

**UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA**



**Sede Regional Lagos**

**Facultad de Medicina y Ciencias del Movimiento**

**Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría**

**Trabajo de Tesis**

**“Pimax y Pemax en pacientes con traumatismo de tórax, cirugía de tórax y Neumotórax espontáneoavenado”.**

**Autora:** Labriola, María Julia

**Tutora:** Lic. Coletto, María Laura

**Co-Tutora:** Lic. Prof. Bisio, María Fernanda

**Asesor Metodológico:** Dr. Cappelletti, Andrés

Rosario, Santa Fe, República Argentina

2009.

**PRESENTACIÓN:**



**UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA**

**Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría**

**Trabajo de Tesis.**

**TEMA:**

**“Pimax y Pemax en pacientes con traumatismo de tórax, cirugía de tórax y Neumotórax espontáneoavenado”.**

**Autora:** Labriola, María Julia

**Tutora:** Lic. Coletto, María Laura

**Co-Tutora:** Lic. Prof. Bisio, María Fernanda

**Asesor Metodológico:** Dr. Cappelletti, Andrés

Rosario, Santa Fe, República Argentina

Marzo 2009.



## **AGRADECIMIENTOS**

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a los que han colaborado con la elaboración de ésta investigación.

Agradezco en especial a mis tutoras la Lic. Prof. María Fernanda Bisio y la Lic. María Laura Coletto por brindarme sus conocimientos y apoyo para que yo pudiera llevar a cabo este trabajo.

A todos los docentes auxiliares de la cátedra de Clínica Medica Kinefisiatrica de la UAI, en especial al Lic. Gustavo García, por asesorarme en el transcurso de la investigación.

A Andrés Cappelletti, Asesor Metodológico, y a Daniel Airasca, Director Académico de la Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría de la Universidad Abierta Interamericana.

Al personal del Hospital de Emergencias Dr. Clemente Álvarez por su predisposición.

A mis padres, Antonio y Julia, a mi hermano José, y a mi novio Julián, por apoyarme y acompañarme en todo.

Y a mis compañeros de la carrera que me han brindado su colaboración.

A todos ellos: ¡Muchas GRACIAS!



## 1. RESÚMEN

El trabajo se desarrolló en el Hospital de Emergencias Dr. Clemente Álvarez (H.E.C.A), ciudad de Rosario, Santa Fe, República Argentina. En el período de tiempo que abarcó de Mayo de 2008 a Enero de 2009.

Se evaluó el comportamiento de la Presión Inspiratoria Máxima (Pimax) y Presión Espiratoria Máxima (Pemax) en pacientes con traumatismo de tórax, cirugía de tórax y Neumotórax espontáneo avenado, con implementación de Patrones Musculares Respiratorios (PMR): Capacidad Residual Funcional (CRF), Sollozo Inspiratorio (SI) y sedestación precoz. Se analizó la relación de las mismas con los diagnósticos de ingreso.

El universo estuvo conformado por 34 (treinta y cuatro) pacientes, 11(once) obitaron en el Área de Emergencia Primaria (AEP), 4 (cuatro) en la Unidad de Terapia Intensiva (UTI). La Muestra estuvo conformada por 19 (diecinueve) pacientes.

Se implementaron P.M.R en sesiones diarias relizadas por la mañana, de C.R.F y de S.I, mediante 3 (tres) series de 3(tres) min. de trabajo con 2 (dos) min. de pausa, para cada patrón.

Los valores de Pimax y Pemax fueron evaluados:

- Al primer día de producido el evento (postquirúrgico o trauma; en pacientes con Asistencia Respiratoria Mecánica, al primer día de extubados).
- Durante el transcurso del tratamiento.
- Al alta hospitalaria.

Las mediciones de Pimax y Pemax en pacientes sometidos a cirugía de tórax, mostraron tendencia similar que los pacientes con trauma de tórax sin intervención quirúrgica y con neumotórax espontáneo avenado: la Pimax estaba disminuída al momento de la primera evaluación, alcanzando valores normales en la última; la Pemax se encontraba por debajo de los valores de referencia en todas las mediciones.



Los diagnósticos de ingreso considerados, no influyeron en los resultados del comportamiento de ambas mediciones.

La Pimax y Pemax en pacientes con lesiones diafragmáticas asociadas, 3 (tres), no mostraron diferencia en la tendencia, con respecto a la general.



## **2. PALABRAS CLAVE**

- Traumatismo de tórax
- Toracotomía
- Avenamiento Pleural (AVP)
- Neumotórax espontáneo
- Presión Inspiratoria Máxima (Pimax)
- Presión Espiratoria Máxima (Pemax)
- Patrones Musculares Respiratorios (PMR)



## INDICE

	<b>Página</b>
<b>1. Resumen</b>	<b>3</b>
<b>2. Palabras Claves</b>	<b>5</b>
<b>3. Introducción</b>	<b>8</b>
<b>4. Problemática</b>	<b>10</b>
<b>5. Objetivos</b>	<b>12</b>
<b>6. Hipótesis</b>	<b>13</b>
<b>7. Fundamentación</b>	<b>14</b>
<b>7.1. Estructura funcional del sistema respiratorio</b>	<b>14</b>
<b>7.1.1. Vías aéreas y pulmones</b>	<b>14</b>
<b>7.1.2. Sistema mecánico respiratorio</b>	<b>16</b>
<b>7.1.3. Musculatura ventilatoria</b>	<b>19</b>
<b>7.1.4. Control nervioso de la respiración</b>	<b>21</b>
<b>7.1.5. Propiedades elásticas del sistema respiratorio</b>	<b>22</b>
<b>7.1.6. Volúmenes y capacidades pulmonares</b>	<b>26</b>
<b>7.2. Características generales del traumatismo torácico</b>	<b>28</b>
<b>7.2.1. Avenamiento pleural</b>	<b>33</b>
<b>7.2.2. Toracotomía</b>	<b>34</b>
<b>7.2.2.1. Toracotomía posterolateral</b>	<b>36</b>
<b>7.2.2.2. Toracotomía anterolateral</b>	<b>36</b>
<b>7.2.2.3. Esterenotomía mediana</b>	<b>36</b>
<b>7.2.3. Toracocentesis con aguja</b>	<b>36</b>
<b>7.3. Fisiopatología de la disfunción pulmonar postoperatoria</b>	<b>36</b>



7.3.1. Estado de bajos volúmenes pulmonares	38
7.3.1.1 Modificación de la mecánica respiratoria	38
7.3.1.2. Modificación del patrón respiratorio	38
7.3.1.3. Modificación del Intercambio Gaseoso	40
7.3.1.4. Modificación de los Mecanismos de Defensa	40
7.3.1.5. Disquinesias Diafragmática	41
7.4. Valoración de las Presiones Bucales. Presión Inspiratoria Máxima (Pimax) y Presión Espiratoria Máxima (Pemax)	42
7.4.1. Presión Inspiratoria Máxima (Pimax)	42
7.4.2. Presión Espiratoria Máxima (Pemax)	43
7.4.3. Mecanismo de la Tos	45
7.5. Kinesioterapia Respiratoria	46
7.5.1. Patrones Musculares Respiratorios (PMR)	47
7.6. Valoración del Nivel de Conciencia	49
7.7. Score Apache	50
7.8. Asistencia kinésica	52
<b>8. Métodos y Procedimientos</b>	<b>55</b>
<b>9. Resultados</b>	<b>59</b>
<b>10. Conclusiones</b>	<b>65</b>
<b>11. Referencias Bibliográficas</b>	<b>68</b>
<b>12. Abreviaturas</b>	<b>73</b>
<b>13. Glosario</b>	<b>75</b>
<b>14. Anexo</b>	<b>77</b>



### 3. INTRODUCCIÓN

El Trauma constituye la tercera causa de muerte después del cáncer y de las enfermedades cardiovasculares, en el Mundo Occidental. El trauma se define como la acción de cualquier noxa externa, no infecciosa, que a través de la piel provoca un daño en cualquiera de los tejidos, órganos o aparatos de la región.

Actualmente, los Accidentes de Tránsito, que pueden ser considerados como Endémicos, sumados a las lesiones por Heridas de Arma de Fuego y Heridas de Arma Blanca, demandan la toma de decisiones precisas de todo el Equipo Interdisciplinario.

La existencia de disfunción pulmonar es un hecho constante al producirse un traumatismo de tórax, sobre todo después de intervenciones abdominales y torácicas de cirugía mayor, presentando estos grupos de pacientes entre un 20% y un 40% de complicaciones pulmonares postoperatorias según las series, con una mortalidad del 16% tras aparición de las mismas, siendo la principal causa de morbi-mortalidad.

La capacidad de mantener la respiración espontánea está determinada principalmente por las capacidades y demandas ventilatorias. La satisfacción de estas demandas depende de la capacidad de sostener un esfuerzo a través del tiempo y de la fuerza muscular. Las pruebas de fuerza muscular más utilizadas en la evaluación y seguimiento de pacientes son la Capacidad Vital Forzada y las Presiones Estáticas Máximas, tanto inspiratorias (PIMAX), como espiratorias (PEMAX) (Amorim Pires y cols., 2003).

Presión Inspiratoria Máxima (Pimax): Es una de las formas más sencillas de evaluar la función de los músculos inspiratorios (De Vito AAMR).

Presión Espiratoria Máxima (Pemax): Refleja la fuerza de los músculos espiratorios (De Vito AAMR)



Actualmente una cirugía no comienza ni termina en el quirófano, sino que consiste en un largo proceso que se inicia en el mismo instante en el que se decide intervenir y finaliza cuando el paciente se encuentra reintegrado a sus actividades habituales con el máximo de su potencialidad física, psíquica y social. Para lograr este fin, es imprescindible un enfoque multidisciplinario, dentro del cual, el rol del Kinesiólogo es de vital importancia. Desde 1954 se evidencian estudios sobre las técnicas de fisioterapia respiratoria en el posquirúrgico (Thoren, 1954).

Este trabajo pretende brindar información sobre el comportamiento de la Pimax / Pemax, en pacientes con trauma de tórax, con cirugía de tórax y con neumotórax espontáneo avenado, con implementación de Patrones Musculares Respiratorios (PMR) asociados a la Sedestación precoz. En virtud de la relevancia de las mismas para mantener la funcionalidad ventilatoria/respiratoria y la efectividad de la tos.



#### **4. PROBLEMÁTICA**

El trauma ocupa el tercer lugar a nivel mundial como causa de mortalidad general, afecta frecuentemente a los adultos jóvenes, en la etapa de mayor productividad. Los vehículos cada vez más veloces, el incremento de la violencia pública, la complejidad social va paralela a la complejidad de las lesiones abdominales a las que nos enfrentamos (Basilio y cols., 2008) Los pacientes víctimas de trauma requieren de un diagnóstico y tratamiento aplicados de manera rápida y eficaz, ya que son enfermos potencialmente graves (Castorena y cols., 2000).

En la actualidad en algunos casos se ha aceptado que el tratamiento definitivo de algunas lesiones sea en fases, sin embargo, normar los criterios para reintervención no planeada, es importante, además de conocer la morbi-mortalidad secundaria, en ambos procedimientos (Basilio y cols., 2005).

Los pacientes hospitalizados en el Hospital de Emergencias Dr. Clemente Álvarez (HECA), de la Ciudad de Rosario, centro de referencia Regional y Nacional, en lo que respecta a la Emergencia y Trauma, de pacientes adultos (mayores de 14 años). Ingresan con una frecuencia diagnóstica de; Traumatismo Encéfalo craneano Grave (T.E.C.G), Politraumatismo, Herida de Arma de Fuego (H.A.F), Herida de Arma Blanca (H.A.B) e Insuficiencia Respiratoria (I.R), consecuentemente se realizan neurocirugías, cirugías torácicas, cirugías traumatológicas, cirugías abdominales, etc. El Score Apache es altamente significativo: más del 40 % de los pacientes obitan.

Por este motivo se decide indagar sobre la evolución de los pacientes con trauma de tórax, cirugía de tórax y neumotórax espontáneoavenado.

Los pacientes sometidos a incisión abdominal media alta corren un riesgo máximo, seguido en orden de incapacitación, de los pacientes sometidos a toracotomía lateral, a incisiones subcostales, y a esternotomía, presentando la menor incidencia los pacientes sometidos a cirugía abdominal baja y cirugía periférica ( Kofke , 1992).



Las alteraciones postoperatorias de la función pulmonar son: modificación de la mecánica respiratoria, modificación del patrón respiratorio, modificación del intercambio gaseoso, modificación de los mecanismos de defensa y disquinesia diafragmática, conducen a un estado de bajos volúmenes pulmonares, produciéndose consecuentemente hipoxemia, secundaria a alteraciones de la ventilación/ perfusión (V/Q), acúmulo de secreciones, aparición de atelectasias y posterior sobreinfección respiratoria si no se previene y se trata (Agusti, 1995).

De lo expuesto anteriormente se plantea el siguiente Problema:

“¿Qué relación existe entre la evaluación de la Pimax/ Pemax en pacientes con trauma de tórax, cirugía de tórax y neumotórax espontáneo avenado, con implementación de Patrones Musculares Respiratorios (PMR) y sedestación precoz?”



## 5. OBJETIVOS

### Objetivo General:

- Evaluar el comportamiento de la Pimax y Pemax en pacientes con trauma de tórax, cirugía de tórax y Neumotórax espontáneoavenado con implementación de PMR, Capacidad Residual Funcional (CRF), y Solloso Inspiratorio (SI) con sedestación precoz.

### Objetivos específicos:

- Identificar diagnósticos.
- Evaluar las mediciones de la Pimax y Pemax en pacientes con traumatismo de tórax cerrado.
- Evaluar las mediciones de la Pimax y Pemax en pacientes con traumatismo de tórax abierto.
- Evaluar las mediciones de la Pimax y Pemax en pacientes con lesión diafragmática asociada.
- Evaluar las mediciones de la Pimax y Pemax en pacientes con esternotomía.
- Evaluar las mediciones de la Pimax y Pemax en pacientes con toracotomía antero-lateral.



## **6. HIPÓTESIS**

1. Los pacientes con trauma de tórax, cirugía de tórax, o neumotórax espontáneo avenado, evolucionan con valores de Pimax y Pemax menores a los sujetos sanos.
2. Los pacientes con trauma de tórax abierto, evolucionan con valores de Pimax y Pemax menores a los que presentan trauma de tórax cerrado.
3. Los pacientes con lesión diafragmática asociada a trauma de tórax, evolucionan con valores de Pimax y Pemax menores a los que no la presentan.



## 7. FUNDAMENTACION

### 7.1 Estructura funcional del sistema respiratorio:

La Respiración es una función vital del organismo que tiene como fin primordial el aporte de oxígeno (O<sub>2</sub>) desde la atmósfera hasta los tejidos y la eliminación de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) desde éstos al exterior. El Sistema Respiratorio está íntimamente relacionado con el Cardiovascular, y en esta interacción puede inferirse que la respiración se realiza en dos niveles: *externa*, el intercambio entre alvéolos y capilares pulmonares; e *interna*, el intercambio entre capilares periféricos y las células (Wilson y Thompson, 1991). Para lograr dicho intercambio, el Sistema Respiratorio se vale de la acción de una serie de músculos (músculatura ventilatoria) que producen variaciones de presión y volumen en la cavidad torácica, posibilitando la aireación de los alvéolos y manteniendo un gradiente de presión (concentración) entre el gas alveolar y la sangre venosa, de modo que los gases se intercambian por difusión a través de la membrana alvéolo capilar.

Además de las funciones ventilatorias y de aporte de O<sub>2</sub> a los tejidos, este sistema tiene otras finalidades no menos importantes que incluyen: filtración de materiales tóxicos, metabolización de compuestos, reservorio de sangre, vía de medicación, fonación y función endócrina.

*“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”* (Rouviere, 1987).

Esta trivial acepción precedente nos expone –casi paradójicamente- ante una escueta pero íntegra idea de la globalidad del Sistema Respiratorio. Su morfología, funcionalidad, propiedades y relaciones podrán ser descriptas y entendidas sobre ese marco.

#### 7.1.1 Vías Aéreas y Pulmones:



Estructuralmente, el sistema respiratorio está compuesto –en progresión descendente- por la nariz, la faringe, la laringe, la tráquea, los bronquios y los pulmones con su recubrimiento pleural. Cada formación asume por su ubicación y morfología diferentes funciones del proceso respiratorio. Así pues, la nariz (cornetes, tabique medio, senos), la faringe y la laringe (rinofaringe, bucofaringe, laringofaringe, epiglotis, glotis y cuerdas vocales) constituyen las “*Vías Aéreas Superiores*” y son las encargadas de acondicionar el aire, o sea, calentarlo (37 grados), humidificarlo (95%) y filtrarlo; además de participar en la fonación. Cabe mencionar que la boca es también un conducto para el ingreso aéreo, pero no presenta las formaciones que efectivizan el acondicionamiento mencionado.

La estructura respiratoria prosigue con las nominadas “*Vías Aéreas Inferiores*”, las cuales a partir de la primera formación (la tráquea) sufren 24 divisiones y dan lugar a 25 generaciones de vías disminuyendo su calibre: el conducto fibro-musculo-cartilaginoso traqueal se bifurca constituyendo los bronquios principales, o fuentes, derecho e izquierdo, devienen los bronquios lobares, los segmentarios, los subsegmentarios, los supra e infralobulillares, los bronquíolos intralobulillares, dando en los bronquíolos terminales como las últimas formaciones con función conductora. Además, por la característica de su epitelio de revestimiento, estas vías participan en la producción de moco y eliminación de partículas mediante el movimiento ciliar.

Los bronquíolos respiratorios dan comienzo a la denominada “*Zona de Intercambio o de Respiración Pulmonar*”, a la cual pertenecen los conductos alveolares y los sacos alveolares, constituyendo en su conjunto el Parénquima Pulmonar.

*Las pleuras* son las envolturas serosas de los pulmones. Se componen de una hoja visceral – que tapiza el pulmón – y una hoja parietal -que recubre el mediastino, la cara superior del diafragma y la superficie interna de la pared torácica-. Estas 2 hojas se continúan una con otra a nivel del hilio pulmonar; están en contacto y limitan entre ambas una cavidad virtual cerrada: *la cavidad pleural*, que contiene un pequeño volumen de líquido seroso (unos 20 ml.) cuya finalidad es la de facilitar el



deslizamiento entre el pulmón y la caja torácica durante los movimientos respiratorios. Durante la inspiración, las hojas se ven solicitadas en sentido contrario, lo cual genera en la cavidad una depresión manométrica denominada “vacío pleural” (que oscila entre -15 cm. de H<sub>2</sub>O en inspiración y 0 en espiración forzada) (Latarjet, 1995). Los ángulos según los cuales la pleura parietal se refleja de una pared a otra se denominan senos o fondos de saco pleurales.

Salvo las estructuras que componen las Vías Aéreas Superiores, el Sistema Respiratorio se halla contenido en la caja torácica o tórax, el cual -como hemos nombrado con anterioridad-, es parte integral del sistema mecánico respiratorio.

#### 7.1.2 Sistema Mecánico Respiratorio:

El tórax constituye la región topográfica superior dentro de la anatomía del tronco humano y es continente de los principales órganos de los aparatos circulatorio y respiratorio. Se continúa hacia arriba con el cuello y hacia abajo con la región abdominal.

La porción dorsal de la columna vertebral, las costillas, los cartílagos costales y el esternón constituyen en asociación el esqueleto de la caja torácica. Esta describe la forma de un cono truncado de base inferior, ligeramente aplanado de adelante hacia atrás. Se aprecian una cara anterior, una posterior, dos laterales, una base u orificio inferior y un vértice u orificio superior.

La cara anterior está limitada a los lados por los ángulos anteriores de las costillas; inclinada, ensanchada de arriba hacia abajo y de atrás hacia delante. Presenta en la línea media al esternón y a los lados los cartílagos costales así como la parte anterior de las 8 o 9 primeras costillas.

La cara posterior está limitada lateralmente por los ángulos posteriores de las costillas; se ven en esta cara -de adentro hacia afuera- las apófisis espinosas, los canales vertebrales y la porción posterior de las costillas.



Las caras laterales están constituidas por los segmentos de las costillas comprendidos entre los ángulos anteriores y posteriores. Estas caras son convexas, se ensanchan progresivamente desde la primera hasta la séptima costilla y disminuyen desde la séptima a la duodécima. Los espacios intercostales aumentan de altura de atrás hacia delante.

El orificio superior está limitado -de adelante hacia atrás- por la horquilla del esternón, la primera costilla, y la primera vértebra dorsal; es elíptico, de diámetro mayor transversal y su borde posterior está escotado ampliamente en su parte media, por el saliente del cuerpo de la primera vértebra dorsal. El orificio superior del tórax está situado en un plano oblicuo hacia abajo y hacia delante. El diámetro anteroposterior y medio del orificio mide aproximadamente 6 cm., en tanto el diámetro transversal media los 10 cm.

El orificio inferior está limitado, de adelante hacia atrás, por el apéndice xifoides, el borde inferior de los 6 últimos cartílagos costales, la duodécima costilla y la duodécima vértebra dorsal. Este orificio mira hacia abajo y adelante y presenta una ancha escotadura llamada ángulo xifoideo. El diámetro anteroposterior y medio de este orificio es de 12 cm. y el diámetro transversal medio los 26 cm. El músculo diafragma separa las cavidades torácica y abdominal, y constituye una cúpula cuyos bordes limitan con la pared los senos costodiafragmáticos, los cuales están ocupados por los fondos de saco de la pleura y parcialmente por los pulmones.

La pared torácica es más extensa por detrás y sobre las costillas que por delante, donde presenta la escotadura mencionada. La pared muestra hacia adelante el relieve de los músculos pectorales sobre los cuales asienta la región mamaria.

En el interior de la cavidad del tórax, se aprecia la prominencia de la columna dorsal en la línea media y -a cada lado- las depresiones de la pared costal circunscriptas por los canales costovertebrales que alojan la mayor parte de los pulmones.



Dos cortes esquemáticos, uno sagital y otro horizontal, permiten reconocer en la cavidad torácica 3 regiones: dos laterales, las regiones pleuropulmonares en relación periférica con la pared; y la tercera medial, el mediastino, situada entre la columna vertebral y el esternón. El árbol tráqueobronquial divide al mediastino en posterior y anterior; este último contiene al corazón, los grandes vasos y el timo.

La particular morfología y funcionalidad de las vértebras dorsales con relación a la mecánica ventilatoria, está dada por la presencia de las facetas articulares costales; por un lado, una formación oval tallada oblicuamente en la cara posterolateral del cuerpo vertebral y por otro, una pequeña faceta en la cara anterior de la extremidad de la apófisis transversa. A partir de esto, en cada segmento del raquis dorsal, un par de costillas se articula con las vértebras por medio de dos articulaciones por costilla: la costo-vertebral –entre la cabeza costal y los cuerpos vertebrales más el disco intervertebral-, y la costotransversa –entre la tuberosidad costal y la apófisis transversa de la vértebra subyacente-.

Ambas uniones óseas conforman un par de artrodias mecánicamente unidas, cuyo movimiento común sólo puede ser una rotación alrededor de un eje que pasa por el centro de cada una de éstas dos artrodias y que sirve de charnela a la costilla. La orientación de ese eje respecto al plano sagital determina la dirección del movimiento costal. Por consiguiente, a nivel de las costillas bajas -donde el eje se aproxima al plano sagital- determina el elevamiento costal asociado a un incremento del diámetro transversal del tórax. Por contrapartida, a nivel de las costillas superiores dicho eje se sitúa casi en un plano frontal, determinando una elevación costal con aumento del diámetro anteroposterior del tórax. Por tanto, puede inferirse que *durante la elevación costal se produce un aumento del diámetro transversal del tórax inferior y un incremento del diámetro anteroposterior del tórax superior.*



Es preciso adicionar que los movimientos de las costillas inducen el movimiento asociado del esternón y los cartílagos costales. El esternón -por hallarse vinculado articularmente al conjunto de las costillas- reproduce una cinética que reúne el aumento del diámetro transversal del tórax inferior y el incremento del diámetro anteroposterior del tórax superior. Por su parte, los cartílagos costales realizan un desplazamiento angular con respecto al esternón y una torsión alrededor de su propio eje longitudinal. Este postrer movimiento cumple una función primordial en el momento espiratorio de la respiración, ya que esa torsión sobre la elasticidad cartilaginosa acumula energía durante la inspiración que es restituída al final de ésta, determinando -por sí solo- el recobro a la posición de partida inspiratoria (mecanismo de torsión longitudinal de una barra) (Kapandji, 1982).

### 7.1.3 Musculatura Ventilatoria:

La ventilación pulmonar se realiza en 2 etapas sucesivas: la *inspiración* o insuflación -llenado aéreo del pulmón- y la *espiración* o deflación -salida de aire del pulmón-, fenómenos que tienen lugar gracias a la contracción y relajación de determinados músculos. La inspiración normal tranquila dura 2 segundos, mientras que la espiración entre 2 y 3 segundos (Guyton-Hall, 2001). Para producir estos movimientos de aire, osea, los cambios de presión necesarios para ventilar el pulmón, la musculatura específica desarrolla una cantidad de trabajo (*trabajo respiratorio*) que puede dividirse en: trabajo elástico (para distender los tejidos elásticos pulmonar y torácico), trabajo inercial (necesario para movilizar los tejidos) y trabajo inelástico (para vencer las resistencias de la vía aérea). Se calcula que el consumo de O<sub>2</sub> de los músculos respiratorios durante la respiración tranquila, es de 5 a 10 ml.O<sub>2</sub>/min (Basmajian, 1982). Este trabajo mecánico de la respiración depende directamente del patrón respiratorio: los grandes volúmenes circulantes aumentan el trabajo elástico, mientras que las altas frecuencias ventilatorias a volúmenes pequeños elevan el trabajo inelástico (Córdoba, 1994).



La musculatura ventilatoria es comúnmente clasificada en dos categorías; por una parte, los músculos de la inspiración –que elevan las costillas y el esternón-, y por otra, los músculos de la espiración -que descienden dichas estructuras óseas-. En éstas ponderaciones se distinguen, además, grupos musculares principales y accesorios, actuando los últimos solamente durante movimientos anormalmente amplios o potentes.

Podemos, por tanto, calificar a los componentes musculares en 4 grupos:

♦ Músculos principales de la inspiración: el diafragma -sobre todo-, intercostales externos y supracostales. En relación con su morfología e inserciones, al contraerse, el diafragma desciende y ergo, aumenta el diámetro vertical del tórax; y al tomar punto de apoyo sobre las vísceras abdominales (contenidas –sinérgicamente por la cincha muscular abdominal) eleva las costillas y ergo, aumenta los diámetros anteroposterior y transversal (Latarjet, 1995).

La distancia de desplazamiento de este músculo varía desde 1,5 hasta 7 cm. con la inspiración profunda (Ganon, 1998).

♦ Músculos accesorios de la inspiración:

- Escalenos anteriores, medios y posteriores, y esternocleidomastoideos; cuando el raquis cervical permanece rígido por la acción de otros músculos.

- Pectoral mayor y menor; cuando ambos se apoyan en la cintura escapular y los miembros están en abducción.

- Fascículos inferiores del serrato mayor y el dorsal mayor; cuando éste se apoya en los miembros superiores puestos previamente en abducción.

- Serrato menor posterior y superior.

- Fibras superiores del sacrolumbar, que se insertan por arriba en las cinco últimas transversas cervicales y por abajo en los seis primeros arcos costales.



La amplitud de movimiento normal de la pared torácica durante la inspiración reposada es de unos 2 cm. A nivel del apéndice xifoides, siendo de unos 5 a 6 cm. durante una inspiración forzada (Daniela-Worthingham's, 1999).

♦ Músculos principales de la espiración: intercostales internos, con la salvedad de que, en efecto, *la espiración normal es un fenómeno puramente pasivo* de retorno del tórax sobre sí mismo debido a la relajación de la musculatura inspiratoria y a la elasticidad de los elementos osteocartilaginosos y del parénquima pulmonar.

Cabe señalar que en posición vertical la gravedad interviene en no poca medida para hacer que las costillas descendan a causa de su propio peso (Kapandji, 1982).

♦ Músculos accesorios de la espiración: recto mayor del abdomen, oblicuos mayor y menor, transversos abdominales –los cuales, a pesar de ser accesorios no dejan de ser vitales, ya que condicionan la espiración forzada y la efectividad del mecanismo tusígeno-; y es preciso nominar que: en tanto se oponen sinérgicamente a la contracción diafragmática y -al contraerse en la espiración- llevar a la pared torácica a almacenar energía elástica, entonces pueden considerarse como parte de la musculatura inspiratoria (Net y cols., 1995). Son espiradores además, el músculo triangular del esternón (desciende los cartílagos costales 2do. a 6to. con relación alesternón), la porción inferior del sacrolumbar, el dorsal largo, el serrato menor posterior e inferior y el cuadrado lumbar. Se agregan asimismo, los músculos del suelo pelviano, que suelen ser denominados como el diafragma pélvico (Heike, 1998).

Mencionaremos ligeramente la acción no menos trascendental de los músculos dilatadores de la faringe, encargados de estabilizar la vía aérea superior y mantenerla permeable durante el tiempo inspiratorio, contrarrestando el efecto de succión y –ergo- la constricción faríngea que promueve el trabajo diafragmático (Agusti, 1995).

#### 7.1.4 Control Nervioso de la Respiración:



Los centros nerviosos bulbares y medulares (inspiratorio, espiratorio, apnéustico y neumotáxico) que aseguran el control automático de la musculatura ventilatoria son excitados por los nervios del pulmón (plexo broncopulmonar del neumogástrico), cuyas terminaciones periféricas son sensibles al bióxido de carbono de los alvéolos pulmonares.

Puede afirmarse que el régimen fisiológico ventilatorio se trata de un mecanismo de control reflejo y químico, en el que intervienen: el reflejo inhibitor de la inspiración de Hering Breuer, reflejos propioceptivos de los músculos respiratorios, reflejos de irritación pulmonar, receptores alveolares nociceptivos, quimiorreceptores periféricos carotídeos y aórticos, y quimiorreceptores centrales.

Por otra parte, cabe mencionar que el automatismo de los movimientos respiratorios puede ser modificado por la corteza cerebral, voluntariamente o bajo el efecto de las emociones.

Normalmente, se cuentan 16 inspiraciones por minuto, durante la vigilia y 12 durante el sueño. La inervación más importante para la contracción y relajación rítmica del diafragma está dada por los nervios frénicos.

En cuanto a la musculatura lisa bronquial, está controlada exclusivamente por el Sistema Nervioso Autónomo: el Parasimpático, produce broncoconstricción por acción de la acetilcolina; el Simpático, mediante sustancias adrenérgicas provoca broncodilatación.

#### 7.1.5 Propiedades Elásticas del Sistema Respiratorio:

El tórax *en conjunto*, es una estructura que posee la *capacidad de adaptarse* a los cambios de presión y volumen que tienen lugar en su interior. Así, durante un esfuerzo de inspiración se genera una presión negativa intratorácica respecto al aire atmosférico; lo cual determina la penetración del aire en el interior pulmonar, pero -a causa de su elasticidad- el tórax tiende a recobrar su posición inicial. En sentido inverso, mediante un esfuerzo de espiración forzada se comprimen los elementos elásticos del tórax y la presión interior asciende promoviendo la



expulsión del aire, pero el tórax tenderá a recuperar su posición inicial, al igual que en el caso anterior.

Para evaluar esta elasticidad del sistema ventilatorio -aunque actúen como una unidad coordinada-, desde el punto de vista didáctico, es conveniente considerar por separado las propiedades de los pulmones y las del tórax (Córdoba, 1994).

*Propiedades elásticas de los pulmones:* se deben a las fibras que componen su tejido y a la tensión superficial existente en los alvéolos pulmonares. Estas propiedades son fundamentalmente:

- *Distensibilidad o Compliance:* el pulmón, por efecto de la fuerza muscular, se distiende durante la inspiración y recobra su posición original al cesar dicha contracción o trabajo muscular. La relación entre la fuerza ejercida para conseguir la distensión y el estiramiento provocado o, lo que es lo mismo, entre la presión efectuada y el volumen obtenido, se denomina Distensibilidad o Compliance. Es, por tanto, el cambio de volumen originado por cambio de unidad de presión, o, “el cambio de volumen intra-pulmonar generado por el cambio de presión trans-pulmonar”. La base molecular de esta propiedad elástica la constituye su composición y organización fibrilar (geométrica, en media de nylon) de fibras de elastina –aportan el nivel de estiramiento- y colágenas –actúan junto al reflejo de Hering Breuer, como factor limitante de dicha elongación-. En un adulto medio que respira tranquilamente, la flexibilidad del pulmón es de 100 a 200 ml. por cm. de H<sub>2</sub>O (Basmajian, 1982).

- *Histéresis:* las curvas de presión/volumen durante la insuflación y la deflación, adquieren una configuración distinta. A ésta incapacidad del pulmón para seguir la misma curva presión/volumen durante la respiración y a la diferencia entre éstas, se la denomina Histéresis y es una propiedad común a todas las estructuras elásticas.

- *Tensión Superficial:* los alvéolos se hallan recubiertos de una sustancia líquida tensoactiva llamada surfactante, la cual determina una variación en la tensión de la superficie alveolar durante



los diferentes tiempos respiratorios. La tensión superficial es una manifestación de las fuerzas de atracción intermolecular del tapizado alveolar que mide la presión generada por unidad de área.

- *Interdependencia*: incluye otras propiedades físico-químicas relacionadas entre sí que tienden a evitar la asincronía y a estabilizar los alvéolos. Consiste en el apoyo que las unidades circundantes se ofrecen recíprocamente; así, los alvéolos intrapulmonares se hallan sometidos por ambas caras a la presión alveolar (ya que la parte exterior de uno corresponde al interior de otro), y los alvéolos subpleurales -los que están en contacto con la serosa- se encuentran bajo la acción de la presión transpulmonar. Durante la ventilación, si un grupo de unidades quedara “fuera de fase” con sus vecinas, los elementos elásticos del parénquima aledaño concentrarían las fuerzas dispares surgidas y ergo, evitarían la asincronía.

*Propiedades elásticas de la pared torácica*: la elasticidad de la pared es tal, que, si no encontrara oposición por parte de los pulmones, el tórax se distendería hasta el 70% de la capacidad pulmonar total; es decir, hasta la posición de equilibrio o reposo en que los músculos están totalmente relajados. En esta posición, la diferencia de presión a través de la pared torácica (transtorácica), ósea, entre la presión pleural y la superficie del tórax, es igual a 0 (cero). Sin embargo, si el tórax fuese forzado a distenderse aún más, su retracción elástica actuaría oponiéndose y favoreciendo la vuelta al equilibrio.

En este punto, cabe añadir que, ese equilibrio difiere con la posición: en decúbito dorsal, el peso del contenido abdominal favorece la espiración; mientras que en posición erecta, favorece la inspiración. En el individuo débil o con alguna restricción respiratoria determinada, este cambio posicional puede ser utilizado para producir una ventilación más adecuada de reposo (Krusen, 1997).

Aunando los conceptos anteriores y en consecuencia, podría inferirse que pulmones y tórax funcionan como la *asociación de 2 resortes*, con distintas posiciones en descanso. Así pues,



asociados forman una unidad funcional por medio de las superficies pleurales. Al final de la respiración normal –o tranquila- existe un equilibrio entre la retracción elástica del pulmón y del tórax, generando una presión subatmosférica (negativa) intrapleural de -5 cm. de H<sub>2</sub>O. Se produce entonces, una diferencia entre la presión alveolar (PA) y la pleural (Ppl), llamada *transpulmonar* (PTP); y una diferencia entre la Ppl y la presión en la superficie externa del tórax (PB) denominada *transtorácica* (PTC). La suma de la PTP y la PTC darían la retracción elástica del sistema respiratorio en conjunto.

Es preciso destacar que, si se destruye o altera la unión funcional entre el pulmón y la pared torácica, ósea, alteración o ruptura de la pleura, cada uno de los “dos resortes” tenderá a recobrar o recuperará su posición de equilibrio propio; lo que se traducirá en una falla de la *biomecánica ventilatoria* (Kapandji, 1982). Si la pared torácica se abre, los pulmones se colapsan, y si los pulmones pierden su elasticidad, el tórax se expande y adquiere forma de barril (Ganon, 1998).

#### 7.1.6 Volúmenes y Capacidades Pulmonares:

Como se mencionó con anterioridad, las diferencias de presión en el aparato respiratorio promueven el movimiento de aire dentro del mismo. Estos cuantos de aire movilizados durante los diferentes tiempos respiratorios o en los distintos tipos respiratorios, conforman los Volúmenes Pulmonares o Respiratorios. A su vez, las sumatorias de diferentes volúmenes, dan lugar a las denominadas Capacidades Pulmonares.

Hutchinson definió las subdivisiones funcionales del volumen pulmonar y relacionó sus valores con la altura, la edad y el peso de los individuos para establecer una base predictora de cifras normales (Córdoba, 1994).

La función ventilatoria se mide en condiciones estáticas y dinámicas, se fracciona entonces el detalle de los volúmenes y capacidades en dos modos:



1- Espirometría Estática: los volúmenes pulmonares estáticos son un reflejo de las propiedades elásticas de los pulmones y de la caja torácica (Manual Merck de diagnóstico y terapéutica, 1994).

- *Volumen Corriente o Tidal (VT):* es el volumen de aire inspirado o espirado con cada respiración tranquila. Valor normal: 500 ml.

- *Volumen de Reserva Inspiratoria (VRI):* es el volumen máximo de aire inspirado, tras una inspiración forzada, desde la posición término-inspiratoria de reposo. Valor normal: 3000 ml.

- *Volumen de Reserva Espiratoria (VRE):* es el volumen de aire espirado, tras una espiración forzada, desde la posición término-espiratoria de reposo. Valor normal: 1100 ml.

- *Volumen Residual (VR):* es el volumen que queda en los pulmones tras una espiración forzada. Valor normal: 1200 ml.

- *Capacidad Inspiratoria (CI):* suma de los volúmenes VRI y VT. Valor normal: 3500 ml.

- *Capacidad Espiratoria (CE):* suma de los volúmenes VRE y VT. Valor normal: 1600 ml.

- *Capacidad Residual Funcional (CRF):* suma de los volúmenes VRE y VR. Valor normal: 2300 ml.

- *Capacidad Vital (CV):* volumen máximo de aire espirado desde el punto de inspiración máxima.

- *Capacidad Pulmonar Total (CPT):* suma de la CV y el VR.

- *Frecuencia Respiratoria (Fr):* número de respiraciones por minuto. Valor normal: 12 a 16 resp./min.

- La CRF y la CPT no se miden por espirometría; sin embargo, para su determinación se utilizan técnicas especiales: dilución de helio y pletismografía corporal (Harrison-Braunwald y cols., 2002). El VR se calcula restando el VRE a la CRF.



2- Espirometría Dinámica: se realiza obteniendo las denominadas “curvas tiempo/volumen”. Los volúmenes pulmonares dinámicos reflejan el estado de las vías aéreas (Manual Merck de diagnóstico y terapéutica, 1994).

- *Ventilación Voluntaria Máxima (VVM):* mide el volumen de aire que un individuo puede mover hacia adentro y afuera de los pulmones durante un esfuerzo máximo de 12 segundos. Se mide la pendiente de la curva volumen total/tiempo en un intervalo de 12 seg., y convertida en litros. El VVM normal es de 125 a 170 l/min (Ganon, 1998).

- *Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (VEF1):* es el volumen de aire espirado en el primer segundo de una espiración máxima, partiendo de una inspiración también máxima. Puede expresarse en cifras absolutas o como porcentaje de la CV Forzada (Índice de Tiffeneau). La CV Forzada (CVF) es normalmente igual a la CV. Relación normal VEF1/CVF: 0.75 a 0.80.

- *Velocidad Máxima del Flujo Mesoexpiratorio (VMFM) o Flujo Espiratorio Forzado entre el 25 y 75 % de la CV (FEF 25-75%):* es la velocidad media del flujo espiratorio forzado en el tramo central de la CV. Es sensible para detectar patología de las pequeñas vías de conducción aérea.

- *Volumen Minuto Respiratorio o Ventilación Total (VTot):* se obtiene de la multiplicación del VT por la FR.

Todos los volúmenes y capacidades son un 20 a 25 % menores en la mujer que en el hombre, y son mayores en personas altas y atléticas que en sujetos pequeños y asténicos (Guyton-Hall, 2001).

Como mencionamos, muchas son las estructuras que se orquestan para llevar a cabo la ventilación pulmonar, y asimismo, muchos son los factores que pueden perturbar la eficacia de la ventilación y, ergo, de la hematosis. *El traumatismo del tórax, por una multiplicidad de hechos*



directos o asociados -que a continuación trataremos de especificar-, puede disminuir el rendimiento de la ventilación y desencadenar un conflicto respiratorio.

### **7.2 Características generales del traumatismo torácico:**

El trauma torácico es común en el paciente con lesiones múltiples y se puede asociar a problemas que ponen en peligro la vida. El tratamiento definitivo de estos pacientes o sus condiciones, pueden ser a veces, en forma temporal- procedimientos relativamente sencillos, como la ventilación no invasiva, la asistencia respiratoria mecánica (ARM), el avenamiento con tubo de toracotomía o la pericardiocentesis por aguja.

La hipoxia, la hipercapnia y la acidosis son el resultado de las lesiones torácicas. La hipoxia tisular, un inadecuado aporte de oxígeno a los tejidos, deviene por hipovolemia (pérdida sanguínea), alteración pulmonar en la relación ventilación/perfusión (contusión, colapso alveolar), y/o cambios en las relaciones de presión intratorácica (hemotórax a tensión). La hipercapnia es resultado de una ventilación inadecuada, causada por cambios en las relaciones de presión intratorácica y un nivel de conciencia deprimido. La acidosis metabólica es el producto de la hipoperfusión de los tejidos (shock).

El Traumatismo de Tórax, puede clasificarse según su modalidad, el mecanismo de producción y su extensión (Alejandre y cols., 1996).

#### A. Según su modalidad:

- *Traumatismos cerrados o contusiones*
- *Traumatismos mixtos*
- *Traumatismos abiertos*

#### a. Según el agente etiológico:

- *Por herida de arma blanca*
- *Por herida de arma de fuego*



- *Miscelánea*

b. Según el grado de penetración

- *No penetrante (no atraviesa pleura parietal)*
- *Penetrante (entra y queda en cavidad torácica)*
- *Perforante (entra y sale de cavidad torácica)*

B. Según el mecanismo de producción:

a. Traumatismos abiertos :

- *Por herida de arma blanca:*
  - Elementos punzantes*
  - Elementos cortantes*
- *Por herida de arma de fuego:*
  - Proyectiles de baja velocidad*
  - Proyectiles de alta velocidad*

b. Traumatismos cerrados :

- *mecanismo directo*
- *mecanismo indirecto:*
  - *Compresión*
  - *Alteraciones de la velocidad*
  - *Aceleración*
  - *Desaceleración*
  - *Vertical*
  - *Horizontal*
  - *Torsión*
  - *Deslizamiento entre zona de distinta fijación*



- *Inmersión (ascenso y descenso en medio líquido)*

C. Según su extensión:

- *Traumatismos torácicos puros*
- *Traumatismos torácicos combinados con la afectación de regiones vecinas*
  - *Traumatismos toracoabdominales*
  - *Traumatismos cervicotorácicos*

Usualmente, se toman en consideración 8 (ocho) lesiones torácicas traumáticas que ponen en peligro la vida del paciente: *neumotórax simple, hemotórax, contusión pulmonar, lesiones del árbol traqueobronquial, lesiones cardíacas cerradas, ruptura traumática de la aorta, lesiones traumáticas del diafragma, y lesiones que atraviesan el mediastino* (ATLS, 1997).

Dichas afecciones, pueden pasar inadvertidas durante el período postraumático inmediato y, si no se diagnostican tempranamente, el paciente puede obitar.

A. *Neumotórax Simple:*

Resulta de la entrada de aire en el espacio pleural, entre las hojas visceral y parietal. El aire en la cavidad colapsa el tejido pulmonar, ocurriendo un defecto regional en la ventilación/perfusión (no se oxigena la sangre que perfunde en el segmento del pulmón colapsado o no ventilado).

En presencia de un neumotórax, el ruido respiratorio normal de *auscultación* está disminuido en la región afectada, y la *percusión* demuestra hiperresonancia.

El tratamiento preferencial consiste en la colocación de un tubo torácico. El paciente debe ser descomprimido antes de ser llevado en ambulancia.

B. *Hemotórax:*

Es la presencia patológica de sangre en la cavidad pleural, frecuentemente a causa de una laceración o ruptura de vasos intercostales o de la arteria mamaria interna. El tratamiento se basa en la colocación de un tubo torácico de grueso calibre, el cual evacúa la sangre contenida en el espacio



pleural y reduce, entonces, el riesgo de producir un hemotórax coagulado. Es también, un método para monitorizar la cantidad de sangre perdida.

*Tanto el neumotórax como el hemotórax, pueden concomitar con complicaciones como:*

◆ Atelectasia: condición adquirida en la que se colapsa todo o parte de un pulmón normalmente ventilado (aneumatosis). Puede ocurrir en forma súbita y ser extensa (bloqueo del bronquio principal) o presentarse lentamente y producir problemas pulmonares mínimos (bloqueo de bronquiólos pequeños). En ambos casos son posibles la infección y la lesión del tejido pulmonar.

Existen dos tipos de atelectasias: de compresión y de absorción. Las primeras son el resultado de la compresión del tejido pulmonar por una fuente externa al alvéolo, como serían el neumotórax, el hemotórax o el derrame pleural. Las segundas se presentan cuando las secreciones de bronquios y bronquiólos obstruyen el flujo aéreo, el aire atrapado en el alvéolo es absorbido y el saco alveolar se colapsa y se produce una cantidad inadecuada de surfactante.

◆ Síndrome de Distrés Respiratorio del Adulto (SDRA): un incremento patológico de la permeabilidad capilar, provoca pulmones húmedos, densos, congestionados, hemorrágicos, embotados e incapaces de difundir oxígeno.

◆ Infecciones Pleurales: Derrame Pleural y Empiema. El derrame pleural, exceso de líquido no purulento acumulado en el espacio pleural, puede clasificarse en: *trasudado o hidrotórax* (cuando se altera el flujo del líquido libre de proteínas hacia el interior del espacio pleural, es un líquido amarillo claro o pálido, tiene una densidad específica de 1,015 o menos y tiene un contenido proteico que es inferior a 3g/dl) *exudado* (resultado de una enfermedad de la superficie pleural o de una obstrucción en el sistema linfático que inhibe el drenaje de las proteínas, es un líquido amarillo oscuro o ámbar que tiene una densidad específica superior a 1,016 y un contenido en proteínas superior a 3g/dl), y *el empiema* (presencia de contenido purulento o pus en el interior de la cavidad pleural).



◆ Enfermedades Respiratorias Infecciosas: *Neumonía Intrahospitalaria*, comúnmente causada por bacilos entéricos gramnegativos, pseudomona aeruginosa o staphylococcus aureus, con o sin anaerobios bucales.

◆ Edema Pulmonar: acumulación de líquido seroso en el intersticio y los alvéolos del pulmón. El edema pulmonar *no cardiogénico* es el resultado de la lesión del endotelio capilar y del bloqueo de los vasos linfáticos.

#### *C. Contusión Pulmonar:*

La contusión pulmonar es la lesión torácica -potencialmente letal- más frecuente. De forma gradual se puede desarrollar una Insuficiencia Respiratoria enmascarada.

#### *D. Lesiones del Árbol Traqueobronquial:*

Estas lesiones son raras, frecuentemente las personas que sufren estas afectaciones mueren en el sitio del accidente. El paciente con lesión traqueobronquial presenta hemóptisis, enfisema subcutáneo o un neumotórax a tensión con desplazamiento del mediastino.

#### *E. Lesiones Cardíacas Cerradas:*

Son resultado de la contusión del músculo cardíaco. Puede dar ruptura de alguna cavidad cardíaca o ruptura valvular. Cuando se produce la ruptura de una cámara cardíaca se manifiesta con los signos típicos de un taponamiento cardíaco.

#### *F. Ruptura Traumática de la Aorta:*

Es una causa común de muerte súbita en los accidentes de tránsito.

#### *G. Lesiones Traumáticas del Músculo Diafragma:*

Con mayor frecuencia, este tipo de lesiones se encuentran del lado izquierdo, quizás el hígado ejerza una protección al lado derecho. En la placa de tórax se observa una elevación diafragmática del lado afectado.

#### *H. Lesiones que atraviesan el Mediastino:*



Cuando se producen lesiones penetrantes en el mediastino, se pueden dañar los órganos mediastinales. La consulta quirúrgica es obligatoria. Si bien son excepcionales, existen diversas situaciones en las que se indica la *resección pulmonar*. Entre ellas, los desgarros parinqueomatosos amplios; lesiones vasculares arteriales y/o venosas; lesiones traqueobronquiales no reparables o tratadas tardíamente y con parénquima pulmonar destruido; lesiones por proyectiles de alta velocidad con efecto de cavitación.

*En todos los casos, es necesario considerar terapéuticas urgentes para el paciente con traumatismo de tórax, con el fin primordial de estabilizarlo hemodinámica y clínicamente. Las Terapéuticas médico-quirúrgicas usualmente practicadas, pueden incluir: Avenamiento Pleural, Toracotomía, Pericardiocentesis con Aguja.*

### 7.2.1 Avenamiento Pleural

Es la práctica de elección para descomprimir el hemitórax afectado, y se realiza en los siguientes casos: neumotórax normotensivo; neumotórax abierto, neumotórax traumático, hemotórax grado I, derrame pleural o empiema y en postoperatorios de la pared torácica (toracotomía).

El avenamiento pleural es un procedimiento quirúrgico para evacuar el contenido anormal de la cavidad pleural y que, además, permite constatar si persiste o no hemorragia intratorácica. Este drenaje torácico incluye: un tubo de plástico duro con numerosos orificios en su extremidad proximal, que se inserta en el interior del espacio pleural y se fija con sutura a la piel; y un colector con sello subacuático -al que se conecta el tubo torácico- que previene el reflujo hacia el interior del espacio pleural.

Los tubos torácicos pueden ser insertados en procedimientos de urgencia que siguen al traumatismo torácico, en fase postoperatoria o como modalidad de tratamiento de una enfermedad.



La precaución específica de los sistemas de drenaje es el mantenimiento de la esterilidad, para no introducir infecciones dentro de la cavidad pleural.

Las complicaciones del Avenamiento Pleural incluyen: *reacción alérgica o anafiláctica a la preparación quirúrgica o al anestésico; laceración o punción de órganos intra-torácico; daño en arterias, venas o nervios intercostales; posicionamiento incorrecto del tubo; tubo angulado, con coágulos, desplazado de la pared torácica o desconectado del sello de agua; neumotórax persistente; enfisema subcutáneo; derrame pleural; empiema; recurrencia de neumotórax después de retirado el tubo torácico; inexpansión pulmonar por obstrucción bronquial; atelectasia.*

Ante un hemotórax de gran magnitud o un débito superior a 200 ml/h durante más de 5 horas, o de más de 500 ml en la primera hora posterior al drenaje, estará indicada la *Toracotomía* para efectuar una hemostasia a cielo abierto. También se indicará en fracasos del Avenamiento Pleural y en hemotórax coagulados.

Para la extracción del tubo de drenaje torácico se adoptan diferentes criterios. El equipo de Cirugía del Hospital de Emergencias Dr. Clemente Álvarez, utiliza los siguientes:

- Menos de 100 cm<sup>3</sup> de débito por día.
- Que no se observe oscilación en el tubo o que la misma sea menor a 1 cm.
- Una re-expansión completa del pulmón observada en radiografía de tórax.

### 7.2.2 Toracotomía (Alejandre y cols., 1996)

Es la apertura quirúrgica de la cavidad torácica, que posibilita un diagnóstico más seguro de las posibles lesiones endo-torácicas y una limpieza más precisa de la cavidad pleural. El diagnóstico certero o la sospecha fundada sobre cierto tipo de lesiones orgánicas, indica la necesidad de una conducta terapéutica activa, generalmente a través de una toracotomía amplia, independientemente de que haya o no hemotórax o de su magnitud. Estas lesiones son: *hemopericardio traumático, tórax móvil, hundimiento parietal, lesiones de aorta o de sus ramas, hernia diafragmática*



*traumática, lesiones traqueobronquiales, lesiones esofágicas, grandes defectos de la pared torácica, torsión del pulmón, empalamientos.*

Las Toracotomías pueden ser *primarias* y *secundarias*.

*Las primarias, iniciales o “de entrada”, pueden, a su vez, dividirse según su indicación en: Toracotomía Inmediata, cuando no hay tiempo para preparar al paciente ni el medio quirúrgico, por ejemplo, en paros cardíacos*

*hipovolémicos y paros cardíacos recientes en heridas penetrantes; y la Toracotomía Temprana, urgente o no, cuando se dispone de ese tiempo. Los casos urgentes pueden ser, por ejemplo, hemotórax masivo por ruptura de aorta o alguna de sus ramas y taponamiento cardiaco agudo. Los casos no urgentes serían: hemotórax grado II y III, hemotórax drenado con débito sanguíneo superior 200 ml/h, hemopericardio, heridas penetrantes en el área cardíaca, proyectiles que atraviesan el mediastino, defectos de las paredes torácicas, lesiones traqueobronquiales, desgarros pulmonares, ruptura diafragmática, torsión del pulmón, lesión de vena Cava y sus ramas.*

*La toracotomía secundaria o diferida se efectúa con un intervalo de días desde el traumatismo, porque la causa que justifica la indicación aparece tardíamente, o por el fracaso de un procedimiento realizado con anterioridad.*

*Si es secundario a un procedimiento previo, puede ser por fracaso del avenamiento pleural debido a: obstrucción del mismo por hemotórax, inexpandibilidad pulmonar por emparedamiento, hemotórax coagulado, neumotórax con persistencia de aerorragia, lesión del conducto torácico. En el caso de ser secundario por aparición tardía de la causa, se puede asociar a: aneurisma traumática de aorta o su ruptura, lesión de estructuras intracardiacas, tórax móvil, proyectiles ubicados en la zona del hilio pulmonar.*

Existen 3 (tres) vías de abordaje quirúrgico:



#### *7.2.2.1 Toracotomía Posterolateral:*

Se efectúa a través del quinto espacio intercostal. Esta vía permite resolver todos los problemas traumáticos del hemitórax afectado, incluyendo las lesiones del mediastino o de la aorta descendente y del esófago, y también tratar las rupturas diafragmáticas.

#### *7.2.2.2 Toracotomía Anterolateral:*

Se indica en heridas cardíacas, taponamiento cardíaco, necesidad de realizar un masaje cardíaco a cielo abierto, limpieza de un hemotórax coagulado y lesiones abiertas de la pared torácica anterior.

#### *7.2.2.3 Esternotomía Mediana:*

Se utiliza en las cirugías de urgencia por traumatismos torácicos. Sus principales ventajas son la posibilidad de acceder directamente al corazón y los grandes vasos y preservar la mecánica pulmonar. Es indicada en heridas cardíacas puras, heridas de grandes vasos sin otras lesiones asociadas y algunas heridas de la tráquea.

#### 7.2.3 Toracocentesis con aguja (ATLS, 1997)

Este procedimiento médico está indicado en el paciente crítico que se deteriora rápidamente por un neumotórax a tensión y que está poniendo en riesgo su vida. Si la Toracocentesis es realizada sin presencia de neumotórax, puede producirlo, como también otras lesiones pulmonares.

### **7.3 Fisiopatología de la Disfunción Pulmonar Postoperatoria**

La existencia de disfunción pulmonar es un hecho constante sobre todo después de intervenciones abdominales y torácicas de cirugía mayor, presentando estos grupos de pacientes entre un 20% y un 40% de complicaciones pulmonares postoperatorias según las series, con una mortalidad del 16% tras aparición de las mismas, siendo la principal causa de morbi-mortalidad. Los pacientes sometidos a incisión abdominal media alta corren un riesgo máximo, seguido en orden de incapacitación, de los pacientes sometidos a toracotomía lateral, a incisiones subcostales, y



a esternotomía, presentando la menor incidencia los pacientes sometidos a cirugía abdominal baja y cirugía periférica (Kofke, 1992).

La incidencia de aparición depende de dos tipos de factores, por un lado factores generales (edad, sobrepeso, tabaco, hipersecreción bronquial y patología cardiovascular asociada) y por otros factores respiratorios, objetivados por las pruebas funcionales respiratorias, que de manera resumida se expone.

<b>Factores respiratorios de incremento de riesgo</b>
<b>VVM &lt; 50%</b>
<b>VEF1 &lt; 50% ó &lt; 2 L.</b>
<b>VEF1/CV &lt; 50%</b>
<b>VR/CPT &gt; 40%</b>
<b>Pa O<sub>2</sub> &lt; 65mm. Hg.</b>
<b>Pa CO<sub>2</sub> &gt;45 mm. Hg.</b>

La presencia de estos factores puede condicionar la aparición de *cinco modificaciones fundamentales* que se producen en la función pulmonar durante el período postoperatorio inmediato:

<b>Alteraciones postoperatorias de la función pulmonar</b>
<b>Modificación de la mecánica respiratoria</b>
<b>Modificación del patrón respiratorio</b>
<b>Modificación del intercambio gaseoso</b>
<b>Modificación de los mecanismos de defensa</b>
<b>Disquinesia diafragmática</b>

Ello va a conducir a un *estado de bajos volúmenes pulmonares*, produciéndose consecuentemente *hipoxemia*, *2ª a alteraciones de la ventilación/perfusión (V/Q)*, *acúmulo de secreciones*, *aparición de atelectasias* y *posterior sobreinfección respiratoria si no se previene y se trata* (Smetana, 2005).



### 7.3.1. Estado de Bajos Volúmenes Pulmonares

#### 7.3.1.1. Modificación de la mecánica respiratoria:

Durante el período postoperatorio en cirugía de alto riesgo de complicaciones respiratorias se produce una alteración de la mecánica respiratoria apareciendo fundamentalmente un *síndrome restrictivo*, con disminución de los volúmenes pulmonares mobilizables (Smetana, 2005).

<b>Alteración postoperatoria de los volúmenes pulmonares</b>
<b>? 25% compliancia</b>
<b>? 40% -60% CV y VEF1 (inmediato)</b>
<b>? 30% CRF (progresivo)</b>
<b>? ? Vc hasta zona de volumen de cierre</b>
<b>? abolición de la ventilación alveolar</b>
<b>? cortocircuito pulmonar</b>
<b>? HIPOXEMIA</b>

La capacidad residual funcional (CRF) queda invariablemente disminuida. Se reducen además la profundidad y la frecuencia de las respiraciones profundas espontáneas (suspiros). *Esta disminución de volúmenes pulmonares se incrementa progresivamente durante las primeras 24-48 horas del período postoperatorio inmediato.* El retorno a los valores preoperatorios se efectúa en 1-2 semanas.

No se observan modificaciones de los volúmenes pulmonares mobilizables tras cirugía periférica, lo que sugiere que las modificaciones de la mecánica respiratoria descritas no se hallan directamente relacionadas con el hecho anestésico, si no que dependerán sobre todo del tipo de cirugía efectuado. La cirugía laparoscópica entraña unas modificaciones menos intensas y de menor duración (Villalonga Vadell, 2004).

#### 7.3.1.2. Modificación del patrón respiratorio:

Existe así mismo una modificación del patrón respiratorio. El dolor posiblemente constituye la principal causa, de ahí todas las medidas tendientes a su abolición durante este período. El



volúmen minuto no se modifica, ya que se produce un incremento en la frecuencia respiratoria que tiende a compensar la disminución del volúmen corriente que se produce. La segunda modificación observada corresponde a las inspiraciones profundas o suspiros que se hallan abolidos. En sujetos normales se realizan periódicamente cada 6 minutos, que se comportan como un mecanismo de prevenir microatelectasias, evitando zonas pulmonares con baja relación V/Q. Durante el período postoperatorio inmediato, si existen, son frecuentes pero de una pequeña amplitud. Además, hay que tener en cuenta que desaparecen por completo tras la administración de morfina. Esta respiración monótona, poco profunda y sin suspiros conduce al colapso pulmonar y a una disminución del CRF (Villalonga Vadell, 2004).

<b>Modificaciones en el patrón respiratorio</b>
<b>? 20% VC</b>
<b>? 20% f</b>
<b>= V Min.</b>
<b>Abolición suspiros</b>
<b>? Trabajo musculatura respiratoria</b>
<b>? Fuerza diafragmática</b>

Los pequeños bronquios, de diámetro inferior a 1 mm., no poseen pared cartilaginosa. Su estabilidad se mantiene por el parénquima pulmonar subyacente.

*Si el volumen pulmonar disminuye por debajo de un determinado valor, se produce un cierre de los pequeños bronquios. El territorio alveolar situado por debajo de ellos permanecerá mal ventilado. Este volumen a partir del cual se produce el cierre de las vías aéreas se denomina “volumen de cierre” (Smetana, 2005). En un sujeto joven menor de 60 años, su valor será inferior a la CRF. Se produce incremento del mismo con la edad y el tabaquismo. En los pacientes con enfermedad obstructiva crónica (EPOC), la capacidad de cierre también está aumentada a causa de la menor recuperación elástica del pulmón.*



Hay que tener en cuenta además, que durante el período postoperatorio, la CRF disminuye por el efecto del decúbito supino, la existencia de distensión abdominal o de obesidad. La inhalación previa durante el acto anestésico de concentraciones elevadas de oxígeno, también produce cierre de vías al reabsorberse, las denominadas atelectasias de reabsorción. Todos estos factores conducirán a la aparición de colapso alveolar (Villalonga Vadell, 2004).

#### *7.3.1.3. Modificación del intercambio gaseoso:*

Las modificaciones antes descritas conducen tanto a la aparición de colapso alveolar como a una disminución de determinados territorios alveolares. *Si la perfusión en estos territorios se mantiene, la sangre de estos territorios alveolares no se oxigenará, creándose un cortocircuito derecha-izquierda intra pulmonar.* En los territorios menos ventilados, la oxigenación será parcial. *Estas modificaciones conducirán a la aparición de hipoxemia,* fenómeno constante en el período postoperatorio, siendo sistemático un descenso del 10% - 20% respecto a los valores basales tras cirugía abdominal y torácica. La importancia de esta hipoxemia, estará con relación a la disminución de la CRF y a los niveles respectivos de CRF y de volumen de cierre. Se recupera a los 8 – 10 días (Villalonga Vadell, 2004).

#### *7.3.1.4. Modificación de los mecanismos de defensa:*

Los mecanismos de defensa del pulmón frente a la inhalación de partículas o contra los agentes infecciosos se hallan modificados también durante el período postoperatorio. La tos es el primer y principal mecanismo de defensa, ya que a la vez produce una gran inspiración y una gran espiración. La capacidad de toser y eliminar secreciones se verá alterada por la reducción de la capacidad inspiratoria y de la capacidad de reserva espiratoria. La tos se halla inhibida durante este período por el dolor que produce.

La retención de secreciones incrementa las resistencias aéreas. Además, el exceso de secreciones produce obstrucción completa de algunas vías aéreas, lo que implica una disminución



de la compliancia pulmonar. Ambas condiciones juntas o por separado, incrementarán el trabajo respiratorio y aparece la sensación de ineficacia del esfuerzo inspiratorio, que se reconoce como disnea. *La obstrucción de vías aéreas conduce también a la aparición de alteraciones de la ventilación/perfusión, hipoxemia y facilita la sobreinfección respiratoria* (Smetana, 2005).

<b>Alteración de los mecanismos de defensa</b>
<b>? Tos</b>
<b>? Eliminación secreciones</b>
<b>? Resistencia vías aéreas</b>
<b>? ? compliancia pulmonar</b>
<b>? ? trabajo respiratorio</b>
<b>? Alteración ventilación/percusión</b>
<b>? Sobreinfección respiratoria</b>

#### *7.3.1.5. Disquinesia diafragmática:*

La modificación del patrón respiratorio antes mencionada se explicaría por una disminución del componente diafragmático abdominal, con reclutamiento de los músculos intercostales como manifestación de la disfunción diafragmática. Las medidas indirectas de la función diafragmática como son la presión transdiafragmática y las variaciones de volúmenes tanto abdominales como torácicos, demuestran dicha disfunción. Sin embargo, la electromiografía del diafragma no muestra disminución de la contractilidad del mismo y la estimulación frénica bilateral demuestra respuesta diafragmática normal, lo que confirma que la contractilidad diafragmática no sería la causa de la disfunción.

El mecanismo más probable para explicar dicha alteración sería la inhibición refleja de los impulsos frénicos, que parece no estar ligado al dolor, ya que estudios con analgesia con morfínicos vía peridural torácica demuestran que no se mejora la función diafragmática, aunque si hay un ligero incremento cuando se administran anestésicos locales por dicha vía.



Debe añadirse además que la presencia de íleo paralítico, presente siempre tras cirugía abdominal, limitará también la movilidad diafragmática.

Todas estas alteraciones llevarán a la aparición de las *principales complicaciones respiratorias postoperatorias*:

- Hipoxemia
- Atelectasias
- Sobreinfección respiratoria

Causantes de la morbi-mortalidad en estos pacientes si no se previenen y se tratan (Villalonga Vadell, 2004).

#### **7.4. Valoración de las Presiones Bucales: Presión Inspiratoria Máxima (Pimax) y Presión Espiratoria Máxima (Pemax)**

La capacidad de mantener la respiración espontánea está determinada principalmente por las capacidades y demandas ventilatorias. La capacidad de satisfacer demandas depende, por una parte, de la capacidad de sostener un esfuerzo a través del tiempo (endurance) y, por otra, de la fuerza muscular.

La activación máxima de la musculatura respiratoria requiere un esfuerzo voluntario importante.

En pacientes intubados y sometidos a ventilación mecánica no suele ser posible una completa colaboración en la realización de las maniobras de medida de fuerza muscular y en estos casos cualquier medida podría ser invalidada.

Puesto que los cambios de presión que tienen lugar en condiciones isométricas reflejan cambios en la presión pleural, así como en la presión alveolar, las presiones máximas generadas contra una vía aérea ocluida reflejan la fuerza inspiratoria y espiratoria.

##### **7.4.1. Presión Inspiratoria Máxima (Pimax):**



Es una de las formas más sencillas de evaluar la función de los músculos inspiratorios. Se mide solicitando al paciente una inspiración forzada contra un circuito ocluido. Con esto se consigue que la presión en la boca sea igual a la alveolar. Esta presión es reflejo de la pleural y esta última de la fuerza muscular inspiratoria. Esta maniobra se realiza habitualmente desde volumen residual (VR). Valores por debajo del 50% del valor de referencia indican disfunción muscular (debilidad o fatiga). Entre el 50 y el 75% del valor de referencia existe un área de indefinición, y un valor superior al 75% del de referencia puede considerarse normal (Agusti, 1995).

El valor normal de la Pimax oscila entre 75 y 100 cmH<sub>2</sub>O, aunque valores alrededor de 20 cm de agua son suficientes para mantener una ventilación mínima (De Vito AAMR).

#### 7.4.2. Presión Espiratoria Máxima (Pemax):

Refleja la fuerza de los músculos espiratorios. Se mide solicitando al paciente una espiración forzada desde capacidad pulmonar total (CPT). Los valores normales también se sitúan por encima del 75% del valor de referencia. Constituye uno de los determinantes de la efectividad de la tos (Agusti, 1995).

La tos efectiva requiere de valores superiores a 40 cmH<sub>2</sub>O para causar compresión dinámica de la vía aérea y altos flujos espiratorios (De Vito AAMR)

Así mismo, por medio de un balón colocado en el tercio inferior del esófago se determinó el delta de presión que se debe generar en el mismo, para provocar una tos efectiva. Su valor fue de aproximadamente 100 a 120 cmH<sub>2</sub>O (Arata A.).

*Valores de Referencia para Pimax y Pemax según Black y Hyatt:*

	PRESIÓN INSPIRATORIA MÁXIMA (PIMAX)	PRESIÓN ESPIRATORIA MÁXIMA (PEMAX)
Varones	143 – 0.55 x edad	268 – 1.03 x edad
Mujeres	104 – 0.51 x edad	170 – 0.53 x edad



Morales Marin, Pilar ya en 1989, en la Universidad de Valencia, y en el Hospital de la Fe de Valencia y en el Hospital de la Santa Pau de Barcelona, realiza el “estudio de la Presión Inspiratoria Máxima y de la Presión Espiratoria Máxima en adultos sanos. Obtención de los valores de referencia”. Cuyo resumen es el siguiente:

“Las presiones respiratorias estáticas máximas, proporcionan un buen índice clínico de la fuerza muscular respiratoria. la necesidad de contar con tablas y ecuaciones predictivas de normalidad en la población autóctona, motiva la justificación de este estudio: la determinación de los valores de referencia para la Presión Inspiratoria Máxima (Pimax) y la Presión Espiratoria Máxima (Pemax) en la población adulta del área metropolitana de valencia y el establecimiento de limites de referencia para su utilización clínica. Se reunieron 264 voluntarios sanos, 129 hombres y 135 mujeres entre 18 y 83 años de edad, no fumadores y que cumplían los criterios de salud establecidos mediante un cuestionario clínico y la exploración física y funcional respiratoria rutinaria. la medida de la Pimax y la Pemax se efectuó mediante un transductor de presión de cuarzo, un amplificador de señal y un registrador, desde la posición de espiración e inspiración máxima respectivamente. las ecuaciones obtenidas fueron: hombres: Pimax:  $133,07 - 1,03 \times \text{edad} + 3,59 \times \text{peso}$ , Pemax:  $263,12 - 1,31 \times \text{edad}$ ; mujeres: Pimax:  $125,18 - 0,64 \times \text{edad}$ , Pemax:  $111,23 - 0,57 \times \text{edad} + 0,65 \times \text{peso}$  valor percentil 5: Pimax: hombres 71,1; mujeres 57,4. Pemax: hombres 117,6; mujeres 84,7. los valores se expresan en  $\text{cmH}_2\text{O}$  y la pimax con signo negativo. las características de la muestra de referencia, los resultados del control de calidad de las lecturas, la bondad del ajuste matemático y la comparación de otros modelos de ecuación, permiten proponer estas ecuaciones para su utilización clínica en nuestro área geográfica”.

Otro estudio, realizado por Aguilar Bargallo, Xavier en 1992, en la Universidad Autónoma de Barcelona, “Aspectos metodológicos y clínicos de la medida de las presiones respiratorias en boca”. Determine que la medición de la Presión Inspiratoria Máxima (Pimax) y de la Presión



Espiratoria Máxima (Pemax) nos informa sobre la fuerza muscular ventilatoria. en esta tesis se analizan varios aspectos metodológicos y clínicos de esta técnica funcional respiratoria. En cuanto a los aspectos metodológicos demostramos que en sujetos sanos el cambio postural, el cambio en el orden de realización de la Pimax y Pemax, y la variación horaria no influyen en los resultados obtenidos. Asimismo, la sujeción labial mejora la maniobra de la Pemax, ya que disminuye las fugas de aire alrededor de la boquilla.

#### 7.4.3. Mecanismo de la Tos:

La tos es un acto reflejo, que también puede ser provocado voluntariamente; provoca la salida de aire a gran velocidad y presión, arrastrando el exceso de moco, o cualquier materia extraña o partícula depositada en los bronquios o tráquea, manteniendo así las vías aéreas de los pulmones libres (Daniels- Worthingham's, 2002).

El mecanismo de la tos está regulado por un centro nervioso específico, situado en el bulbo raquídeo.

La tos es una maniobra esencial para mantener la permeabilidad de las vías aéreas y despejar el árbol bronquial y la faringe cuando se acumulan las secreciones. La tos puede ser refleja o bien una respuesta voluntaria a una irritación de las terminaciones nerviosas conocidas como *receptores* de la tos que se encuentran en las vías respiratorias superiores e inferiores. Los receptores de la tos se concentran especialmente dentro de la garganta y los puntos de ramificación más importantes de las vías respiratorias. Sin embargo, también se encuentran en los *senos paranasales*, los *canales auditivos*, los *tímpanos*, el *esófago*, el *abdomen* e incluso en las envolturas del corazón (*pericardio*) y de los pulmones (*pleuras*).

Estos receptores de la tos pueden irritarse por diversos mecanismos, incluyendo: estímulos mecánicos, como la presión; por la irritación causada por contaminantes químicos presentes en el aire (como ozono o dióxido de sulfuro); ó por la respuesta inflamatoria a los agentes causantes de



alergias (*alérgenos*) o por infecciones tales como un resfriado u otro virus (Ganon, 1998). Al ser estimulados estos receptores, se envía un mensaje a través de la vía sensitiva mediante los nervios glossofaríngeo y vago, hasta el fascículo solitario del bulbo, de donde parten los impulsos motores que inervan los músculos de la faringe, paladar, lengua, laringe, los músculos de la pared torácica, abdominal y el diafragma para que se contraigan. Este proceso inicia la tos. Aunque la tos es básicamente un reflejo, también puede producirse o inhibirse voluntariamente.

La tos se desarrolla en tres fases que se suceden rápidamente:

1. Inspiración o Carga: se efectúa una inspiración profunda y se cierra la glotis (abertura superior de la laringe).
2. Compresión: se contraen los músculos respiratorios (encargados de expulsar el aire durante la respiración), manteniéndose la glotis cerrada; de este modo, se aumenta la presión del aire contenido en los pulmones.
3. Expulsión o Espiración Forzada: la glotis se abre bruscamente, produciendo un sonido característico por la expulsión a gran velocidad de aire, que arrastra al exterior el contenido de las vías respiratorias (secreciones de la mucosa bronquial, sangre, humo, polvo, cuerpos extraños inhalados, etc.) (Daniels- Worthingham's, 2002).

### **7.5. Kinesioterapia Respiratoria**

La Tos Asistida o Kinésica consiste en la enseñanza o reeducación de la tos acompañada de manipulaciones (vibraciones, percusiones, compresiones enérgicas) realizadas sobre la pared torácica; con el objeto de movilizar las secreciones desde las segmentaciones broncopulmonares distales hasta los grandes bronquios, y provocar su desprendimiento para una expulsión efectiva.

El paciente debe realizar lentamente la inspiración, dando lugar a que se contraigan preferentemente el diafragma y los músculos intercostales inferiores, es decir, ampliando la



expansión basal costal. Luego, realiza la espiración en 2 (dos) fases: exhala brevemente el aire en forma suave (de preferencia, chistando) y, prosigue con una brusca y corta espiración (tosido).

En el proceso, la lengua debe estar en el piso de la boca, por detrás de los dientes, para colaborar mejor en el cierre de la glotis. Si el individuo saca la lengua para toser a través de los labios, la corriente aérea que sale expedida violentamente se vería dificultada, sin llegar al debido arrastre de las secreciones. Los labios, a su vez, se colocan como si fueran a pronunciar la letra “O”, y así permitir una óptima expulsión aérea. La glotis debe permanecer como si se pronunciara la letra “K” y la cabeza debe estar ligeramente inclinada hacia delante. Para asistir al *acto de toser*, se insiste en la *contracción enérgica de los músculos abdominales*.

Es necesario que la tos nazca desde el fondo de la garganta y no sea realizada superficialmente (como si se intentara producir un aclaramiento de la garganta).

Se debe evitar que luego del acto tusígeno suceda un esfuerzo inspiratorio máximo.

Asimismo, vale mencionar que el esfuerzo intenso para toser frenéticamente, sólo conduce a una tos ineficaz, por provocar colapso en las vías aéreas debido al brusco aumento en la presión intratorácica. Existen pacientes, que a pesar de tener secreciones, temen eliminarlas por medio de la tos a causa de la disnea que luego les aparece. Esto se soluciona, adoptando durante el acceso, el tipo respiratorio expuesto (Ganon, 1998).

La expectoración o esputo es el producto expulsado con la tos. Su origen y composición son diversos. Es índice de múltiples afecciones del Aparato Respiratorio y aun de enfermedades extra-respiratorias, que ocasionalmente se abren camino a través del árbol bronquial; por ejemplo, el absceso subfrénico fistulizado en un bronquio.

#### 7.5.1. Patrones Musculares Respiratorios (PMR):

D'Erenne y colaboradores demostraron que durante una inspiración lenta, cada región pulmonar es insuflada, dependiendo del tipo respiratorio utilizado.



La distribución de la ventilación puede ser alterada por contracciones selectivas de los diferentes músculos inspiratorios, como así también, por el gradiente que provoca la presión intrapleurales (cuyos cambios fueron mostrados por Roussos).

La distribución intrapulmonar del gas inspirado puede ser sensible a las alteraciones de la caja torácica. Los patrones voluntarios específicos de los músculos respiratorios, sustancialmente producen cambios en la distribución regional del gas inhalado.

*La función pulmonar y el intercambio gaseoso pueden ser incrementados por el aumento del Volumen Corriente y el entrenamiento de pacientes estimulados a respirar mayores volúmenes pulmonares, lo cual conduce a la apertura de las vías aéreas.*

*El propósito de este tipo de ejercicios respiratorios –patrones musculares- es modificar el volumen y profundidad respiratorios, bajo control voluntario y luego automático, con una consecuente distribución selectiva y efectiva (Cuello, 1987).*

Alfredo Cuello y su equipo de colaboradores, pudieron comprobar la eficiencia de algunos patrones de ventilación en la terapéutica de diversas enfermedades respiratorias. En los Patrones Respiratorios testeados quedó comprobada la veracidad con el que el individuo puede, con control voluntario, distribuir selectivamente el flujo aéreo con repercusión notoria en su función respiratoria.

El uso del Patrón Respiratorio de Sollozo Inspiratorio (SI) en pacientes con las características anteriormente mencionadas, tiene como objetivo, que los mismos pacientes ejecuten el ciclo ventilatorio con menor gasto de energía y buen nivel de ventilación.

Sollozo Inspiratorio (S.I): Deben realizarse 3 (tres) inspiraciones consecutivas y cortas, hechas por vía nasal, hasta llegar a la Capacidad Inspiratoria Máxima (CIM). Seguidamente se realiza una espiración bucal con seseo.



Cuello demostró que utilizando el Patrón Respiratorio de Sollozo Inspiratorio es posible expandir las *zonas basales* del pulmón, incrementando la Capacidad Pulmonar Total y el Volumen de Reserva Inspiratoria (Cuello, 1987).

Capacidad Residual Funcional (C.R.F): Se comienza con una espiración tranquila hasta el nivel de reposo espiratorio y se continúa con una inspiración movilizand o el mismo volumen de aire.

### **7.6. Valoración del Nivel de Conciencia**

Para determinar el nivel de conciencia se utiliza la Escala de Coma de Glasgow GCS), ya que es el sistema de categorización más aceptado y útil según Crenshaw (Crenshaw, 1993).

Esta escala diseñada por Teasdale y Jennet se extiende de 3 a 15 puntos y ha sido concebida para evaluar la gravedad del coma y la alteración de la conciencia luego de una lesión encefálica traumática y para controlar a los pacientes con Traumatismos Encéfalo-craneano Grave dentro de los tres primeros días después de la lesión.

Se le atribuye un valor numérico a tres clases de reacciones (apertura ocular, reactividad verbal y reactividad motora).

Los valores de los tres indicadores se suman y dan el resultado en la escala de Glasgow. El nivel normal es 15 (4 + 5 + 6) que corresponde a un individuo sano. El valor mínimo es 3 (1 + 1 + 1).

La puntuación obtenida es empleada para determinar estado clínico del paciente, pronóstico, indicaciones terapéuticas y realizar un seguimiento del estado neurológico. Cuando se emplea en un paciente con trauma craneoencefálico (TCE) se puede clasificar como:

- TCE Leve.... 13-15 puntos
- TCE Moderado.... 9-12 puntos
- TCE Severo.... 8 puntos o menos (requiere intubación).



**Escala de Glasgow:**

Apertura Ocular	Respuesta Motora	Respuesta Verbal
<b>4 espontánea</b>	<b>6 obedece</b>	<b>5 orientada</b>
<b>3 a la orden</b>	<b>5 localiza el dolor</b>	<b>4 confusa</b>
<b>2 al dolor</b>	<b>4 retira ante el dolor</b>	<b>3 inapropiada</b>
<b>1 sin respuesta al dolor</b>	<b>3 flexiona ante el dolor</b>	<b>2 incomprensible</b>
	<b>2 extiende ante el dolor</b>	<b>1 sin respuesta</b>
	<b>1 sin respuesta</b>	

**7.7. Sistema de clasificación de severidad de enfermedad: APACHE II**

El APACHE II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation) es uno de los sistemas más frecuentemente utilizados para cuantificar la gravedad de un paciente con independencia del diagnóstico. En base a este Score podemos predecir la evolución de los pacientes por medio de una cifra objetiva (Firman, 2003).

Variables fisiológicas	Rango elevado					Rango Bajo			
	+4	+3	+2	+1	0	+1	+2	+3	+4
Temperatura rectal (Axial +0.5°C)	<sup>3</sup> 41°	39-40,9°		38,5-38,9°	36-38,4°	34-35,9°	32-33,9°	30-31,9°	£ 29,9°
Presión arterial media (mmHg)	<sup>3</sup> 160	130-159	110-129		70-109		50-69		£ 49
Frecuencia cardíaca (respuesta ventricular)	<sup>3</sup> 180	140-179	110-139		70-109		55-69	40-54	£ 39
Frecuencia respiratoria (no ventilado o ventilado)	<sup>3</sup> 50	35-49		25-34	12-24	10-11	6-9		£ 5
<b>Oxigenación :</b> <b>Elegir a o b</b> a. Si FiO <sub>2</sub> <sup>3</sup> 0,5 anotar P A-aO <sub>2</sub> b. Si FiO <sub>2</sub> < 0,5 anotar PaO <sub>2</sub>	<sup>3</sup> 500	350-499	200-349		< 200 > 70	61-70		55-60	<55
pH arterial (Preferido)	<sup>3</sup> 7,7 <sup>3</sup> 52	7,6-7,59		7,5-7,59 32-40,9	7,33-7,49		7,25-7,32	7,15-7,24	<7,15 <15
HCO <sub>3</sub> sérico (venoso mEq/l)		41-51,9			22-31,9		18-21,9	15-17,9	



Sodio Sérico (mEq/l)	<sup>3</sup> 180	160-179	155-159	150-154	130-149		120-129	111-119	£ 110
Potasio Sérico (mEq/l)	<sup>3</sup> 7	6-6,9		5,5-5,9	3,5-5,4	3-3,4	2,5-2,9		<2,5
Creatinina sérica (mg/dl) Doble puntuación en caso de fallo renal agudo	<sup>3</sup> 3,5	2-3,4	1,5-1,9		0,6-1,4		<0,6		
Hematocrito (%)	<sup>3</sup> 60		50-59,9	46-49,9	30-45,9		20-29,9		<20
Leucocitos (Total/mm3 en miles)	<sup>3</sup> 40		20-39,9	15-19,9	3-14,9		1-2,9		<1
Escala de Glasgow Puntuación=15-Glasgow actual									
A. APS (Acute Physiology Score) Total: Suma de las 12 variables individuales									
B. Puntuación por edad (£44 = 0 punto; 45-54 = 2 puntos; 55-64 = 3 puntos; 65-74 = 5 puntos; >75 = 6 puntos)									
C. Puntuación por enfermedad crónica (ver más abajo)									
Puntuación APACHE II (Suma de A+B+C)									

Puntuación por enfermedad crónica: Si el paciente tiene historia de insuficiencia orgánica sistémica o está inmunocomprometido, corresponde 5 puntos en caso de postquirúrgicos urgentes o no quirúrgicos, y 2 puntos en caso de postquirúrgicos de cirugía electiva.

Definiciones: Debe existir evidencia de insuficiencia orgánica o inmunocompromiso, previa al ingreso hospitalario y conforme a los siguientes criterios:

- Hígado: Cirrosis (con biopsia), hipertensión portal comprobada, antecedentes de hemorragia gastrointestinal alta debida a HTA portal o episodios previos de fallo hepático, encefalohepatopatía, o coma.
- Cardiovascular: Clase IV según la New York Heart Association
- Respiratorio: Enfermedad restrictiva, obstructiva o vascular que obligue a restringir el ejercicio, como por ej. incapacidad para subir escaleras o realizar tareas domésticas; o hipoxia



crónica probada, hipercapnia, policitemia secundaria, hipertensión pulmonar severa (>40 mmHg), o dependencia respiratoria.

- Renal: Hemodializados.
- Inmunocomprometidos: que el paciente haya recibido terapia que suprima la resistencia a la infección (por ejemplo inmunosupresión, quimioterapia, radiación, tratamiento crónico o altas dosis recientes de esteroides, o que padezca una enfermedad suficientemente avanzada para inmunodeprimir como por ej. leucemia, linfoma, SIDA).

Interpretación del Score:

Puntuación	Mortalidad (%)
0-4	4
5-9	8
10-14	15
15-19	25
20-24	40
25-29	55
30-34	75
>34	85

### **7.8. Asistencia kinésica**

La rehabilitación ha sido definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como el conjunto coordinado de medidas médicas, sociales, educativas y profesionales destinadas a restituir al paciente la mayor capacidad posible (Cuello, 1980).

Para el Colegio Americano de Neumólogos, la Rehabilitación Respiratoria en la que la Fisioterapia desempeña un papel decisivo, se define como: “La rama de la práctica médica en la que se formula un programa multidisciplinario adaptado a cada individuo, el cual mediante un diagnóstico, una terapia y un apoyo educacional y emocional, estabiliza o invierte tanto la fisiopatología como la psicopatología de la enfermedad pulmonar” (Gonzales Mas, 1997).

Hoy en día, la Fisioterapia constituye una ayuda imprescindible en el proceso de



Rehabilitación Respiratoria, y resulta un coadyuvante terapéutico ideal, al ser ejecutada por el mismo paciente. La American Thoracic Society indica que la Fisioterapia Respiratoria pretende aliviar todo lo posible los síntomas y complicaciones pulmonares, así como enseñar al paciente a conseguir la máxima capacidad para sus actividades de la vida diaria.

*La dinámica del trabajo respiratorio se ve afectada en los pacientes con Traumatismo de Tórax, presentando una alteración de la mecánica del tipo restrictivo.* Estos trastornos se caracterizan por un aumento del requerimiento energético para superar el retroceso elástico del pulmón o de las estructuras torácicas, a cualquier ventilación dada (Krusen-Kottke-Lehmann, 1997). La pérdida de la integridad de la caja torácica conduce a un defecto mecánico y tiende a impedir o restringir la ventilación.

El *Dolor* constituye un escollo indefectible para el logro de una ventilación adecuada.

Usualmente, el paciente tiende a inmovilizar las zonas afectadas produciendo una respiración superficial, que junto a la inhibición voluntaria de la tos, dificulta la eliminación de secreciones bronquiales y ocluye los bronquios (tapones mucosos); produciéndose entonces, zonas pulmonares anematóxicas (atelectasias) y focos neumónicos o neumoníticos.

El propio traumatismo y/o los procedimientos médico-quirúrgicos para resolver la afección (Avenamiento Pleural, Toracotomías) implican una agresión de los músculos torácicos (intercostales, escapulares) y de los filetes nerviosos del tórax, que producen Dolor a nivel de las articulaciones costales y escápulo-humeral.

La aparición de lesiones orgánicas específicas como las fracturas costales o las lesiones pleurales *-lesiones intratorácicas concomitantes del trauma del tórax-* ya sea, hemotórax, neumotórax o hemonemotórax, producen pérdida de la elasticidad toracopulmonar y, ergo, disminuyen la efectividad del proceso ventilatorio.



En los casos de hemotórax, que es la manifestación más frecuente de las lesiones intratorácica de origen traumático, la acumulación de sangre en la cavidad pleural origina un síndrome compresivo (Alejandre y cols., 1996).

En el neumotórax, que muchas veces esta asociado al hemotórax (hemoneumotórax), la elasticidad pulmonar se encuentra disminuida a causa del aumento de la presión intrapleural; que al estar igualada con la presión atmosférica, produce un impedimento en la distensión pulmonar. El descubierta que presenta la elasticidad toracopulmonar determina un aumento del volumen torácico, un aumento de la presión intrapleural, como así también, una disminución de la Compliance Pulmonar.

Teniendo en cuenta las características y circunstancias que padecen los pacientes con esta afección, para la realización de nuestro trabajo investigativo hemos elegido racionalmente como abordaje Kinesioterápico integral de pacientes con trauma de tórax, cirugía torácica y neumotórax espontáneo avenado, la conjunción de 3 (tres) prácticas Kinésicas determinadas: *Patrón Respiratorio de Sollozo Inspiratorio*, *CRF (Capacidad residual funcional)* y *Sedestación Precoz*.



## 8. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

### 8.1. *Diseño Metodológico*

Trabajo de campo de tipo experimental

Prospectivo

Cuantitativo

### 8.2. *Área de estudio.*

La investigación se desarrolló en el Hospital de Emergencias Dr. Clemente Álvarez (HECA) de la ciudad de Rosario, Santa fe, Argentina, durante los meses de Mayo de 2008 a Enero de 2009.

Es un centro de alta complejidad que ingresa pacientes con patologías agudas y derivadas de emergencia y trauma.

Su modalidad de atención está organizada en cuidados progresivos:

1. *Área de cuidados críticos polivalente (A.C.C):* 40 (cuarenta) camas:

a) Unidad de Terapia Intensiva (U.T.I): 24 (veinticuatro) camas, (18 camas para cuidados generales, 5 para cuidados especiales- inmunodeprimidos, unidad de trasplantes, recuperación cardiovascular o diálisis de agudos- y 1 sala de procedimientos dentro de la unidad de cuidado crítico).

b) Unidad de Cuidados Coronarios (U.C.C): 10 (diez) camas.

c) Quemados: 6 (seis) camas.

2. *Área de cuidados intermedios (A.C.I):* 56 (cincuenta y seis) camas.

3. *Área de cuidados generales (A.C.G):* 59 (cincuenta y nueve) camas.

Totalidad de camas disponibles: 155 (ciento cincuenta y cinco) camas.

### 8.3 *Universo*

Todos los pacientes que ingresaron con trauma de Tórax, Cirugía de Tórax y Neumotórax espontáneo avenado, del mes de junio a diciembre de 2008 (34 pacientes).



#### **8.4 Muestra**

De los 34 pacientes que conformaron el universo, 11 (once) obitaron en el A.E.P y 4(cuatro) en U.T.I. Quedando la muestra conformada por 19 (diecinueve) pacientes.

#### **8.5 Métodos y procedimientos**

Se procederá a la descripción de las actividades realizadas en el trabajo de campo.

- ◆ Supervisión diaria de las siguientes salas (para la selección de los pacientes que se incluyeran en la Muestra): A.E.P., U.C.C., U.C.I., y consulta con los cirujanos para la identificación de los pacientes que cumplieran los criterios de inclusión.

- ◆ Selección del paciente y recolección de los datos concernientes a la planilla A (véase Anexo).

- ◆ Presentación ante el paciente, como personal del Servicio de Kinesiología y Fisiatría del Hospital, explicación a cerca de la terapia a realizar y de los beneficios e importancia de la misma.

- ◆ Seguimiento diario a cada paciente incluido en la Muestra:

- Lectura de la Historia Clínica: evolución Clínica y Quirúrgica.

- Atención kinésica de toilette respiratoria (nebulización, presión/descompresión, vibración y tos kinésica) en caso de ser necesario.

- Obtención de la primera medición de la Pimax y Pemax que surge del mayor valor corroborado luego de tres pruebas realizadas reiteradamente con el Manómetro. Datos volcados en la planilla “B” (véase Anexo). Las siguientes mediciones de los valores de Pimax y Pemax se tomaron cada tres días dependiendo de la evolución del paciente y el alta kinésica. Datos volcados en la planilla “B”.

- Implementación de los P.M.R en sesiones diarias, de C.R.F y de S.I, mediante 3 (tres) series de 3(tres) min. de trabajo con 2 (dos) min. de pausa, para cada patrón.



- Obtención de la medición final de la Pimax y Pemax con la misma metodología. Datos volcados en la planilla “C”.

#### **8.5.1 Observaciones:**

- Si el paciente requirió Asistencia Respiratoria Invasiva (ARM), la primera medición de Pimax y Pemax se tomó cuando el paciente fue extubado.

- Desde que el paciente inició la sedestación las mediciones de Pimax y Pemax y los dispositivos de intervención se realizaron en dicha posición.

#### **8.6 Dispositivos de intervención**

- Auscultación respiratoria
- Toilette bronquial
- Medición de la Pimax y Pemax
- Patrones musculares respiratorios de S.I y C.R.F.

#### **8.7 Instrumentos**

##### **8.7.1 De recolección de datos**

- Ficha de recolección de datos (Planilla A, Planilla B, planilla C) (Ver Anexo)

##### **8.7.2 Técnicos**

- Estetoscopio
- Manómetro Pressure Gauge Positivo/Negativo.

#### **8.8 Cronograma de actividades**

A través del siguiente *Cronograma de actividades* se detallan los tiempos de cada etapa y fases del proceso de la investigación.



<b>Cronogramas de Actividades</b>									
<b>2008</b>								<b>2009</b>	
<b>Activ.</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>
<b>1</b>	X								
<b>2</b>		X							
<b>3</b>			X	X	X	X			
<b>4</b>							X		
<b>5</b>								X	X

- 1- Formulación del Proyecto – Recopilación bibliográfica.
- 2- Validación del instrumento de evaluación.
- 3- Desarrollo de la investigación
- 4- Análisis de los resultados obtenidos y desarrollo de conclusiones.
- 5- Elaboración y entrega del informe final.

### **8.9 Análisis estadístico**

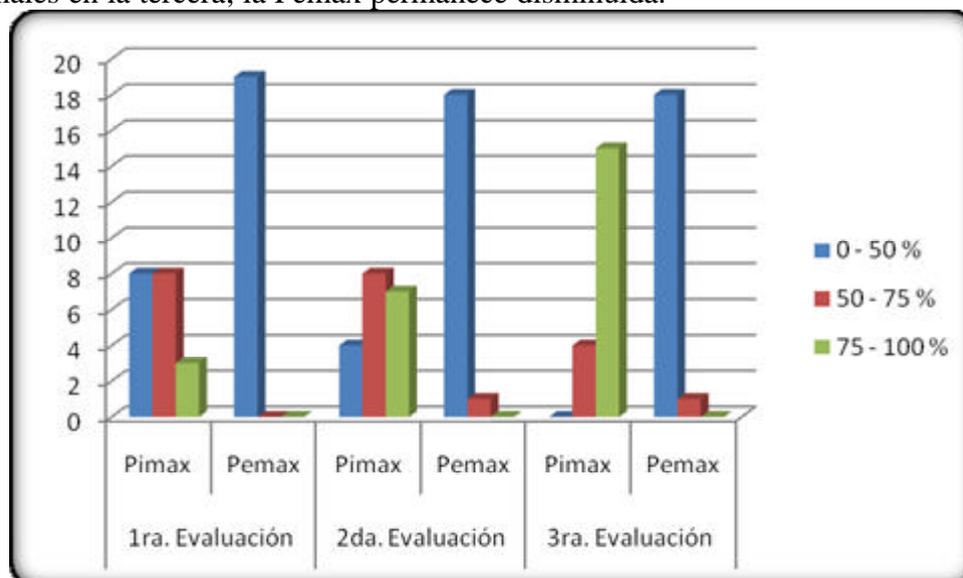
Para describir las variables se utilizaron tablas y gráficos de tipo barra y torta. El análisis estadístico de los datos se procesó a través del programa de Microsoft Office y Microsoft Excel 2007.

## 9. RESULTADOS

### 1. Comportamiento de los valores de Pimax y Pemax , en relación a los Valores de Referencia según Black y Hyatt

	1ra. Evaluación		2da. Evaluación		3ra. Evaluación	
	Pimax	Pemax	Pimax	Pemax	Pimax	Pemax
0 - 50 %	8	19	4	18	0	18
50 - 75 %	8	0	8	1	4	1
75 - 100 %	3	0	7	0	15	0

**Tabla 1:** La tabla muestra disminución de la Pimax en la primera evaluación y valores normales en la tercera; la Pemax permanece disminuída.

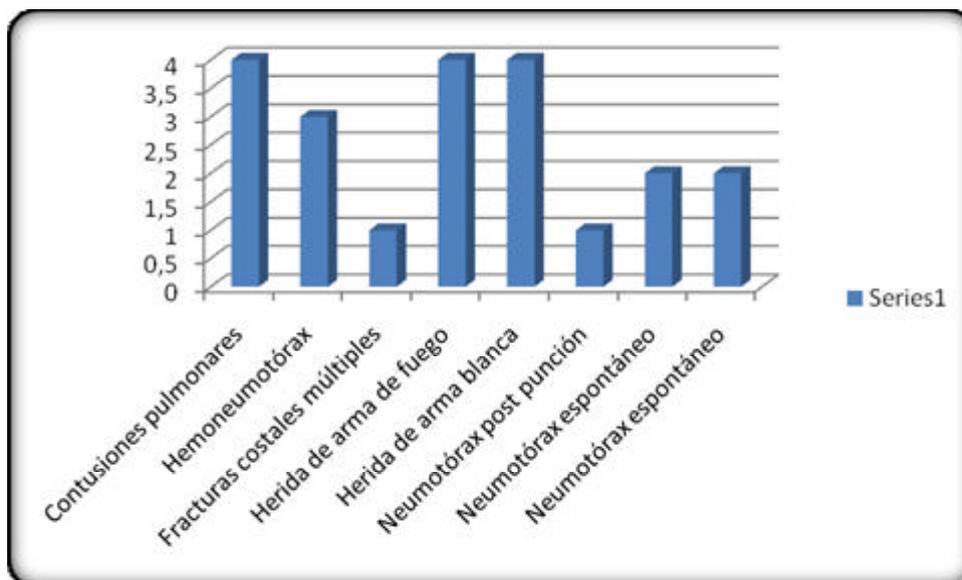


**Gráfico 1:** Comportamiento y evolución de la Pimax y la Pemax en relación a los valores de referencia de Black y Hyatt.

### 2. Identificación de diagnósticos:

DIAGNÓSTICO	CANTIDAD
Contusiones pulmonares	4
Hemoneumotórax	3
Fracturas costales múltiples	1
Herida de arma de fuego	4
Herida de arma blanca	4
Neumotórax post punción	1
Neumotórax espontáneo	2
Neumotórax espontáneo	2

**Tabla 2:** Datos de identificación de Diagnósticos en relación a la totalidad de pacientes.

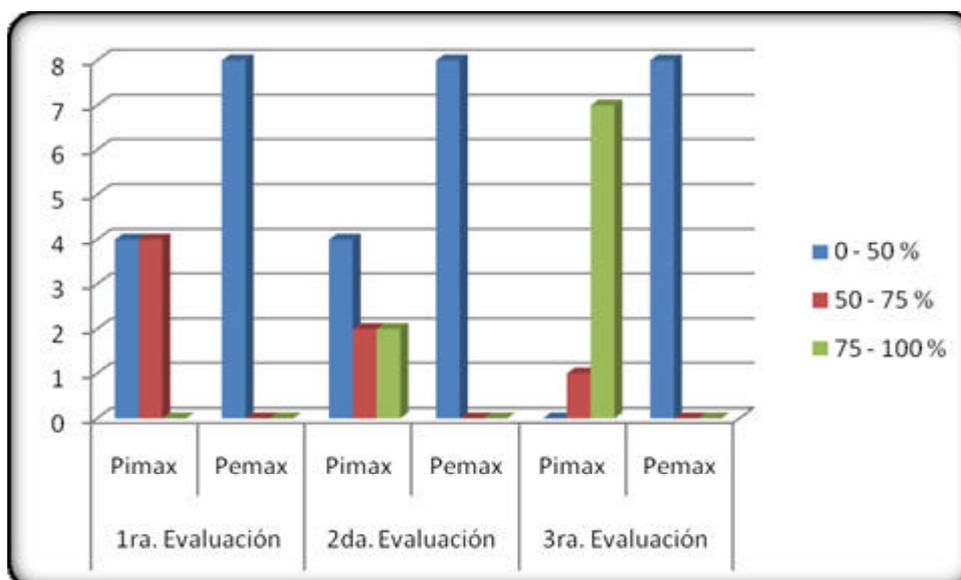


**Gráfico 2:** Diagnósticos identificados en función a la cantidad de pacientes

3. Comportamiento de Pimax y Pemax, en relación a valores de referencia, en pacientes con trauma de tórax cerrado:

	1ra. Evaluación		2da. Evaluación		3ra. Evaluación	
	Pimax	Pemax	Pimax	Pemax	Pimax	Pemax
0 - 50 %	4	8	4	8	0	8
50 - 75 %	4	0	2	0	1	0
75 - 100 %	0	0	2	0	7	0

**Tabla 3:** Comportamiento de Pimax y Pemax en pacientes con trauma de tórax cerrado.

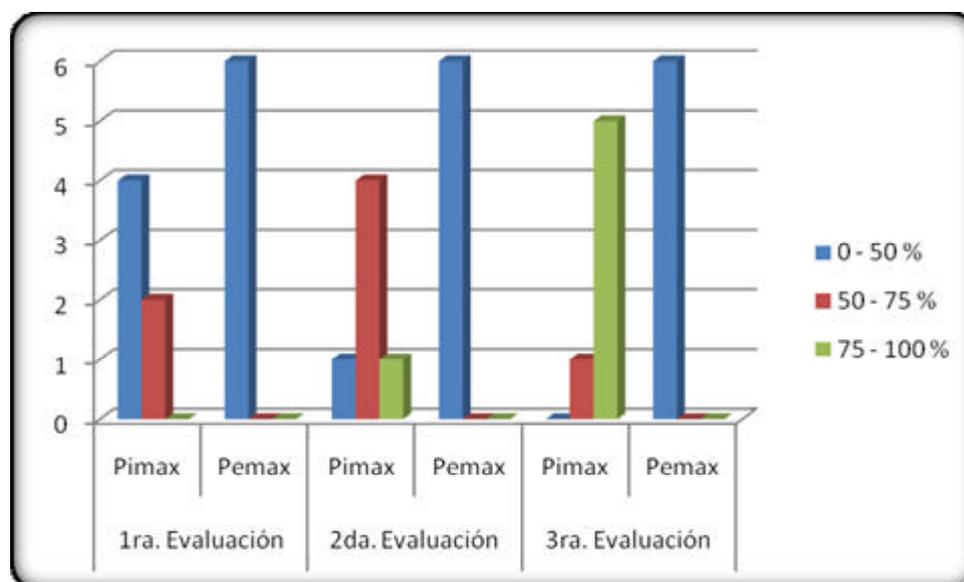


**Gráfico 3:** Evolución en las mediciones de Pimax y Pemax en pacientes con trauma de tórax cerrado.

4. Comportamiento de Pimax y Pemax, en relación a valores de referencia, en pacientes con trauma de tórax abierto:

	1ra. Evaluación		2da. Evaluación		3ra. Evaluación	
	<i>Pimax</i>	<i>Pemax</i>	<i>Pimax</i>	<i>Pemax</i>	<i>Pimax</i>	<i>Pemax</i>
0 - 50 %	4	6	1	6	0	6
50 - 75 %	2	0	4	0	1	0
75 - 100 %	0	0	1	0	5	0

**Tabla 4:** Comportamiento de Pimax y Pemax en pacientes con trauma de tórax abierto.

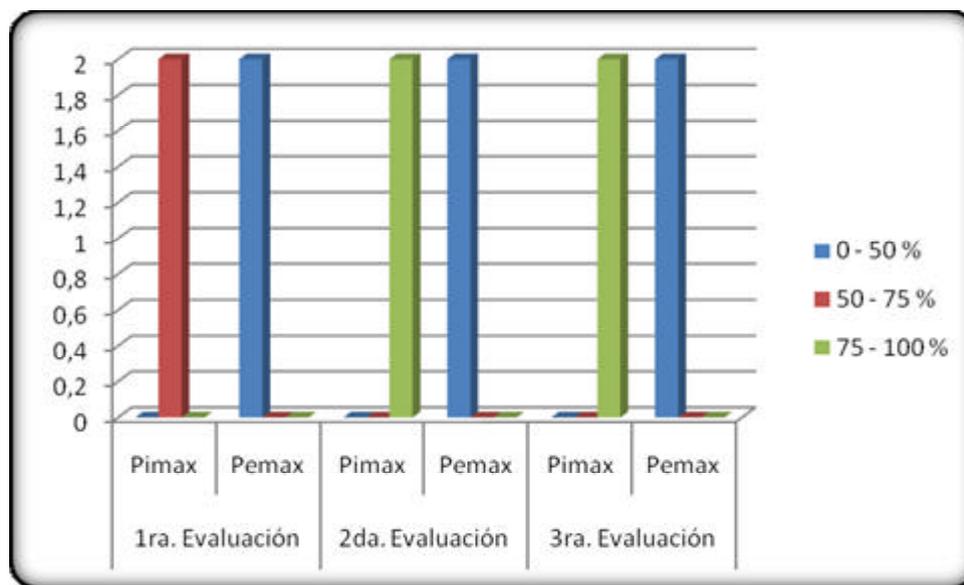


**Gráfico 4:** Evolución en las mediciones de Pimax y Pemax en pacientes con trauma de tórax cerrado.

5. Comportamiento de Pimax y Pemax, en relación a valores de referencia, en pacientes sometidos a toracotomía antero-lateral:

	1ra. Evaluación		2da. Evaluación		3ra. Evaluación	
	<i>Pimax</i>	<i>Pemax</i>	<i>Pimax</i>	<i>Pemax</i>	<i>Pimax</i>	<i>Pemax</i>
0 - 50 %	0	2	0	2	0	2
50 - 75 %	2	0	0	0	0	0
75 - 100 %	0	0	2	0	2	0

**Tabla 5:** Comportamiento de Pimax y Pemax en pacientes sometidos a toracotomía antero-lateral.

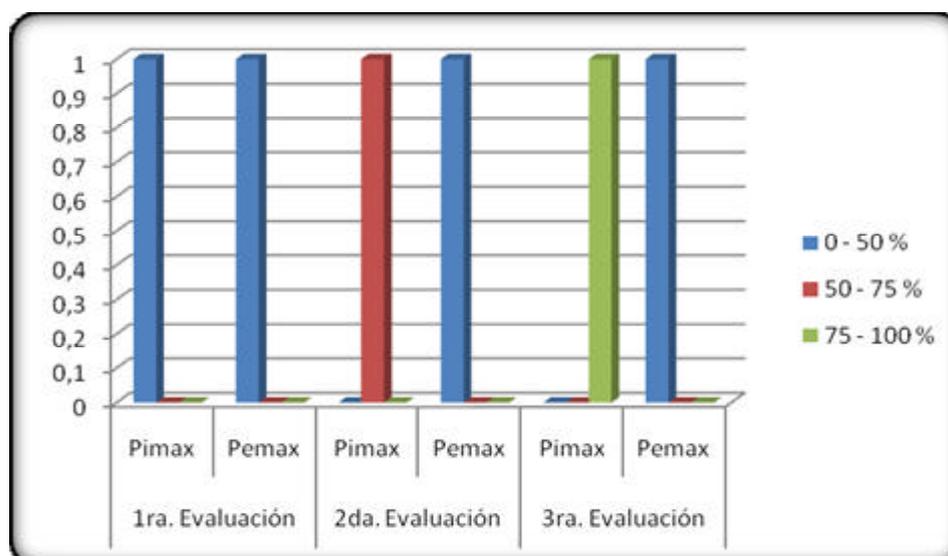


**Gráfico 5:** Evolución en las mediciones de Pimax y Pemax en pacientes sometidos a toracotomía antero-lateral.

**6. Comportamiento de Pimax y Pemax, en relación a valores de referencia, en paciente sometido a esternolaparotomía:**

	1ra. Evaluación		2da. Evaluación		3ra. Evaluación	
	<i>Pimax</i>	<i>Pemax</i>	<i>Pimax</i>	<i>Pemax</i>	<i>Pimax</i>	<i>Pemax</i>
0 - 50 %	1	1	0	1	0	1
50 - 75 %	0	0	1	0	0	0
75 - 100 %	0	0	0	0	1	0

**Tabla 6:** Comportamiento de Pimax y Pemax en paciente sometido a esternolaparotomía.

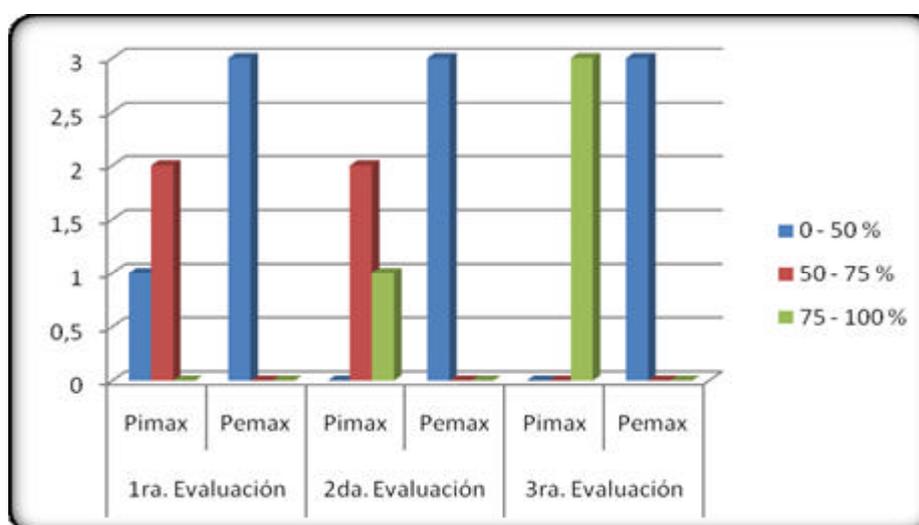


**Gráfico 6:** Evolución en las mediciones de Pimax y Pemax en paciente sometido a esternolaparotomía.

**7. Comportamiento de Pimax y Pemax, en relación a valores de referencia, en pacientes sometidos a frenorrafia por lesión diafragmática asociada:**

	1ra. Evaluación		2da. Evaluación		3ra. Evaluación	
	Pimax	Pemax	Pimax	Pemax	Pimax	Pemax
0 - 50 %	1	3	0	3	0	3
50 - 75 %	2	0	2	0	0	0
75 - 100 %	0	0	1	0	3	0

**Tabla 7:** Comportamiento de Pimax y Pemax en pacientes con lesión diafragmática asociada.

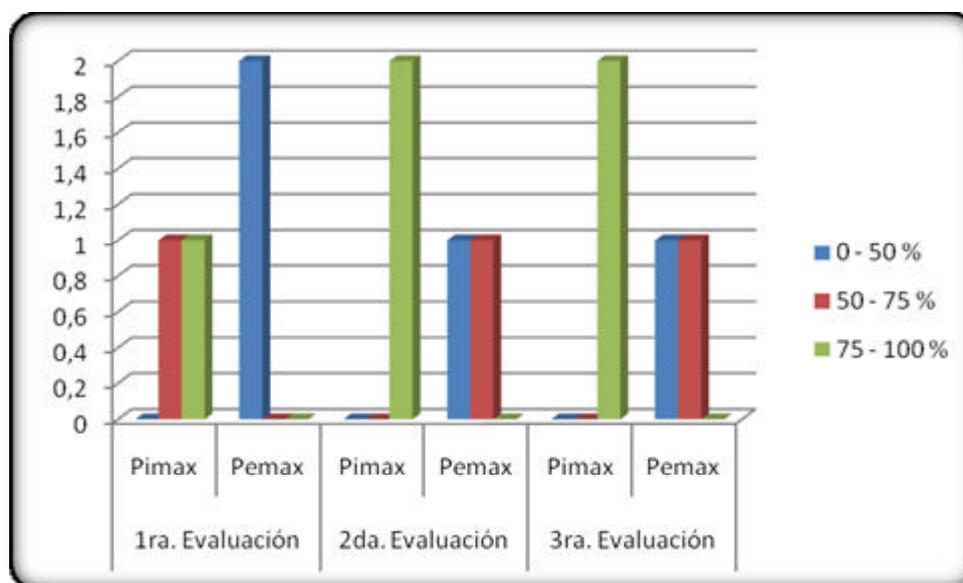


**Gráfico 7:** Evolución en las mediciones de Pimax y Pemax en pacientes con lesión diafragmática asociada.

**8. Comportamiento de Pimax y Pemax, en relación a valores de referencia, en pacientes con Neumotórax espontáneo avenado:**

	1ra. Evaluación		2da. Evaluación		3ra. Evaluación	
	Pimax	Pemax	Pimax	Pemax	Pimax	Pemax
0 - 50 %	0	2	0	1	0	1
50 - 75 %	1	0	0	1	0	1
75 - 100 %	1	0	2	0	2	0

**Tabla 8:** Comportamiento de Pimax y Pemax en pacientes con NTX espontáneo avenado.



**Gráfico 8:** Evolución en las mediciones de Pimax y Pemax en pacientes con NTX espontáneo avenado.



## 10. CONCLUSIONES

Con respecto a los objetivos planteados se concluye:

Respondiendo al Objetivo General, en relación a los Valores de Referencia según Black y Hyatt, para la Pimax, los pacientes evolucionaron positivamente, alcanzando valores de normalidad en un alto número (15) quince, al momento del alta hospitalaria. Con respecto a la Pemax, las mediciones se mantuvieron en valores inferiores a los de referencia, dentro de categorías de disfunción muscular 18 (dieciocho) pacientes, y solo pudiendo alcanzar la zona de indiferencia un paciente.

Se puede concluir como tendencia general que la Pimax no se ve en gran medida afectada, y durante el periodo de internación se alcanzan valores de normalidad, al alta hospitalaria. Mientras que la Pemax sí, se ve afectada: los pacientes que ingresaron a la muestra, no pudieron recuperar valores de normalidad, ubicándose en zona de indiferencia y disfunción muscular. Así mismo tanto los pacientes con trauma de tórax, cirugía torácica y Neumotórax espontáneo avenado, mostraron evolución similar.

No obstante, quedó demostrado que la totalidad de los pacientes, en la tercera evaluación, alcanzaron los valores mínimos, según De Vitto, para asegurar y conservar capacidad tusígena efectiva.

Al comparar el comportamiento de la Pimax y Pemax en función de los diagnósticos, no mostraron diferencia significativas, la tendencia se mantuvo constante, los valores de Pimax evolucionaron a la recuperación, mientras que los valores de Pemax se mantuvieron preferentemente en zona de disfunción muscular. Se debe considerar también que queda totalmente demostrado la característica de Emergencia y Trauma del HECA.

Respondiendo al objetivo de identificar los pacientes con lesión diafragmática, y el comportamiento de la Pimax y Pemax, solo 3 (tres) pacientes presentaron dicha lesión, no hubo



durante el proceso de atención diferencia alguna, la Pimax alcanzó valores de recuperación, y la Pemax se mantuvo en zona de disfunción muscular.

Con respecto a la Hipótesis “Los pacientes con trauma de tórax, cirugía de tórax, o neumotórax espontáneo avenado, evolucionan con valores de Pimax y Pemax menores a los sujetos sanos”, se puede refutar parcialmente la misma, ya que a pesar de que los valores de Pemax obtenidos evolucionaron en relación a lo que se planteaba, los valores de Pimax evolucionaron como los sujetos sanos.

En relación a la Hipótesis “Los pacientes con trauma de tórax abierto, evolucionan con valores de Pimax y Pemax menores a los que presentan trauma de tórax cerrado”, se refuta en su totalidad llegando a la conclusión que las alteraciones que se producen en ambos, afectan de igual manera los valores de la Pimax y Pemax; evolucionan progresivamente similares.

La última Hipótesis “Los pacientes con lesión diafragmática asociada a trauma de tórax, evolucionan con valores de Pimax y Pemax menores a los que no la presentan”, también fue refutada.

De acuerdo a los resultados y conclusiones a los que se arribó en este trabajo, algunos puntos se proponen para la discusión.

La evolución favorable de los valores de Pimax obtenidos de las sucesivas mediciones, pueden ser influenciados y favorecidos por la implementación, durante el proceso, por la terapéutica empleada. La ejecución de los PMR, SI y CRF, dando como resultado el aumento de la capacidad pulmonar total, en especial las zonas basales.

Se debe trabajar con pacientes que presenten analgesia óptima, el dolor causa imposibilidad de realizar los ejercicios respiratorios y mediciones de las presiones bucales.

No haber presentado diferencias en la evolución de las mediciones en los pacientes con lesión diafragmática, a pesar de ser una muestra pequeña, en relación a los que no presentaban



lesión, podría sugerir que al ser una lesión traumática, complementarían la acción del mismo, las fibras no afectadas. De igual manera puede existir como ocurre en otras circunstancias de que tomen cierto control musculatura sinergista, pudiendo llevar adelante la tarea, tanto para la Pimax como para la Pemax.

A pesar de que los valores de Pemax se mantuvieron en valores de indiferencia y disfunción muscular, si se analiza en cmH<sub>2</sub>O, todos los pacientes en la tercera evaluación superaron los 40 cmH<sub>2</sub>O, manteniendo así la capacidad tusígena efectiva.

Importante es poder reconocer las características propias de la población estudiada, no pudiéndose tal vez reproducirse tales resultados en poblaciones, muestras y contextos diferentes. Dato que hace de este trabajo relevante y que refleja la incertidumbre de seguir estudiando sobre este tema.



## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ❖ Alejandre, S., Ballesteros, M., Neira, J., Pautas del manejo definitivo del paciente traumatizado, Ed. Laboratorio Hoeschst Marion Roussel, Bs. As., 1996.
- ❖ Agustí, A, GN, Función Pulmonar Aplicada, Mosby / Doyma Libros, 1995, Barcelona.
- ❖ ATLS, Programa avanzado de apoyo vital en trauma para médicos, Ed. Colegio americano de cirujanos, Chicago, EE.UU., 1997.
- ❖ Basilio OA, Olgún LA, Delgadillo GS, López CO Reintervención en trauma abdominal Trauma 2005
- ❖ Basmajian, Jhon V., Terapéutica en el ejercicio, Ed. Médica Panamericana S.A., Bs. As., 3era edición, 1982.
- ❖ Campignon, P., Respir – Acciones, Ed. Lencina-Verdú, 1996, Alicante
- ❖ Cash., Kinesioterapia para trastornos torácicos, cardíacos y vasculares, Ed Panamericana, 5º edición, Argentina 2000.
- ❖ Castro del Pozo, S., Pérez Arellano, JL., Manual de Patologías General, Sexta edición, Ed Masson, 2006, Elsevier España
- ❖ Córdoba, A., Compendio de fisiología para Ciencias de la salud, Ed. Interamericana-McGraw-Hill, Madrid, 1era edición, 1994.
- ❖ Cossio, P., Fustinoni, O., Rospide, P., Medicina Interna (Fisiopatología, Semiología, Clínica, Tratamiento), Sexta Edición, Ed. Medicina, 1982, Buenos Aires
- ❖ Crenshaw, A., Cirugía Ortopédica, Ed. Panamericana, 8º edición, Madrid 1993.
- ❖ Cuello, A., Kinesiología Neumocardiología, Ed. Silka, 1980, Buenos Aires
- ❖ Cuello, A., Drenaje Postural selectivo, Ed. Panamericana, Bs. As., 1987.



- ❖ Cuello, G., Cuello, A. y Masciantonio, L., Patrones Respiratorios en Distintas Afecciones, Corde, año 3 Vol. III, 1982.
- ❖ Daniels-Worthingham´s.; Hislop. M.; Montgomery, J., Pruebas Funcionales Musculares. 6º edición. Ed. Marban, España, 2002.
- ❖ De Latorre Arteché, F.J., ABC de la insuficiencia respiratoria, Ed. Edika Med., Barcelona, 1995.
- ❖ Frutos Ortiz, E., cirugía. Semiología, fisiopatología, clínica quirúrgica. 3º edición, Ed El Ateneo, Bs. As. 1993.
- ❖ Ganon W. F., Fisiología Médica. 16º edición, Ed. El Manual Moderno S.A. de C.V., México D.F., 1998.
- ❖ González Hermoso, F., Traumatismos Abdominales. Tratado de Patología y Clínica Quirúrgicas. 2da. Edición. Ed. Interamericana, MacGraw – Hill; 1993.
- ❖ Gonzáles Mas, R., Rehabilitación médica, Ed. Masson S.S., Barcelona, 1997.
- ❖ Gouin F, Guillen JC. Complications respiratoires portopératoires. Encycl Méd Chir (Elvesier, Paris), Anesthésie-Réanimation 1996.
- ❖ Guyton-Hall, Tratado de fisiología médica, Ed. McGraw-Hill Interamericana editores S.A. de C.V., México D.F., 10ma edición, 2001.
- ❖ Heike Hofler, Medicina deportiva, Ed. Paidotribo, Barcelona, 2da edición, 1998.
- ❖ Kapandji, I. A., Cuadernos de fisiología articular, Ed. Masson S.A., Barcelona, 4ta edición, 1982.
- ❖ Kofke WA., Técnicas de cuidados respiratorios postoperatorios. Procedimientos de cuidados intensivos postoperatorios del Massachussets General Hospital. Kofke WA. 1992.
- ❖ Krusen-Kottke-Lehmann, Medicina física y rehabilitación, Ed. Médica Panamericana S.A., Madrid, 1997.



- ❖ Laterjet- Ruiz Liard, Anatomía Humana, Ed. Médica Panamericana, Bs. As., 3era edición, 1995.
- ❖ Lee JKT, Sagel SS, Stanley RJ, Heiken JP. Body TC, correlación RM. Madrid, Marban; 1999.
- ❖ Lovesio, Carlos., Medicina Intensiva, Ed. El ateneo, Buenos Aires 2001.
- ❖ Manual Merck de diagnóstico y terapéutica, Ed. Harcourt Brace de España S.A., Madrid, 9na edición en español, 1994.
- ❖ Mercado M., Fisioterapia respiratoria en cirugía torácica, cirugía cardiovascular y cirugía abdominal. Manual de Fisioterapia Respiratoria. Mercado M. 1996.
- ❖ Michas y Col. Cirugía. 5º Edición, Ed. El Ateneo, Bs. As., 2002.
- ❖ Mosby, Diccionario de medicina, Ed. Océano, Barcelona, 1994.
- ❖ Net A., Mancebo J., Benito S., Retirada de la Ventilación mecánica, Ed. Springer Verlag Ibérica, Barcelona, 1995.
- ❖ Netter, F., Sistema Respiratorio, Ediciones Científicas y Técnicas SA Masson – Salvat Medicina, Barcelona, 1994.
- ❖ Pedrosa CS, Casanova R. Diagnóstico por imagen. Tratado de radiología clínica. Madrid: McGraw-Hill; 2000.
- ❖ Pérez Arellano, J. L.; Castro del Pozo, C., Manual de Patología General. 6º edición. Ed. Masson S.A., Barcelona, 2006.
- ❖ Rouvière, H., Delmas, A., Anatomía humana, Ed. Masson S.A., Barcelona, 9na edición, 1987.
- ❖ Selot, P., Enciclopedia Médico Francesa, Ed. Elsevier, Paris, Francia, 1989.



- ❖ Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica, Comité Científico SEPAR, Manual SEPAR de Procedimientos, Procedimientos de Evaluación de la Función Pulmonar II, Publicaciones Permanyer, 2004, Barcelona
- ❖ Skandalakis J. Complicaciones anatómicas en cirugía general. McGraw-Hill, 1984.
- ❖ Villalonga Vadell, R, Fisioterapia Respiratoria en el pacient postquirúrgic, Departament de Anestesia, Reanimación y Terapèutica del Dolor, Bellvitge Hospital. Febrer, 2004
- ❖ Webb WR, Brant WE, Helms CA. Fundamentos de TAC body. Madrid, Marban; 1999.
- ❖ West, J., Fisiología Respiratoria, Sexta Edición, Ed. Médica Panamericana, Buenos Aires, 2002.

#### **Revistas Científicas:**

- ❖ Castorena RG, Ferrada R, Quijano OF, Barrón VA et al Uso de la escala revisada de trauma (RTS) como valor predictivo de lesión diafragmática en pacientes con trauma toracoabdominal penetrante An Med Asoc Med ABC 2000; 45 (4): 172-175
- ❖ Amorim Pires, V., Costa, D, Sampaio, L, Maria Malosá, Lorenzo, Valéria Amorim Pires De *Et Al.* Evaluación de la Fuerza Muscular Respiratoria y Amplitud Torácica y Abdominal Después de PMR en Individuos Obesos. Rev. Latino-Am. Enfermagem, Mar./Abr. 2003, Vol.11, No.2, P.156-160. Issn 0104-1169.
- ❖ Pereira Vega, F. Capote Gil, P. Alberich Sotomayor, J. Castillo Gómez, F. Rodríguez Panadero, A. Valera Sánchez. Evaluación De La Fuerza De Los Músculos Respiratorios en la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (Epoc), Revista de la Asociación de Neumólogos del Sur Vol.2, Numero 2, Diciembre 1990



❖ Pinedo Ramos, E, Coronado Poggio, M; Revista Servicio de Radiodiagnóstico. Hospital de León, León. España. Servicio de Medicina Nuclear. Hospital Universitario La Paz. Madrid. España.

❖ Smetana GW., Evaluación médica inicial del paciente operatorio, 2005.

❖ Thoren L. Posoperative pulmonary complications. Acta Chir Scand 1954.

**Información extraída de Internet:**

❖ Firman, G., Sistema de clasificación de enfermedad ApacheII, Enero 2003, Disponible desde: URL: <http://www.intermedicina.com/Avances/Clinica/ACL68.htm>



## 12. ABREVIATURAS

- **A.E.P:** Área de Emergencia Primaria.
- **A.C.I:** Área de Cuidados Intermedios.
- **A.C.C:** Área de Cuidados Críticos.
- **A.V.P:** Avenamiento pleural.
- **A.C.M:** Área de Cuidados Mínimos.
- **C.I.M:** Capacidad Inspiratoria Máxima
- **C.R.F:** Capacidad Funcional Respiratorio.
- **C.T.P:** Capacidad Pulmonar Total.
- **C.V:** Capacidad Vital.
- **GCS:** Escala de coma de Glasgow.
- **H.A.F:** Herida de arma de fuego.
- **H.A.B:** Herida de arma blanca.
- **H.E.C.A.:** Hospital de Emergencia Dr. Clemente Álvarez.
- **I.R:** Insuficiencia respiratoria.
- **NTX:** Neumotórax.
- **Pa O<sub>2</sub>:** Presión arterial de oxígeno.
- **Pa CO<sub>2</sub>:** Presión arterial de dióxido de carbono.
- **PIMAX:** Presión inspiratoria máxima.
- **PEMAX:** Presión espiratoria máxima.
- **P.M.R:** Patrones Musculares Respiratorios.
- **S.I:** Sollozo Inspiratorio.
- **T.A.C:** Tomografía Axial Computada
- **T.E.C:** traumatismo encéfalo craneano grave.



- **U.C.C:** Unidad de cuidados coronarios.
- **U.T.I:** Unidad de Terapia Intensiva.
- **F.E.V1:** Volumen máximo espirado en el primer segundo.
- **V.R:** Volumen residual.
- **V.V.M:** Ventilación voluntaria máxima.



### 13. GLOSARIO

- ❖ Atelectasia: colapso parcial del pulmón.
- ❖ Diafragma: músculo inspiratorio principal.
- ❖ Escala de Glasgow: escala de valoración del nivel de conciencia.
- ❖ Frecuencia cardiaca: número de pulsos por unidad de tiempo.
- ❖ Frecuencia respiratoria: número de respiraciones por unidad de tiempo.
- ❖ Hemoneumotórax: colección patológica de sangre y aire en la cavidad pleural.
- ❖ Hemopericardio: colección patológica de sangre dentro del saco pericárdico.
- ❖ Hemotórax: colección patológica de sangre y líquido en la cavidad pleural.
- ❖ Hipercapnia: aumento de la concentración de dióxido de carbono en sangre, superior a lo normal.
- ❖ Hipoxia: tensión de oxígeno celular inadecuado, caracterizado por cianosis, taquicardia, hipertensión, vasoconstricción periférica, desvanecimiento y confusión mental.
- ❖ Neumotórax: acumulación de aire o gas en el espacio pleural que provoca colapso pulmonar.
- ❖ Neumotórax abierto: presencia patológica de aire o gas en el espacio pleural, como consecuencia de una herida abierta en la pared torácica.
- ❖ Neumotórax a tensión: presencia patológica de aire o gas en el espacio pleural, como consecuencia de una ruptura de la pared torácica o del parénquima pulmonar.
- ❖ Neumotórax espontáneo: presencia patológica de aire o gas en el espacio pleural, como consecuencia de una ruptura del parénquima pulmonar y de la pleura visceral sin causa demostrada.
- ❖ Toracocentesis: perforación quirúrgica de la pared torácica y del espacio pleural con aguja, para la aspiración de líquido con fines diagnósticos o terapéuticos.



- ❖ Toracostomía: insición hecha en la pared torácica para crear un orificio de drenaje.
- ❖ Toracotomía: apertura quirúrgica de la cavidad torácica.
- ❖ Traumatismo: término general que comprende a todas las lesiones internas o externas provocadas por una violencia exterior.



## 14. ANEXO

### Planilla A: Evaluación Inicial.

Nombre y apellido:

Fecha de ingreso al hospital:

Edad:

Sexo:

Nº de cama:

Nº de historia clínica:

Diagnóstico:

Antecedentes personales:

Tipo de trauma de tórax:

Abordaje quirúrgico: SI - NO            Cuál?

Fecha y hora de intervención quirúrgica:

Lesión diafragmática:

Lesiones asociadas:

Métodos diagnósticos:

- Radiografía
- TAC
- Resonancia Magnética
- Ecografía
- Otros

Parámetros vitales:

FC

FR

TA

- Evaluación Kinésica:

**Peso:**

**ARM:** Si..... No.....

Fecha de ingreso a ARM:

Fecha de desconexión de ARM:

Modo ventilatorio:

Días:

**Patrón ventilatorio:** Según Cuello A.

- a) Diafragmático.....
- b) Intercostal.....
- c) Taquipnea..... Fcia:
- d) Bradipnea..... Fcia:

Expansión Torácica:            Tirajes: Costal superior:..... Supraclavicular:.....



Universal c/aleteo nasal:.....  
Espiratorio:.....

**Tipos de tórax:** Según Cossio P.

- Normal.....
- Asimétrico: Parálítico:..... Enfisematoso:..... Excavatum:.....  
                  Carenatum:... Cifoescoliótico:..... Piriforme:.....
- Deformidades hemitorácicas: Abovedamientos:.....  
  Retracciones:.....

**Auscultación:** Según Cuello A.

- Murmullo vesicular.....
- Resp. Brónquica.....
- Rales o estertores:           Crepitantes:.....  
  Consonantes:....  
  Mucosos:.....
- Sibilancias: a) Inspiratorias:.....  
                   b) Espiratorias:.....
- Roncus.....
- Frote pleural.....
- Soplos: a) Tubárico.....  
            b) Cavernoso....  
            c) Compresión....  
            d) Bronquial.....

**Tos:** Según Cossio P.

SI..... NO....

Inicio:

Súbito.... Episódico.... Constante....

Características:

- Seca:.... Húmeda:.....
- Aislada:.... Quintosa:.....
- Afónica:.... Ronca o Perruna:.....
- Productiva:.... No productiva:.....
- Emetizante:.....

**Espuто:** Según Castro del Pozo y Pérez Arellano.

SI.... NO....

Frecuente.... No frecuente.... Cambios de decúbito....

Aspectos:

Mucoso.... Seroso.... Mucopurulento....  
Purulento.... Herrumbroso.... Hemoptoico....

Olor:

SI.... NO....

**Drenajes:**

**Observaciones:**



**Planilla B: Seguimiento y Evolución:**

Nombre y apellido:

Fecha de alta kinésica:

Fecha de alta hospitalaria:

Edad:

Sexo:

N° de cama:

N° de historia clínica:

**Paciente en ARM**

	1° Evaluación	2° Evaluación	3° Evaluación	Eval. Final
Pimax				
Pemax				

**Paciente sin ARM**

	1° Evaluación	2° Evaluación	3° Evaluación	Eval. Final
Pimax				
Pemax				



**Planilla C: Evaluación Final:**

Nombre y apellido:

Fecha de alta kinésica:

Fecha de alta hospitalaria:

Edad:

Sexo:

Nº de cama:

Nº de historia clínica:

Pimax inicial (Planilla A):

Pimax final:

Pemax inicial (Planilla A):

Pemax final:

Evaluación Kinésica final:

**Auscultación:** Según Cuello A.

- Murmullo vesicular.....
- Resp. Brónquica.....
- Rales o estertores:           Crepitantes:.....  
  Consonantes:....  
  Mucosos:.....
- Sibilancias: a) Inspiratorias:.....  
                  b) Espiratorias:.....
- Roncus.....
- Frote pleural.....
- Soplos: a) Tubárico.....  
          b) Cavernoso....  
          c) Compresión....  
          d) Bronquial.....

**Tos:** Según Cossio P.

SI.....      NO....

Inicio:

Súbito....    Episódico....    Constante....

Características:

- Seca:....    Húmeda:.....
- Aislada:....    Quintosa:....
- Afónica:....    Ronca o Perruna:.....
- Productiva:....    No productiva:.....
- Emetizante:.....



**Espuito:** Según Castro del Pozo y Pérez Arellano.

SI.... NO....

Frecuente.... No frecuente.... Cambios de decúbito....

Aspectos:

Mucoso.... Seroso.... Mucopurulento....

Purulento.... Herrumbroso.... Hemoptoico....

Olor:

SI.... NO....

**Complicaciones clínicas:**

**Complicaciones respiratorias:**

**Tiempo de intervención:**

**Observación:**