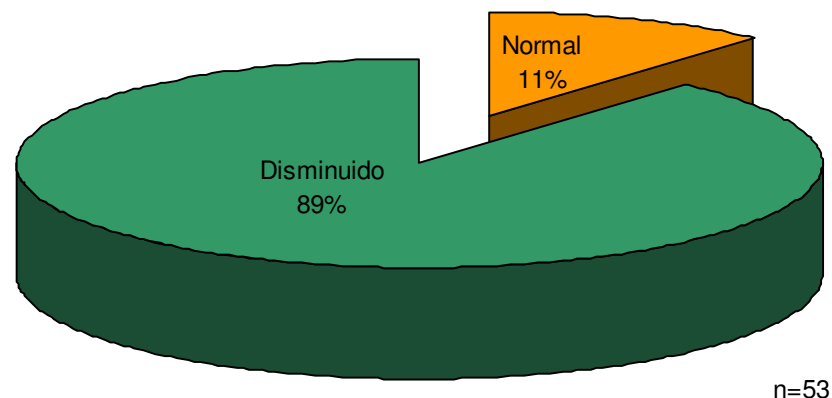
Previo al inicio del tratamiento de hidrocinesiterapia, se realizaron evaluaciones de mecánica respiratoria a la totalidad de la muestra para determinar el estado inicial del sistema respiratorio de los participantes, y para poder comparar los resultados con los obtenidos en una evaluación posterior, una vez comenzado el tratamiento.

La evaluación de mecánica respiratoria incluyó la valoración de músculos respiratorios, que fue realizada en dos modalidades: no instrumental e instrumental.

La valoración de músculos respiratorios instrumental consistió en la medición de PIM_{ax} y PEM_{ax}, utilizándose como referencia los valores teóricos descritos por Black y Hyatt que se encuentran en la tabla 1.2 de la página N° 19 del marco teórico.

Primero, se estimó la fuerza de los músculos inspiratorios de la totalidad de la muestra mediante la medición de las presiones estáticas de la boca en una inspiración máxima.

Gráfico 6: Presiones Inspiratorias Máximas

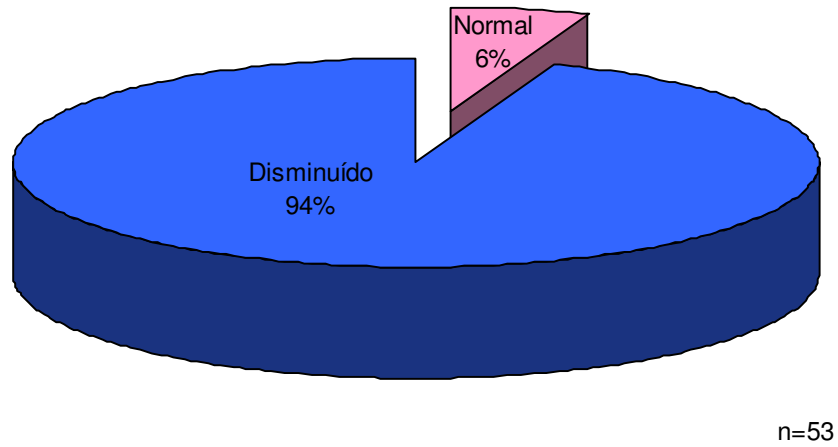


Fuente: Elaboración propia

Se observó que la mayoría de los participantes de la muestra presentan una musculatura inspiratoria débil, ya que sólo un 11% de ellos logró realizar una inspiración lo suficientemente fuerte para alcanzar la presión inspiratoria máxima normal para su edad y sexo.

Además, se apreció la fuerza de los músculos espiratorios de la totalidad de la muestra mediante la medición de las presiones estáticas de la boca en una espiración máxima.

Gráfico 7: Presiones Espiratorias Máximas



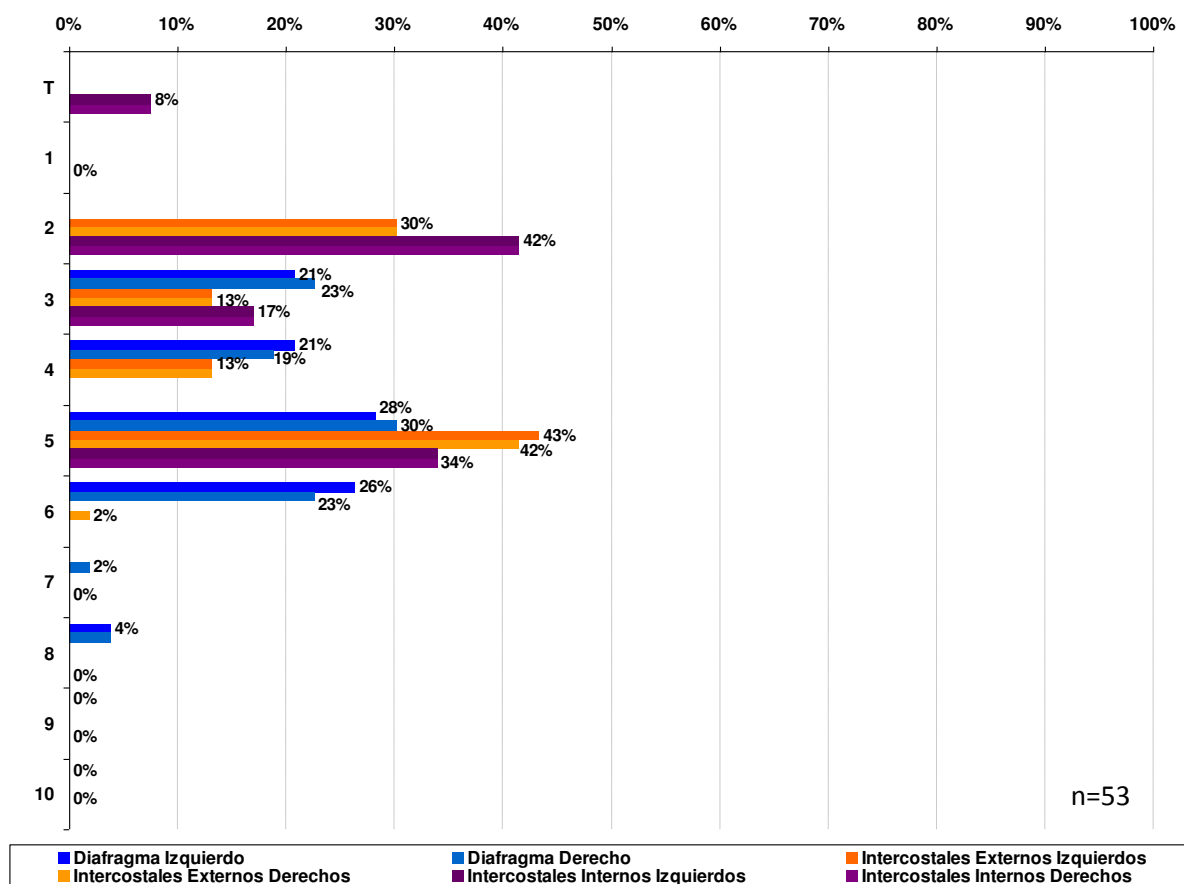
Fuente: Elaboración propia

Los músculos espiratorios mostraron aún más debilidad, ya que el 94% de los evaluados fueron incapaces de generar una presión espiratoria máxima normal para su sexo y edad.

Por otro lado, se realizó una valoración de músculos respiratorios de tipo no instrumental que permitió visualizar la puntuación de cada músculo evaluado. Los resultados fueron graficados según los grupos musculares. Se utilizó como referencia la clave de puntuación muscular propuesta por Kendall's que asigna una categoría a los músculos evaluados según su fuerza de contracción, la misma se puede encontrar en la página 20 del Marco Teórico.

Primero se evaluaron los músculos inspiratorios primarios: diafragma, intercostales internos y externos de manera bilateral.

Gráfico 8: Estado inicial de músculos inspiratorios primarios

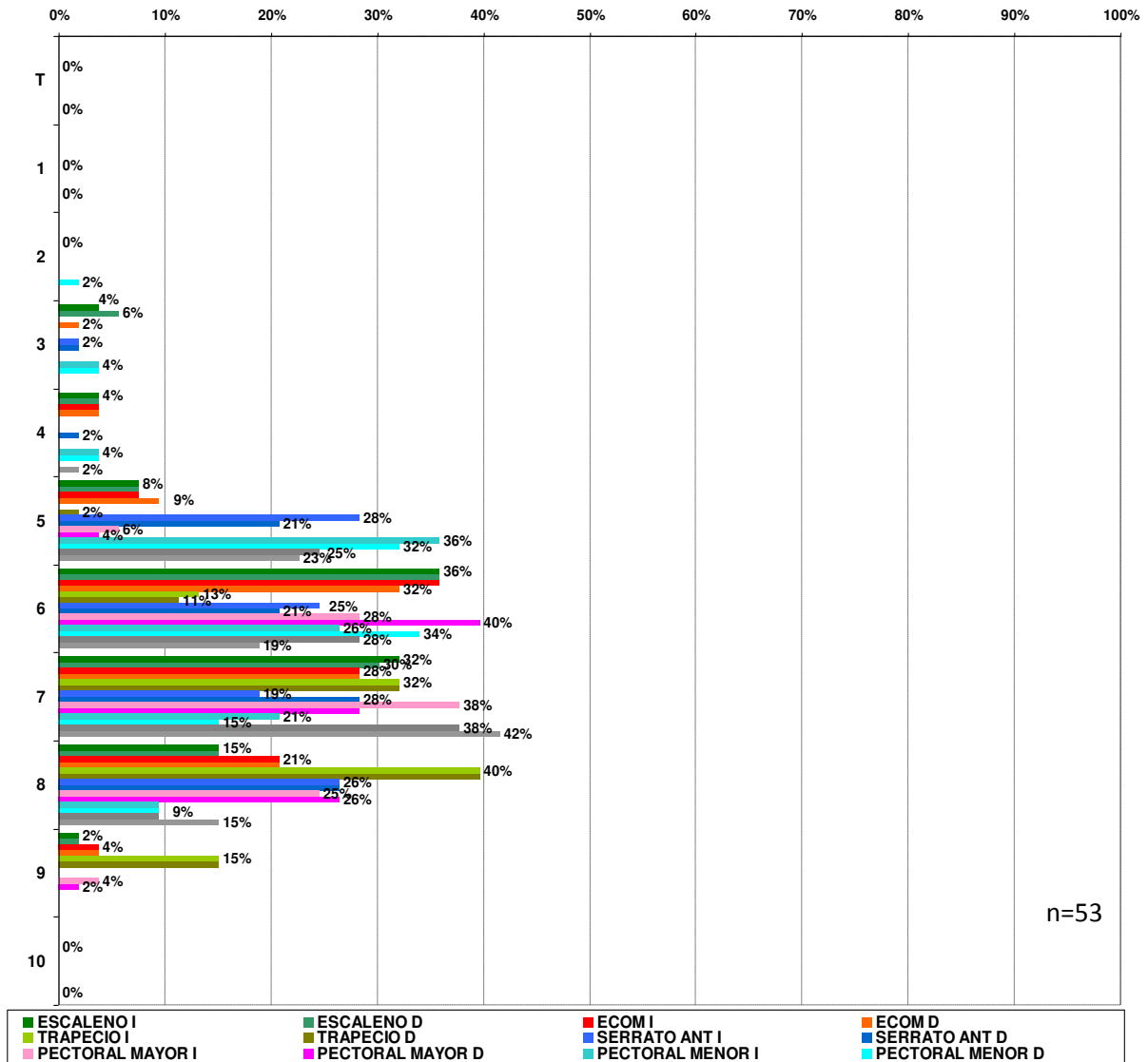


Fuente: Elaboración propia

Los músculos inspiratorios primarios que presentaron mayor debilidad fueron los intercostales internos, ya que, aunque sólo en un 8%, fueron los únicos que se situaron en la categoría T (Traza) que corresponde a una débil contracción sin movimiento visible. En el resto de la muestra, estos músculos al igual que los intercostales externos estuvieron repartidos entre las categorías 2, 3 y 5, que corresponden a movimientos que no llegan a vencer una resistencia adicional.

Los únicos músculos inspiratorios primarios que lograron vencer presiones adicionales, es decir, de categoría 6 en adelante, fueron los músculos diafragmas izquierdos y derechos en similar medida, por lo que fueron los más fuertes de este grupo.

Gráfico 9: Estado inicial de músculos inspiratorios accesorios

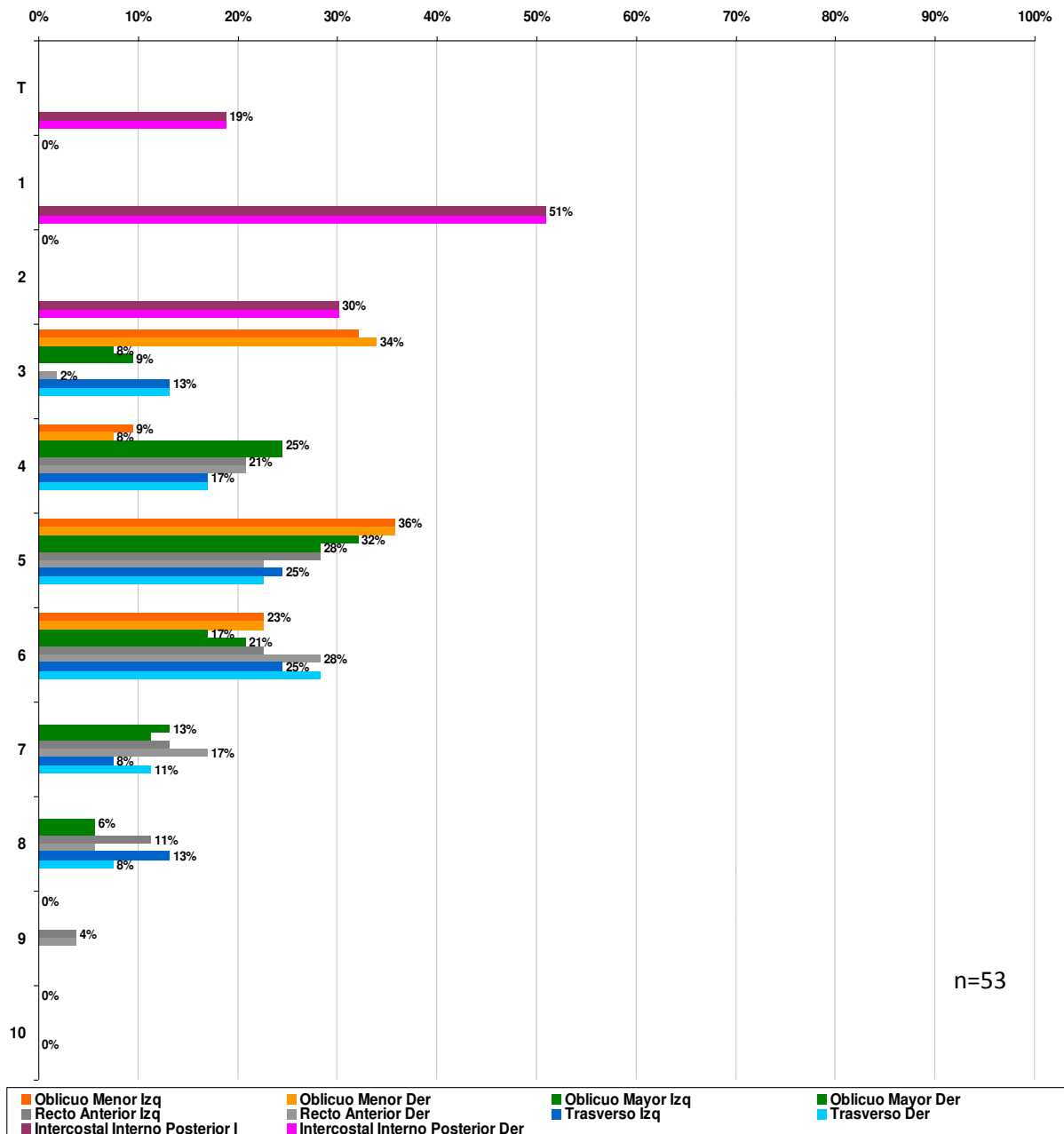


Fuente: Elaboración propia

Del grupo de músculos inspiratorios accesorios, los más fuertes resultaron ser los trapecios, que presentaron en la totalidad de la muestra la capacidad de mantener la posición de la prueba frente a una presión adicional de diferentes intensidades.

Los músculos erectores de la columna y pectorales mayores también presentaron en su mayoría un buen estado, y se destaca en ambos las desigualdades entre los músculos izquierdos y derechos, probablemente relacionadas a asimetrías anatómicas de los participantes.

Gráfico 10: Estado inicial de músculos espiratorios primarios



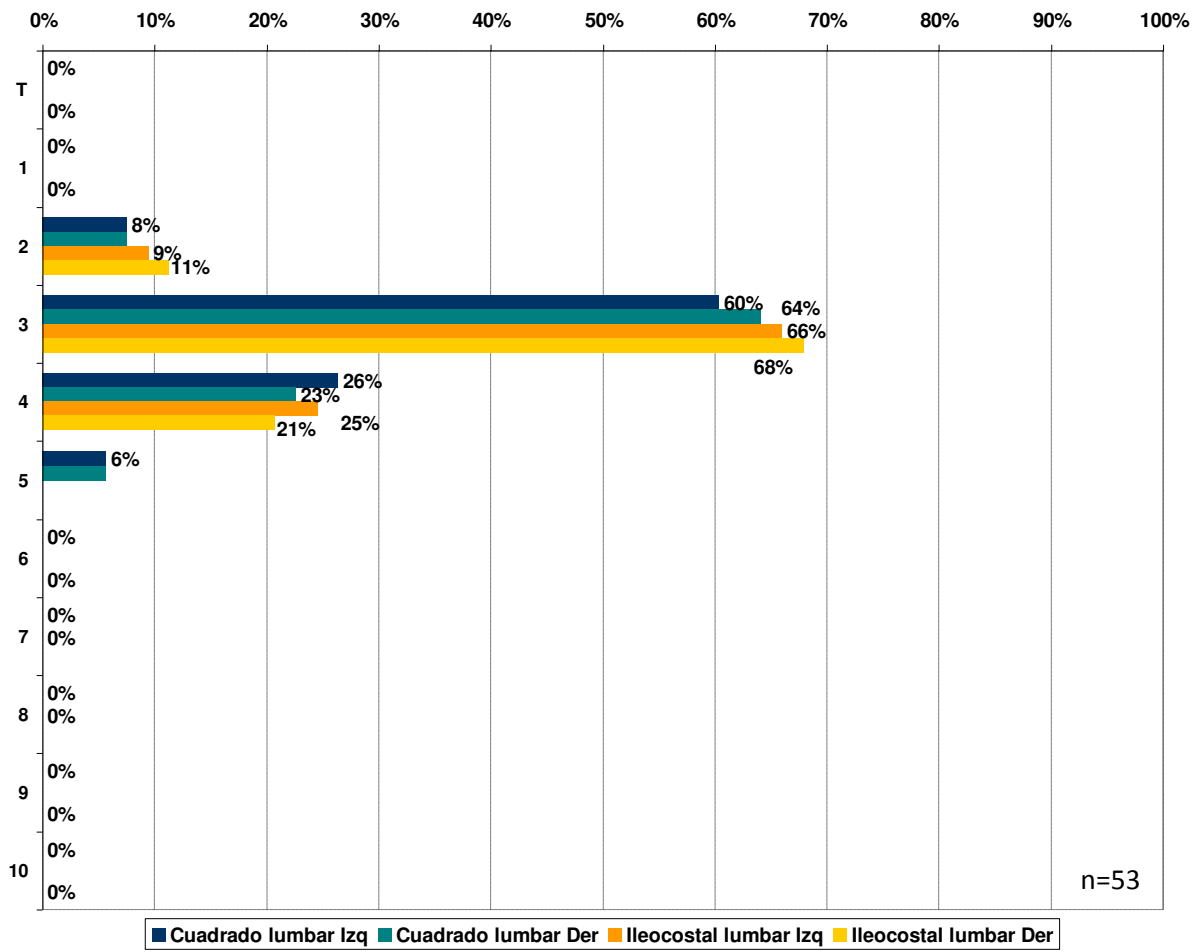
n=53

Fuente: Elaboración propia

Los músculos espiratorios primarios que se situaron en las categorías más bajas son los intercostales internos posteriores, que no lograron mantener la posición de la prueba en presencia de la fuerza de gravedad.

Los músculos más fuertes de este grupo fueron los rectos anteriores, que mostraron ser los únicos músculos que lograron vencer una presión moderada a intensa, aunque sólo en un 4% de la muestra. Los músculos trasversos también presentaron un buen estado, ya que en su totalidad lograron vencer la gravedad en las posiciones de prueba.

Gráfico 11: Estado inicial de músculos espiratorios secundarios



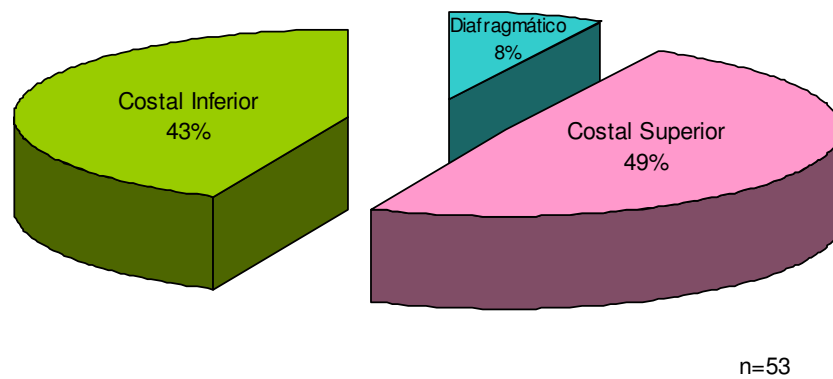
Fuente: Elaboración propia

Los músculos espiratorios accesorios en general se situaron en las categorías más bajas, siendo incapaces en su totalidad de vencer presiones adicionales en la prueba.

Para completar la caracterización del estado inicial de la mecánica respiratoria de los participantes, también se evaluaron los aspectos del patrón ventilatorio, la tos, la presencia de disnea y el tórax en estática y en dinámica.

El primer aspecto del patrón ventilatorio evaluado fue su localización, que en los participantes de la muestra fue el siguiente:

Gráfico 12: Localización del patrón ventilatorio

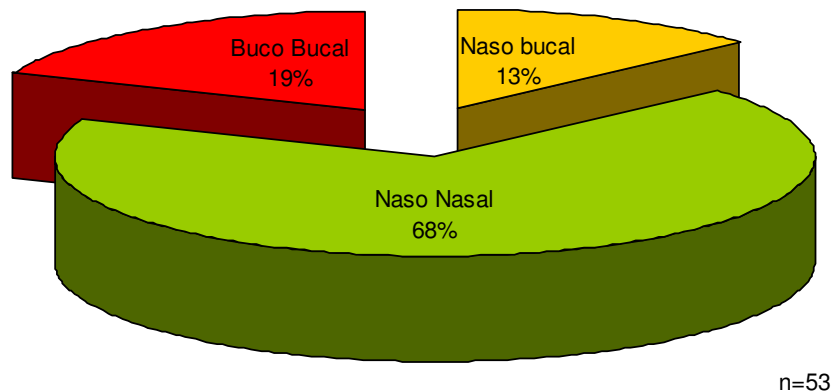


Fuente: Elaboración propia

Se pudo observar una cantidad relativamente pareja de los patrones ventilatorios localizados en la región costal inferior y la región costal superior, mientras que hubo un bajo porcentaje de los participantes que mostraron un patrón ventilatorio del tipo diafragmático.

También se observó el modo en que los integrantes de la muestra respiran, y se halló que:

Gráfico 13: Modo ventilatorio

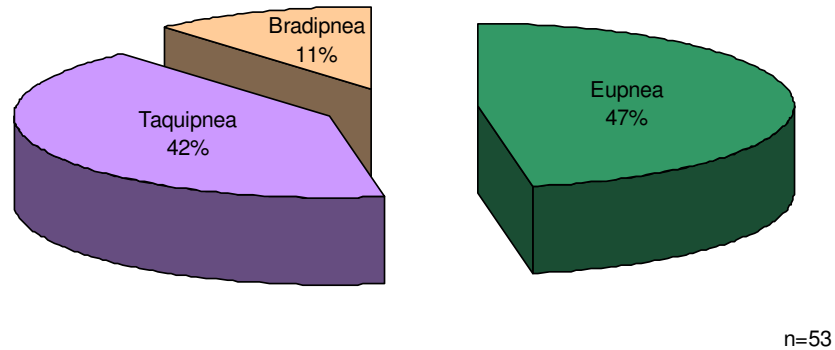


Fuente: Elaboración propia

Se encontró que en su mayoría, inhalan y exhalan por nariz.

En tercer lugar se tomó en cuenta la frecuencia respiratoria de la totalidad de la muestra.

Gráfico 14: Frecuencia respiratoria

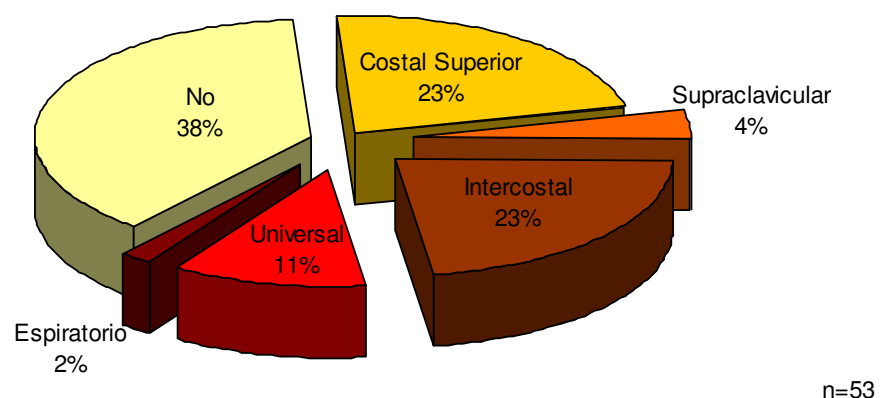


Fuente: Elaboración propia

Sólo cerca de la mitad de las personas que conformaron la muestra demostraron una frecuencia respiratoria normal para su sexo y edad, mientras que el resto presentó en su mayoría una frecuencia respiratoria alta, y en menor medida una frecuencia menor a la normal.

Luego, se inspeccionó a los integrantes de la muestra para detectar la presencia de tirajes y, en caso de haberlos, su localización.

Gráfico 15: Presencia y localización de tirajes

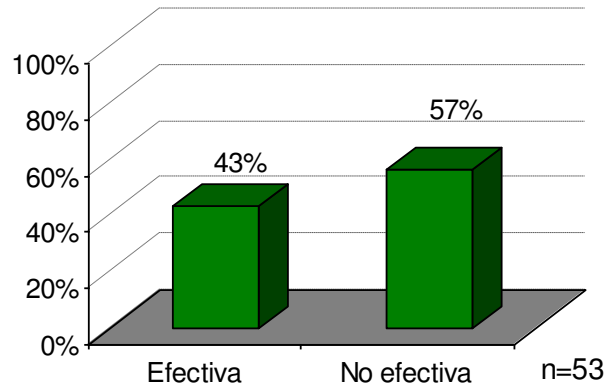


Fuente: Elaboración propia

Aunque se encontró una gran cantidad de participantes libres de tirajes, más de la mitad de las personas evaluadas los presentaron en alguna región, es decir, que exhibieron esfuerzos al respirar en diferentes grados. De estos integrantes que presentaron tirajes, la mayoría los manifestó en las regiones costal superior e intercostal.

Una vez caracterizado el patrón ventilatorio, se procedió a valorar la tos de los integrantes de la muestra, encontrándose que:

Gráfico 16: Tos



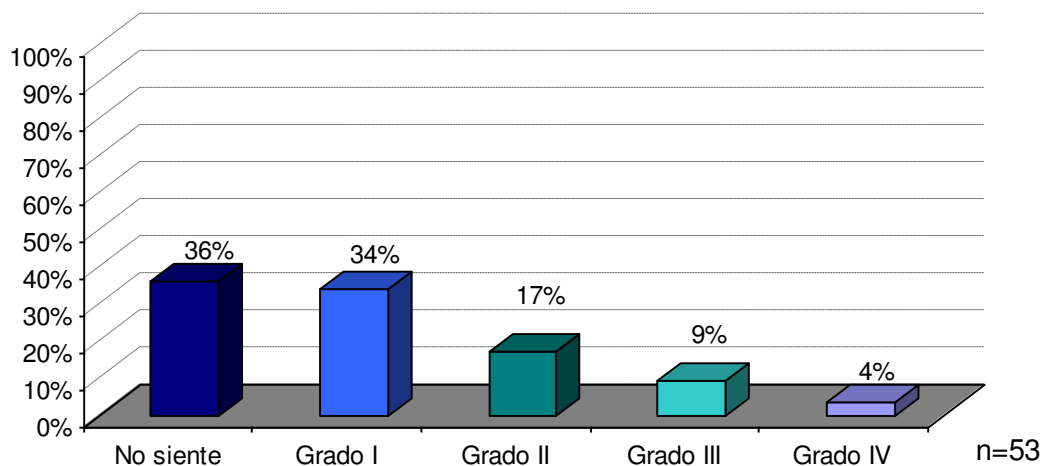
Fuente: Elaboración propia

Aunque los resultados fueron parejos, la mayoría presentó una tos no efectiva, es decir, débil y probablemente incapaz de movilizar secreciones correctamente.

Se debe tener en cuenta que la eficacia de la tos disminuye en condiciones patológicas, circunstancias tales como la depresión del centro respiratorio, el dolor, o la debilidad de la musculatura respiratoria.

Además se inquirió sobre la sensación de falta de aire, categorizando su presencia en grados, usándose como referencia la tabla 1.1 de la página 14 del marco teórico:

Gráfico 17: Grado de disnea



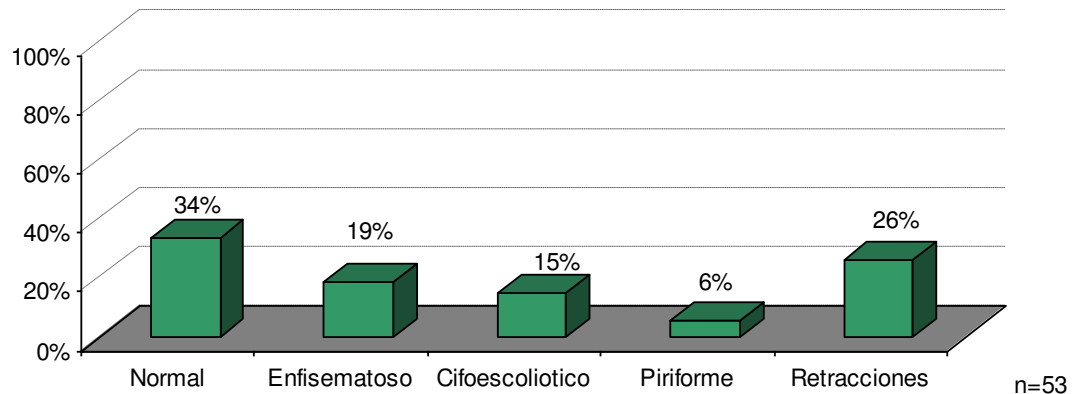
Fuente: Elaboración propia

Aunque un 36% de la muestra dijo no sentir falta de aire, el grupo que manifestó sentirla ante grandes esfuerzos como correr o subir varios pisos de escalera fue similar en cantidad. La mayoría de los integrantes de la muestra presentó disnea en algún grado.

Por otro lado, se observó el tórax de los participantes tanto en estática como en dinámica.

La inspección de tórax en estática se realizó en los planos frontal y sagital, para detectar posibles anomalías en la configuración torácica fruto de alteraciones de la estática de la columna vertebral o de situaciones patológicas concretas.

Gráfico 18: Tórax en estática



Fuente: Elaboración propia

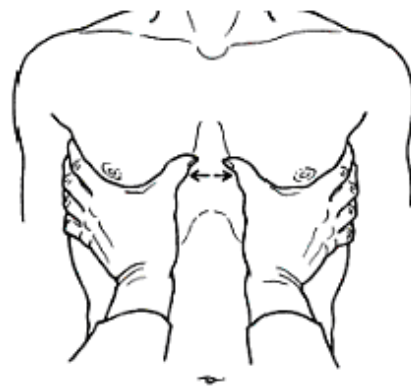
Se observó que aunque un buen número de los evaluados presenta un tórax dentro de los parámetros considerados normales, un 66% posee diferentes alteraciones morfológicas que conllevan a una mecánica respiratoria defectiva.

También se observó el tórax en dinámica, es decir, efectuándose el ciclo de la respiración normalmente. En esta instancia se tuvieron en cuenta tres parámetros: expansión, asimetrías y coordinación.

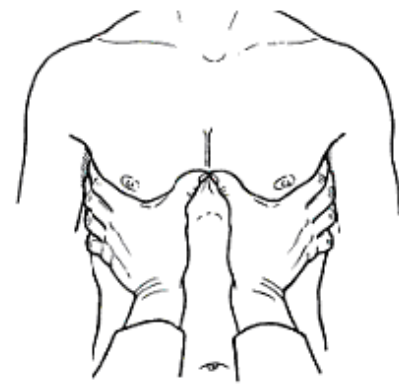
La observación del primer parámetro incluyó la valoración de los perímetros torácicos y la capacidad del tórax para expandirse correctamente.

Gráfico 19: Expansión del tórax

n=53



Buena Amplitud
30%



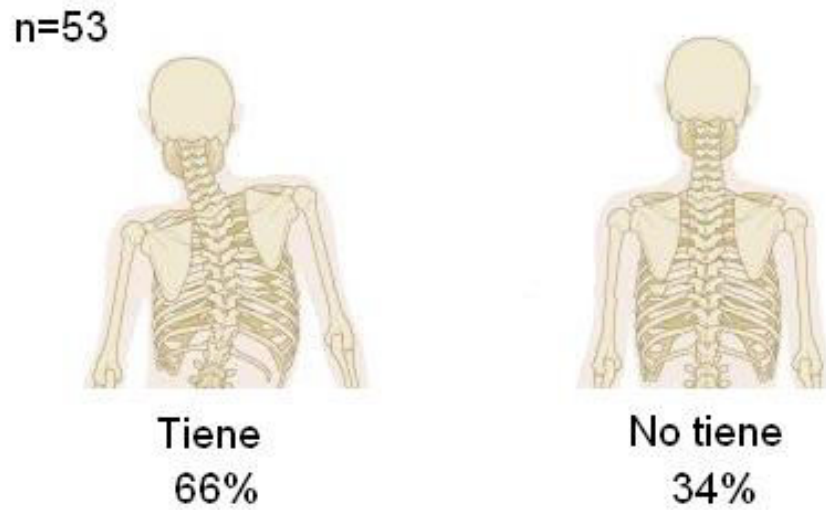
Amplitud Limitada
70%

Fuente: Elaboración propia

Se apreció en una gran mayoría de los participantes evaluados la incapacidad de expandir el tórax correctamente.

Esta limitación suele estar relacionada con una mala mecánica ventilatoria, que se traduce en una menor entrada de aire y, consecuentemente, niveles deficitarios de oxígeno en sangre.

Gráfico 20: Asimetrías del tórax en dinámica

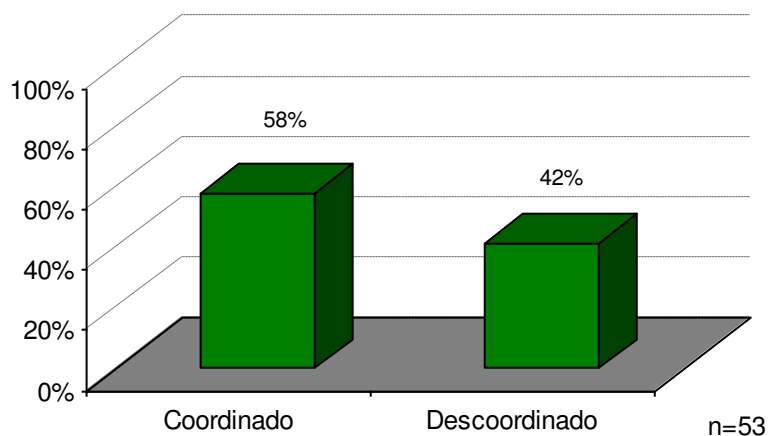


Fuente: Elaboración propia

También se halló que cuando se pidió a los integrantes de la muestra que respiraran, la mayoría realizó el ciclo respiratorio de una manera no simétrica.

Estos resultados pueden estar indicando alteraciones en la morfología del tórax, tanto de la parrilla costal como a diferentes retracciones musculares.

Gráfico 21: Coordinación del tórax en dinámica



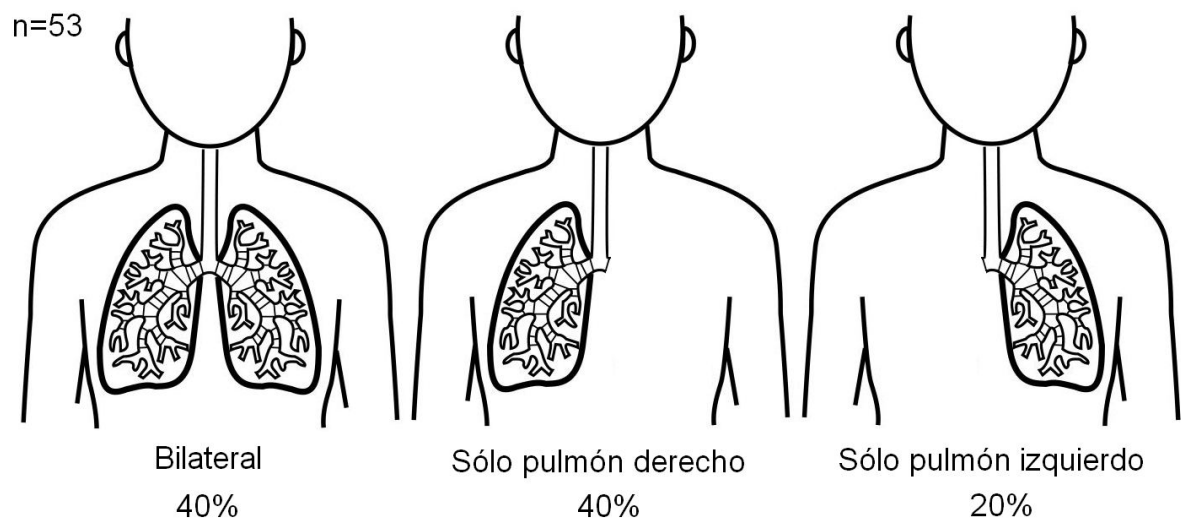
Fuente: Elaboración propia

En condiciones normales tórax y abdomen se expanden durante la inspiración de manera simultánea. Aunque la mayoría de los integrantes de la muestra demostró la coordinación normal, un 42% manifestó una respiración descoordinada.

Para finalizar la evaluación del estado inicial de la mecánica respiratoria, se realizó una auscultación completa y bilateral a la totalidad de la muestra. A continuación se detallan los ruidos pulmonares auscultados en la muestra.

El murmullo vesicular se auscultó durante la inspiración en el área que ocupan los pulmones. Es un ruido de baja intensidad y corresponde al sonido normal que logra llegar a la pared torácica después del filtro que ejerce el pulmón.

Gráfico 22: Murmullo vesicular

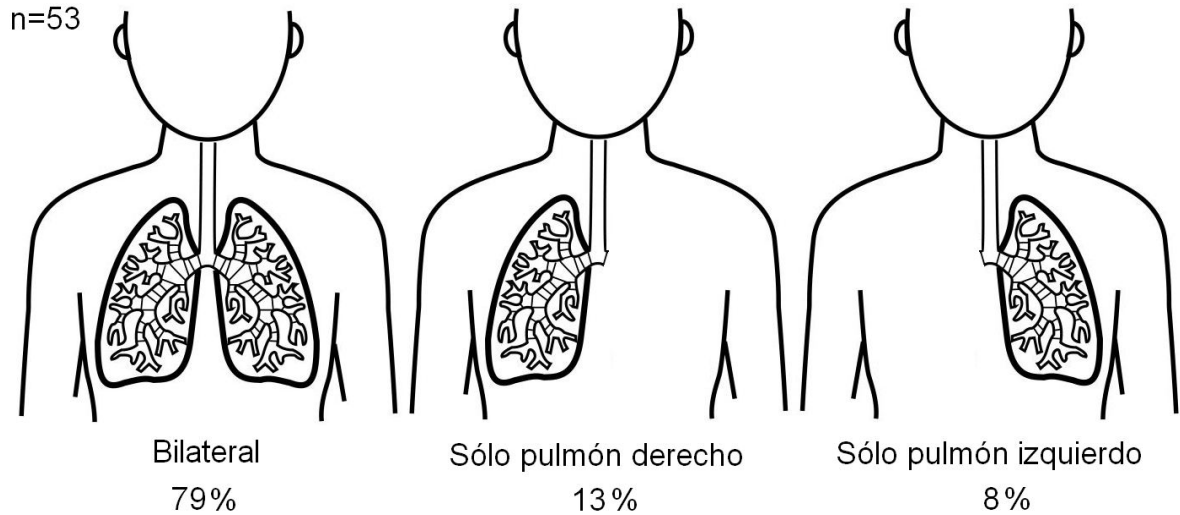


Fuente: Elaboración propia

En situación de normalidad, debería escucharse bilateralmente, es decir, en ambos parénquimas pulmonares. Esta situación se dio sólo en un 40% de la muestra, y un mismo porcentaje demostró que este ruido estuvo ausente en el pulmón izquierdo.

La respiración bronquial o brónquica también es un ruido normal, y se ausculta a nivel de los grandes bronquios: en la región de primer y segundo espacio intercostal, por delante del tórax, y en la región interescapular, en la espalda.

Gráfico 23: Respiración brónquica

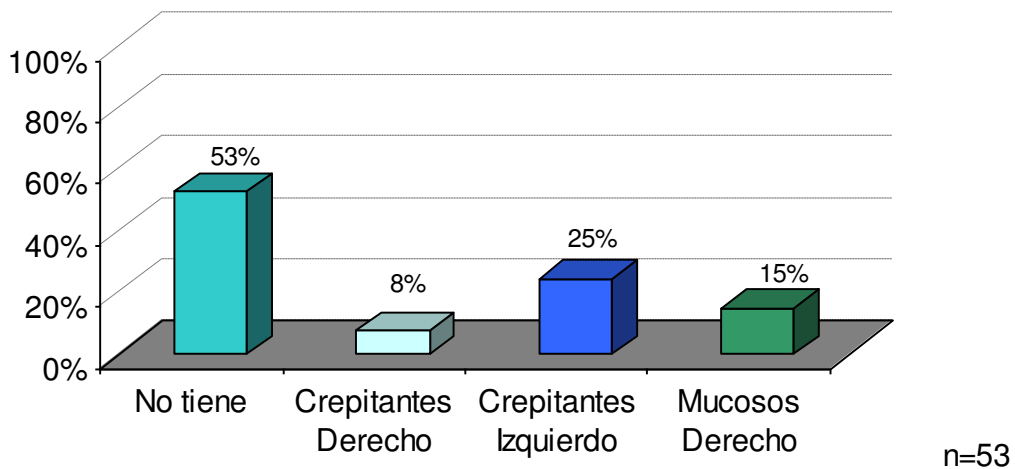


Fuente: Elaboración propia

Este ruido en situación normal también debería escucharse en ambos pulmones, situación que se dio en el 79% de la muestra.

También se auscultó en búsqueda de ruidos anormales o agregados. Los resultados son representados en los siguientes 5 gráficos.

Gráfico 24: Rales

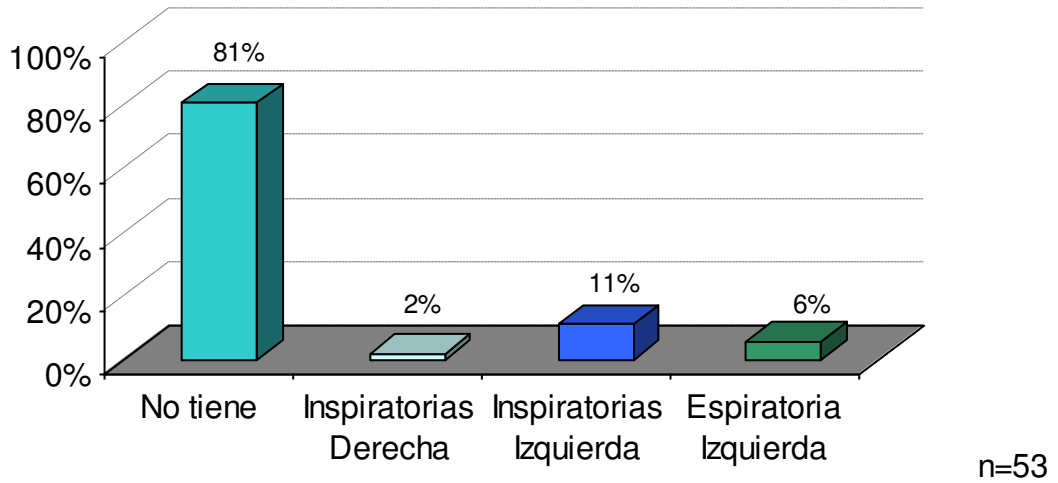


Fuente: Elaboración propia

Los rales estuvieron presentes en un 47% de los participantes, aproximadamente la mitad de ellos. Fueron del tipo crepitantes y mucosos.

Las sibilancias se auscultan en presencia de estenosis de un bronquio de pequeño calibre, como ocurre en el asma.

Gráfico 25: Sibilancias

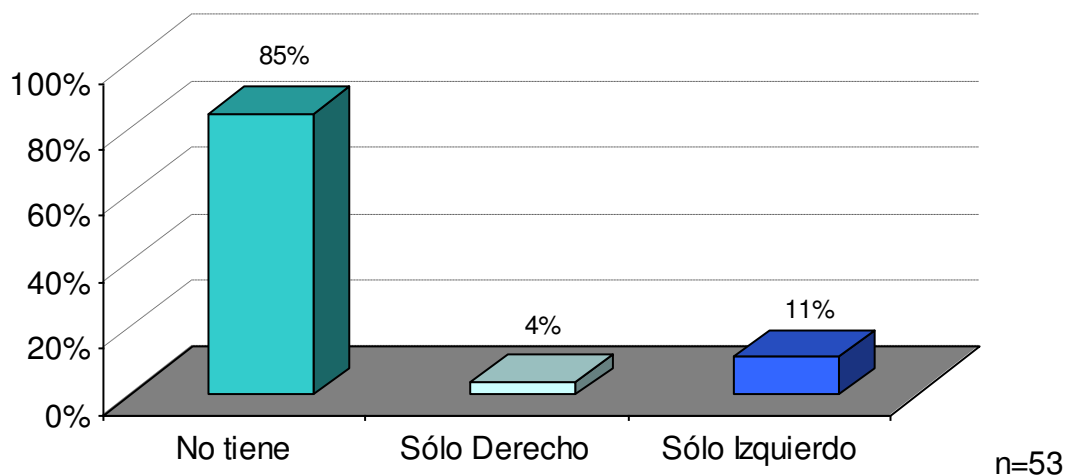


Fuente: Elaboración propia

La presencia de estas fue relativamente baja, sólo un 19% de la muestra las manifestó, en su mayoría del tipo inspiratorias.

Con referencia a los roncus, son ruidos anormales que se produce por obstrucción parcial de un bronquio de grueso calibre. Si hay secreción se modifica con la tos y puede estar relacionado con la bronquitis y el asma.

Gráfico 26: Roncus

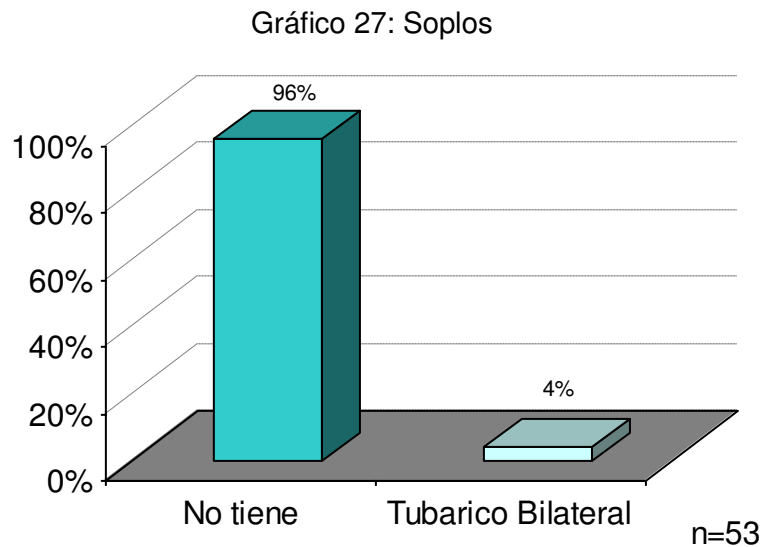


Fuente: Elaboración propia

Sólo un 15% lo presentó, y fue el ruido anormal con mayor presencia en el pulmón izquierdo.

En cuanto al frote pleural, que se ausculta en ambos tiempos respiratorios y su presencia implica inflamación de la serosa fue el único ruido anormal que no estuvo presente en ningún participante de la muestra, por lo que no se representó en un gráfico.

Los soplos resultan de la transmisión del ruido laringotraqueal a zonas torácicas en las que normalmente se ausculta el murmullo vesicular.



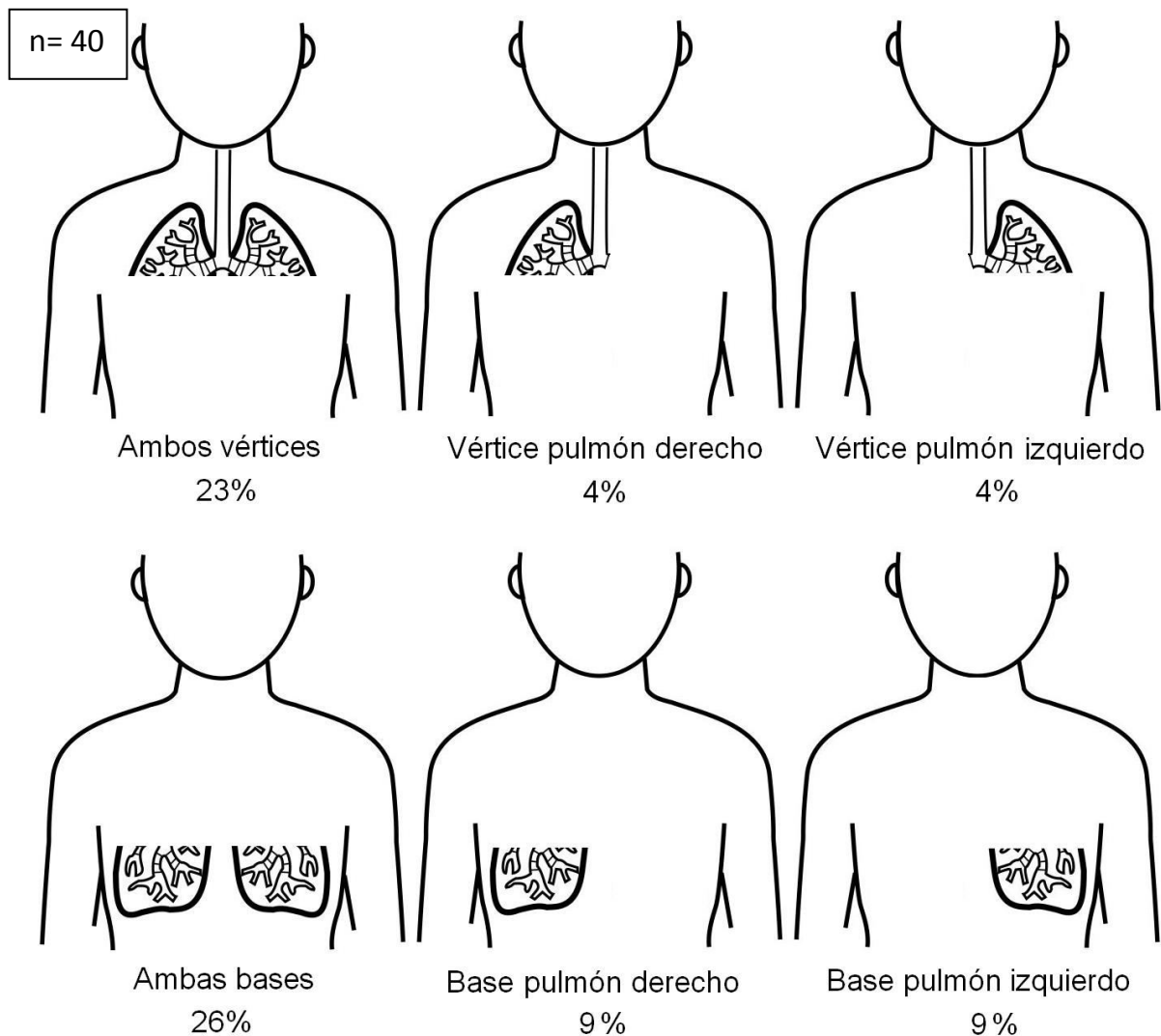
Fuente: Elaboración propia

Las categorías de soplos cavernosos, bronquiales, o por compresión no estuvieron presentes. Sólo hubo un 4% que presentó soplos y fueron del tipo tubárico bilateral, que es un sopro áspero provocado por el exudado intraalveolar, pudiendo estar relacionado con condensación, neumonía.

En la auscultación también se intentó identificar los campos que pudieran presentar hipoventilación.

Se halló que sólo un 25% de la muestra no presentó hipoventilación en ningún campo pulmonar, el 75% restante (40 participantes) manifestó hipoventilación distribuida en las siguientes regiones:

Gráfico 28: Hipoventilación



Fuente: Elaboración propia

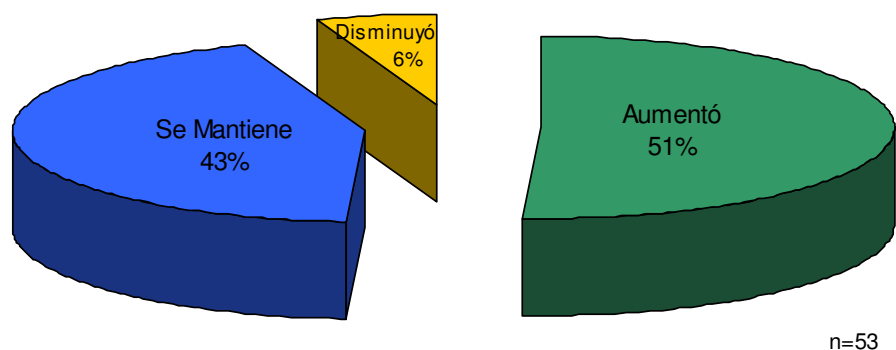
En su mayoría, la hipoventilación estuvo repartida entre ambas bases pulmonares y ambos vértices pulmonares, de forma pareja entre ambas regiones.

Luego de comenzado el tratamiento de kinesioterapia acuática, se volvió a realizar la evaluación de mecánica respiratoria para poder comparar los resultados con la evaluación de estado inicial que arrojó los datos representados hasta éste punto.

Los gráficos que se presentan a continuación, ilustran dichas comparaciones, para identificar los posibles cambios en la mecánica respiratoria.

En cuanto a las presiones estáticas de la boca que miden indirectamente la fuerza de los músculos respiratorios, los resultados fueron los siguientes:

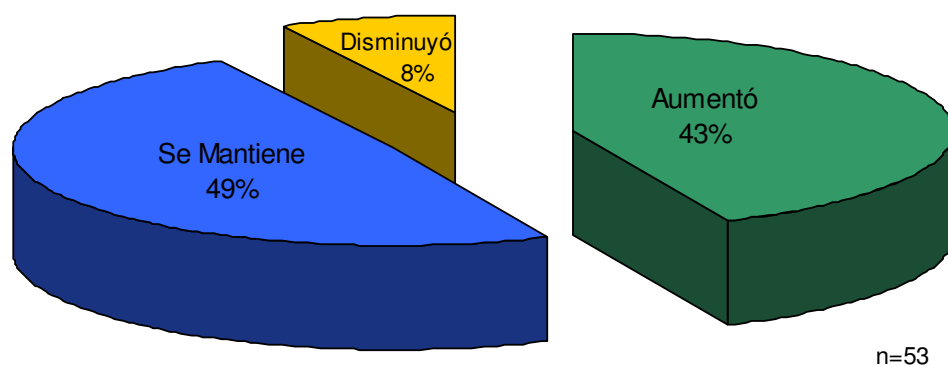
Gráfico 29: Comparación antes y después: PIMáx inicial PIMáx final



Fuente: Elaboración propia.

La presión inspiratoria máxima de la muestra aumentó en un 51%, es decir, que este porcentaje de participantes demostró tener más fuerza en los músculos inspiratorios luego del tratamiento.

Gráfico 30: Comparación antes y después: PEMáx inicial PEMáx final



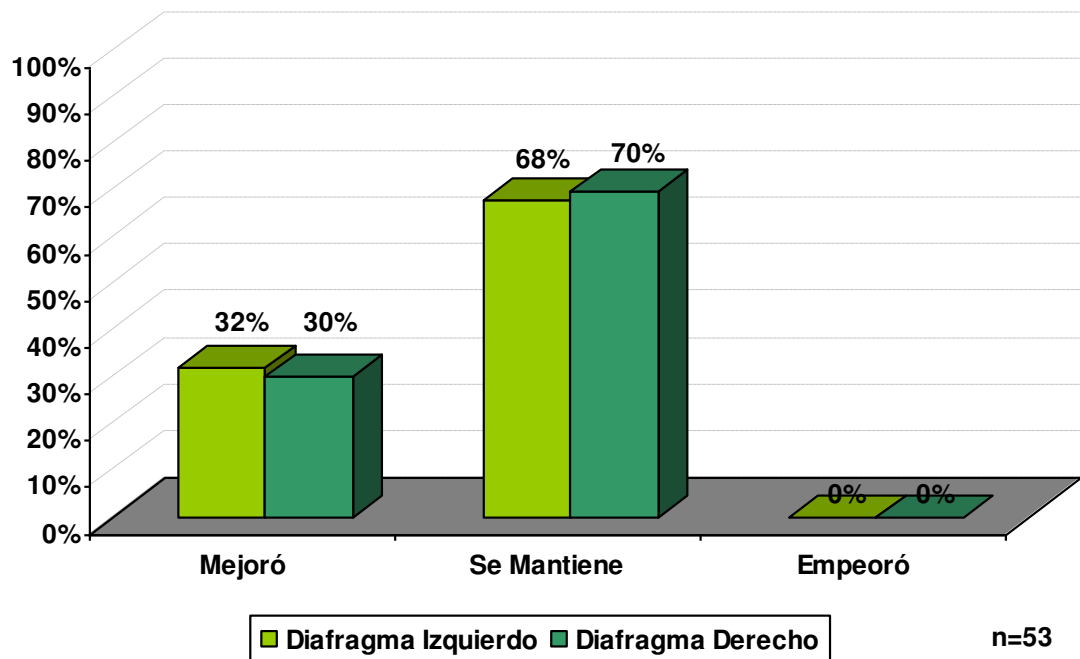
Fuente: Elaboración propia.

Por su lado, la presión espiratoria máxima de la muestra también aumentó luego del tratamiento de kinesioterapia acuática, esta vez un 43% de participantes demostró tener más fuerza en los músculos espiratorios en la segunda medición.

En cuanto a la evaluación no instrumental de los músculos respiratorios, se seleccionaron los seis grupos musculares que presentaron mayor variación luego de la kinesioterapia acuática: Diafragma; Serrato Anterior; Pectoral Menor; Oblicuo Mayor; Recto Anterior y Trasverso Abdominal.

Diafragma

Gráfico 31: Músculo inspiratorio primario: Diafragma

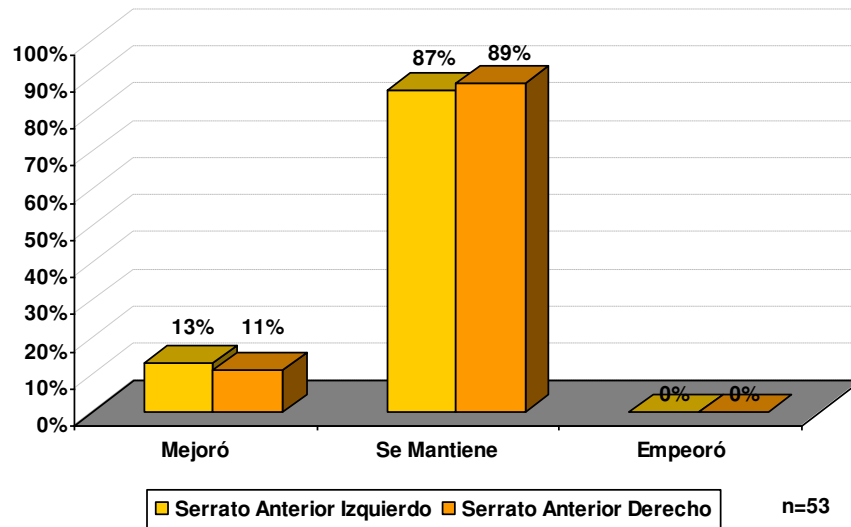


Fuente: Elaboración propia.

Aunque la mayoría de los músculos diafragmas de los integrantes de la muestra mantuvo el mismo nivel de fuerza de contracción luego del tratamiento, hubo un grupo que si mostró mejoras. Ninguno de los participantes demostró tener menor fuerza en la segunda medición.

Serrato Anterior

Gráfico 32: Músculo inspiratorio accesorio: Serrato Anterior

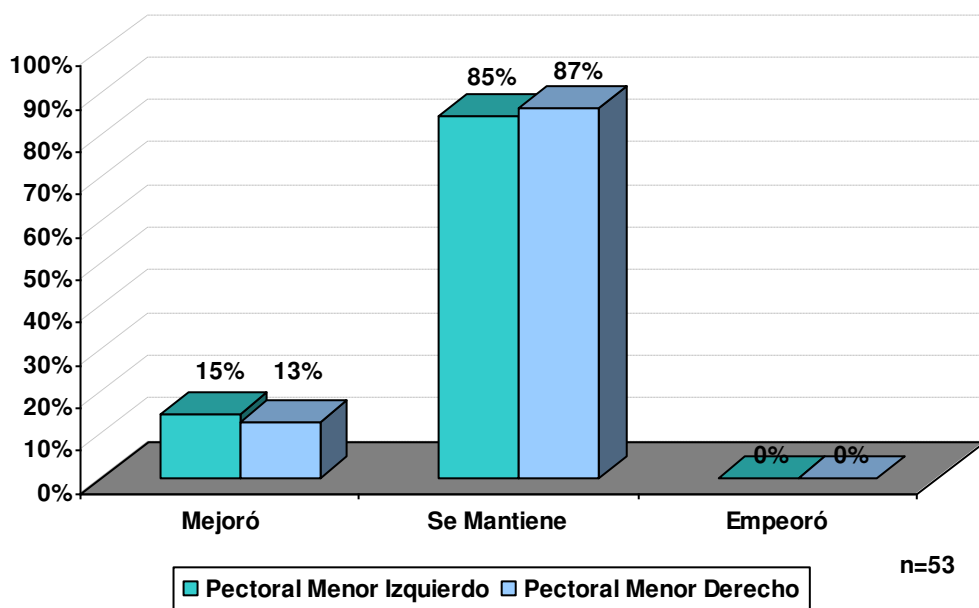


Fuente: Elaboración propia.

En menor medida, los serratos anteriores también demostraron mejoría luego de la práctica; un 11-13% de la muestra subió de categoría en la escala utilizada para evaluar el estado muscular. Nuevamente, ninguno de los músculos disminuyó su fuerza.

Pectoral Menor

Gráfico 33: Músculo inspiratorio accesorio: Pectoral Menor

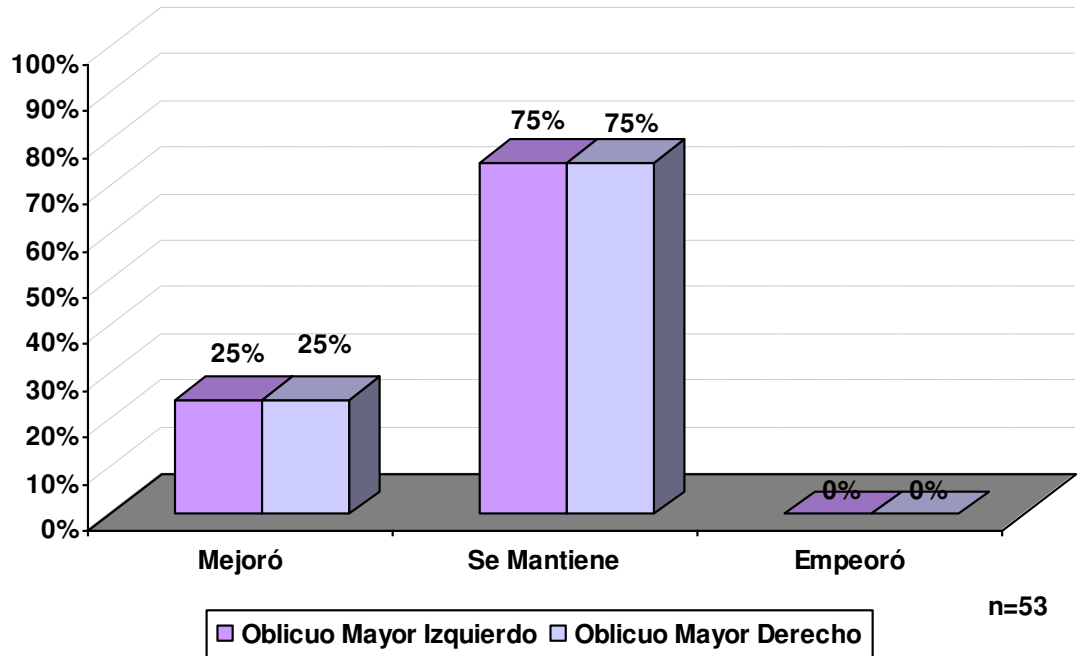


Fuente: Elaboración propia.

Casi en igual medida, los pectorales menores manifestaron una mejoría en su fuerza de contracción. Del grupo de músculos inspiratorios accesorios fueron los que subieron de categoría en mayor número.

Oblicuo Mayor

Gráfico 34: Músculo espiratorio primario: Oblicuo Mayor

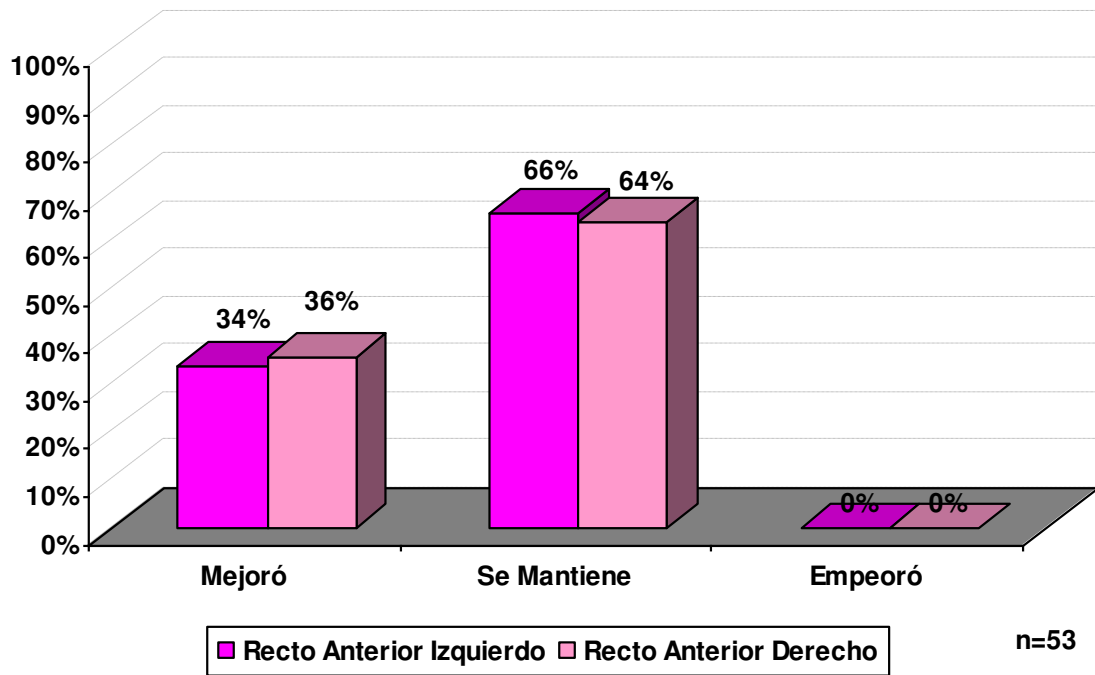


Fuente: Elaboración propia.

Los oblicuos mayores tampoco presentaron disminución en su nivel contráctil, y aunque la mayoría se mantuvo en la categoría de la primer medición, un 25% de los participantes evaluados si ascendió de categoría en la escala.

Recto Anterior

Gráfico 35: Músculo espiratorio primario: Recto Anterior

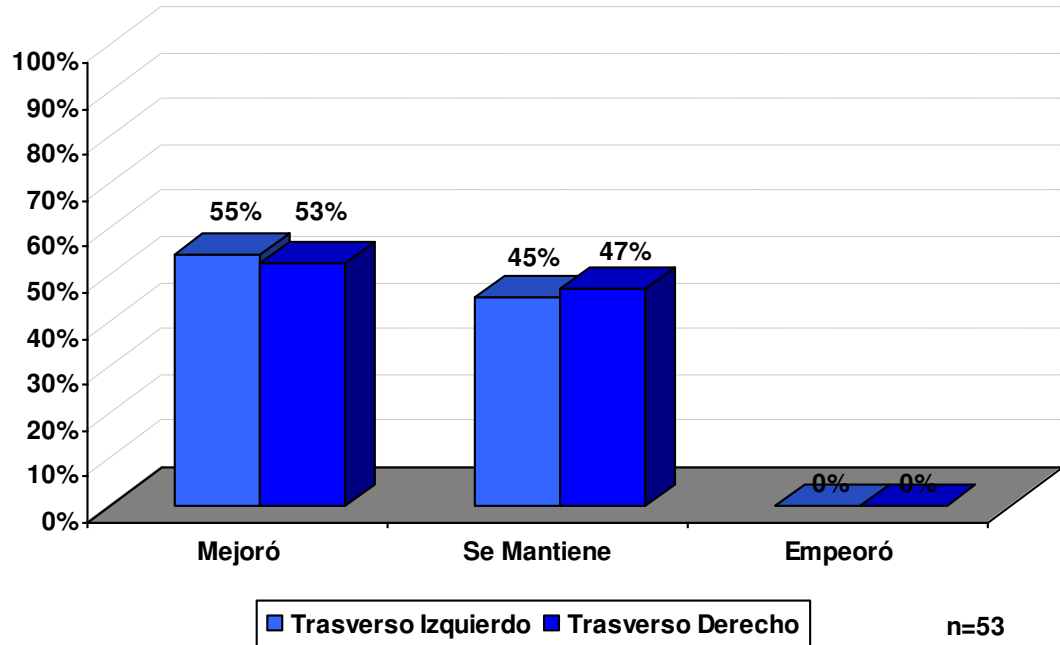


Fuente: Elaboración propia.

Los músculos rectos anteriores mostraron aún mayor mejoría que los oblicuos mayores. Un 34-36% de los rectos anteriores de los participantes evaluados demostraron haber ascendido de categoría luego del tratamiento.

Trasverso Abdominal

Gráfico 36: Músculo espiratorio primario: Trasverso Abdominal

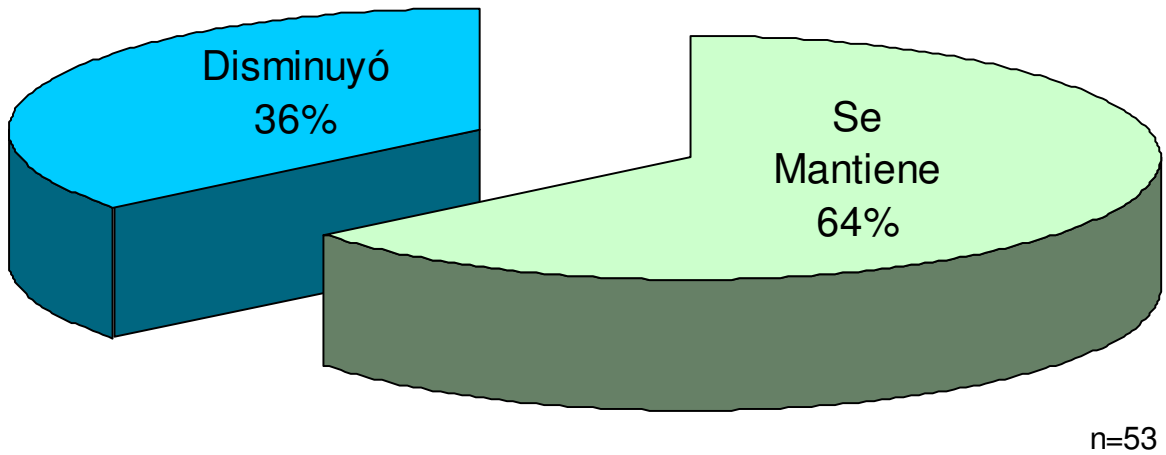


Fuente: Elaboración propia.

Los trasversos fueron los músculos que más demostraron mejoría, no sólo dentro de su grupo de músculos espiratorios primarios, sino en general comparado con el resto de los músculos respiratorios. Un poco más de la mitad de los participantes de la muestra manifestó un ascenso de categoría de estos músculos.

Con respecto al patrón ventilatorio, el único aspecto de este que mostró modificaciones relativamente significantes fueron los tirajes, ya que se observó que:

Gráfico 37: Comparación antes y después: Tirajes

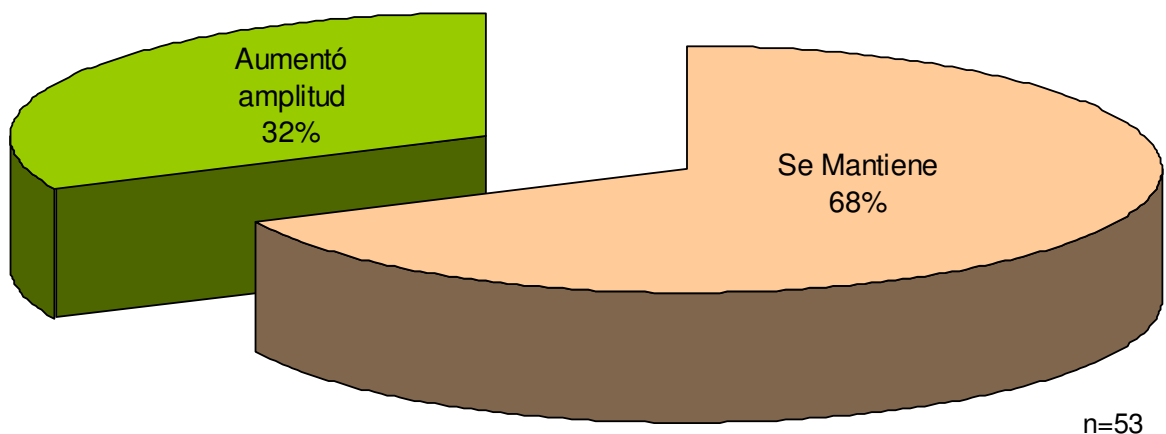


Fuente: Elaboración propia

Los tirajes disminuyeron en un 36%, es decir, que ese porcentaje de la muestra refirió menor esfuerzo al respirar luego de la práctica de kinesioterapia acuática.

De los aspectos de la valoración dinámica de tórax, el único que demostró modificaciones significantes luego del tratamiento fue la expansión torácica.

Gráfico 38: Comparación antes y después: Expansión torácica

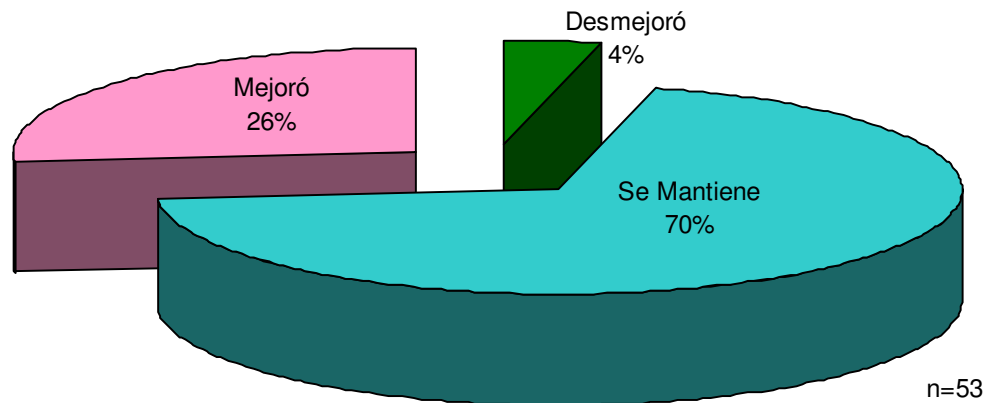


Fuente: Elaboración propia

El 32% de la muestra mostró un aumento de los perímetros torácicos y de la capacidad del tórax para expandirse, lo que se relaciona con una mejor mecánica respiratoria y una mejor ventilación.

En cuanto a la auscultación, en general las variaciones observadas no fueron demasiado significativas, con excepción de la presencia de rales y de hipoventilación antes y después de la kinesioterapia acuática.

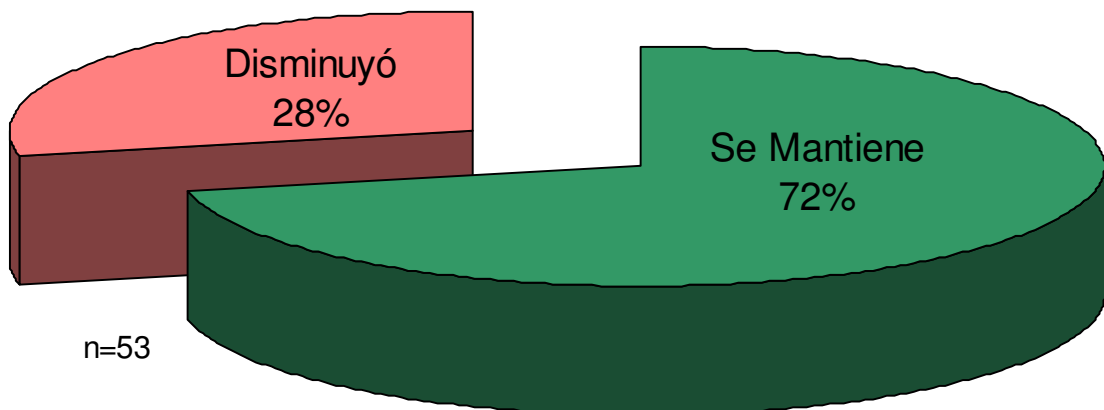
Gráfico 39: Comparación antes y después: Presencia de Rales/Estertores



Fuente: Elaboración propia

El concepto de mejoría en este caso refiere no sólo a la desaparición total de la presencia de rales luego del tratamiento, sino también a aquellos casos en que la presencia de estos ruidos era bilateral en el inicio y pasaron luego a presentarse sólo en un pulmón.

Gráfico 40: Comparación antes y después: Presencia de hipoventilación

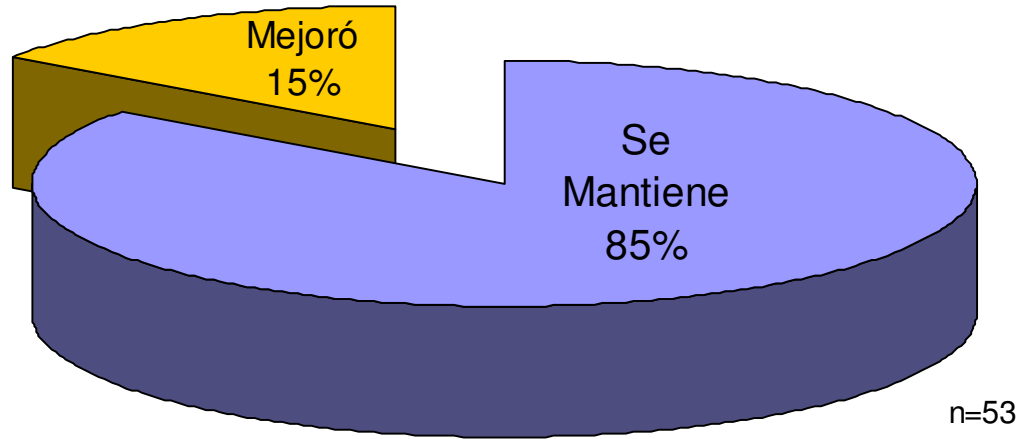


Fuente: Elaboración propia

La presencia de hipoventilación disminuyó en el 28% de los integrantes de la muestra. Esto significa que en este grupo de personas, regiones que antes no estaban recibiendo aire suficiente - siendo por ello proclives a dañarse o colapsar - luego de la práctica de la kinesioterapia acuática comenzaron a recibirlo.

En cuanto a la comparación del estado de la tos antes y después del tratamiento se halló que:

Gráfico 41: Comparación antes y después: Tos

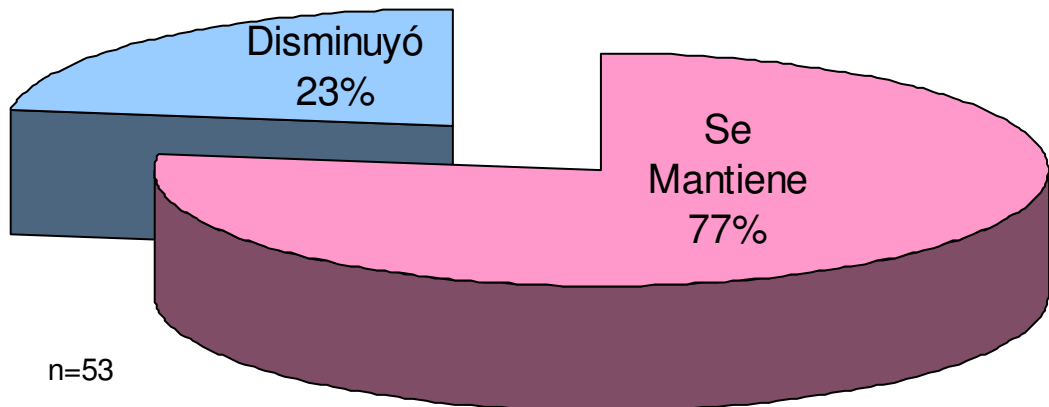


Fuente: Elaboración propia

El 15% mejoró. En esta instancia, el concepto de mejoría hace referencia al paso de una tos “no efectiva” a una “efectiva”, es decir capaz de movilizar secreciones, luego de la práctica de kinesioterapia acuática.

Por último, se compararon los grados de intensidad de disnea manifestados en la primera evaluación respiratoria sobre la muestra con aquellos revelados en la última evaluación posterior al tratamiento.

Gráfico 42: Comparación antes y después: Disnea

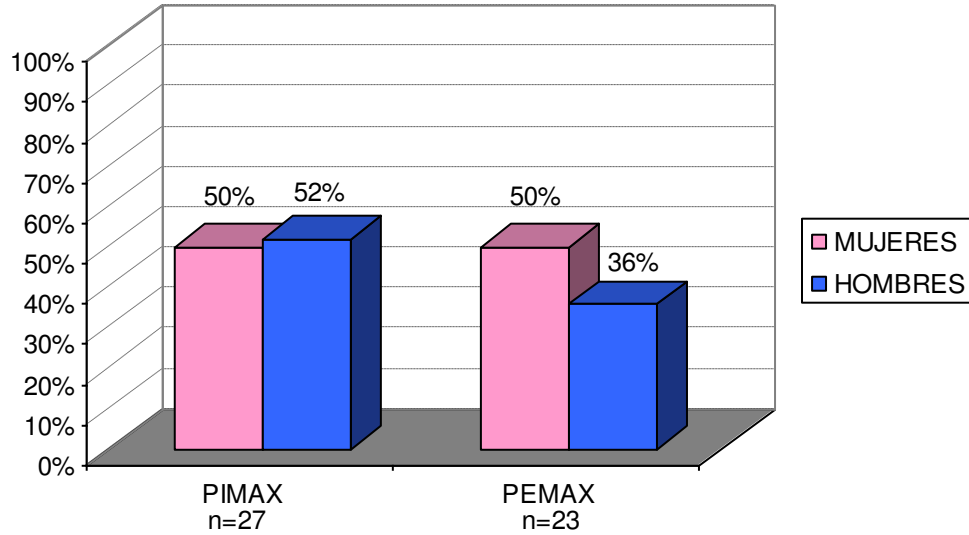


Fuente: Elaboración propia

Se descubrió que la sensación de disnea disminuyó de grado de intensidad en un 23% de los integrantes de la muestra, y no aumentó en ninguno de los casos observados.

Por último se comprobó si existía diferencia en los grados de mejoría entre los diferentes sexos.

Gráfico 43: Mejoría en PIMáx y PEMáx según género



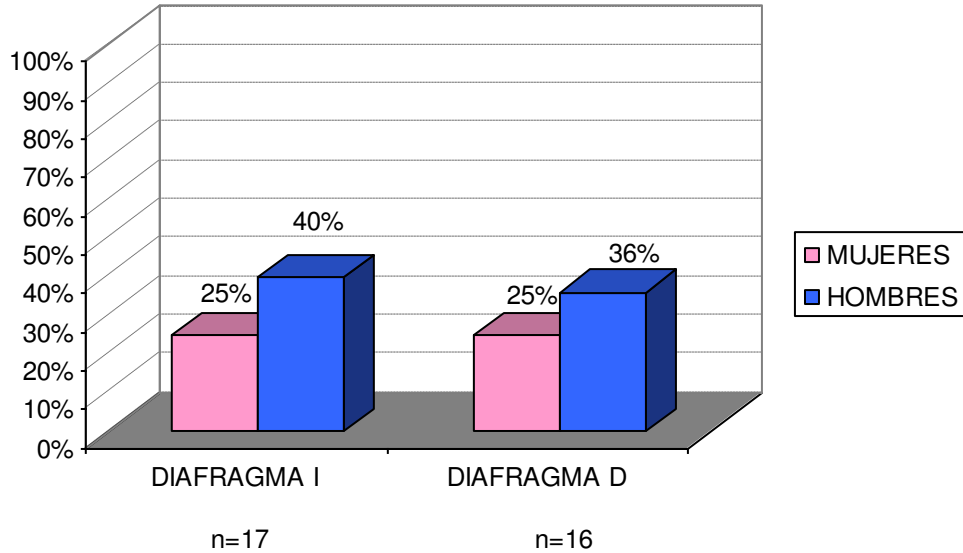
Fuente: Elaboración propia

Se halló que la mejoría en el parámetro de PIMáx fue pareja, mientras que el sexo femenino demostró tener mayor mejoría de su PEMáx que el sexo masculino.

De los músculos inspiradores sólo se encontró una diferencia significativa entre la mejoría de los diferentes sexos en los músculos diafragmas y los pectorales.

Diafragma

Gráfico 44: Mejoría en los músculos Diafragmas según género

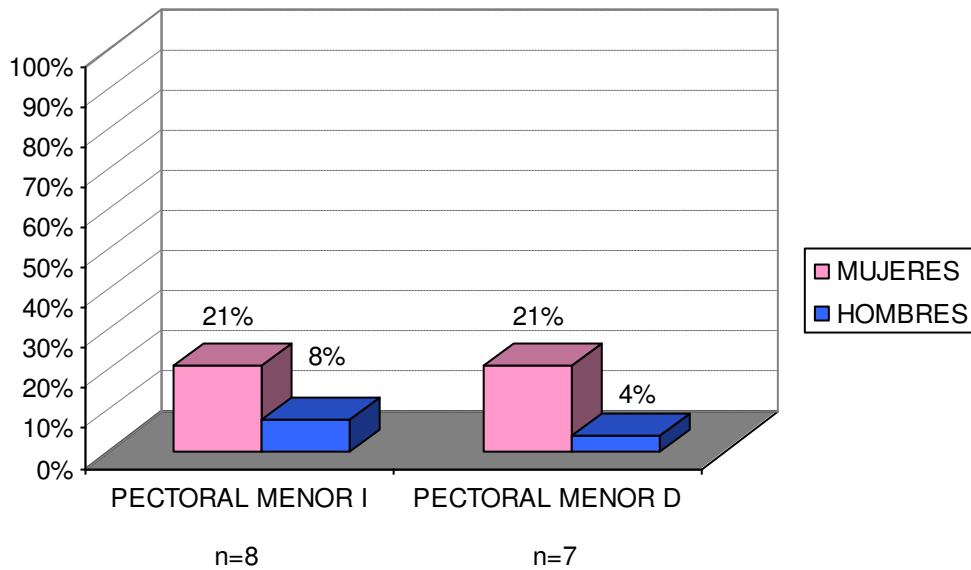


Fuente: Elaboración propia

En este músculo de manera bilateral los resultados estuvieron a favor de los hombres, ya que predominaron en el grupo que mostró mejorías en los diafragmas.

Pectoral Menor

Gráfico 45: Mejoría en los músculos Pectorales según género



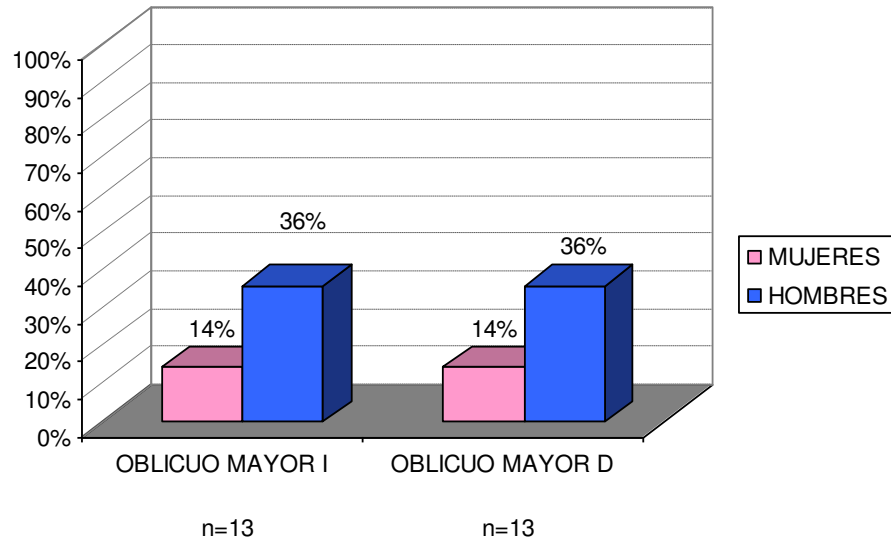
Fuente: Elaboración propia

En este caso, fueron las mujeres las que en mayor número demostraron mejoría en la fuerza de estos músculos inspiradores accesorios.

De los músculos espiratorios, únicamente se observaron diferencias significativas entre la mejoría de los diferentes sexos en los músculos Oblicuo Mayor y Trasverso Abdominal.

Oblicuo Mayor

Gráfico 46: Mejoría en el músculo Oblicuo Mayor según género

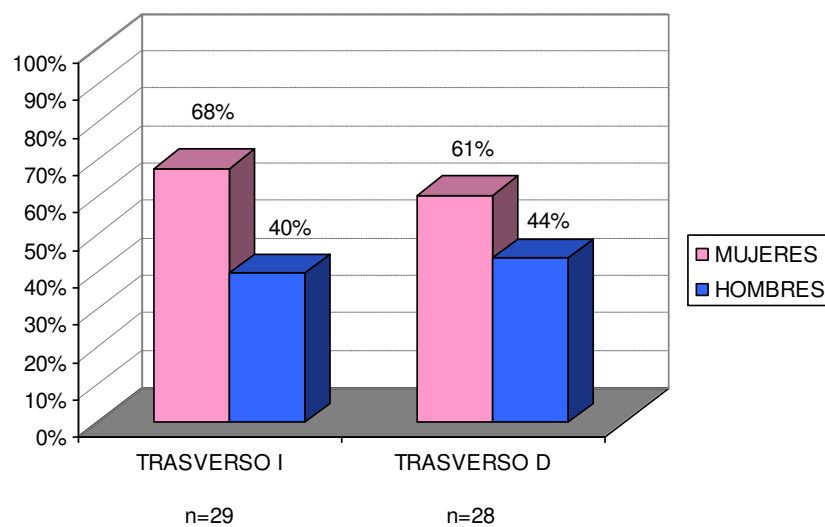


Fuente: Elaboración propia

El grupo de la muestra que manifestó mejoría en este músculo fue conformado en su mayoría por el sexo masculino.

Trasverso Abdominal

Gráfico 47: Mejoría en el músculo Trasverso Abdominal según género

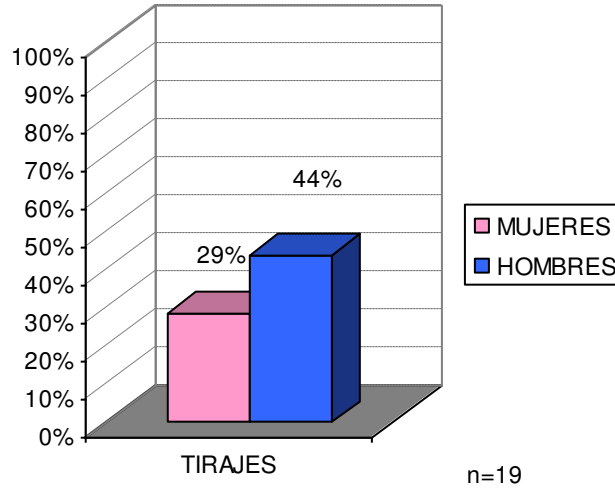


Fuente: Elaboración propia

Por último, las mujeres fueron quienes en mayor número manifestaron mejoría en la fuerza de los músculos trasversos abdominales.

Del patrón ventilatorio, el único parámetro que había manifestado mejoras fue, como se vio en el Gráfico 37, la presencia de tirajes.

Gráfico 48: Mejoría en presencia de tirajes según género

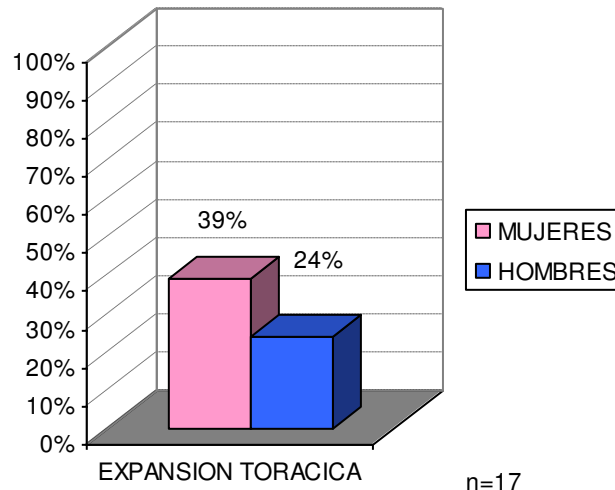


Fuente: Elaboración propia

El grupo de la muestra que demostró disminución en la presencia de tirajes estuvo compuesto mayormente por hombres.

En cuanto a la valoración dinámica de tórax, se observaron mejoras en la expansión torácica, y la distribución por género de ese sector fue el siguiente:

Gráfico 49: Mejoría en Expansión Torácica según género

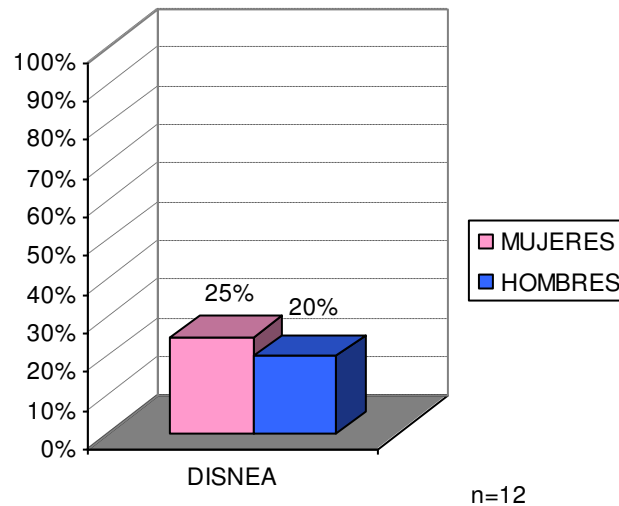


Fuente: Elaboración propia

Hubo un mayor número de mujeres que presentaron aumento en la expansión dinámica de tórax.

Finalmente, el grupo que demostró mejorías en cuanto a la disnea tuvo la distribución por género que se exhibe a continuación:

Gráfico 50: Mejoría en Presencia de Disnea según género



Fuente: Elaboración propia

Hubo una leve predominancia de mujeres dentro de las personas que manifestaron tener menor grado de disnea.

En los parámetros de auscultación, tos, y los músculos serrato anterior y recto anterior se observaron que las mejorías se dieron indistintamente del género.

Conclusión



Al realizar la comparación entre las evaluaciones kinésicas respiratorias efectuadas antes del tratamiento de kinesioterapia acuática y luego de 2 (dos) meses de su práctica se observaron diversas variaciones en la mecánica respiratoria.

Por un lado, se constató que las presiones estáticas de la boca PIMáx y PEMáx aumentaron en casi la mitad de los participantes evaluados. Estas presiones miden indirectamente la fuerza muscular respiratoria sin hacer distinciones de los músculos posiblemente beneficiados con el tratamiento. La valoración muscular no instrumental fue una buena herramienta para hacer esta distinción, la cual demostró que los grupos musculares más beneficiados fueron el diafragma, el serrato anterior, el pectoral menor, el oblicuo mayor, el recto anterior y el trasverso abdominal.

Con respecto al patrón ventilatorio, el único aspecto de este que mostró modificaciones relativamente significantes fue la presencia de tirajes, ya que se observó que disminuyó en un 36%, es decir, que ese porcentaje de la muestra refirió menor esfuerzo al respirar luego de la práctica de kinesioterapia acuática. Los otros aspectos del patrón ventilatorio evaluados fueron su localización, su frecuencia y su modo, los cuales no resultaron significativamente afectados por el tratamiento.

De los aspectos de la valoración dinámica de tórax, el único que demostró modificaciones significantes luego del tratamiento fue la expansión torácica. El 32% de la muestra mostró un aumento de los perímetros torácicos y de la capacidad del tórax para expandirse, lo que se relaciona con una mejor mecánica respiratoria y una mejor ventilación.

En cuanto a la comparación del estado de la tos antes y después del tratamiento se halló que el 15% demostró mejorías. En esta instancia, el concepto de mejoría hace referencia al paso de una tos "no efectiva" a una "efectiva", es decir capaz de movilizar secreciones, luego de la práctica de kinesioterapia acuática. Estos resultados favorables podrían estar ligados al aumento de la fuerza muscular espiratoria.

En cuanto a la auscultación, en general las variaciones observadas no fueron demasiado significativas, con excepción de la presencia de rales, que disminuyó en un 26% de la muestra, probablemente relacionado con la mejoría de la eficacia de la tos. La hipoventilación también mejoró, en un 28%, lo cual significa que en este grupo de personas, regiones que antes no estaban recibiendo aire suficiente - siendo por ello proclives a dañarse o colapsar - luego de la práctica de la kinesioterapia acuática comenzaron a recibirlo, quizá producto de la mayor expansión torácica y de la mejoría de la mecánica respiratoria en general.

Otro de los aspectos evaluados fue la sensación de disnea antes y después del tratamiento, la cual disminuyó de grado de intensidad en un 23% de los integrantes de la muestra, y no aumentó en ninguno de los casos observados.

También se intentó comprobar si existía diferencia en los grados de mejoría entre los diferentes sexos. Se halló que el sexo femenino predominó en el grupo que manifestó mejorías en los niveles de PEMáx, la fuerza de los pectorales menores y trasversos abdominales, la expansión torácica y la sensación de disnea. Por su parte, el sexo masculino tuvo predominancia en el grupo que demostró mejorías en la presencia de tirajes y en la fuerza del diafragma y oblicuos mayores. En los parámetros de auscultación, tos, y la fuerza de los músculos serrato anterior y recto anterior se observaron que las mejorías se dieron de forma pareja indistintamente del género.

En resumen, se observaron mejorías en los parámetros PIMáx y PEMáx; en la fuerza de los músculos diafragma, serrato anterior, pectoral menor, oblicuo mayor, recto anterior y trasverso abdominal; en la presentación de tirajes dentro del patrón ventilatorio; en la expansión torácica dentro de la observación del tórax en dinámica; en la eficacia de la tos; en la presencia de rales e hipoventilación en la auscultación; y en la disnea referida.

Por otro lado, los parámetros que no demostraron variaciones significantes fueron, la conformación estática del tórax; las asimetrías y la coordinación toracoabdominal dentro de la valoración dinámica del tórax; dentro del patrón ventilatorio, su localización, su frecuencia y su modo; dentro de la auscultación, la presencia del murmullo vesicular, de la respiración brónquica, y de los ruidos anormales con excepción de los rales. Tampoco se observaron modificaciones significativas en la fuerza de los músculos respiratorios primarios intercostales externos e internos, los inspiratorios accesorios escaleno, esternocleidomastoideo, trapecio, pectoral mayor, dorsal ancho y erector de la columna, los músculos espiratorios primarios oblicuo menor e intercostal interno posterior, y los espiratorios accesorios cuadrado lumbar e ileocostal lumbar.

Se concluye que son varias las características de la mecánica respiratoria que demostraron ser beneficiadas por el tratamiento de kinesioterapia acuática en el presente trabajo, pero son necesarias mayores investigaciones y sobre diferentes grupos etéreos para comprobar realmente el valor de este tratamiento como herramienta para la rehabilitación respiratoria.



Anexos

Anexo I: Instrumento

Evaluación kinésica respiratoria (Elaboración Propia)

FECHA: ___/___/___

Datos del paciente

- 1) Edad (años): _____
- 2) Peso (kilogramos): _____
- 3) Talla (centímetros): _____
- 4) Sexo:
 M
 F
- 5) Saturación de oxígeno (%): _____

Factores de riesgo

- 6) Tabaquismo
 No fuma.
 Si fuma.
- 7) Hipertensión arterial
 No tiene hipertensión arterial
 Tiene hipertensión arterial

A) Evaluación de músculos respiratorios

A1) Evaluación instrumental de músculos respiratorios: Valores PIMáx PEMáx (según Black y Hyatt 1969):

PIMáx (cmH₂O): _____

PEMáx (cmH₂O): _____

A2) Evaluación no instrumental de músculos respiratorios (modificado de Kendall's 2007):

	Derecha	Izquierda
<u>Músculos inspiratorios</u>		
Primarios		
Diafragma		
Elevador costal (3)	-----	-----
Intercostales externos		
Intercostales internos, anterior (1)		
Accesorios		
Escaleno		
Esternocleidomastoideo		
Trapezio		
Serrato Anterior		
Serrato Posterior, Superior (3)	-----	-----
Pectoral Mayor		
Pectoral Menor		
Dorsal Ancho		
Erector de la columna, Torácico		
Subclavio (3)	-----	-----
<u>Músculos espiratorios</u>		
Primarios		
Músculos Abdominales		
Oblicuo menor		
Oblicuo mayor		
Recto anterior		
Transverso		
Intercostal interno, posterior (2)		
Transverso torácico (3)	-----	-----
Accesorios		
Dorsal Ancho		
Serrato Posteroinferior (3)	-----	-----
Cuadrado Lumbar		
Ileocostal Lumbar		
(1) También llamado paraesternal o cartilaginoso (2) También llamado interóseo (3) No puede explorarse manualmente		
* Clave de puntuación a utilizar 0 a 11 por Kendall's (2007)		

B) Patrón Ventilatorio: (Según Cuello, A. 1980)

1. Localización:

- Diafragmático/abdominal
- Costal superior
- Costal inferior

2. Frecuencia/Ritmo:

- Eupnea
- Taquipnea
- Bradipnea

3. Tirajes:

No

Si

- Costal superior
- Supraclavicular
- Intercostal
- Universal c/aleteo nasal
- Espiratorio

4. Modo ventilatorio:

- Respiración naso-bucal
- Respiración naso-nasal
- Respiración buco-bucal

C) Valoración estática de tórax: (Según Cossio y Fustinoni 1992)

Normal

Asimétrico:

Paralítico

Enfisematoso

Excavatum

Carinatum

Cifoescoliotico

Piriforme

2. Deformidades hemitorácicas:

Abovedamientos

Retracciones

D) Valoración dinámica de tórax (Daza Lesmes 2004):

Expansión de caja torácica durante respiración

Buena amplitud

Amplitud limitada

Asimetrías

No

Si

Coordinación toracoabdominal

Coordinado

Descoordinado

E) Auscultación: (modificado de Cuello, A. 1980)

1. Murmullo vesicular

 Bilateral Sólo Der. Sólo Izq.

2. Respiración brónquica

 Bilateral Sólo Der. Sólo Izq.

3. Rales o estertores:

 No

Si:

a. Crepitantes

 Bilateral Sólo Der. Sólo Izq.

b. Consonantes

 Bilateral Sólo Der. Sólo Izq.

c. Mucosos

 Bilateral Sólo Der. Sólo Izq.

4. Sibilancias:

 No

Si:

a. Inspiratorias

 Bilateral Solo Der Solo Izq

b. Espiratorias

 Bilateral Solo Der Solo Izq

5. Roncus

No tiene Bilateral Solo der Solo izq

6. Frote pleural

No tiene Bilateral Solo der Solo izq

7. Soplos

No

Si:

a) Tubárico

Bilateral Sólo Der. Sólo Izq.

b) Cavernoso

Bilateral Sólo Der. Sólo Izq.

c) Compresión

Bilateral Sólo Der. Sólo Izq.

d) Bronquial

Bilateral Sólo Der. Sólo Izq.

8. Hipoventilación:

 No

Si:

 Ambos vertices Vertice pulmon D Vertice pulmon I. Ambas bases Base pulmon D Base pulmon I Ambos centros Centro pulmon D Centro pulmon I

E) Tos: (elaboración propia)

 Efectiva No efectiva/Débil Abolida

F) Disnea (modificado de New York Heart Association 1994)

Clasificación de la disnea en grados	
<input type="checkbox"/>	No siente falta de aire.
<input type="checkbox"/> Grado I	Disnea que aparece ante los grandes esfuerzos o mayores que los habituales (correr, subir varios pisos de escalera)
<input type="checkbox"/> Grado II	Disnea que surge frente a esfuerzos moderados o habituales (caminar, subir un piso de escalera)
<input type="checkbox"/> Grado III	Disnea que se presenta ante esfuerzos leves o menores que los habituales (higienizarse, vestirse, comer)
<input type="checkbox"/> Grado IV	Disnea de reposo

Bibliografía

Bibliografía



Libros

Argente, Horacio A., Álvarez, Marcelo E. (2005) *Semiología médica: fisiopatología, semiotecnia y propedéutica. Enseñanza basada en el paciente*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Capellas Sans, Lidia y Coll Artés, Ramón (2008) *Programas de Rehabilitación. Cap. 9 en Rehabilitación integral en el paciente con enfermedad pulmonar obstructiva crónica*. Madrid: Editorial Medica Panamericana.

Comroe, Julius H. (1965) *Fisiología de la respiración: un texto introductorio*. Chicago: Year Book Medical Publishers.

Comroe, Julius H. (1967) *El pulmón: fisiología clínica y tests de función pulmonar*. Chicago: Year Book Medical Publishers.

Cossio, P.; Fustinoni, O. (1992) *Medicina Interna (Fisiopatología, Semiología, Clínica, Tratamiento) 6ta edición*. Buenos Aires: Ed. Medicina.

Cruz Mena, E., Moreno Bolton, R., (2007). *Aparato Respiratorio: Fisiología y Clínica 5ta edición*. Chile: Editorial Mediterráneo.

Cuello, A (1980) *Kinesiología Neumocardiológica*. Buenos Aires: Editorial Silka.

Daza Lesmes (2007) *Evaluación clínico-funcional del movimiento corporal humano*. Madrid: Editorial Medica Panamericana.

Duque Ramírez, Luis Guillermo (2006) *Semiología medica integral*. Colombia: Editorial Universidad de Antioquia

Eduforma (2006) *Fisioterapia respiratoria*. Sevilla: Editorial MAD.

Eriksen Persson (2005) *Anatomía Humana Unidad III: Tronco. Fascículo 1: Tórax*. México: UNAM.

Estrada, Horacio G. (2008) *EPOC diagnóstico y tratamiento integral: con énfasis en la rehabilitación pulmonar*. Bogotá: Editorial Medica Panamericana

Fisioterapeutas estatutarios (2006) *Fisioterapeutas del Servicio Gallego de Salud Vol I*. España: Editorial MAD.

Gómez González, A. M., Miranda Calderín, G., (2008) *Entrenamiento de fuerza y resistencia de miembros. Cap. 11 en Rehabilitación integral en el paciente con enfermedad pulmonar obstructiva crónica*. Madrid: Editorial Medica Panamericana.

Guyton, Arthur C., Hall, John, E., (2011). *Tratado de fisiología médica 12va edición*. Philadelphia, PA: Editorial Saunders/Elsevier.

Jiménez J. (1998) *Columna Vertebral y el Medio Acuático: Ejercicios preventivos y terapéuticos*. Barcelona: Editorial Gimnos.

Kapandji (2007) *Fisiología articular Tomo III: Tronco y raquis 6ta edición*. Madrid: Editorial médica panamericana.

Kelley, William N. (1993) *Medicina Interna 2da edición*. Editorial médica Panamericana.

Kendall Florence Peterson (2007) *Kendall's: Muscles, testing and function, with posture and pain 5ta edición*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins Editorial.

Kisner, C., Colby, L. (2005) *Ejercicio terapéutico: Fundamentos y técnicas. Volumen 88 de Técnicas y métodos de aplicación de la fisioterapia*. Barcelona: Editorial Paidotribo.

Lambeck, Johan (2001) *Capacitación básica en hidroterapia: Hidroterapia en el adulto neurológico*. Chía, Colombia: ENRAF NONIUS Clínica Universitaria Teletón.

León Castro et al (2006) *Fisioterapeutas de SeSCyL Vol IV*. España, Servicio de Salud de Castilla y Leon: Editorial MAD.

Lloret M, Conde C. Fagoasa, J. Leon C. Tricas C. (1995) *Natación terapéutica*. Barcelona: Editorial Paidotribo.

Martínez Gil, José Luis (2008) *Poleas y suspensiones en la actividad física y la fisioterapia*. Madrid: Arán Ediciones.

Mercado Rus, Marisé (2003) *Manual de Fisioterapia Respiratoria*. Madrid: Ediciones Ergón.

Merchán, Andreu y Carro (2003) *Fracturas osteoporóticas: prevención y tratamiento*. España: Editorial Panamericana.

Mourelle Mosqueira, M. Lourdes (2009) *Técnicas hidrotermales y estética del bienestar*. Madrid: Editorial Paraninfo.

Pappas Gaines, MaryBeth (2000) *Actividades acuáticas: Ejercicios de tonificación, cardiovasculares y de rehabilitación 2da edición*. Barcelona: Editorial Paidotribo.

Pérez Arellano, José Luis (2013) *Manual de patología genera 7ma edición*. España: Elsevier Masson

Plaza Moral, Vicente (2011) *Neumología práctica en atención primaria*. Valencia: Editorial Marge Books.

Pleguezuelos, E. (2008) *Rehabilitación integral en el paciente con enfermedad pulmonar obstructiva crónica*. Madrid: Editorial Medica Panamericana.

Postiaux G. (1990) *Kinesioterapia respiratoria y auscultación pulmonar*. Bruselas: Editions Universitaires.

Postiaux G. (2000) *Fisioterapia respiratoria en el niño*. Madrid: Editorial McGraw Hill.

Prentice, William E. (2001) *Técnicas de rehabilitación en medicina deportiva 3era edición*. Barcelona: Editorial Paidotribo.

Rodríguez Adami, M. (2004) *Fitness acuático: una sesión de ejercicios completa de bajo impacto para el cuerpo*. Madrid: Ediciones AKAL

Rodriguez García (2006) *Educación física y salud en primaria: hacia una educación corporal significativa y autónoma*. Barcelona: Editorial INDE.

Rouviere, H., Delmas, A. (1987). *Anatomía Humana: Aparato Respiratorio, 9na edición, Tomo II*. Editorial Masson: Barcelona.

Sagarra E. (2006) *Fisiología de los aparatos y sistemas*. Ecuador: Editado por Universidad de Cuenca.

San José Arango, Carmen (1998) *Hidrología médica y terapias complementarias*. España: Editado por Universidad de Sevilla.

SATI (2009) *Vía aérea: Manejo y Control Integral*. Argentina: Editorial Medica Panamericana.

Schaposnik Fidel (2008) *Clínica médica, 6ta edición*. Texas: Editorial Troquel.

Shneerson, J. (1988) *Disorders of Ventilation*. Londres: Blackwell Scientific Publications Editorial.

Shoemaker y col. (1998) *Compendio del tratado de medicina crítica y terapia intensiva*. Madrid: Editorial Medica Panamericana.

Sobradillo, V. (1996) *Espirometría: cómo realizarla e interpretarla*. Barcelona: Editorial Permanyer.

Tortora, Gerard; Derrickson, Bryan (2010) *Principios de Anatomía y fisiología 13ra edición*. Canadá: John Wiley & Sons.

Viel, E. (1998). *Le diagnostic kinésithérapique*, Paris: Editorial Masson.

Villavicencio Vargas, Oscar (2000) *Manual de Hidroterapia*. Lima: EsSalud.

Viña, López A. (2011) *Espirometría y flujos espiratorios máximos. Recomendaciones para su correcta realización e interpretación*. Valencia: Marge Books.

West, John B., (2004). *Fisiopatología Pulmonar 6ta edición*. Madrid: Editorial Panamericana.

West, John B., (2005). *Fisiología Respiratoria 7ma edición*. Madrid: Editorial Panamericana.

Wilmore, Jack H. (2007) *Fisiología del esfuerzo y del deporte 6ta edición*. Barcelona: Editorial Paidotribo.

Artículos

American Thoracic Society (1994) “*Standardization of spirometry*” en American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine Vol. 152 N°3 1107-1136, New York, USA.

Baena Beato, P. A., López Contreras, G. (2004) “*Actividad física y osteoporosis*” en Educación física y deportes, ISSN Vol. 76 1514-3465, España.

Becker, E. Bruce (2009) “*Aquatic Therapy: Scientific Foundations and Clinical Rehabilitation Applications*” en PM&R Journal Clinical Review: Current Concepts Vol. 1 859-872 University of Washington School of Medicine, Spokane WA, USA.

Berry, M. J., Rejeski, J., Adair, N. E., Zaccaro, D. (1997) “*Exercise rehabilitation and COPD stage*” American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine Vol. 155 781-783, New York, USA.

Black, L, y Hyatt, R. (1969) “*Presiones respiratorias máximas: Valores normales y su relación con edad y sexo*” en American Review of Respiratory Disease Vol. 99, 696-701, USA.

Broman G, Quintana M, Lindberg T, Jansson E, Kaijser L. (2006) “*High intensity deep water training can improve aerobic power in elderly women*”. en European Journal of Applied Physiology Vol 98 N°2:117-23, United Kingdom.

Celli, B. (1997) “*Is pulmonary rehabilitation an effective treatment for COPD? Yes.*” American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine Vol. 155 781-783, New York, USA.

Celli, B., Criner G., Rassulo, J. (1988) “*Ventilatory muscle recruitment during unsupported arm exercise in normal subjects.*” Journal of Applied Physiology Vol. 64 1936-41, Maryland, USA.

Chu KS, Rhodes EC., (2001) “*Physiological and cardiovascular changes associated with deep water running in the young. Possible implications for the elderly.*” en Sports Medicine Vol 31 N°1:33-46, Auckland, New Zealand.

Cole MD, Becker BE. (2004) “*Comprehensive aquatic therapy, second edition. Butterworth-Heinemann; controlled trial*” en Australian Journal of Physiotherapy Vol 51, 102–108.

Eversden L, Maggs F, Nightingale P, Jobanputra P. (2007) “*A pragmatic randomised controlled trial of hydrotherapy and land exercises on overall well being and quality of life in rheumatoid arthritis*”. BMC Musculoskelet Disorders Journal Vol 8:23, United Kingdom.

Gowans, S.E., deHueck A., (2007) “*Pool exercise for individuals with fibromyalgia*” en Current Opinion in Rheumatology Vol 19 N°2:168-73, Cleveland, USA.

Graat-Verboom, L., Wouters, E. F. (2009) “*Current status of research on osteoporosis in COPD: a systematic review.*” en European Respiratory Journal Vol 34 N°1, 209-18.

Guell, R., Casan, P., Belda, J.j Sangenis, M., Morante, F., Guyatt, G. H. (2000) “*Long term effects of outpatient rehabilitation of COPD:a randomized trial*” en Chest, Vol 117 976-983, Chicago, USA.

Gutierrez, Mónica et al. (2007) “*Espirometría: Manual de procedimientos*”, en revista Chilena de Enfermedades Respiratorias Vol. 23 n°1 31-42, Sociedad Chilena de Enfermedades Respiratorias, Santiago de Chile.

Hernandes, Nidia Aparecida; Ide, Maiza Ritomy; Buosi, Damaris Franzini, (2006), *“Influência da fisioterapia aquática na função pulmonar de pacientes com espondilite anquilosante: série de casos”* en Revista Fisioterapia e Pesquisa, Universidad de Sao Paulo, Brasil.

Ide M.R., Belini M. A., Caromano F.A. (2005) *“Effects of an aquatic versus non-aquatic respiratory exercise program on the respiratory muscle strength in healthy aged persons”* en Clinics Vol. 60 N°2 151-158, Sao Paulo, Brasil.

Killian, K. J., Jones, N. L. (1988) *“Respiratory muscles and dyspnea”* en Clinics in Chest Medicine Vol. 9 N°2 237-248, Philadelphia, USA.

Konlian C. (1999) *“Aquatic therapy: making a wave in the treatment of low back injuries”* en Orthopedic Nursery Journal Vol 18 N1, 11-8

Legg A.T. (1932) *“Physical therapy in infantile paralysis”* en Principles and practice of physical therapy, Mock ed Vol. 2, 45-46, Hagerstown, MD, USA.

Lloret, M., Violan, M. (1991) *“Actividades acuáticas y salud”* en II congreso de actividades acuáticas, SEAE, 27-50, Barcelona.

Maltais, F., Le Blanc, P. (1996) *“Skeletal muscle adaptation to endurance training in patients with COPD”* en American Journal of Respiratory Critical Care, Vol 154, 442-447, New York, USA.

McNamara, Renae J.; McKeough, Zoe; McKenzie, David; Alison, Jennifer A., (2012) *“Water-based exercise in COPD with physical comorbidities: a randomised controlled trial”* en European Respiratory Journal Vol 41:1284-1291, Australia.

Mogollón Mendez, Ángela M. (2005) *“Principios de terapia acuática”* en Revista ASCOFI, Vol. 50 85-93

Nici, L., Donner, C. (2006) *“American Thoracic Society/European Respiratory statement on pulmonary rehabilitation”* en American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine Vol 173:1390-1413 New York, USA.

Ohara T, Iría T, Muro S, Harina A, Terada K, Kinose D, Marumo S, Ogawa E, Hocino Y, Niimi A, Chin K, Mishima M. (2008) *“Relationship Between Pulmonary Emphysema and Osteoporosis Assessed by CT in Patients With COPD”* en Chest Vol 134:1244-1249, Chicago, USA.

Pazos Rosales, J.M.; González Represas, A., (2002), *“Técnicas de hidroterapia. Hidrocinesiterapia”*, en revista Universidad de Vigo, Pontevedra.

Perk J, Perk L, Boden C. (2006), “*Cardiorespiratory adaptation of COPD patients to physical training on land and in water*”, en *European Respiratory Journal* Vol 9:248–52, Sheffield, United Kingdom.

Rae, S., White, P., (2009), “*Swimming pool-based exercise as pulmonary rehabilitation for COPD patients in primary care: feasibility and acceptability*” en *Primary Care Respiratory Journal*, Vol 18 N°2:90-94, United Kingdom.

Ries, A. L., Bauldoff, G. S., Carlin, B. W., Casaburi, R., Emery, C., Mahler, D., Make, B., Rochester, C., Zuwallack, R., Herrerias, C., (2007) “*Pulmonary Rehabilitation: Joint ACCP/AACVPR Evidence-Based Clinical Practice Guidelines*” en *Chest* Vol 131 N° 5:4–42, Chicago, USA.

Rodríguez Fuentes, G.; Iglesias Santos, R., (2002), “*Bases físicas de la hidroterapia*”, en revista Universidad de Vigo, Pontevedra.

Saltin B., Gollnick P. D., (1982) “*Skeletal muscle adaptability: significance for metabolism and performance*” en *The handbook of physiology; the skeletal muscle system*, Bethesda Md: American Physiological Society, 555-631.

Santonja F. (1996) “*Las desviaciones sagitales del raquis y su relación con la práctica deportiva escolar*” en *Medicina y Deporte*. 251-68.

Setten, Mariano (2009) “*La kinesiólogía respiratoria hoy*” en *Revista Americana de Medicina Respiratoria* Vol 9 N°1 2-4. Buenos Aires, Argentina.

Shead, Dorothy (2012), “*La hidroterapia en el manejo de la EPOC: una revisión sistemática cualitativa*” en *Physical Therapy Reviews* Vol. 17 Issue 5 271-283, University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa: Maney Publishing.

Souto Camba, S. (1999) “*Valoración Fisioterápica del paciente*” en *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología* Vol. 2 N°1 50-60, Barcelona, España.

Troosters, T., Gosselink, R., Decramer, M., “*Short and long term effects of outpatient rehabilitation in patients with COPD: a randomized trial*” en *American Journal of Medicine*, Vol 109 N°3 207-212, Arizona, USA.

Valero, R. Martín; Vargas, A.I. Cuesta; Manzanares M. Labajos, (2011), “*Efectividad de la hidroterapia en las personas con enfermedad pulmonar obstructiva crónica*” en *Revista Rehabilitación* Vol. 45 Issue 4 335-343, Universidad de Málaga, España.

Wadell, K., Sundelin, G., Larsen, H. K., & Lundgren, R. (2004). “*High-intensity physical group training in water-an effective training modality for patients with COPD*” en *Respiratory Medicine* 98, 428–438 Universidad Umeå, Suecia.

Internet

Active Health Institute Physio and Chiro (Imagen de carátula de Diseño Metodológico), en: <http://www.activehealthinstitute.com>

Aquatic Exercises: A Fun Way to Work Out (Imagen de carátula de Conclusión), en: <http://youqueen.com/life/fitness/aquatic-exercises-a-fun-way-to-work-out/>

Ai Chi, *fundamentos del Ai Chi*, en: <http://www.ai-chi-taichi.com/aichi/fundamentosDelAichi.php>

Benefits of water therapy (Imagen de carátula de Análisis de Datos), en <http://www.pinterest.com/pin/409194316113583121>

Fysiotherapie de Leeuwerik (Imagen de carátula de Marco Teórico), en: <http://www.fysiotherapie-hoogeveen.nl/fysiotherapie/hydrofit.html>

GOLD Workshop Report (2005 update) Summary of Recommendations, en: <http://www.goldcopd.org>

Oaxaca Digital | Woga: una nueva forma de practicar yoga (Imagen de carátula de Bibliografía), en: <http://oaxaca.me/woga-una-nueva-forma-de-practicar-yoga/>

Watsu, hidroterapia y rehabilitación acuática, en: <http://www.watsubrasil.com>

Watsu - What Is Watsu®? (Imagen de carátula de Anexos), en: <http://www.watsu.org.nz/>

Wils, J (1998) Encuentros kinesioterápicos de l'AP-HP, en Conferencia de consenso de kinesioterapia respiratoria, Lyon, Francia.