

**TEMA 18: Fisioterapia invasiva. Electrolisis percutánea. Neuromodulación percutánea. Acupuntura en los procesos dolorosos del aparato locomotor. Fisioterapia respiratoria: Concepto, objetivos y ámbitos de actuación de la Fisioterapia Respiratoria. Exploración clínica y funcional del paciente con patología respiratoria. Técnicas de reeducación respiratoria. Técnicas de desobstrucción bronquial. Entrenamiento de los músculos respiratorios. Técnicas de inhalación de aerosoles. Oxigenoterapia. Ventilación mecánica no invasiva. Tratamiento fisioterápico en las patologías obstructivas y restrictivas. Fisioterapia respiratoria en pediatría y geriatría. Fisioterapia respiratoria en cirugía.**



## **Tema 18**

Col·legi Oficial de Fisioterapeutes de la Comunitat Valenciana

### **Autor**

Pablo Salvador Coloma y M<sup>a</sup> José Yuste Sánchez

Revisado por: Leoncio J. Julián Orduña



# Índice

1. CONCEPTO, OBJETIVOS Y ÁMBITO DE ACTUACIÓN .....	5
1.1. Concepto.....	5
1.2. Objetivos .....	5
1.3. Ámbitos de actuación .....	5
2. EXPLORACIÓN CLÍNICA Y FUNCIONAL DEL PACIENTE CON PATOLOGÍA RESPIRATORIA .....	6
2.1. Entrevista o anamnesis .....	6
3. TÉCNICAS DE REEDUCACIÓN RESPIRATORIA .....	40
4. TÉCNICAS DE DESOBSTRUCCIÓN BRONQUIAL .....	44
4.1. Drenaje postural, DP .....	45
4.2. Vibraciones.....	45
4.3. Percusiones o clapping .....	45
4.4. Presiones.....	46
4.5. Tos controlada o dirigida, TD .....	46
4.6. Técnica de espiración forzada, TEF .....	46
4.7. Aumento del flujo espiratorio, AFE .....	47
4.8. Espiración lenta total a glotis abierta en laterodecúbito, ELTGOL .....	47
4.9. Drenaje autógeno, DA.....	48
5. ENTRENAMIENTO DE LOS MÚSCULOS RESPIRATORIOS .....	51
6. TÉCNICAS DE INHALACIÓN DE AEROSOL .....	53
7. OXIGENOTERAPIA .....	56
8. VENTILACIÓN MECÁNICA NO INVASIVA (VMNI) .....	60
9. TRATAMIENTO FISIOTERÁPICO EN LAS PATOLOGÍAS OBSTRUCTIVAS Y RESTRICTIVAS .....	66
10. FISIOTERAPIA RESPIRATORIA EN PEDIATRÍA Y EN GERIATRÍA .....	70
11. FISIOTERAPIA RESPIRATORIA EN CIRUGÍA.....	70
12. FISIOTERAPIA INVASIVA .....	74
12.1. Electrolisis percutánea.....	75
12.2. Neuromodulación percutánea.....	78
12.3. Acupuntura en los procesos dolorosos del aparato locomotor .....	82
13. BIBLIOGRAFÍA .....	86



## 1. CONCEPTO, OBJETIVOS Y ÁMBITO DE ACTUACIÓN

### 1.1. Concepto

“El arte de aplicar unas técnicas físicas basadas en el conocimiento de la fisiopatología respiratoria, junto al conocimiento psicoemocional del paciente para prevenir, curar o, algunas veces, tan sólo estabilizar las alteraciones que afectan al sistema toracopulmonar” (Dra. M. Sangenis, 1994)

“Un conjunto de medios terapéuticos cuyo objetivo es restituir el uso, lo más completo posible de la función respiratoria, principalmente para adaptarla a los esfuerzos de la vida cotidiana según el grado de déficit de la función, bien sea a partir de las propias posibilidades del enfermo, o bien, si no es posible, con la ayuda de técnicas auxiliares (oxigenoterapia en reposo y al ejercicio, entrenamiento, asistencia ventilatoria intermitente,...) (Grupo de trabajo de readaptación pulmonar de la Sociedad Europea de Fisiología Clínica Respiratoria)

### 1.2. Objetivos

- DESOBSTRUIR

Las vías respiratorias. → Eliminando las secreciones mucosas que se encuentran alteradas o en exceso y que, disminuyen el calibre de las vías y predisponen a la infección.

- RESTITUIR

El desarrollo y el mantenimiento óptimo de la función pulmonar. → Reeducando el patrón respiratorio.

- MEJORAR

La calidad de vida del paciente. → Reentrenando al esfuerzo.

### 1.3. Ámbitos de actuación

- PREVENTIVO

En Pediatría, Tercera edad y Cirugía de alto riesgo (especialmente en cirugía torácica y abdominal).

- CURATIVO

En las afecciones agudas:

- Afecciones de la cavidad pleural.
- Enfermedades pulmonares. Causadas fundamentalmente por agentes víricos y bacterianos
- Enfermedades de la caja torácica.

- PALIATIVO

En los procesos crónicos que comprometen la función pulmonar.



## **2. EXPLORACIÓN CLÍNICA Y FUNCIONAL DEL PACIENTE CON PATOLOGÍA RESPIRATORIA**

El examen o valoración clínica y funcional debe ser continuo y dinámico. El fisioterapeuta debe realizar el seguimiento del paciente de forma sistemática y analizar los resultados.

La valoración consta de tres pilares:

- Entrevista o Anamnesis
- Valoración subjetiva o clínica
- Valoración objetiva o física

Los objetivos de esta valoración son:

- Conocer las deficiencias del sistema respiratorio → actividades de la vida diaria.
- Determinar las actuaciones terapéuticas más efectivas para restituir o mejorar en lo posible las deficiencias funcionales existentes.

### **2.1. Entrevista o anamnesis**

1-Tiempo de evolución de la enfermedad y/o de los síntomas.

2-Complicaciones.

3-Antecedentes.

4-Atmósfera habitual en la que vive.

5-Consumo de tabaco.

6-Enfermedades asociadas.

7-Historia laboral.

8-Vivienda, soporte familiar y valoración de las actividades cotidianas.

### **VALORACIÓN SUBJETIVA O CLÍNICA**

Nos permite conocer la percepción del paciente y su déficit funcional.

Se debe realizar el examen a base de preguntas estructuradas sobre:

- tos,
- expectoración,
- dolor torácico,
- disnea
- calidad de vida.



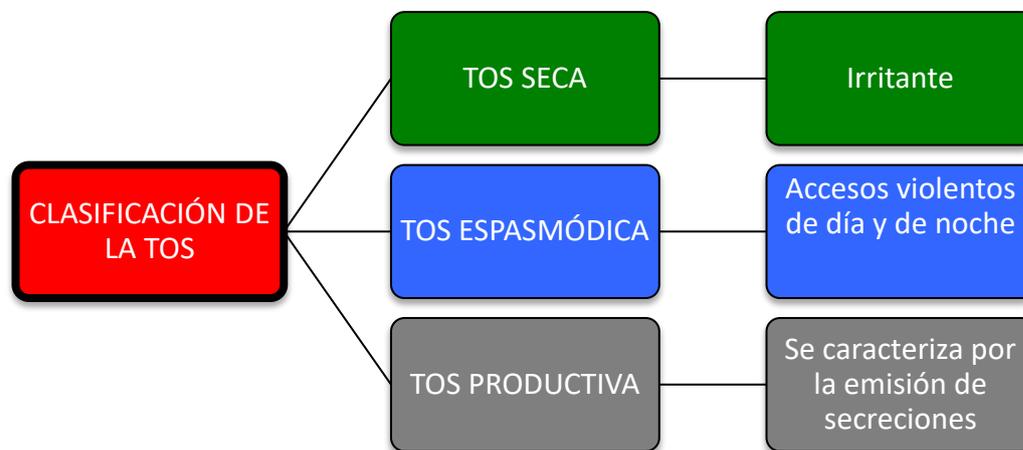
## TOS

La tos es un **reflejo** que ayuda a la eliminación de secreciones de las vías.

Se produce por estimulación de los receptores ubicados en la vía respiratoria.

Su mecanismo fundamental de producción es un aumento de presión en las vías respiratorias seguido de cierre de glotis, posteriormente se abre la glotis y se produce una descarga explosiva, “expiración forzada” y una disminución de la presión en las vías.

Es importante determinar el tipo de tos, *si es o no productiva* (por la expectoración conseguida) y *si es gruesa o irritativa y seca* (aunque no se expectore si se escuchan o no las secreciones). No olvidar realizar preguntas para conocer el *horario de aparición*, la productividad y la *estacionalidad*.



### PICO FLUJO DE TOS (PFT)

- Es la determinación de la capacidad tusígena.
- Se mide con un **Peak-Flow** unido a una mascarilla.

#### **Procedimiento:**

- El paciente se coloca la mascarilla
- Debe toser todo lo fuerte que pueda
- Se debe realizar 3 maniobras y se selecciona la mejor.



## EXPECTORACIÓN

BLANQUECINO	• Aumento de producción de secreciones
AMARILLO O VERDOSO Y VISCOSO	• Procesos infecciosos
ROSÁCEO Y ESPUMOSO	• Edema de pulmón
ROJO INTENSO O HEMOPTISIS	• Sangre fresca

### **EXPECTORACIÓN: Propiedades reológicas:**

#### **1-ADHERENCIA:**

- Indicativo de la viscosidad de las secreciones.
- Si la viscosidad es elevada la expulsión del moco será más dificultosa, ya que a mayor viscosidad mayor adherencia a las paredes bronquiales.

#### **2-DESLIZAMIENTO**

#### **3-FILANCIA:**

- Es la capacidad que poseen las secreciones para formar “hilos” en el momento de su extracción.
- Si estos se forman fácilmente indica que habrá una dificultad en el deslizamiento y por lo tanto en su expulsión

## DOLOR TORÁCICO

El dolor torácico puede ser de origen musculoesquelético, pleural o traqueobronquial.

Lo mediremos con escalas analógico visuales.

Tipos:

- Dolor torácico inespecífico: general, no localización específica de intensidad moderada. De origen musculoesquelético (rigideces articulares, acortamientos musculares...).
- Dolor torácico agudo: localizado, de alta intensidad. El dolor es de origen interno a nivel pleural o en el árbol traqueobronquial. Es debido a una enfermedad pulmonar localizada (derrames pleurales, neumonía...)



## DISNEA

- La disnea se puede **definir** como una sensación subjetiva de dificultad respiratoria con consciencia del esfuerzo acompañada de ansiedad, miedo, fatiga y dolor. Genera sensaciones de dificultad.
- Se pueden utilizar distintas **escalas** para medirla:
  - *Escala visual analógica*. Sobre todo se utiliza cuando se realizan pruebas de tolerancia al esfuerzo como *el Test de 6 min. marcha*.
  - *Escalas graduadas* en actividades de la vida diaria, existen diversas escales, las más utilizadas:

*La Escala de Sadoul y La Escala del Medical Research Council.*

### TABLA II

#### **Escala modificada del Medical Research Council (MMRC)**

0: disnea sólo ante actividad física muy intensa
1: disnea al andar muy rápido o al subir un cuesta poco pronunciada
2: incapacidad de andar al mismo paso que otras personas de la misma edad
3: disnea que obliga a parar antes de los 100 m, a pesar de caminar a su paso y en terreno llano
4: disnea al realizar mínimos esfuerzos de la actividad diaria como vestirse o que impiden al paciente salir de su domicilio

## Clasificación de disnea

### Escala de Sadoul

- Grado 0: Ausencia de disnea
- Grado 1: Disnea después de esfuerzos importantes o subir dos pisos de escaleras
- Grado 2: disnea al subir un único piso de escaleras o con la marcha rápida en una ligera subida
- Grado 3: disnea durante la marcha normal en terreno llano.
- Grado 4: la disnea se presenta con la marcha lenta
- Grado 5: la disnea se presenta ante mínimos esfuerzos



Tabla 2. Escala de Disnea de Borg

---

	0	Sin disnea
	0,5	Muy, muy leve. Apenas se nota
	1	Muy leve
	2	Leve
	3	Moderada
	4	Algo severa
	5	Severa
	6	
	7	Muy severa
	8	
	9	
	10	Muy, muy severa (casi máximo)
	•	Máxima

---

### CALIDAD DE VIDA

El análisis de la percepción de los pacientes con enfermedades respiratorias crónicas de su calidad de vida ha ido adquiriendo cada vez más importancia en los últimos años. Para la Fisioterapia Respiratoria es fundamental para la evaluación de los resultados obtenidos ya que, la variación de los parámetros funcionales no es siempre significativa pero, **los pacientes perciben mejoría** en su estado general, sobre todo, en su **aumento de capacidad** para realizar determinadas actividades.

Se utilizan **questionarios de calidad de vida** que incluyen ítems sobre disnea, fatiga, síntomas, función emocional, control de la enfermedad o actividad. Güell et al. validaron el “*Cuestionario de Calidad de vida en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica*” en español que fue diseñado por Guyatt et al. en inglés.

CRQ - Chronic Respiratory Disease → 20 ítems sobre:

- Disnea
- Fatiga
- Función emocional
- Control de la enfermedad



## VALORACIÓN OBJETIVA O CLÍNICA

### OBSERVACIÓN ESTÁTICA Y DINÁMICA

- **Observación estática:**

Se observa la morfología del tórax, mala alineación de columna vertebral, existencia de deformaciones torácicas, postura...

Observación de la piel, fundamentalmente comprobar la existencia de Cianosis.

### **CIANOSIS:**

- Coloración azulada causada por hipoxemia
- No es fácil de determinar (+ severa)
- Se detecta principalmente en dedos y lóbulos de las orejas
- En ocasiones aparecen dedos en palillo de tambor o **acropaquias**: Ensanchamiento desde las bases de las uñas cogiendo todo el dedo.

Se dan cuando la cianosis es muy severa.

Definición de Cianosis: Es la coloración azulada de la piel y mucosas, debido a una oxigenación insuficiente de la sangre producido por un aumento de la cantidad de hemoglobina reducida en los vasos sanguíneos pequeños o por una falta de oxígeno.

- Normalmente la Hemoglobina transporta la mayor parte de O<sub>2</sub> en la sangre.
- Esta capacidad de carga de oxígeno de la Hb en la sangre arterial se llama Saturación de Oxígeno.
- Una vez en los tejidos, la Hb libera el oxígeno y se convierte en Hb reducida. De esta manera circula por la sangre venosa hasta llegar a los pulmones donde se vuelve a oxigenar.
- Cuando la Hb reducida alcanza entre 4-6 g/dl, la cianosis se hace evidente dado a la piel una apariencia azulada.
- La hemoglobina desoxigenada (reducida) es más propensa a la coloración azulada óptica, y también produce vasoconstricción por lo que se hace más evidente.
- Una Sat O<sub>2</sub> de 80-87% (en pulsioximetría) daría lugar a una cianosis clínica aparente

**CLASIFICACIÓN:** Cianosis Central o Periférica

- **CIANOSIS CENTRAL**

- Se produce por falta de saturación de sangre arterial o existe un derivado anormal de Hb (Sat O<sub>2</sub> < 85%)



- **Causas:**
  - Respiratorias: EPOC, atelectasias, TEP, hipoventilación alveolar
  - Accidentes de buceo, minas,...
  - Cardiopatías congénitas (Defectos septales, conducto arteriovenoso...).
  - Disminución de la presión atmosférica
- La piel está caliente y de un color azulado más acentuada donde hay mayor número de capilares.
- Generalmente es bilateral y más visible en mucosas.
- **CIANOSIS PERIFÉRICA**
  - Aparece como resultado de la disminución del flujo sanguíneo periférico (o local) y de vasoconstricción.
  - **Causas:**
    - Mismas causas que la cianosis central
    - Disminución del Gasto cardiaco.
    - Exposición al frío.
    - Redistribución del flujo sanguíneo en las extremidades.
    - Obstrucción arterial.
    - Obstrucción venosa.
    - Es localizada, asimétrica y unilateral (Del miembro que tiene la alteración venosa).
    - Los miembros están fríos.

## MORFOLOGÍA DEL TÓRAX

1-Alteraciones óseas de la caja.

2-Deformaciones toracoraquídeas: Escoliosis, Cifosis

3-Cirugía previa.

4-Asimetría hemitórax.

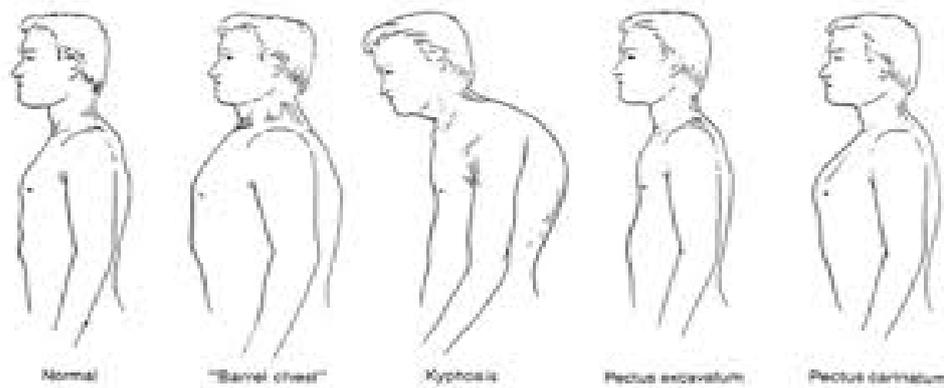
5-Forma del tórax:

En tonel, en quilla o en embudo:

**-En tonel:** Aumento del diámetro anteroposterior del tórax.

**-Pectum carinatum (En quilla):** Prominencia angulada del esternón.

**-Pectum excavatum (En embudo):** Depresión del esternón



- **Observación dinámica:**

A través de la observación dinámica se pretende determinar el **patrón** ventilatorio predominante, la **frecuencia** respiratoria y el **ritmo** de la respiración.

**PATRÓN RESPIRATORIO:**

- 1-Respiración Diafragmática costal inferior
- 2-Respiración media o pulmonar
- 3-Respiración costal superior o clavicular
- 4-Respiración diafragmática pura
- 5-Respiración paradójica
- 6-Respiración de Kussmaul
- 7-Respiración de Cheyne Storkes
- 8-Respiración de Biot

**1-Respiración Diafragmática costal inferior**

- Es la respiración normal
- En inspiración:
  - El diafragma se contrae y aplanar (vemos como la barriga se hincha por la compresión del diafragma sobre las vísceras).
  - Las costillas inferiores se dirigen en sentido antero-superior (aumenta el diámetro AP y transversal del tórax)
- La parte superior del tórax se eleva ligeramente.
- La espiración es pasiva.



## 2-Respiración media o pulmonar

-Permite la respiración hacia los lados y anteroposterior permitiendo la contracción y dilatación de la parte media de los pulmones.



## 3-Respiración costal superior o clavicular

-Se utilizan músculos accesorios inspiratorios.

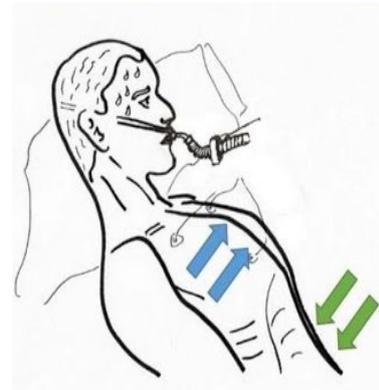
-El paciente eleva los hombros, dilata el tórax y retrae la pared abdominal.

-El intercambio en los lóbulos inferiores es deficiente, sólo ventila la parte más alta de los pulmones

## 4-Respiración diafragmática pura

-La caja torácica superior queda rígida y sólo se moviliza el diafragma.

-Es típica del enfisema



## 5-Respiración paradójica

-Se produce un ascenso anormal del diafragma en la inspiración y retracción a nivel abdominal.

-Es una manifestación de insuficiencia respiratoria, con fatiga muscular en la que el diafragma no se está contrayendo correctamente.

-El paciente respira ayudado por la musculatura intercostal y los músculos accesorios.

## 6-Respiración de Kussmaul:

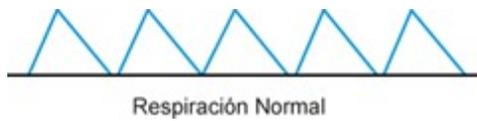
-Inspiración amplia, profunda y ruidosa, con aumento de la frecuencia respiratoria.

-Seguida por una breve pausa.

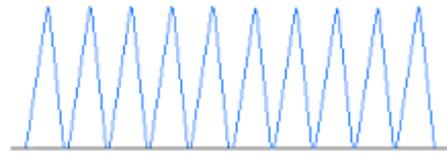
-Posterior espiración breve y quejumbrosa para dar paso a una nueva pausa más prolongada.

-Está causada por una cetoacidosis diabética o insuficiencia renal.

-Se destina a mejorar la eliminación de CO<sub>2</sub> para compensar la reducción en el Ph.



1:2

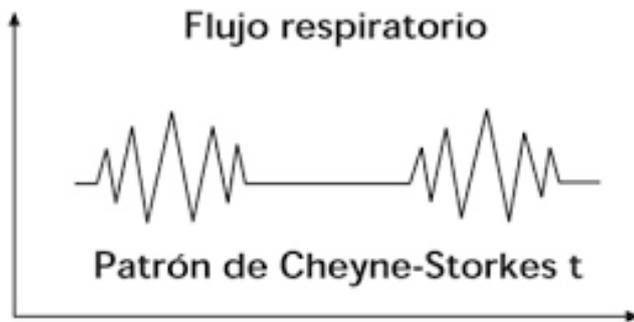


Respiración acidótica o de Kussmaul

1:1

### 7-Respiración de Cheyne Storkes

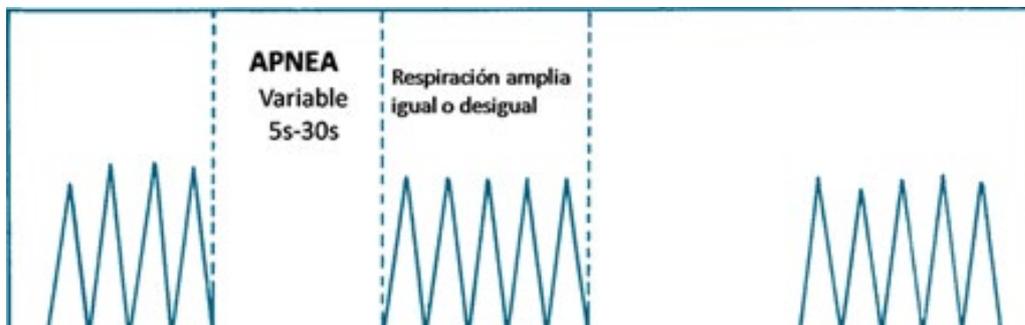
- Se caracteriza por cambios de ritmo en la intensidad respiratoria.
- Aumento gradual de la respiración (Aumenta FR)
- Seguido de disminución gradual hasta una breve apnea.
- Es frecuente en: Encefalitis, lesiones traumáticas cerebrales, tumores cerebrales, personas desplazadas a grandes alturas...



Patrón de Cheyne-Storkes t

### 8-Respiración de Biot

- Respiraciones irregulares seguidas de periodos de apnea.
- Suele darse en: Lesiones del bulbo raquídeo, niños prematuros, lesiones cerebrales con afectación del centro respiratorio, meningitis.



### FRECUENCIA RESPIRATORIA:

- Frecuencia respiratoria normal (Eupnea): 12-16 ciclos/min



**La frecuencia respiratoria es el número de ciclos por minuto, varía con la edad:**

- Neonatos ..... 45-50/min
- 5-10 años ..... 20-30/min
- 10-20 años ..... 20/min
- + 28-30 años .. 15-17/min

**RITMO RESPIRATORIO:**

**-Frecuencia respiratoria normal (Eupnea):** 12-16 ciclos/min

**-Taquipnea:** Respiración rápida y superficial (+ 16 ciclos/min).

**-Bradipnea:** Respiración lenta (-12 ciclos/min).

**-Apnea:** Pausa respiratoria.

**RITMO VENTILATORIO: Inspiración I, Espiración E**

-Ritmo ventilatorio I:E 1:2

-Ritmo ventilatorio patologías **restrictivas:** I:E **1:1**

-Ritmo ventilatorio patologías **obstructivas:** I:E **1:4**

**MODO RESPIRATORIO:**

**-Respiración nasonasal:** Se inspira y espira por la nariz.

**-Respiración nasobucal:** Se inspira por la nariz y se espira por la boca.

**-Respiración bucobucal:** Se inspira y se espira por la boca

**-Labios fruncidos**

**MÚSCULOS RESPIRATORIOS:**

**-Utilización de la musculatura auxiliar inspiratoria** por una insuficiencia muscular respiratoria:

- Tiraje costal (especialmente notoria en el ECOM).

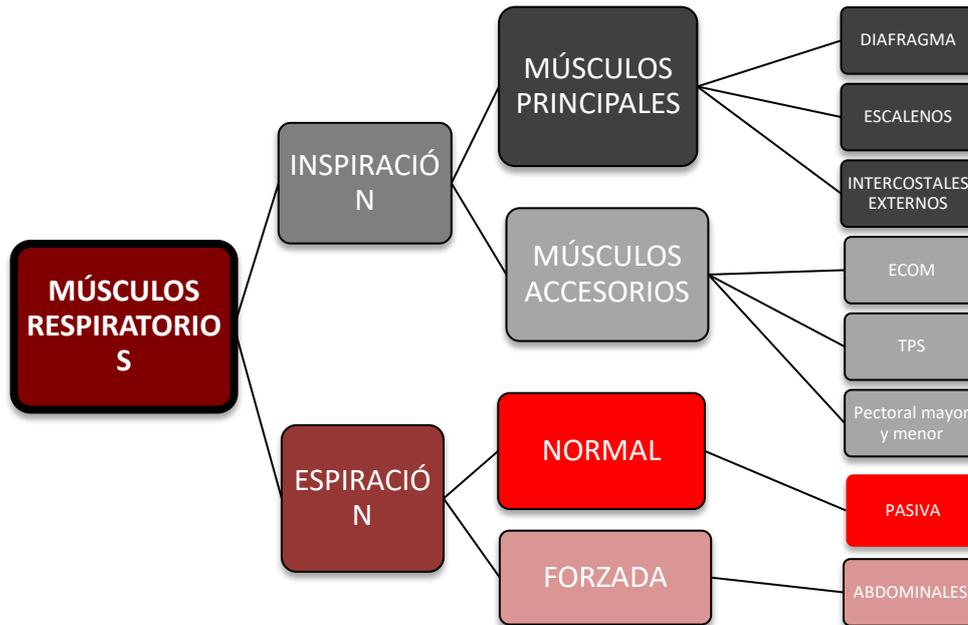
**-Adopción de posiciones corporales especiales:**

- Sentarse inclinado hacia delante, con lo que se eleva el diafragma
- Apoyando las extremidades superiores sobre las rodillas o sobre alguna base firme que permite que los pectorales eleven la parrilla costal.

**-Espiración activa:** Por la contracción de los músculos del abdomen.



Músculos respiratorios:



## MÚSCULOS INSPIRATORIOS:

### DIAFRAGMA

-La función principal del diafragma es la inspiración.

-Al contraerse desciende hacia la cavidad abdominal **aumentando los diámetros longitudinal, transversal y anteroposterior del tórax.**

-Habrá una presión negativa, la cual determinará que el aire entre a los pulmones y estos se expandan, a diferencia de la presión interna alveolar e intrapleural que disminuye.

### ESCALENOS

-Los escalenos constituidos por tres haces (anterior, medio y posterior) enlazan las apófisis transversas de las cinco últimas vértebras cervicales a las caras superiores de las dos primeras costillas.

-Su contracción **actúa expandiendo la parte superior de la caja torácica por elevación de las primeras costillas y el esternón.**

-Esta expansión se traduce en un aumento del **diámetro anteroposterior del tórax.**

### INTERCOSTALES EXTERNOS

-Van uniendo las costillas desde la articulación transversocostal hasta la articulación condrocostal .

-Sus fibras se dirigen hacia abajo y de detrás hacia delante.

-Tomando punto fijo en la articulación transversocostal, traccionan la costilla elevándola, por lo que son músculos inspiratorios.

### MÚSCULOS INSPIRATORIOS ACCESORIOS



## **ECOM**

- Estabiliza la vía aérea alta para la inspiración forzada.
- Produce el movimiento de elevación del esternón y la clavícula con la consiguiente ampliación del diámetro antero-posterior del tórax.

## **PECTORAL MAYOR**

- Interviene en la inspiración profunda
- Para que su actividad se realice es necesario mantener los hombros y los brazos fijos.

## **PECTORAL MENOR**

Para que ejerza su acción debe mantenerse el punto de inserción fijo para proyectar las costillas en sentido anterior y superior.

## **TRAPECIO PORCIÓN SUPERIOR (TPS)**

Extiende y fija la columna cervical para facilitar la función del ECOM y al elevar el hombro facilita la acción de los pectorales.

- Estos dos músculos, pectoral < y TPS, intervienen en casos de necesidad extrema, para ampliar el volumen de la caja torácica.

## **MÚSCULOS ESPIRATORIOS**

### **Espiración normal es pasiva y se realiza por:**

- Relajación de los músculos inspiratorios
- Fibras elásticas del pulmón

## **INTERCOSTALES INTERNOS**

- No llegan a las vértebras por detrás ni al esternón por delante.
- Comienzan por detrás en el ángulo posterior de las costillas.
- Toman un punto fijo en la costilla inferior y ascienden a la costilla superior.
- Son músculos espiratorios.

### **Espiración forzada:**

## **MÚSCULOS ABDOMINALES**

-Ante una demanda espiratoria creciente, la incorporación de los abdominales es espontánea y parece iniciarse en el **transverso del abdomen**.

Su contracción:

- Hace descender las costillas bajas.
- Aumenta la presión intrapulmonar.



-Impulsa las vísceras hacia arriba.

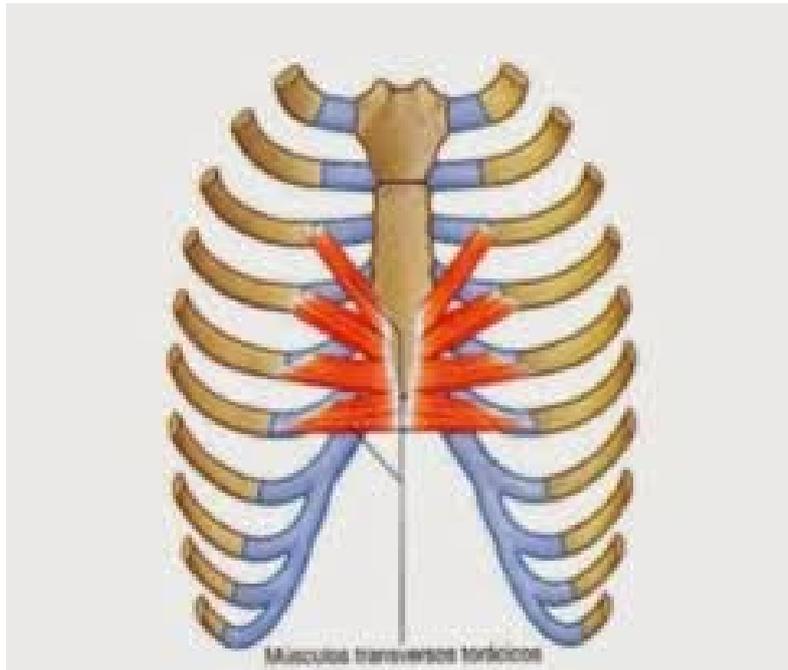
### **TRIANGULAR DEL ESTERNÓN**

-Origen: Cara posterior del esternón, en el borde lateral del apéndice xifoides y del cuerpo.

-Inserción: Cara interna y borde inferior del 3º, 4º, 5º y 6º cartílago costal.

-Toma un punto fijo en el esternón y moviliza las costillas.

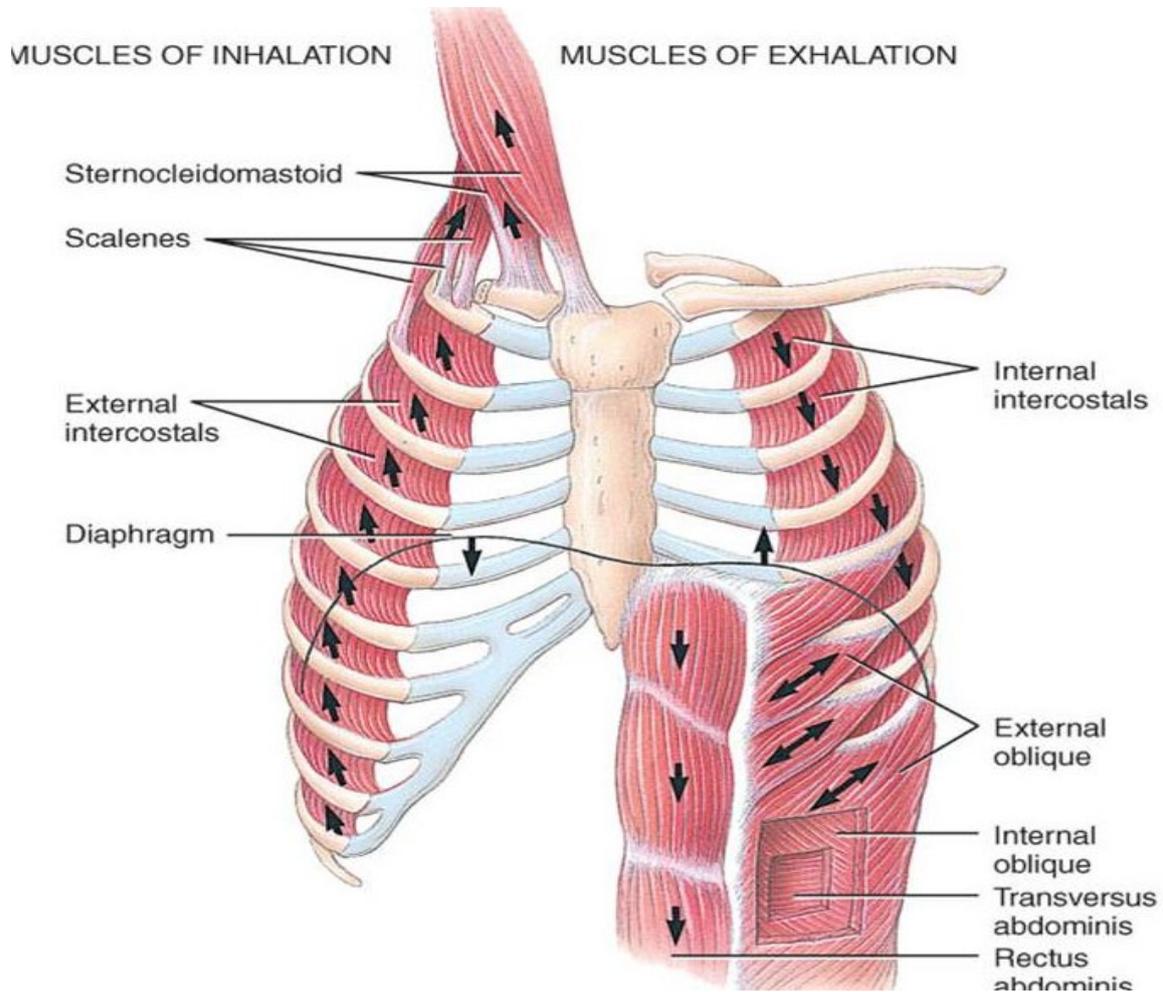
-Deprime las costillas lo que disminuye el volumen intratorácico: Músculo espirador.



*Músculos transversos torácicos*



## Resumen visual de la biomecánica respiratoria:



### MOVILIZACIÓN

Hay que comprobar la movilidad y elasticidad costal superior, media e inferior.

A tres niveles, 4ª, 6ª y 9ª costilla.

Dos formas de **medir**:

- *Manual*: Se colocan las manos abiertas, una en cada hemitórax, con los pulgares enfrentados y en contacto. Se solicita al paciente que realice una inspiración lenta y profunda seguida de una espiración también lenta y profunda. Se valora la movilidad torácica según la distancia de separación entre ambos pulgares, después también hay que hacer movilizaciones costo vertebrales.
- *Instrumental*: Toracometría (perímetro torácico) o Cirtometría torácica

La movilidad torácica se valora midiendo el perímetro torácico con una cinta métrica. Se toman medidas en inspiración y espiración máximas en tres niveles, 4ª, 6ª y 9ª costilla.



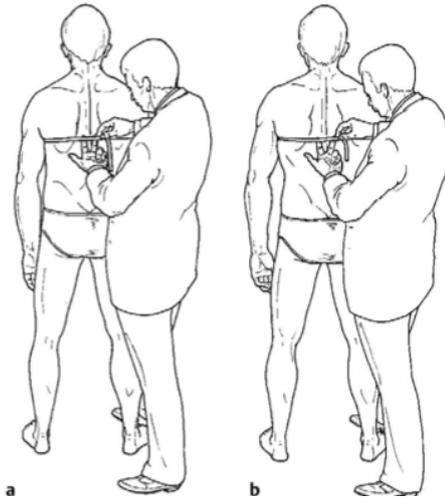
-Se mide la diferencia del perímetro del tórax en inspiración y espiración profunda.

**-Posición del paciente:** Sedestación o bipedestación.

-Técnica: Se mide por encima de las mamas en las mujeres y por debajo de las mamilas en los hombres.

**-Valoración:** El valor de esta diferencia entre la inspiración y la espiración máxima debe oscilar entre 3, 5 y 6 cm, uno a cada nivel, 4ª, 6ª y 9ª costilla.

-Sirve para evaluar el incremento de la flexibilidad de la caja torácica después de realizar las técnicas de fisioterapia.



## PERCUSIÓN

Procedimiento:

-Consiste en mandar una señal vibratoria sobre el tejido pulmonar

-Se percute con la punta de los dedos índice y medio.

-Acoplar la mano sobre el tórax:

-Sobre costilla (Mejor transmisión pero a veces dolorosa).

-Sobre el espacio intercostal.

*-Se percute en las mismas zonas de auscultación.*

## VALORACIÓN

**-Claro pulmonar** o percusión torácica normal (=tambor)

**-Timpanismo:**

-Sonido más bajo.

-Aumenta la resonancia porque aumenta el aire

-Se da en: Enfisema, neumotórax...

**-Matidez:**

-Disminuye resonancia

-Se da en: Derrame pleural, neumonía, atelectasias...

## La AUSCULTACIÓN pulmonar permite:

1-Completar la exploración física del paciente para establecer un correcto diagnóstico fisioterapéutico.



1-Planificar adecuadamente el tratamiento y evaluar su eficacia.

3-Realizar un control de la evolución clínica del paciente.



Procedimiento:

1-Se debe realizar la auscultación en un **entorno tranquilo y sin ruidos ambientales**.

2-Debería realizarse directamente **sobre la piel** del paciente.

3-Se recomienda auscultar con el **paciente en sedestación**. Esta posición permite una óptima comparación bilateral ya que favorece una ventilación y movilidad diafragmática homogéneas.

4-Si no es posible la sedestación:

- Primero se realiza **la auscultación en D/S**.
- Después se posiciona al paciente en **ambos decúbitos laterales** para abordar la cara posterior del tórax.

5-Le pedimos al paciente que realice **inspiraciones y espiraciones profundas**. Aumentará las turbulencias creadas por el aire a su paso por las vías aéreas facilitando la génesis de ruidos y su transmisión.

6-Le pediremos al paciente que realice la respiración por la boca, permitiendo todas las pausas que sean necesarias para evitar la fatiga y la hiperventilación.

7-Siempre se ausculta, como mínimo, un ciclo respiratorio completo en cada punto donde se coloque el fonendoscopio.

8-Secuencia de auscultación:

- **Se inicia en las zonas inferiores y se desliza hacia las superiores.**
- **Se recomienda auscultar la tráquea al inicio de la secuencia.** Los ruidos que se generan en esta zona pueden ser captados en otras regiones pulmonares, aumentando el riesgo de confusión auditiva.
- **Simétrica:** Es necesario comparar cada punto de auscultación con su homólogo en el hemitórax contralateral y contrastar los hallazgos clínicos captados.

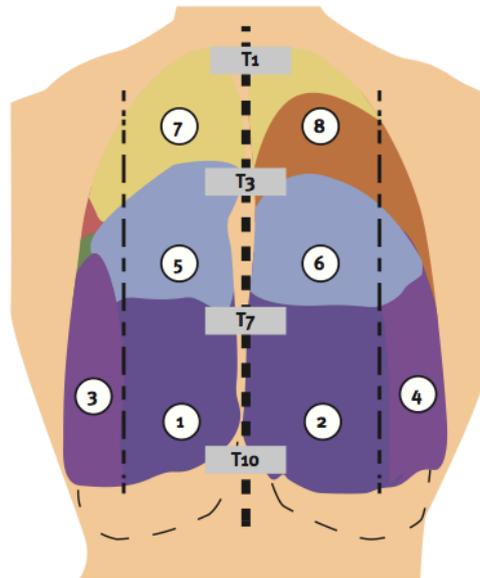
**-La aplicación de la campana debe ser firme** ya que cualquier desplazamiento. Por encima de la piel del paciente puede producir ruidos derivados de la fricción.



## Tema 18

Col·legi Oficial de Fisioterapeutes de la Comunitat Valenciana

### SECUENCIA:



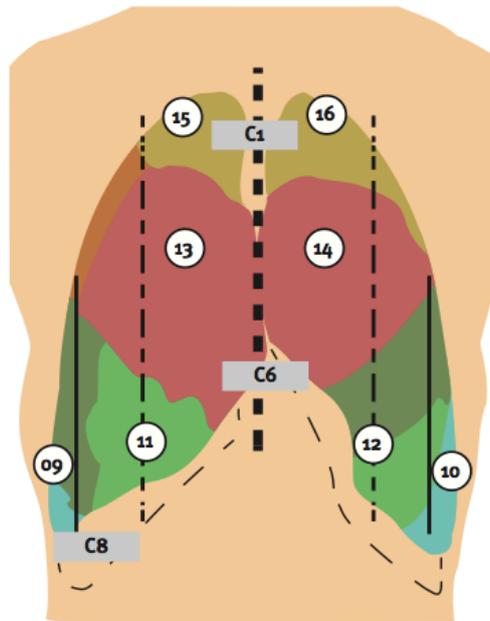
--- Línea medial posterior.  
■ ■ ■ ■ ■ Línea medio-escapular.

NÚMERO	REGIÓN PULMONAR	LOCALIZACIÓN
1-2	Lóbulo inferior. Segmento Inferior	A ambos lados de T10 (Paravertebralmente).
3-4	Lóbulo inferior. Segmento Lateral.	Lateralmente y un poco superior a 1-2
5-6	Lóbulo inferior. Segmento Apical	A ambos lados de T7 (Paravertebralmente)
7	Lóbulo superior. Segmento Apical	Entre T3 y T1 (Paravertebralmente)
8	Lóbulo superior. Segmento Apical posterior	Entre T3 y T1 (Paravertebralmente)



## Tema 18

Col·legi Oficial de Fisioterapeutes de la Comunitat Valenciana



- ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ Línea esternal.
- - - - - Línea mamaria o medio-clavicular.
- Línea axilar anterior.

NÚMERO	REGIÓN PULMONAR	LOCALIZACIÓN
9-10	Lóbulo inferior. Segmento Anterior	A la altura de la 8ª costilla. Lateralmente
11	Lóbulo Medio	A la altura de la 8ª costilla. Pulmón derecho
12	Lóbulo superior. Língula	A la altura de la 8ª costilla. Pulmón izquierdo
13-14	Lóbulo superior. Segmento Anterior	A la altura de la 4ª costilla
15-16	Lóbulo superior. Segmento Apical Anterior	Por encima de las clavículas



## AUSCULTACIÓN, RUIDO

-La auscultación, y más ampliamente la escucha de los sonidos respiratorios, constituye una de las bases de la valoración del fisioterapeuta respiratorio.

-Es un procedimiento accesible, de carácter no invasivo y apoyado en fundamentos científicos.

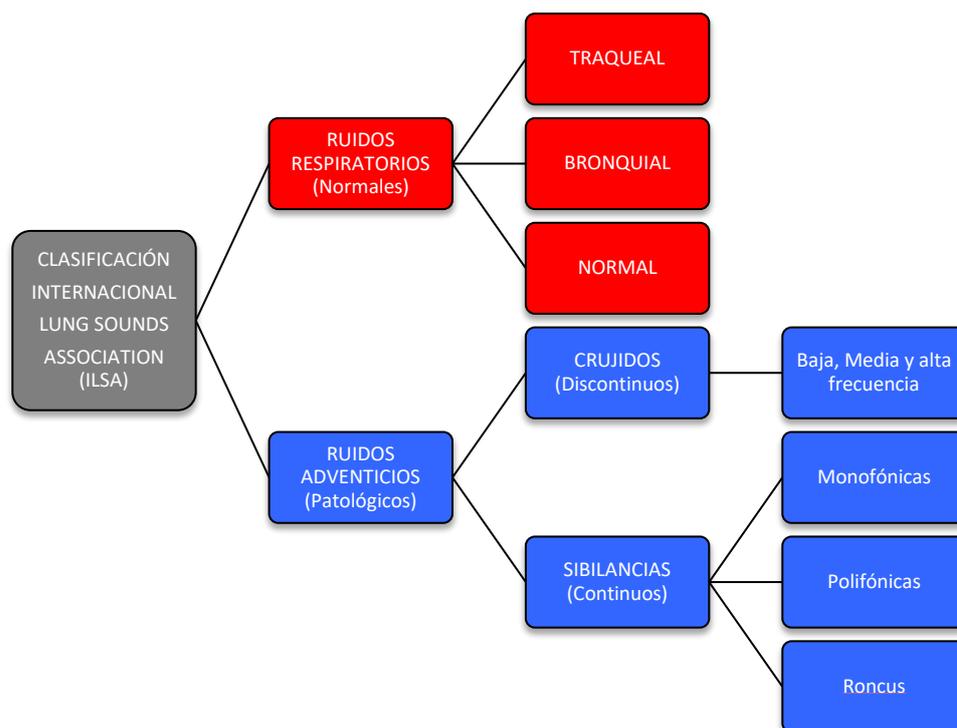
Es un medio muy útil para la valoración y el control objetivo de los resultados.

-Deben tenerse ciertos conocimientos de física acústica y “buen oído”

-El ruido respiratorio se debe a la fricción o roce de las moléculas de gas sobre la pared bronquial.

-Esta fricción se traduce en una vibración que se propaga por los tejidos y se ausculta en la pared torácica.

-La inspiración genera más turbulencias que la espiración



### • AUSCULTACIÓN, RUIDOS RESPIRATORIOS NORMALES

#### 1-Murmullo vesicular

-Punto de captación: Bases pulmonares y regiones subaxilares del tórax.

-Situación clínica: Correcto paso del aire por el parénquima pulmonar.

#### 2-Bronquial (soplo tubárico)



-Punto de captación: Parte superior anterior y posterior del tórax (ápices pulmonares).

-Situación clínica: Correcto paso del aire por el parénquima pulmonar

### **3-Ruido Traqueal:**

-Punto de captación: Tráquea extratorácica

-Correcto paso del aire por los cartílagos traqueales

## **AUSCULTACIÓN, RUIDOS ADVENTICIOS PATOLÓGICOS**

-Aparecen añadidos o sobreexpuestos a los ruidos respiratorios.

-Se tratan se signos clínicos anómalos.

-Clasificación:

-Crujidos (traducido de “crackles”) Clásicamente denominados crepitantes.

-Sibilancias (traducido de “wheezes”) Por reducción de la luz bronquial.

-Durante la auscultación se debe tener en cuenta la localización de los ruidos respiratorios, su intensidad y la existencia de ruidos adventicios.

-Para que la auscultación sea eficaz conviene proceder de forma sistemática, se comienza en posición de sentado, después se realiza en decúbito contra y homolateral.

-En ocasiones se debe interrumpir la auscultación durante un momento para evitar la aparición de vértigos, consecuencia de una alcalosis por hiperventilación.

## **EXPLORACIÓN FUNCIONAL RESPIRATORIA: ESPIROMETRÍA**

-La espirometría es una prueba básica para el estudio de la función pulmonar.

-Mide el volumen de aire que los pulmones pueden movilizar en función del tiempo.

-La representación gráfica se puede hacer en una de estas variables:

-Curva de volumen/tiempo

-Curva Flujo/Volumen

### **Espirometría FORZADA**

## **TIPOS DE ESPIRÓMETROS**

### **1-ESPIRÓMETRO DE VOLUMEN**

### **2-ESPIRÓMETRO DE FLUJO (neumotacógrafo):**



-Miden inicialmente el flujo a partir de una resistencia conocida que produce una diferencia de presión entre uno y otro lado del paso del aire.

-Incluyen un microprocesador informático que informa sobre la adecuación del estado espirométrico, realizan la corrección automática del volumen, automatizan los cálculos de los parámetros y su relación con los valores teóricos predefinidos.

### **-INDICACIONES DE LA PRUEBA**

1-Evaluar la capacidad respiratoria ante la presencia de síntomas relacionados con la respiración (tos, expectoración, sibilancias...) o signos de enfermedad (malformaciones torácicas, Rx tórax alterada...).

2-Cribaje de alteración funcional respiratoria en pacientes de riesgo (tabaco, procesos alérgicos, riesgos laborales...).

3-Evaluar el riesgo de procedimientos quirúrgicos.

4-Valorar la respuesta terapéutica ante determinados tratamientos o fármacos.

5-Estudios epidemiológicos que incluyan patología respiratoria.

### **-REALIZACIÓN DE LA PRUEBA;**

#### **RECOMENDACIONES PREVIAS:**

-No fumar, al menos en las 24 horas previas.

-Evitar la comida abundante (2-3 horas antes).

-Abstenerse de bebidas estimulantes (café, té, cola, etc.).

-No haber realizado ejercicio vigoroso, al menos 30 minutos antes.

-No haber tomado broncodilatadores (avisar en caso imprescindible)

-No llevar ropas ajustadas que dificulten la respiración.



### **PREPARACIÓN DEL PACIENTE**

-Registrar: -Edad (años)



-Talla (cm)

-Peso (kg) de cada paciente.

-El paciente debe estar sentado y relajado, al menos unos 5-10 minutos antes de la prueba (explicar mientras el procedimiento de la prueba).

-Realizar una breve historia clínica del paciente (diagnóstico y motivo del estudio, medicación, enfermedades infecciosas (TBS, VIH+, hepatitis)

**Procedimiento:**

1-Instruir adecuadamente al paciente sobre las maniobras que van a realizarse y qué se espera de su colaboración.

2-Colocar al paciente cómodamente sentado y situado frente al espirómetro.

3-Solicitarle que se desabroche el cinturón o la faja o cualquier cosa que pueda dificultar su respiración.

4-Mantener la dentadura postiza, en el caso de utilizarla, a menos que impida la realización de la prueba.

5-Colocar las pinzas nasales.

6-Realizar una maniobra inspiratoria máxima, lenta y progresivamente, no de manera forzada (pausa a Capacidad Pulmonar Total TLC < 1 s)

7-Colocar la boquilla (indeformable) en el interior de la boca, con los labios alrededor.

8-Realizar una maniobra espiratoria máxima, de forma rápida y forzada, hasta completar el vaciado de los pulmones.

9-Realizar una maniobra inspiratoria máxima, también de forma rápida y con esfuerzo máximo (Esta maniobra sólo será necesaria en el caso de querer disponer de inspirometría).

10-Repetir las instrucciones las veces que sean necesarias y conseguir un mínimo de tres maniobras (con un máximo de 8 intentos) que sean técnicamente satisfactorias, dos de ellas reproducibles.

11-Comprobar que los trazos son correctos y obtener los registros.



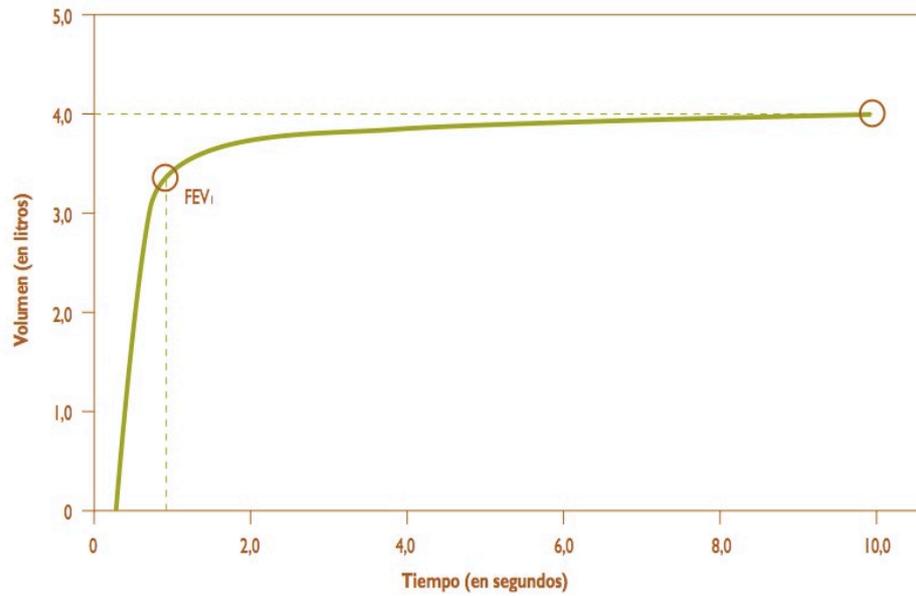
## Tema 18

Col·legi Oficial de Fisioterapeutes de la Comunitat Valenciana

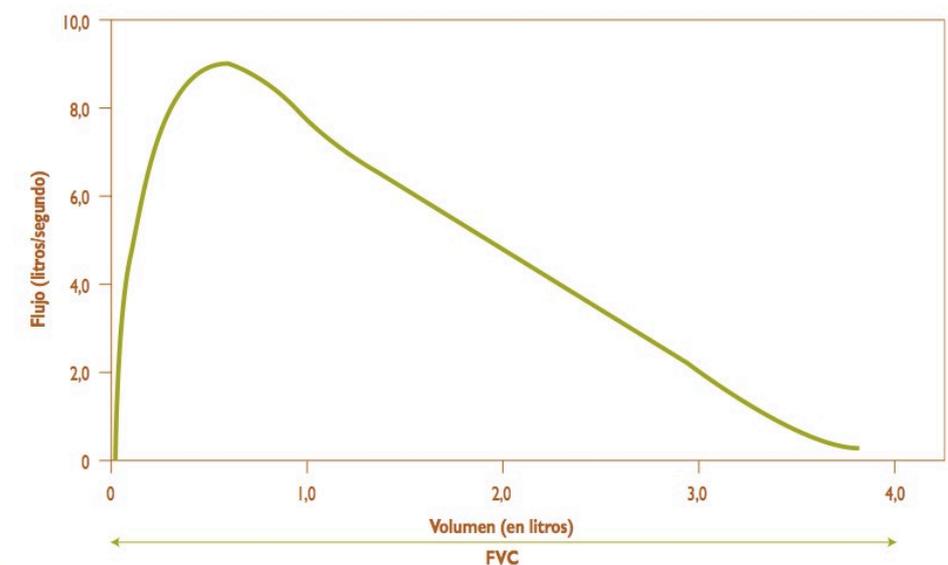
### REPRESENTACIÓN GRÁFICA

#### **CURVA VOLUMEN/TIEMPO**

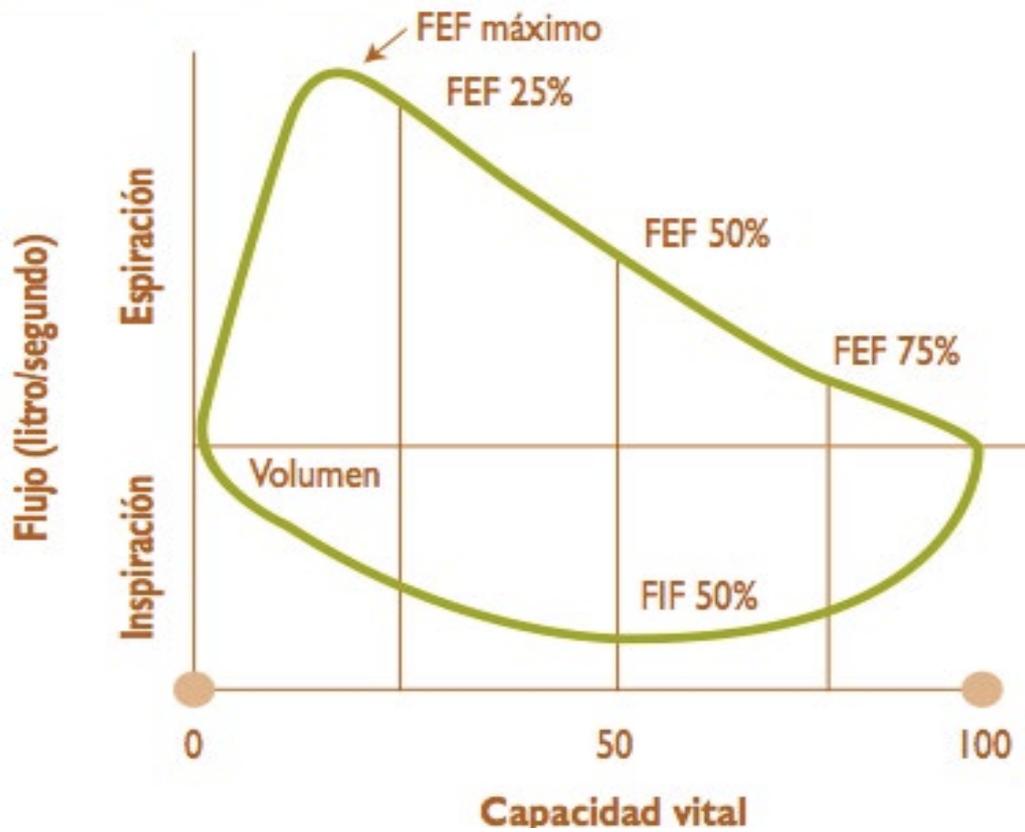
Relación entre los volúmenes dinámicos y el tiempo de espiración forzada



#### **CURVA FLUJO/VOLUMEN**



#### **PARÁMETROS ESPIROMÉTRICOS**

**PATRÓN NORMAL**


- **Capacidad vital forzada (FVC)**
  - Volumen máximo espirado con el máximo esfuerzo y rapidez partiendo de la capacidad pulmonar total.
  - Es un indicador de la capacidad pulmonar.
  - Depende de la edad y de las características antropométricas del sujeto (talla++).
  - Su valor se expresa en litros.
- **Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (FEV1 o VEMS) +++**
- **Volumen espiratorio forzado en un segundo +++**
  - Es el mayor volumen de aire que puede ser expulsado en el primer segundo de una espiración forzada.
  - Su valor también depende de las características del individuo.
  - Se expresa en litros.
- **Flujo espiratorio forzado máximo (FEF):**
  - Ápice de flujo obtenido en el curso de una FVC.



-Se expresa en l/min

- **Flujo espiratorio forzado entre el 25% y el 75% de FVC (FEF25-75):**

-Flujo medio alcanzado en el tramo de la curva comprendido entre el 25 y el 75% de la FVC

-Se denomina también flujo medio mesoespiratorio o MMEF25.

-Si se mide al 25% MEF25

-Es un índice sensible y específico de la obstrucción de las vías aéreas de tamaño pequeño.

-Se expresa en l/min

- **Flujo espiratorio forzado al 50% de la FVC (FEF50)**

-Flujo medio alcanzado en el tramo de la curva comprendido al 50% de la FVC.

-También se denomina MEF50.

-Se expresa en l/min.

- **Relación entre el volumen espirado forzado en el primer segundo y la capacidad vital forzada (FEV1/FVC):**

-Porcentaje de la capacidad vital forzada que se espira en el primer segundo.

-Se expresa en %.

**Se consideran valores espirométricos normales:**

<b>FVC</b>	<b>% <math>\geq</math> 80%</b>
FEV1	% $\geq$ 80%
FEV1/FVC	% $\geq$ 70%
MMEF	% $\geq$ 65%
MEF50	% $\geq$ 65%

## **PATRONES DE ALTERACIONES VENTILATORIAS**

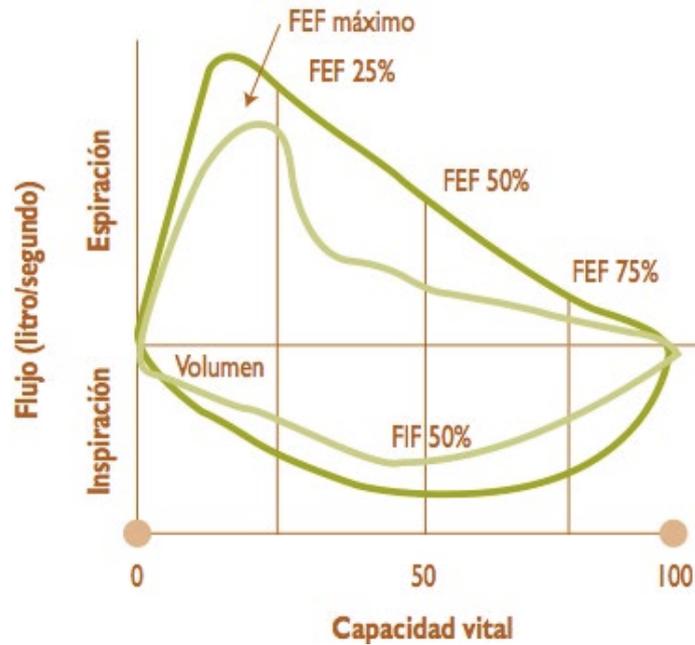
### **1-Alteraciones ventilatorias de tipo OBSTRUCTIVO**

**-FEV1 Disminuido**

-VC normal o ligeramente reducido



- FVC normal o ligeramente reducida
- FEV1/FVC reducido (<70%)
- PEF: Normal o reducido.



**Grado de la severidad de la obstrucción según afectación FEV1:**

	LEVE	MODERADO	SEVERO
SEPAR (Sociedad Española de Neumología y CT)	>65	45-65	<45
ERS (European Respiratory Society)	>70	50-69	<50
ATS (American Thoracic Society)	>50	35-49	<35
BTS(British Thoracic Society)	60-79	40-59	<40

**-Si hay hallazgo de una espirometría obstructiva obliga a la realización de una prueba broncodilatadora.**

-Se realiza una nueva curva flujo-volumen después de la inhalación de un broncodilatador (400mcrog Salbutamol) Más comúnmente conocido como Ventolín.

-Se considera que hay una respuesta significativa siempre que el FEV1 aumente por encima de 12% del valor basal.

**2-Alteraciones ventilatorias de tipo RESTRICTIVO**

**-FVC disminuida +++**

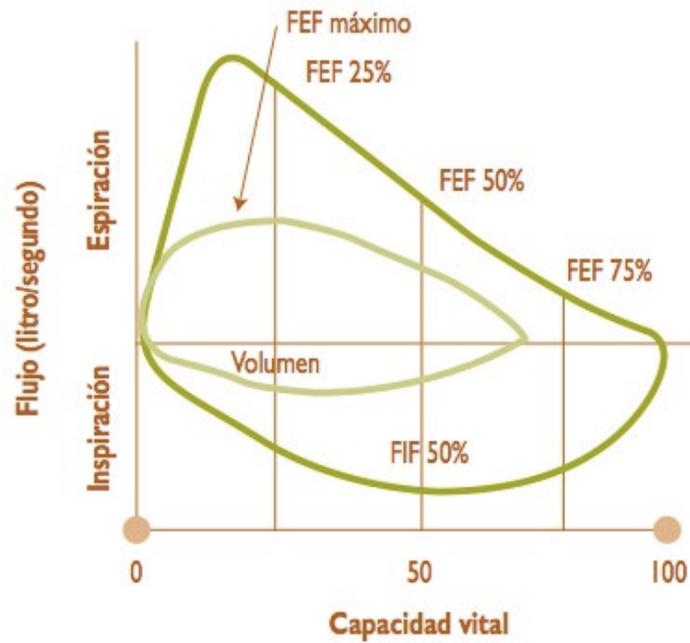


**-FEV1 disminuido**

-VC disminuido

-FEV1/FVC >70% (incluido en torno al 90%)

-FEF disminuido



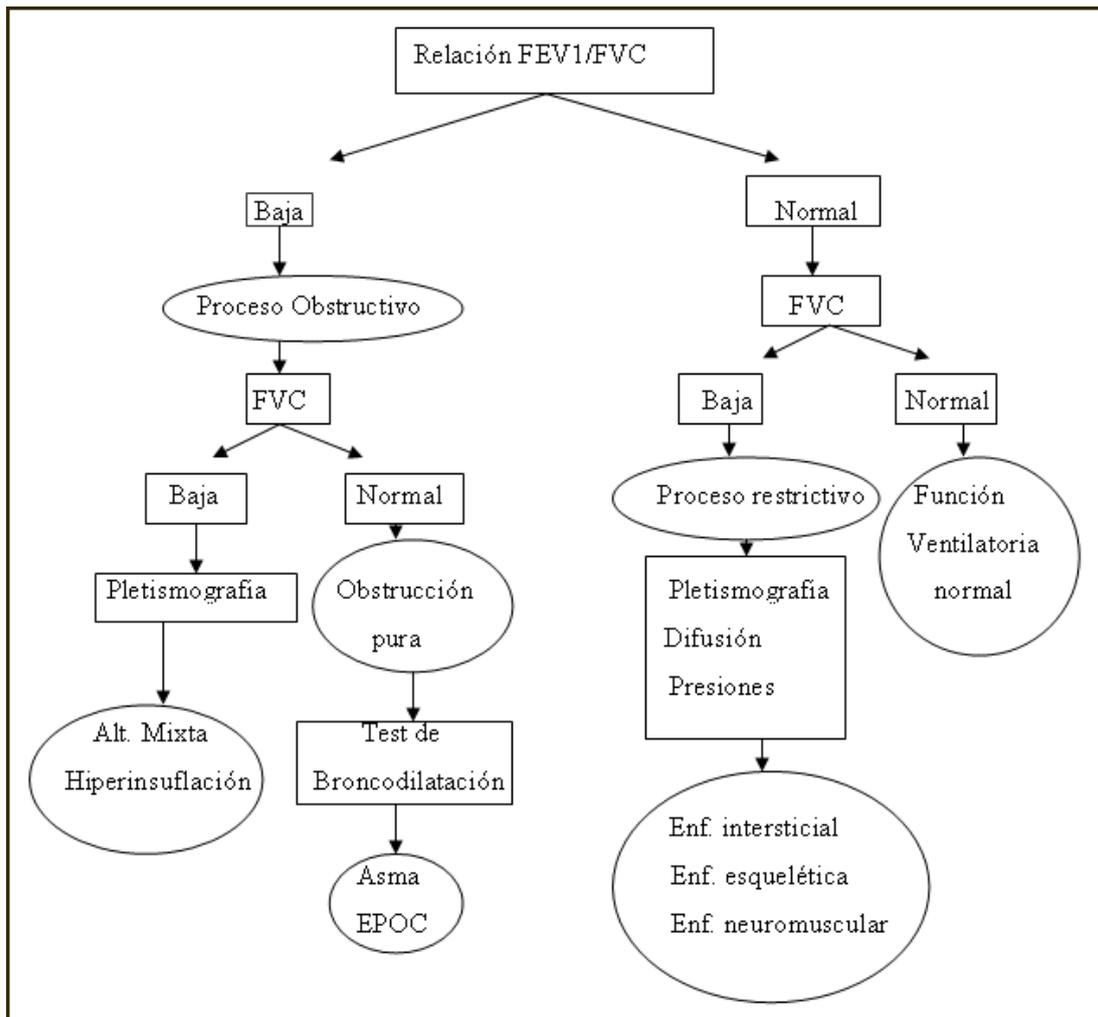
**3-Alteraciones restrictivas tipo MIXTO**

-FVC Disminuida

-FEV1: Disminuido

-FEV1/FVC Disminuida

-VC Normal



### PULSIOXIMETRÍA

-Método no invasivo que evalúa la saturación arterial de oxihemoglobina (Sat O<sub>2</sub>) en los vasos pulsátiles mediante un sensor transcutáneo.

-Se trata de un sistema óptico sensible a los cambios de coloración de la hemoglobina.





<b>Normalidad</b>	<b>100-95%</b>
Desaturación leve	94-90%
Desaturación moderada	89-85%
Desaturación severa	<84%

Valor normal PaO<sub>2</sub> = 85-100 mmHg

- En adultos **jóvenes** es de aproximadamente **95 mmHg**,
- A los **60 años** es de alrededor de **85 mmHg**

## GASOMETRÍA

**-Permite determinar los siguientes parámetros:**

- **PaO<sub>2</sub>:** Presión parcial de oxígeno en sangre. Determina la oxigenación.
- **PaCO<sub>2</sub>:** Presión parcial de CO<sub>2</sub> en sangre. Determina la ventilación.
- **Ph:** Equivale a la concentración de hidrogeniones (H<sup>+</sup>) existentes en sangre. Mide el grado de alcalinidad o acidez del plasma.
- **HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>:** Bicarbonato en sangre.



-Junto con la espirometría es una de las pruebas que se considera básica para medir la función pulmonar.

**-La gasometría es el estudio de los gases sanguíneos en sangre arterial.**

-Permite determinar el equilibrio entre la respiración y el metabolismo.

## INDICACIONES

-Necesidad de medir la oxigenación (PO<sub>2</sub>), la ventilación (PCO<sub>2</sub>) y el equilibrio ácido-base (Ph, PaCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

-Cuantificación de una respuesta terapéutica (ej: oxigenoterapia).

-Monitorizar la severidad o progresión de patologías respiratorias.

-Estudios preoperatorios especialmente de los pacientes a los que se les va a efectuar una toracotomía.



## VALORES DE NORMALIDAD

-Ph: 7,35-7,45

-PaO<sub>2</sub>: Siempre debe estar entre **80-100 mmHg**.  
En el individuo sano su valor disminuye con la edad.

-PaCO<sub>2</sub>: **35-45 mmHg**

-HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: **24 mmol/l o 22-28 mEq/l**

## ACIDOSIS RESPIRATORIA. HIPERCAPNIA

-Aparece en la **Hipoventilación alveolar**

$\uparrow\text{CO}_2 = \uparrow(\text{PCO}_2) \rightarrow \downarrow\text{Ph} (<7,35)$ .

**-Compensación renal:**

$\uparrow\text{HCO}_3^-$ - Alcalosis metabólica secundaria o compensadora



Ph  $\uparrow$  hasta valores normales



PaCO<sub>2</sub> No cambia

Ej: Intoxicación por barbitúricos

## ALCALOSIS RESPIRATORIA. HIPOCAPNIA

-Aparece en la **Hiperventilación alveolar** (eliminación excesiva CO<sub>2</sub>)

$\text{CO}_2 = \downarrow(\text{PCO}_2) \rightarrow \uparrow\text{Ph} (>7,45)$

**-Compensación renal:**

$\downarrow\text{HCO}_3^-$ - Acidosis metabólica secundaria o compensadora



Ph  $\downarrow$  hasta valores normales



PaCO<sub>2</sub> No cambia

Ej: Ataques de ansiedad

## ACIDOSIS METABÓLICA

Debido a:

-Pérdida de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>:

-Por la acumulación de ácidos  $\downarrow\text{HCO}_3^- \rightarrow \downarrow\text{Ph} (<7,35)$

**-Compensación respiratoria**

**Hiperventilación**  $\downarrow\text{PCO}_2$  (Alcalosis respiratoria secundaria compensadora)





↑Ph hasta valores normales

Ej: Cetoacidosis diabética, diarrea abundante, sepsis, intoxicación con AAS...

## ALCALOSIS METABÓLICA

**Debido a:**

-Aumento de los niveles de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

-Por la pérdida de ácidos: Vómitos prolongados    ↑HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> → ↑Ph (>7,45)

**-Compensación respiratoria**

Hipoventilación ↑PCO<sub>2</sub> (Acidosis respiratoria secundaria compensadora)



↓Ph hasta valores normales

Ej: Sonda nasogástrica, vómito, deshidratación...

## EVALUACIÓN DE LOS MÚSCULOS RESPIRATORIOS (Pimax Y Pemax)

- Pimax: DIAFRAGMA
- Pmax: Músculos abdominales e intercostales internos

Procedimiento:

-La técnica consiste en que el paciente debe generar la máxima presión inspiratoria y espiratoria contra una vía o equipo ocluido.

**-Para la inspiración** se le indica al paciente que espire lenta y completamente (hasta el volumen residual) y luego inspire tan fuerte y rápido como sea posible.

**-Para la espiración:** Se solicita al paciente para que haga una inspiración profunda y luego espire tan fuerte y rápido como le sea posible.

-La duración de la presión máxima alcanzada debe ser idealmente de 1.5 seg para poder obtener el promedio de medición durante un segundo.

-Se obtienen tres intentos reproducibles (menos de un 10% de diferencia entre los dos de mayor valor) de un máximo de ocho.

-El paciente debe descansar un mínimo de 60 segundos entre un intento y otro.



## INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

-Se calcula a través de valores predictivos. Hay varios modelos de interpretación.

-Uno de ellos es la Ecuación de Black y Hyatt. Los valores que se obtienen de la ecuación se comparan con las tablas de predicción para sujetos sanos según el modelo de utilizado.



## Tema 18

Col·legi Oficial de Fisioterapeutes de la Comunitat Valenciana

	MUJER	HOMBRE
Pimax (cmH <sub>2</sub> O)	104-(0,51x edad)	143-(0,55 x edad)
Pemax (cmH <sub>2</sub> O)	170-(0,53x edad)	143-(0,55 x edad)

## PRUEBAS DE ESFUERZO

### 1-Prueba de los 6 minutos marcha

-Sirve para medir la capacidad de tolerancia al ejercicio a esfuerzos submáximos.

-Consiste en medir la máxima distancia recorrida en 6 minutos, al caminar por un terreno llano, lo más rápidamente posible.

-Se realiza en un corredor que mida 30 metros.

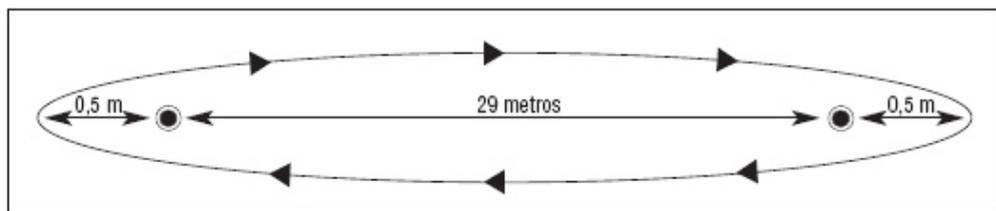


Figura 1. Recorrido a seguir durante la prueba de marcha de 6 minutos.

-Se anotan los metros recorridos en estos 6 minutos.

-Si el paciente hace una pausa por disnea o  $\downarrow$ SatO<sub>2</sub>, no se para el cronometraje. Se registra el tiempo de pausa y el motivo.

-Durante la prueba es aconsejable monitorizar la Sat O<sub>2</sub> y la FC cada minuto.

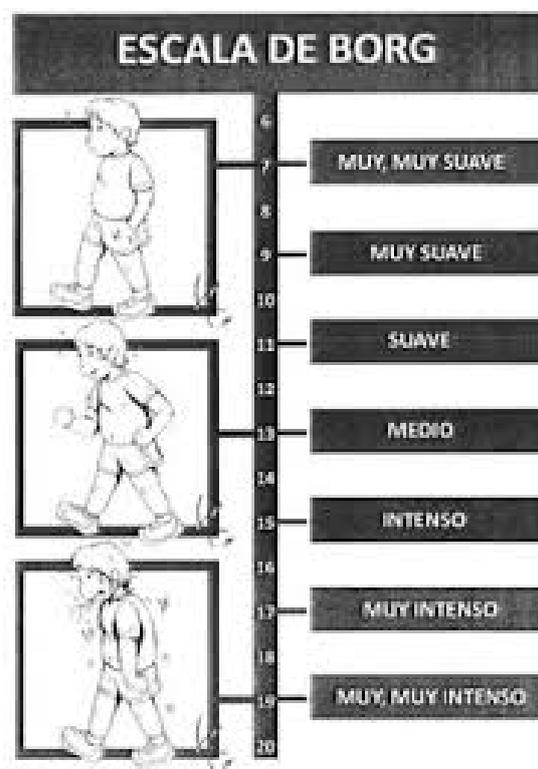
-Fundamentalmente evaluaremos en situación basal y al final de la prueba los siguientes parámetros:

-Sat O<sub>2</sub> (Pulsioximetría)

-Frecuencia cardiaca.

-Frecuencia respiratoria.

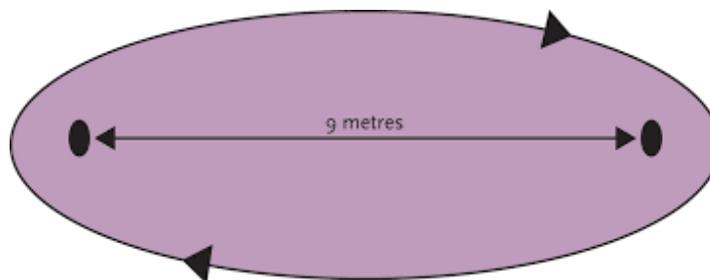
-Disnea y fatiga de miembros inferiores, utilizando EVA o Escala de Borg.



### 2-Shuttle walking test



- Sirve para medir la capacidad de tolerancia al ejercicio a esfuerzos máximos.
- Consiste en alcanzar la mayor distancia recorrida y el nivel de velocidad de la marcha.
- La prueba se realiza en un corredor plano de 10 metros marcado por unos conos.
- El ritmo viene marcado por señales acústicas.
- El ritmo aumenta cada minuto.
- El examinador acompaña al paciente en el primer minuto, sin ningún estímulo verbal.



- La prueba finaliza cuando no se alcanzan los conos.
- Los resultados se expresan en metros.
- También se realizan mediciones de la FC, disnea, Escala de Borg, los síntomas y signos de desaturación.
- Se realizan al inicio y al finalizar la prueba



### 3. TÉCNICAS DE REEDUCACIÓN RESPIRATORIA

-Las enfermedades respiratorias crónicas se acompañan de alteraciones del patrón respiratorio.

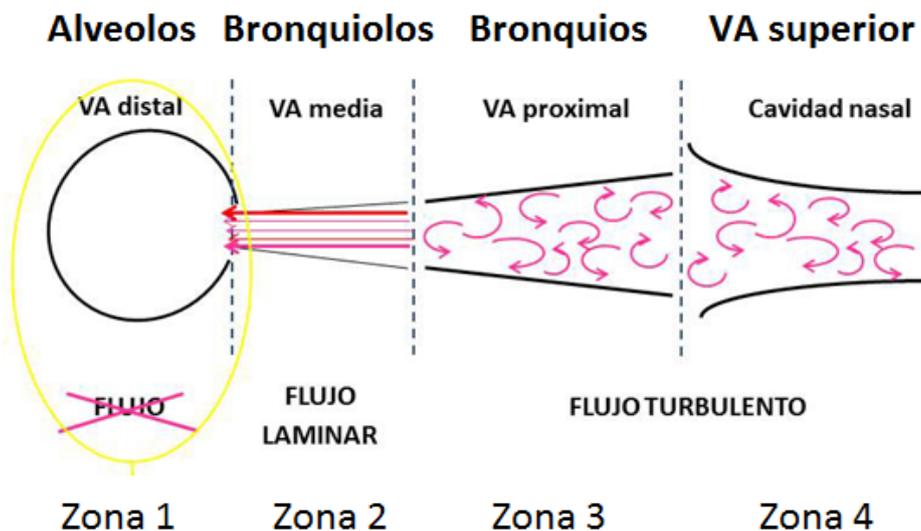
-Estas alteraciones producen una respiración ineficaz con aumento de la frecuencia respiratoria, uso de la musculatura accesoria y alto gasto energético.

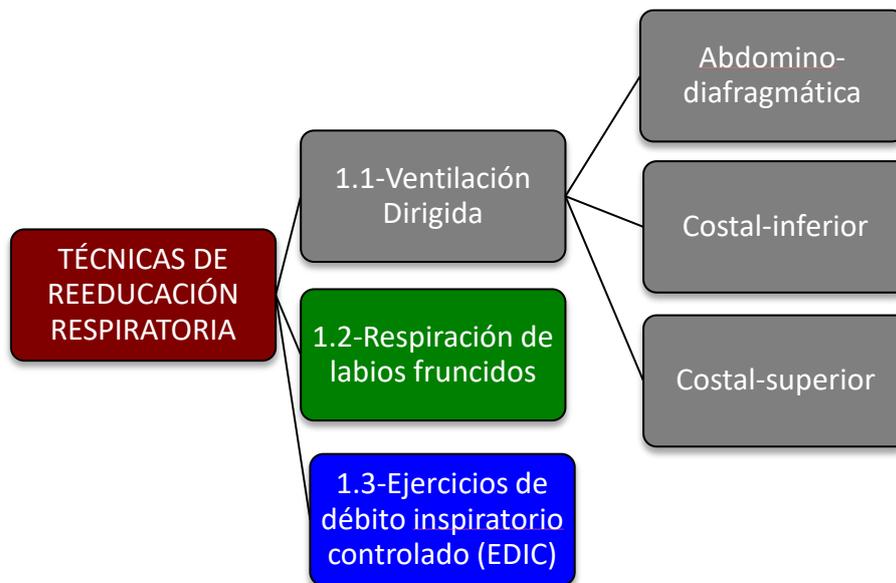
-Las Técnicas de reeducación respiratoria pretenden conseguir un aumento de la eficacia de la respiración a través de la reeducación del diafragma.

-La optimización de la mecánica diafragmática permite reducir la frecuencia respiratoria aumentando el Volumen Corriente, VC.



#### DIAGRAMA DE FLUJO RESPIRATORIO





## CONTROL RESPIRATORIO

Consiste en realizar un control de la respiración por el uso correcto del diafragma, persiguiendo reducir el gasto energético y ganar efectividad respiratoria.

Se realizan inspiraciones profundas aumentando progresivamente el VC estimulando al diafragma.

No se debe intentar enlentecer la frecuencia respiratoria hasta que se haya conseguido controlar la respiración diafragmática.

La **respiración diafragmática** reduce el consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>) y la frecuencia respiratoria, también se puede combinar con la espiración a labios fruncidos.

La **técnica** se enseña con el paciente en posición de decúbito supino incorporado con piernas flexionadas, o sentado en una silla con respaldo y reposabrazos.

El fisioterapeuta coloca la mano en la zona baja del tórax por su parte anterior para estimular la respiración. Debe pedir al paciente que realice una espiración suave, intentando relajar los hombros y el tórax, tras la espiración el fisioterapeuta aplica una ligera presión con la mano y pide al paciente que inspire, de forma lenta por la nariz, intentando percibir como entra el aire a la parte baja del tórax. El movimiento resultante será una protrusión del abdomen. La espiración debe ser pasiva, **no se debe forzar ni prolongar** para evitar la tendencia a la respiración torácica y el aumento del trabajo respiratorio.

El fisioterapeuta debe supervisar la realización durante el período de aprendizaje para corregir los **errores que se dan con más frecuencia:**

- Espiración forzada
- Espiración prolongada
- Movimientos truncados del abdomen
- Uso del tórax superior



-Cuando se ha aprendido la respiración diafragmática en reposo, se aplica ante la realización de esfuerzos.

-Por ejemplo: marcha en terreno llano, subida y bajada de escaleras, etc.

-Se enseña a respirar al paciente al ritmo de los pasos o los peldaños que se suben o bajan.

-Se debe evitar que realice apneas durante la realización de esfuerzos.

-Cuando un paciente sufra un **ataque de disnea**, hay que orientarle sobre la forma correcta de actuación, evitando la ansiedad y el miedo.

-Debe buscar una posición relajada y practicar el control respiratorio, las posiciones que permiten colocar el tronco inclinado hacia delante, en sedestación o de pie, con apoyo de los miembros superiores, permiten reducir la actividad de los músculos accesorios y disminuyen la disnea.

-El paciente debe concentrarse en la forma de respirar sin tener en cuenta la frecuencia, relajando el tórax superior, a medida que vuelve a adquirir el control de la respiración, disminuirá la frecuencia respiratoria y la sensación de disnea.

### **VENTILACIÓN DIRIGIDA, VD**

-La Ventilación Dirigida (VD) descrita por el Dr. M. Giménez en 1968, es una técnica de reeducación de la respiración, basada en la toma de conciencia respiratoria, que pretende modificar el régimen ventilatorio y automatizarlo tanto en reposo como en ejercicio.

-Mejora la ventilación alveolar. Puede elevar la PO<sub>2</sub> y disminuir la PCO<sub>2</sub>.

-El nuevo régimen ventilatorio es de tipo diafragmático-abdominal con reducción de la frecuencia respiratoria y aumento del VC. La automatización se realiza dirigiendo la respiración del paciente.

#### **Objetivos de la VD:**

1. Corregir los movimientos paradójicos y asincronismos ventilatorios.
2. Obtener una respiración diafragmático-abdominal.
3. Adquirir un nuevo ritmo ventilatorio permanente con enlentecimiento de la frecuencia y aumento del VC **para mejorar la ventilación alveolar = Zona I**
4. Aumentar la eficacia respiratoria, **mejorando la relación ventilación-perfusión.**
5. Optimizar la función de los músculos respiratorios.
6. Incrementar la flexibilidad y movilidad de la caja torácica.
7. Disminuir el trabajo respiratorio.
8. Mejorar la disnea.
9. Mejorar la calidad vida.



-Se necesita un periodo de entrenamiento de varias semanas por un fisioterapeuta para obtener los resultados deseados, ya que sesiones aisladas de VD no han demostrado conseguir beneficio aparente.

-Se aplica en grupos de 6 a 10 pacientes, aunque tienen un tratamiento individualizado según la fase de aprendizaje.

-Para conseguir el nuevo ritmo ventilatorio la VD se realiza en varias etapas:

1. Toma de conciencia ventilatoria.
2. Práctica de sesiones bajo VD.
3. Control del nuevo ritmo ventilatorio en reposo.
4. Control del nuevo ritmo ventilatorio en ejercicio.

### 1. TOMA DE CONCIENCIA VENTILATORIA

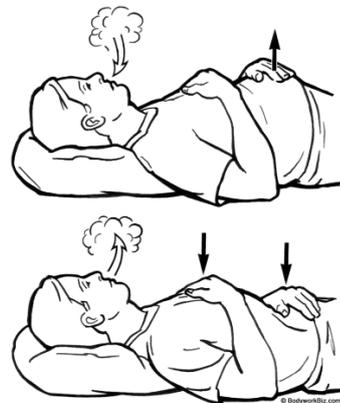
La primera etapa de toma de conciencia tiene una especial importancia, tiene la finalidad de convencer al paciente de la necesidad de la reeducación.

#### Técnica:

**-Inspiración:** Se pide al paciente que haga **inspiraciones lentas y profundas** por la nariz.

**-Espiración:** Debe ser por la boca, **lentamente y con los labios fruncidos**.

-Se puede realizar una apnea 3-4seg tras la inspiración.



### 2. PRÁCTICA DE SESIONES BAJO VD

-En la segunda etapa se debe conseguir el automatismo del nuevo ritmo ventilatorio.

-Consta de dos fases diferenciadas respecto a la frecuencia respiratoria adoptada: comienza con un tratamiento individualizado de acondicionamiento y desbloqueo del diafragma, que se realiza dirigiendo una respiración con una frecuencia, que varía según las posibilidades del paciente, de entre 5 a 10 ciclos por minuto, y tiene una duración de 1 o 2 semanas.

-Se completa con diversos ejercicios respiratorios que finalmente buscarán la instauración de una frecuencia de entre 10 y 18 ciclos por minuto.

### 3. CONTROL DEL NUEVO RITMO RESPIRATORIO EN REPOSO

-En la tercera etapa se hace un trabajo en grupo y se comienza tras 6 ó 8 semanas.

-Se controla el automatismo adquirido en situaciones habituales: conversación, lectura, realización de AVD...

-Durante este tiempo se observa, corrige y estimula a los pacientes para conseguir una integración de la VD en las actividades cotidianas.



#### **4. CONTROL DEL NUEVO RITMO RESPIRATORIO EN EJERCICIO**

-La cuarta y última es la etapa más difícil y delicada.

-Se inicia con deambulación en terreno llano y posteriormente subida y bajada de escaleras.

-Se comienza en tiempo espiratorio y se debe evitar que el paciente relacione el cambio de paso o escalón con el ritmo de la respiración.

-Se recomienda controlar el ejercicio mediante pulsioxímetro para ver la evolución de la SaO<sub>2</sub> y la frecuencia cardíaca.

-Se pautan revisiones periódicas para controlar que sigue empleando el diafragma.

#### **4. TÉCNICAS DE DESOBSTRUCCIÓN BRONQUIAL**

-Son técnicas dirigidas a la eliminación del moco de las vías respiratorias que se encuentra alterado en su cantidad y/o cualidades.

1. Drenaje Postural, DP
2. Vibraciones
3. Percusiones o Clapping
4. Presiones
5. Tos Controlada o Dirigida, TD
6. Técnica de Espiración Forzada, TEF
7. Aumento del Flujo Espiratorio, AFE
8. Espiración Lenta Total a Glotis abierta en Lateraldecúbito, ELTGOL
9. Drenaje Autógeno, DA

-Causas de Obstrucción por moco:

- a) Aumento de la secreción mucosa de las glándulas.
- b) Alteración de las propiedades reológicas y/o de superficie del moco.
- c) Deficiencia de los mecanismos fisiológicos encargados de evacuar el moco.

-La obstrucción por moco de las vías aéreas aumenta la resistencia al paso del aire, el trabajo respiratorio y el riesgo de infección.

-Las técnicas se pueden clasificar según su modo de actuación:

- a) Modificar las cualidades del moco mediante ondas de choque: Vibraciones y Percusiones o Clapping.
- b) Favorecer la eliminación del moco mediante aumento del flujo espiratorio: Tos controlada, Técnica de Espiración Forzada, Aumento del Flujo Espiratorio, Espiración Lenta Total a Glotis Abierta en Laterodecúbito y Drenaje Autógeno.
- c) Favorecer la eliminación mediante la fuerza de la gravedad: Drenaje Postural.



#### 4.1. Drenaje postural, DP

El DP pretende favorecer la eliminación de secreciones verticalizando los bronquios segmentarios para que, por la acción de la gravedad, deriven en la generación bronquial mayor.

El equipo del Brompton Hospital de Londres estandarizó estas posturas en 1935 pero, en la actualidad, la evolución de los conocimientos fisiopatológicos y las nuevas investigaciones, han derivado en la **pérdida de su papel preponderante** dentro de la Fisioterapia Respiratoria.

Se ha comprobado que la gravedad no ayuda al transporte mucociliar, sólo **parece efectiva cuando existen grandes cantidades de moco con baja adhesividad**. En la Conferencia de Consenso sobre Fisioterapia Respiratoria (Lyon 1995) los expertos recomendaron la utilización del DP sólo en las enfermedades cavitarias: abscesos con comunicación a vías respiratorias y bronquiectasias. También en pacientes graves sometidos a **encamamientos prolongados** como paliativo a la inmovilización.

Las posturas descritas por la técnica se pueden deducir de la disposición topográfica de los bronquios segmentarios.

#### 4.2. Vibraciones

Las vibraciones manuales consisten en realizar un movimiento oscilatorio sobre el tórax, efectuado a baja frecuencia, con el fin de alterar o modificar la viscoelasticidad del moco.

Se colocan las manos perpendicularmente al tórax realizando, contracciones repetidas de los músculos del antebrazo **al final de la espiración**, produciendo así una mejor propagación de las ondas y con el flujo espiratorio ayudamos a la migración de secreciones.

En la Conferencia de Consenso se admitió como **frecuencia aproximada de la batida ciliar el valor de 13 Htz**. Alcanzando esa frecuencia al efectuar las vibraciones se amplificaría el movimiento y mejoraría el transporte mucociliar. Estudios in vitro demuestran que las vibraciones **son capaces de modificar la viscoelasticidad** de las secreciones, facilitándose así su eliminación. Están indicadas en casos de obstrucción por retención de moco alterado. Sus limitaciones son las dificultades de aplicación técnica y las dificultades en cuanto a la transmisión de las ondas.

Existen aparatos mecánicos en los que podemos seleccionar la frecuencia y el tiempo de duración.

#### 4.3. Percusiones o clapping

Las percusiones son golpes breves, de potencia variable, aplicados sobre el tórax que crean energía cinética que se transmite a través del tórax en forma de ondas. La propagación sería proporcional a la energía creada, por lo que dependerá de la fuerza aplicada a la maniobra.

Se pretende movilizar el moco y modificar su viscoelasticidad, favoreciendo así su eliminación. **Para movilizar las secreciones es necesario percutir con una frecuencia de 25-35 htz, valores prácticamente imposibles de alcanzar de forma manual.**



Se realizan colocando las manos ahuecadas y se realizando un golpeteo rítmico alternativo con las manos. **Siempre durante el tiempo espiratorio y en sentido cefálico.**

#### 4.4. Presiones

Las presiones torácicas y/o abdominales consisten en aplicar una ayuda espiratoria externa por presión manual sobre la caja torácica y/o el abdomen del paciente. Se persigue la obtención pasiva de un aumento del flujo espiratorio para ayudar así a la movilización de secreciones por aumento de la presión intrapleurales.

Las presiones se deben aplicar con toda la superficie de la mano para evitar puntos donde se concentre mayor presión y se produzca dolor o molestias. Se realizan una vez finalizado el tiempo inspiratorio y **durante toda la espiración, respetando la mecánica costal.** Pueden aplicarse por uno o dos fisioterapeutas en función de la superficie toracoabdominal que se desee controlar. Especial atención si se aplican en tórax poco móviles o frágiles.

#### 4.5. Tos controlada o dirigida, TD

La tos es una **espiración forzada explosiva en la que se produce un aumento de la presión intratorácica.** Es uno de los mecanismos de depuración fisiológico de las vías respiratorias y en Fisioterapia Respiratoria **se utiliza con frecuencia** como maniobra final para expulsar las secreciones. La educación de la tos voluntaria se denomina Tos controlada o dirigida.

Para conseguir **una tos eficaz debe realizarse a altos volúmenes pulmonares actuando así en las vías proximales.** Los efectos de la compresión dinámica de las vías que aparecen al hacer espiraciones forzadas hacen que efectuada a bajo volumen pulmonar, es decir, para **actuar en vías distales, no sea igual de eficaz.**

Para educar la tos colocaremos al paciente sentado o en decúbito supino incorporado, guiaremos una inspiración lenta y profunda seguida de un cierre de glotis (realizando una maniobra de Valsalva). Después solicitar uno o dos golpes de tos con contracción activa de la musculatura espiratoria. Puede ayudarse la maniobra con presiones. Multiplica su efectividad combinada con Ventilación Dirigida.

En accesos de tos seca e irritativa, realizar una inspiración nasal rápida y profunda, mantener unos segundos de apnea y seguidamente inspirar lentamente por la boca.

La tos está **contraindicada** en contusiones torácicas, neumotórax no drenado, fracturas costales, traumatismos intracraneales, hernia parietal o visceral importante y resección o sutura traqueal.

#### 4.6. Técnica de espiración forzada, TEF

La TEF es una espiración forzada o soplido, a glotis abierta, realizada de medios a bajos volúmenes pulmonares y combinada con control respiratorio.

Esta técnica fue modificada como respuesta a la posible agravación del broncoespasmo o cierre de vías, en pacientes con inestabilidad, provocado por la espiración forzada. Se incluyeron ciclos de respiración profunda y lenta, pasando a denominarse Ciclo Activo de la Respiración (ACBT) e incluyendo periodos de control respiratorio, expansión torácica localizada y espiraciones forzadas. Los efectos de la TEF son similares a los de



la tos, se consigue un movimiento de las secreciones hacia las vías proximales pero no se aprecia aclaramiento en las zonas distales.

Las **fases de aplicación de la TEF** son:

1. Control respiratorio
  2. Ejercicios de expansión torácica localizada
  3. Control respiratorio
  4. Espiración forzada
  5. Control respiratorio, período de entre 15 y 30 segundos de relajación.
- Cuando las secreciones hayan llegado a vías proximales se realiza la espiración forzada o tos a altos volúmenes pulmonares.
  - Esta secuencia se repetirá, desde medios a bajos volúmenes pulmonares, hasta que el paciente haya eliminado el mayor número posible de secreciones.

#### **4.7. Aumento del flujo espiratorio, AFE**

En sus comienzos se denominó Aceleración del Flujo Espiratorio pero cambió por no corresponderse el término “aceleración” con el concepto de flujo. Tiene una versión que utiliza flujos forzados y otra que utiliza flujos lentos.

La AFE utiliza espiraciones forzadas o lentas realizadas desde altos a bajos volúmenes pulmonares, donde la velocidad, fuerza y duración pueden variar, realizadas a glotis abierta. Trata de movilizar las secreciones desde la periferia pulmonar hacia la tráquea utilizando variaciones en el flujo espiratorio, forzadas, para secreciones situadas en vías proximales, y lentas, para secreciones más distales. Las indicaciones de la AFE, según la modalidad, serán las mismas que las de las espiraciones forzadas y las lentas.

La AFE puede realizarse de forma pasiva **en pacientes inconscientes o poco colaboradores**. Se realizará aplicando presiones rápidas y fuertes a alto volumen pulmonar, y más lentas y con la aplicación de menos fuerza a medios y bajos volúmenes pulmonares.

#### **4.8. Espiración lenta total a glotis abierta en laterodecúbito, ELTGOL**

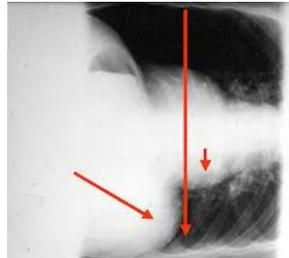
Es una técnica desarrollada por el Grupo de estudio de Guy Postiaux y del Dr. Lens. Es una espiración lenta, a glotis abierta, comenzada en la Capacidad Residual Funcional (CRF) y que continúa hasta el Volumen Residual (VR) y se realiza en decúbito homolateral de la región con acumulación de secreciones.

La posición del pulmón declive, que está sometido a un aumento de presión por el peso del pulmón no dependiente y el empuje que las vísceras abdominales hacen del hemidiafragma del lado de apoyo, hace que esté más desinsuflado, y sea más fácil de insuflar. Por el contrario, el pulmón no dependiente está más expandido y experimenta un pequeño cambio de volumen durante la inspiración. La mayor desinsuflación del pulmón dependiente y su mayor ventilación hacen que los flujos espiratorios sean más eficaces para la limpieza de las vías. -La eficacia de la técnica se dirige fundamentalmente a las vías medias y distales.



La ELTGOL está reconocida como una técnica eficaz en la limpieza bronquial en los trastornos obstructivos. No está indicada en las afecciones cavitarias, abscesos y bronquiectásias.

Como se ve en la imagen, el estrechamiento de la luz bronquial en el pulmón **infralateral**, logra una mayor fricción del aire sobre el moco y favorece su desplazamiento.



Por las diferencias del pulmón del niño con respecto al del adulto no se puede aplicar hasta edades de entre 8 y 10 años. En niños menores de esa edad se **recomienda aplicar la Espiración Lenta Prolongada (Elpr)** que consiste en ejercer, de forma pasiva, una presión conjunta abdominal y torácica, de forma lenta, al final del tiempo espiratorio hasta el volumen residual. Puede llegar a oponerse a 2 ó 3 intentos de inspiración.

Una vez aprendida se realizará de forma autónoma por el paciente pero durante su enseñanza se aplica con asistencia del fisioterapeuta.

Se deben seguir los siguientes pasos:

- Enseñanza de espiración lenta a glotis abierta
- Enseñanza de respiración diafragmática
- Paciente en decúbito lateral, colocado al borde de la camilla, con el pulmón a tratar en posición declive.

Fisioterapeuta colocado por detrás sujetando al paciente con su cuerpo. Colocación de las manos: una a la zona media de la parrilla costal del lado no dependiente, la otra colocada en el lado dependiente por debajo de la parrilla costal y recogiendo la pared abdominal.

Guiar al paciente para que realice inspiraciones a volúmenes bajos y/o medios. No más allá de su volumen corriente.

- Guiar al paciente en la realización de la espiración lenta hasta un vaciado completo.
- Durante el tiempo espiratorio se aplicará una presión en dirección perpendicular al suelo, con la mano situada en la parrilla costal del lado no dependiente, y otra paralela al suelo con la otra mano que empujará a las vísceras abdominales para favorecer la ascensión del diafragma.

### 4.9. Drenaje autógeno, DA

Es una técnica que pretende conseguir los mejores flujos espiratorios sin la necesidad de realizar una espiración forzada, evitando así, la compresión de las vías que va a frenar



considerablemente el flujo de aire (Grupo de trabajo de Zeepreventorium de DE Haan-B Drs A. Dab y Alexander y J. Chevailler).

El DA es una técnica que mediante el control de la respiración pretende conseguir el mejor flujo de aire en las vías y mejorar así la eliminación de secreciones.

Se trabaja a diferentes volúmenes pulmonares

Hay que impedir que el paciente tosa. Sólo debe hacerlo cuando la tos sea productiva.

**Objetivo:**

-Movilizar y recolectar las secreciones desde las vías aéreas medias y/o distales hasta las proximales y facilitar su expectoración mediante el aumento de la velocidad de flujo aéreo espiratorio, previniendo el colapso prematuro de la vía aérea y la generación de golpes de tos excesivos.

**Indicaciones:**

-Paciente adulto con patología aguda/crónica que cursa con broncorrea o dificultad para expectorar.

-Altamente indicado en pacientes con bronquiectasias e hipersecreción (independiente de la etiología).

**-Contraindicaciones:**

-Pacientes durante un episodio de hemoptisis grave.

-Paciente con inestabilidad hemodinámica.

-Se puede aplicar a partir de los 5 ó 6 años después de un entrenamiento. El aprendizaje y posterior realización de forma autónoma requiere una colaboración importante por parte de los pacientes.

-Se requiere un periodo de enseñanza de alrededor de 2 semanas, con sesiones de unos 45 minutos al día.

-La técnica consta de 3 fases en progresión fisiológica:

1. **Desprendimiento** periférico de mucosidades (respiración a bajo volumen pulmonar).
2. **Acumulación** de mucosidades en vías de gran calibre (respiración a volúmenes medios).
3. **Evacuación** de las secreciones (respiración a volúmenes altos)

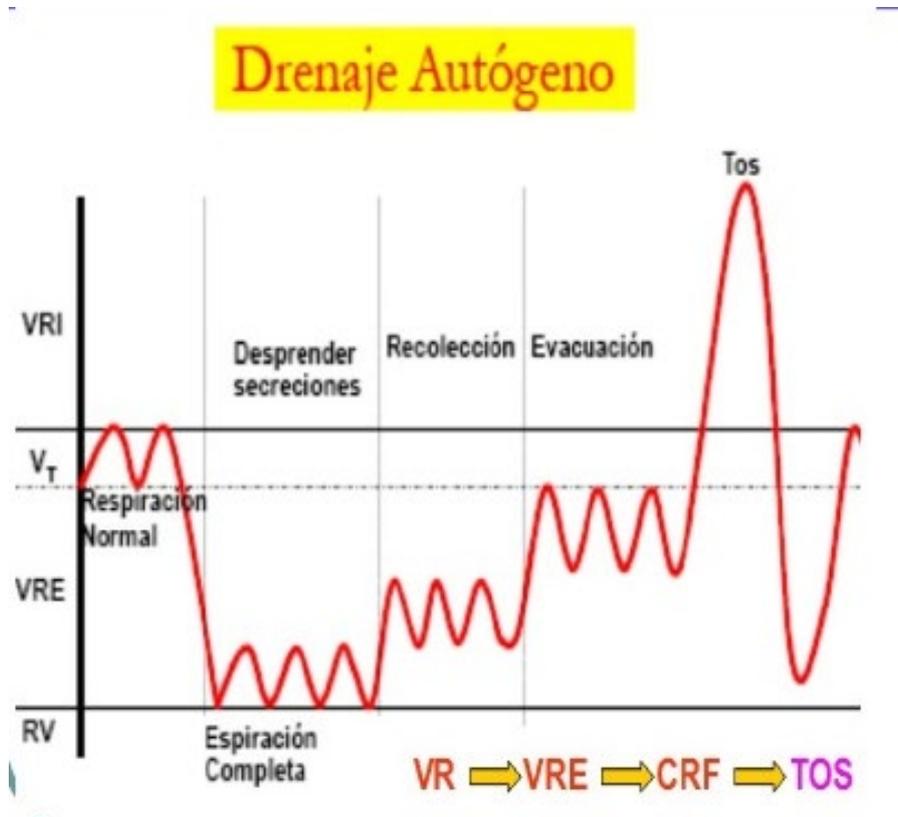
**1ª Fase: DESPEGAR** las secreciones bronquiales. El volumen corriente funcional del paciente se desplaza dentro del volumen de reserva espiratorio (VRE), es decir, **se debe realizar una respiración a bajo volumen pulmonar**.

**2ª Fase: ACUMULAR** o recolectar las secreciones bronquiales hacia vías aéreas proximales. El volumen corriente funcional del paciente se desplaza progresivamente desde el VRE al volumen de reserva inspiratorio (VRI), es decir, **se debe realizar una respiración a medio volumen pulmonar**.



### 3ª Fase: EVACUAR las secreciones bronquiales.

El paciente debe respirar a medio-alto volumen comenzando desde la mitad del VRI y finalizar la secuencia con una tos espontánea o bien con una técnica de espiración forzada (TEF)



#### -Inspiración:

1-**Inspirar lentamente por la nariz**, utilizando el diafragma o la parte inferior del tórax, para favorecer un llenado homogéneo de las regiones pulmonares.

2-Realizar una **pausa inspiratoria de 2 a 4 segundos** pero manteniendo la glotis abierta.

3-El **volumen inspiratorio será modulado dentro de la capacidad pulmonar total** (bajo, medio o alto) dependiendo de la localización de las secreciones en el árbol bronquial (periféricas, medias o proximales).

#### -Espiración:

1-**Espirar el volumen corriente elegido manteniendo la glotis abierta.**

2-El flujo aéreo espiratorio debe ser elevado, pero sin llegar a generar compresiones dinámicas dentro de las vías aéreas.

3-Los crujidos de las secreciones bronquiales transmitidos a través de la boca (feedback auditivo) y/o las vibraciones que generan las secreciones en el tórax (feedback táctil) sirven de guía para indicar la posible localización de las secreciones dentro del árbol bronquial.



-Se realizarán de 4 a 6 ciclos respiratorios a bajo, medio y alto volumen pulmonar que se corresponderán con la primera, segunda y tercera fase respectivamente. Finalizar con una tos ligera o carraspeo suave

-Se recomienda evitar la tos durante la realización de la secuencia en la primera y segunda fase. El paciente puede llegar a controlar voluntariamente los posibles reflejos tusígenos gracias al control sobre el flujo espiratorio.

## 5. ENTRENAMIENTO DE LOS MÚSCULOS RESPIRATORIOS

En las enfermedades pulmonares crónicas → disminución progresiva de la actividad fundamentalmente debido a la aparición de disnea.

Esta disminución va limitando la capacidad funcional + debilidad de los músculos respiratorios.

Esta debilidad → aumenta la sensación de disnea y limita el ejercicio.

Los programas de Rehabilitación Respiratoria incluyen, cómo elementos básicos, el entrenamiento al ejercicio y el entrenamiento específico de los músculos respiratorios. - Tan importante la debilidad de los **músculos periféricos** como la de los **músculos respiratorios**.

Se puede realizar un entrenamiento de los músculos inspiratorios (**EMI**) +++ y de los músculos espiratorios (**EME**).

### Modalidades de Entrenamiento Específico

Los músculos respiratorios, inspiratorios y espiratorios, pueden entrenarse de forma específica, en fuerza y resistencia (endurance). En los pacientes con EPOC se produce mejora muscular relacionada con un incremento de distancia recorrida en el test de 6 minutos marcha y con la disminución de la sensación de disnea.

Todo entrenamiento debe respetar el principio de especificidad, es decir, planificar el programa estableciendo un determinado patrón de intensidad, duración y frecuencia.

Existen dos tipos de entrenamiento básicos, en fuerza y en resistencia, que se diferencian según el tipo de carga que se utiliza:

- 1.- Entrenamiento en Fuerza
- 2.- Entrenamiento en Resistencia o *endurance*

1.- Entrenamiento en **Fuerza**; la fuerza es la capacidad del músculo para generar esfuerzos máximos. Se valora con **inspiraciones o espiraciones máximas contra una vía cerrada**, y se obtienen datos de **Pimax** y de **Pemax**.

Se realizarán contracciones contra resistencias intensas, mantenidas durante poco tiempo y con pocas repeticiones.

2.- Entrenamiento en **Resistencia o *endurance***; la resistencia se define como la capacidad de mantener un nivel ventilatorio superior al normal durante periodos



relativamente largos y sin llegar a la fatiga. Una de las medidas que se puede utilizar para valorar la resistencia es la **Ventilación máxima minuto (VMM30)**.

Se realizarán contracciones contra resistencias bajas, mantenidas en el tiempo y con muchas repeticiones.

En muchas ocasiones se realizan programas que combinan los dos tipos de entrenamiento, en función de los cambios que se desea obtener en los músculos respiratorios.

Los protocolos de **entrenamiento en resistencia o *endurance*** han sido mucho más estudiados. Se realizan mediante **dos técnicas**:

1. Ventilación isocápnic voluntaria.
2. Respiración frente a resistencias, el *Pflex* y el *Threshold*.

Para la selección de pacientes se pueden seguir las recomendaciones de la Sociedad Española de Neumología (SEPAR) para la inclusión en programas de Rehabilitación Respiratoria:

1. Pacientes con enfermedad crónica, obstructiva ó restrictiva, que presenten disnea de esfuerzo que limite las actividades de la vida diaria (AVD).
2. No existencia de enfermedades que limiten ó impidan la realización del programa.
3. Predisposición para colaborar y capacidad de comprensión.
4. No fumador ó incluido en un programa de deshabituación tabáquica.

Dentro de estos criterios, los datos de la valoración específica e historial clínico serán los que marcarán los criterios de indicación ó contraindicación.

Los protocolos de trabajo en resistencia, de forma general recomiendan seguir los siguientes criterios:

1. Trabajo diario de 30 minutos, dividido en dos sesiones de 15 minutos.
2. 5 días a la semana.
3. Duración de entre 8 y 12 semanas.
4. Intensidad entre el 20 y el 30% de la Pimax o Pemax.

-El papel del fisioterapeuta durante el programa de entrenamiento es:

- Enseñar el uso correcto del aparato.
- Dirigir una inspiración lenta.
- Orientar e instruir sobre la presión a alcanzar.
- Evitar movimientos paradójicos.
- Incrementar cargas valorando la adaptación.

La aparición de los siguientes **signos de intolerancia** indica la **suspensión del entrenamiento** y la derivación del paciente al neumólogo:

- Aumento superior al 20% de la Frecuencia Cardiaca.



- Aumento de Tensión arterial de más de 10mmHg.
- Aumento de más de 20% de la Frecuencia Respiratoria.
- Disminución de la PO<sub>2</sub> o aumento de la PCO<sub>2</sub>.

## 6. TÉCNICAS DE INHALACIÓN DE AEROSOLES

### AEROSOLTERAPIA

-Un aerosol es un conjunto de partículas líquidas o sólidas dispersadas y transportadas en suspensión por un gas

-Según el producto, tiene como **objetivos**:

-La humidificación y

-La deposición de productos farmacológicos en el tracto respiratorio

-**Tipos** de aerosolterapia:

-Inhaladores presurizados

-Aerosoles de dispersión sólida o de polvo seco

-Nebulizadores neumáticos

### 1- INHALADORES PRESURIZADOS

-Son aerosoles dosificadores de bolsillo.

-Están provistos de una válvula, que proporcionan una cantidad precisa de medicamento propulsada por un gas inerte.

-**Ventajas**:

- Precisión de la dosificación
- Facilidad de transporte

-**Inconvenientes**:

- Dificultad de utilización ya que requiere un protocolo estricto.
- Escasa deposición alveolar (15%) debida a la impactación precoz del producto en la zona orofaríngea y a las pérdidas espiratorias



-Su utilización mejora con la incorporación de una cámara de nebulización.

-**Técnica sin cámara de inhalación**

1-Agitar el dosificador.

2-Retirar el tapón.



- 3-Colocar correctamente el dosificador.
- 4-Espirar lenta y completamente.
- 5-Disparar el aerosol desde el principio de la inspiración (De forma lenta profunda y controlada).
- 6-Hacer una pausa inspiratoria durante un mínimo de 5-7 segundos, con la boca cerrada.
- 7-La segunda inhalación se realiza por lo menos 1 minuto después.

#### **-Técnica con cámara de inhalación**

- 1- Agitar el dosificador
- 2- Retirar el tapón
- 3- Conectar el dosificador a la cámara de inhalación
- 4- Espirar lenta y completamente, disparando a la vez el aerosol en la cámara de inhalación
- 5- Inspirar lenta y profundamente el contenido de la cámara de inhalación
- 6- Hacer una pausa inspiratoria de 7seg. como mínimo, con la boca cerrada





## 2- AEROSOLES DE DISPERSIÓN SÓLIDA O DE POLVO SECO

-Permiten la inhalación de polvos medicamentosos.

-La inspiración provoca la dispersión de polvo al accionar la turbina sobre la que está fijada una cápsula que contiene el producto.

**-Ventaja:** No necesita sincronización.

**-Inconveniente:**

- Flujo inspiratorio que debe ser elevado para vaciar la cápsula.
- Irritación que ocasiona tos y, a veces, brocoespasmo.
- Deposition limitada



## 3-NEBULIZADORES NEUMÁTICOS

- Permiten administrar de forma continua un aerosol constituido por un producto activo disuelto en un medio acuoso.
- Constan de un reservorio en el que un flujo continuo crea el aerosol.
- Se fijan sobre una mascarilla facial o sobre una boquilla.
- Son fáciles de utilizar.

**-Inconvenientes:**

- Pérdida del producto en la espiración
- Presencia de un espacio muerto considerable que obliga a adaptar las dosis y el flujo gaseoso.



## TÉCNICAS DE INHALACIÓN DE AEROSOLES; AEROSOLTERAPIA

### Técnica

-El flujo gaseoso debe ser de 6l/min como mínimo.

-Se utiliza preferentemente una fuente de aire comprimido.

-El volumen del producto debe ser de 5ml (la mayoría de estos productos están disponibles en dosis únicas preparadas para su uso).

-La frecuencia de la ventilación debe ser lenta, con un flujo débil y un gran volumen corriente.



## 7. OXIGENOTERAPIA

Consiste en la administración de O<sub>2</sub> por vía inhalatoria a concentraciones mayores que las que se encuentran en el aire ambiente.

El **objetivo principal** es la **prevención o la reversión de las consecuencias de la hipoxemia** mejorando en último término la oxigenación tisular.

El déficit de O<sub>2</sub> repercute en el funcionamiento de todos los tejidos del organismo. Las manifestaciones clínicas son específicas y dependen de:

- La causa de la hipoxemia
- Las condiciones físicas del sujeto
- De nivel de actividad
- Si la hipoxemia es aguda o crónica.

Se puede administrar de forma aguda, transitoria, o de forma crónica, oxigenoterapia continua domiciliaria.

La oxigenoterapia continua domiciliaria aumenta las expectativas de vida en pacientes EPOC con insuficiencia respiratoria. No se ha demostrado que con otras patologías respiratorias tenga el mismo efecto.

La **Insuficiencia respiratoria** se define cuando los valores de PaO<sub>2</sub> se sitúan **por debajo de 60 mmHg** o una **Sat O<sub>2</sub><90%**.

Cuando se administra O<sub>2</sub> a un paciente lo que se pretende es **incrementar la fracción inspirada de O<sub>2</sub>: FiO<sub>2</sub>** (FiO<sub>2</sub> aire 21%), con objeto de mejorar la saturación arterial (SatO<sub>2</sub>) y la PaO<sub>2</sub> y, con ello, aumentar el contenido arterial de O<sub>2</sub>.

El **objetivo** es conseguir una cifra mínima de PaO<sub>2</sub> de 60 mmHg o una SatO<sub>2</sub> superior a 90%.

Para la administración de O<sub>2</sub> se necesita:

- Fuente de oxígeno
- Caudalímetro
- Sistema de administración de O<sub>2</sub>.

### TERMINOLOGÍA

#### -Flujo:

- Cantidad de gas suministrado
- Se expresa en en litros/minuto (l/min)

#### -FiO<sub>2</sub>:

- Fracción inspirada de O<sub>2</sub>
- Representa la proporción de O<sub>2</sub> contenido en el gas suministrado.



-Se puede expresar en %

## FUENTES DE OXÍGENO

**Las fuentes de oxígeno pueden ser:**

**1-Conducción central de O<sub>2</sub>:** Son las fuentes que se utilizan en el medio hospitalario.

**2-Botellas de aire comprimido:**

-Destinadas a uso domiciliario o para que los pacientes puedan tener movilidad durante la administración de O<sub>2</sub>.

-Dentro de estas fuentes de oxígeno destacan:

-Cilindro de alta presión

-Concentrador de oxígeno

-Concentrador de oxígeno portátil

-Oxígeno líquido

-Estas fuentes disponen de un caudalímetro en el que podemos seleccionar el flujo de salida del gas.

## -CAUDALÍMETRO

-Es un dispositivo que permite controlar la cantidad de litros por minuto (flujo) que sale de la fuente de suministro de oxígeno.

-El flujo puede venir indicado mediante una aguja sobre una escala graduada o mediante una “bolita”, que sube o baja por un cilindro que también posee una escala graduada.

## -HUMIDIFICADOR

-Antes de administrar el O<sub>2</sub> hay que humidificarlo para que no reseque las vías aéreas.

-Esto se consigue con un humidificador, que es un recipiente al cual se le introduce agua destilada estéril hasta aproximadamente 2/3 de su capacidad.





## 1-CILINDRO DE ALTA PRESIÓN

-**Conserva el oxígeno de forma gaseosa.**

-Ocupa gran volumen, tienen una capacidad de hasta 12 litros y de una altura máxima de 1,5 m

-Precisa recambios frecuentes en función del flujo prescrito y del tamaño del cilindro.

-No concede autonomía al paciente para desplazarse fuera del domicilio.



## 2-CONCENTRADOR DE OXÍGENO

-Sistema que extrae el oxígeno del aire ambiente, separándolo del nitrógeno mediante filtros moleculares.

-Con bajos flujos (1-3 l/min) se alcanzan concentraciones de oxígeno de 98-100%.

-Con flujos altos, concentraciones de 92-95%.

-Es un sistema económico.

-Como inconvenientes destaca el ruido y la dependencia del suministro eléctrico.



## 3-CONCENTRADOR DE OXIGENO PORTÁTIL

-Pueden suministrar oxígeno solo en la inspiración, (sistemas ahorradores de O<sub>2</sub>) cuando el flujo es bajo.

-O pueden suministrar oxígeno en la inspiración y espiración (flujo continuo), pero en general no superan los 3 l/min, alcanzando excepcionalmente algún modelo comercial los 5 l/min.

-Pueden recargarse en cualquier enchufe, en el automóvil.

-Cuando se precisan flujos altos no son tan efectivos.





## 4-OXÍGENO LÍQUIDO

-El oxígeno puede almacenarse en estado líquido a muy baja temperatura (-180°C).

-Se almacena en nodrizas con capacidad de suministro (5-7 días) y se transfiere a pequeños tanques o mochilas (4 Kg) con autonomía de 4-8 horas según el flujo que precise el paciente.

-Suministran oxígeno con un flujo continuo, tanto en la inspiración como en la espiración.

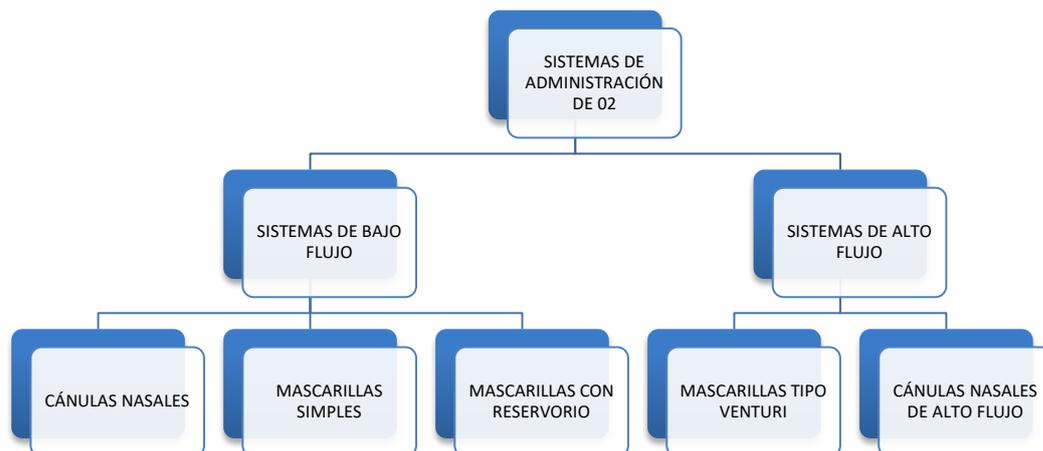
-El oxígeno líquido proporciona una concentración O<sub>2</sub> del 100% a cualquier flujo.

-Es la fuente de oxígeno más cara.

-Permite la autonomía del paciente.



## SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN DE OXÍGENO



-El criterio más usado para clasificar los sistemas de oxigenoterapia es el flujo de la mezcla gaseosa que llega al paciente y así se habla de:

**-Sistemas de alto flujo**

**-Sistemas de bajo flujo**

-Este flujo no es el que seleccionamos a la entrada del sistema, en el caudalímetro de la pared o de la bombona, sino el que hay a la salida del sistema.

-Cuando se dice que el sistema es de bajo o alto flujo se refiere siempre al flujo a la salida del sistema, no al de la entrada.



## **SISTEMAS DE BAJO FLUJO**

-Son sistemas en los que el paciente inhala aire procedente de la atmósfera y lo mezcla con el oxígeno suministrado. No aportan al paciente todo el aire que necesita respirar.

-Suministran flujo < 30ml/min

-No aseguran niveles de FiO<sub>2</sub> estable

-La FiO<sub>2</sub> cambia con el tamaño de reservorio de O<sub>2</sub>, el flujo de O<sub>2</sub> seleccionado y el patrón ventilatorio del paciente.

-Estos dispositivos incluyen:

-Gafas nasales

-Mascarillas simples

-Mascarillas con reservorio

## **SISTEMAS DE ALTO FLUJO**

-Son sistemas que se caracterizan por aportar una concentración constante de oxígeno independientemente del patrón ventilatorio del paciente.

-Aportan al paciente flujos inspiratorios por encima de los 30 l/min.

-Suministran niveles constantes de FiO<sub>2</sub>.

-La FiO<sub>2</sub> no se afecta por los cambios del patrón respiratorio del paciente.

-Mascarillas tipo Venturi, FiO<sub>2</sub> entre 24-50% (ventana abierta o cerrada) a demanda. Es el sistema más utilizado en el medio hospitalario.

-Mascarillas de alto flujo con cánula nasal, alcanzan FiO<sub>2</sub> superiores al 50%. Reducen el espacio muerto, generan presión + y ofrecen comodidad y tolerabilidad.

## **8. VENTILACIÓN MECÁNICA NO INVASIVA (VMNI)**

Puede definirse como cualquier forma de soporte ventilatorio que mejora la ventilación alveolar administrado sin necesidad de intubación endotraqueal.

Se puede utilizar en la insuficiencia respiratoria aguda (IRA) y en la crónica (IRC)

**-Objetivos en la insuficiencia respiratoria aguda:**

-Aliviar la disnea.

-Mejorar el intercambio gaseoso.



**-Objetivos en la insuficiencia crónica:**

-Mejorar la calidad de vida.

-Mejorar el estado funcional del paciente.

-El soporte ventilatorio nocturno que aporta la VMNI supone una mejoría significativa en los síntomas y en los parámetros fisiológicos.

-La VMNI comparada con la ventilación invasiva tiene **múltiples ventajas:**

-El paciente se mantiene despierto.

-Requiere menor o ninguna sedación.

-El paciente puede hablar y comunicarse, toser y expectorar, comer y beber.

-Facilita el destete precoz.

-Se evita la atrofia muscular y se conservan los mecanismos de defensa en la vía aérea, reduciendo la tasa de morbilidad y la estancia hospitalaria en los pacientes con fallo ventilatorio agudo.

-Los respiradores de VMNI son aparatos que están constituidos por **una turbina interna que genera un flujo de aire que finalmente es administrado al paciente.**

-El dispositivo capta el aire ambiental y a través de un filtro y una tubuladura lo presuriza para introducirlo en la vía aérea del paciente.

-El volumen de aire que entra dependerá de la presión programada y de la mecánica pulmonar (resistencia y compliance o distensibilidad).

-**Estos sistemas tienen “fugas”** ya que no es un sistema de ventilación cerrado.

Estas pueden comprometer la eficacia de la ventilación por lo que los respiradores de VMNI **ya están diseñados para detectarlas y aumentan o disminuyen el flujo según la pérdida.**

**TIPOS DE RESPIRADORES EN VMNI**

**1-VENTILADORES VOLUMÉTRICOS**

-Introducen un volumen prefijado en la tubuladura y vía aérea.

**-Inconvenientes:**

-No compensan fugas.

-No aportan presión espiratoria (hay que añadir un válvula espiratoria externa).



**-Parámetros programables en los respiradores volumétricos:**

**1-Modo de ventilación:**



- Se recomienda utilizar el modo asistido/controlado.
- En este modo el paciente marca su propia frecuencia respiratoria activando el Trigger.
- Se programa una frecuencia respiratoria mínima de seguridad que suele oscilar entre 15-20 resp/min.

## **2-Volumen corriente**

- Puede ser variable 10-20 ml/Kg en función de la tolerancia y de las fugas.
- Es preferible iniciar con un volumen corriente bajo para que el paciente se vaya acostumbrando a la sensación que produce al insuflación de aire.

## **3-Relación tiempo inspiratorio/tiempo espiratorio (Relación I/E)**

- El valor utilizado **normalmente** es **1:2**.
- En **enfermedades obstructivas** se suele prolongar el tiempo espiratorio **1:3**.
- En **enfermedades restrictivas** se disminuye el tiempo espiratorio **1:1**

## **VENTILADORES DE PRESIÓN DE SOPORTE**

**-La variable independiente en estos respiradores es la presión.** (En los de volumen depende de la presión programada y de la mecánica pulmonar)

-**Son los más adecuados en los procesos agudos**, ya que es más cómodo que los modos controlados por volumen.

-Puede aplicarse con los ventiladores convencionales pero también se pueden utilizar equipos portátiles.

-Se dividen básicamente en:

-CPAP

-BIPAP

### **Ventiladores de presión de soporte CPAP**

**-CPAP:** Presión continua en la vía aérea.

-Consiste en la aplicación de una **presión positiva continua en la vía aérea, manteniéndose una presión constante durante todo el ciclo respiratorio.**

-La acción de la CPAP se basa en el reclutamiento de unidades alveolares colapsadas, con mejoría de la capacidad residual pulmonar y de la distensibilidad pulmonar.

### **Ventiladores de presión de soporte BIPAP**

**-BIPAP:** Presión positiva en la vía aérea a doble nivel.



-El paciente respira espontáneamente, aplicándose una presión en la vía aérea a dos niveles:

-Uno inspiratorio: IPAP

-Otro espiratorio: EPAP

**La diferencia de presión entre ambas es la presión de soporte efectiva.**

**Puede programarse de tres modos:**

1. El paciente marca la frecuencia respiratoria.
2. El paciente no es capaz de iniciar la respiración, el ventilador ciclará la IPAP e iniciará la inspiración.
3. La unidad cicla entre IPAP y EPAP en base a la frecuencia respiratoria programada.

### **SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN**

-La elección de la vía de acceso a la vía aérea es de gran importancia para conseguir una buena tolerancia del paciente a la VMNI y por tanto la clave del éxito de la misma.

-Se aplica generalmente mediante mascarillas nasales u oronasales, sujetas al paciente mediante arneses elásticos.

-Debe seleccionarse la más adecuada para cada paciente según sus características anatómicas faciales y el grado de confort con cada una de ellas.

**-No existe evidencia basada en estudios controlados a favor de uno u otro tipo de mascarilla en pacientes con fracaso respiratorio agudo.** La experiencia clínica sugiere que las mascarillas faciales u oronasales aumentan la eficacia de la VMNI al minimizar las fugas y son más apropiadas en pacientes agudos.

**Tipos:**

1. Mascarilla nasal
2. Mascarillas oronasales
3. Mascarilla facial total
4. Boquillas o pipetas bucales
5. Sistema helmet

### **INSUFICIENCIA RESPIRATORIA AGUDA (IRA)**

-La VMNI es actualmente el tratamiento de elección en la mayor parte de pacientes con fallo ventilatorio agudo.

**-Los objetivos principales** de la VMNI en la IRA son:

*-Evitar la intubación endotraqueal y sus potenciales complicaciones.*

*-Reducir el trabajo respiratorio.*

*-Corregir la hipoxemia.*



*-Corregir la acidosis respiratoria.*

**-Tipo de respirador:** La VMNI limitada por presión es la más adecuada en procesos agudos.

**-Durante la VMNI, debe aportarse oxígeno suplementario** para mantener una saturación arterial de oxígeno (SatO<sub>2</sub>) por encima del 90%.

-El oxígeno es suministrado mediante una cánula conectada a la mascarilla o a la tubuladura del respirador, es difícil alcanzar FiO<sub>2</sub> superiores a 45-50%.

**-Desde un punto de vista fisiopatológico la IRA se puede dividir en:**

**-IRA hipoxémica:** Se produce un fracaso en el intercambio de gases por afectación parenquimatosa pulmonar (por ejemplo, neumonía, edema pulmonar cardiogénico, distrés respiratorio del adulto).-

**-IRA hipercápnica:** Causada por el fallo de la bomba ventilatoria.

*-Objetivo de la VMNI es asegurar una presión arterial de oxígeno (PaO<sub>2</sub>) adecuada mientras se trata la causa del episodio agudo.*

-La VMNI con presión positiva tanto inspiratoria como espiratoria (BIPAP) favorece el reclutamiento de unidades alveolares no ventiladas, mejorando así la oxigenación.

**-Indicaciones:**

-Edema agudo de pulmón cardiogénico (EAP)

-Síndrome de distrés respiratorio del adulto (SDRA) y neumonía grave: No uso sistemático

-Pacientes inmunodeprimidos: Neoplasias hematológicas, SIDA, trasplantes.

-IRA postoperatoria.

## **INSUFICIENCIA RESPIRATORIA AGUDA (IRA) HIPERCÁPNICA**

**-El objetivo es:**

-Aliviar la carga de los músculos respiratorios para aumentar la ventilación alveolar y reducir la PaCO<sub>2</sub>.

-Estabilizar el Ph arterial mientras se resuelve el problema desencadenante (acidosis respiratoria).

-En estos casos, la VMNI es especialmente eficaz y alcanza mayores tasas de éxito en procesos que cursan con **fatiga de la musculatura respiratoria e hipoventilación** que conduce a la retención de CO<sub>2</sub> y acidosis respiratoria.

**-Indicaciones:**

1-EPOC

2-Fibrosis quística



### 3-Enfermedades neuromusculares y patologías de la caja torácica

#### **INSUFICIENCIA RESPIRATORIA CRÓNICA (IRC)**

-En este caso la VMNI es *domiciliaria*.

-Se denomina **ventilación mecánica domiciliaria (VMD)** al conjunto de medidas de soporte ventilatoria utilizadas como tratamiento del fracaso respiratorio crónico y llevadas a cabo en el domicilio del paciente.

-**Los objetivos** de la ventilación mecánica en estas situaciones de **IRC** son:

-Aumentar la duración y la calidad del sueño.

-Mejorar la calidad de vida.

-Mejorar el estado funcional y aumentar la supervivencia.

-**Beneficios IRC:**

-Mejoría del intercambio gaseoso.

-Mejoría de la función muscular.

-Mejoría de la cantidad y calidad del sueño.

-Disminución de los síntomas respiratorios.

-**Indicaciones IRC:**

-La indicación fundamental de la VMD es el fracaso de la ventilación, que se manifiesta por la presencia de hipercapnia en sangre arterial. Los pacientes que se benefician de este tratamiento son los que presentan **patología restrictiva**.

-**Criterios IRC:**

-**Síntomas de hipoventilación nocturna:** Cefalea matutina, dificultad para conciliar el sueño, despertar con disnea, somnolencia diurna.

-**Criterios fisiológicos (uno de los siguientes):**

- $\text{PaCO}_2 > 55$  mmHg.

- $\text{PaCO}_2$  entre 50 y 54 mmHg y desaturaciones nocturnas ( $\text{SatO}_2 < 88\%$  durante más de 5 minutos)

- $\text{PaCO}_2$  entre 50 y 54 mmHg e ingresos repetidos ( $> 2$  en un año) por insuficiencia respiratoria hipercápnic.

-**Tipos de respiradores**

-**Respiradores volumétricos:**



-Pacientes con dependencia de la ventilación mecánica: Pacientes neuromusculares con insuficiencia respiratoria avanzada o pacientes procedentes de UCI que no se han podido desconectar del respirador.

#### **-Respiradores de soporte de presión:**

-En los casos en los que la ventilación no constituye un sistema de soporte vital y se administra durante las horas de sueño.

#### **-Indicaciones**

**1-Enfermedades neuromusculares:** Normalmente al inicio sólo se utilizan por la noche.

**2-Síndrome de hipoventilación-obesidad,** combinación de:

-Obesidad: Índice de masa corporal  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>.

-Insuficiencia respiratoria hipercápnica diurna: PCO<sub>2</sub>  $\geq 45$  mmHg.

-Asociado a alteraciones respiratorias durante el sueño: Síndrome de apnea del sueño o hipoventilación durante el sueño.

#### **3-Cifoescoliosis**

-La deformidad grave de la caja torácica es una de las patologías que puede derivar en hipoventilación alveolar con hipercapnia diurna.

-En estos casos el centro respiratorio funciona correctamente y hay una adecuada relación ventilación/perfusión produciéndose un defecto ventilatorio restrictivo con desarrollo de hipercapnia cuando la fuerza realizada por los músculos respiratorios es superada por la carga impuesta al sistema respiratorio por disminución de la distensibilidad.

**4-Fibrosis quística, FQ:** Sirve de “puente” en los estadios finales para el trasplante.

**5-EPOC estable:** En términos generales, la VMD no ha demostrado que beneficie de manera clara a los pacientes con EPOC estable a largo plazo.

## **9. TRATAMIENTO FISIOTERÁPICO EN LAS PATOLOGÍAS OBSTRUCTIVAS Y RESTRICTIVAS**

Las dos patologías que tradicionalmente se engloban en la denominación Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) son:

- Bronquitis Crónica y
- Enfisema.

De forma general el tratamiento en cada una de ellas se expone a continuación.

Es frecuente encontrar las dos de forma conjunta.



## **Bronquitis Crónica, BC**

Según la OMS la BC es:

El “Aumento crónico o recurrente por encima de lo normal en el volumen de la secreción mucosa, suficiente para causar expectoración, cuando no se debe a enfermedad broncopulmonar localizada”.

Se acompaña de hipertrofia de las glándulas mucosas, disminución de la función ciliar y edema de la pared bronquial.

### **Valoración BC:**

En la valoración encontraremos variación en los parámetros dependiendo de cada paciente pero encontramos un **tórax hiperinsuflado, obstrucción de las vías por moco y un patrón respiratorio ineficaz (predominio torácico alto)**.

### **Objetivos BC:**

- Limpiar vías de secreciones, para disminuir la obstrucción y reducir riesgo de infecciones.
- Prevenir o corregir deformidades torácicas
- Restaurar el patrón respiratorio y reducir W resp.
- Aumentar la tolerancia al ejercicio.

### **Planificación del Tratamiento BC:**

- Técnicas de Higiene bronquial. Autonomía higiene
- Movilizaciones torácicas, estiramientos musculares
- Ventilación Dirigida: reposo y ejercicio
- Control de ataques de disnea
- Entrenamiento músculos respiratorios y físico en general
- Aprendizaje VNI

### **Evaluación BC:**

- Constante durante todo el proceso
- Control de: coloración, F. cardiaca, ritmo respiratorio, sonidos respiratorios
- Evaluaciones periódicas tras finalizar el tratamiento

### **Observaciones BC:**

- No fatigar al paciente
- Colocar al paciente en posturas relajantes
- Grandes diferencias entre pacientes, modificaciones



## **Enfisema**

Se puede definir como “Trastorno del pulmón caracterizado por el **aumento** más allá de lo normal en el tamaño, es decir, el acino” (Reid).

El acino es donde se produce el intercambio gaseoso, el racimo alveolar terminal al bronquiolo.

En este caso la superficie alveolar está disminuida, hay **destrucción del parénquima pulmonar** y se produce un **atrapamiento de aire** en la periferia. Esto aumenta el trabajo respiratorio sobre todo en la espiración que es totalmente ineficaz.

### **Valoración:**

Se encontrará fundamentalmente un paciente con tórax en tonel hiperinsuflado, disnea progresiva, **no existe tos** y, si la hay, no es productiva, el patrón respiratorio es **torácico alto** con una **inspiración brusca y corta** y la **espiración ineficaz**, suelen adoptar la **espiración con labios fruncidos** para poder aumentar el V de aire espirado.

### **Objetivos del programa:**

- Prevenir o corregir deformidades torácicas
- Restaurar el patrón respiratorio y reducir W resp.
- Eliminar secreciones si las hay
- Aumentar la tolerancia al ejercicio.

### **Planificación del tratamiento en el enfisema:**

- Movilizaciones torácicas, estiramientos musculares
- Enseñanza espiración, ayudar con presiones
- Ventilación Dirigida: reposo y ejercicio
- Expansiones torácicas localizadas (zonas sanas)
- Control de ataques de disnea. Prevención de esfuerzos
- Aprendizaje VNI.

### **Evaluación:**

- Constante durante todo el proceso
- Control de: coloración, F. cardiaca, ritmo respiratorio
- Evaluaciones periódicas tras finalizar el tratamiento.

### **Observaciones:**

- Extremar prudencia, pacientes muy frágiles
- Colocar al paciente en posturas relajantes, nunca fatigar
- Grandes diferencias entre pacientes, mal pronóstico en deterioros muy severos, mejor en jóvenes con enfisema primario.



Las patologías restrictivas son muy variadas en cuanto a las causas de la restricción.

De forma general, siempre se ha tenido en cuenta cada caso particular, podemos decir que un paciente restrictivo se caracteriza por presentar una **disminución funcional de los volúmenes movilizables**.

La prevención y el tratamiento de estos trastornos pasan por la utilización de técnicas con el **objetivo de aumentar los volúmenes pulmonares**.

Ejemplo: Post-quirúrgico, cifoescoliótico, neumonía (ocupación del volumen alveolar) y atelectasias (pérdida del volumen alveolar)

**Tratamiento** en el enfisema:

**EDIC**, Ejercicio con Débito Inspiratorio Controlado:

- Es una técnica de expansión del tejido pulmonar que pretende abrir espacios cerrados en el pulmón *SUPRALATERAL*. Su diámetro transverso.
- Descripción técnica: INSPIRACIÓN a alto V y bajo Flujo.
- ESP con compresión manual en costillas inferiores (5<sup>a</sup>-7<sup>a</sup>) e INS lenta + apnea teleinspiratoria (3-5seg)



## 10. FISIOTERAPIA RESPIRATORIA EN PEDIATRÍA Y EN GERIATRÍA

-El método de valoración, definición de problemas y técnicas en Fisioterapia Respiratoria son los mismos para todos los grupos de población.

-En Pediatría es fundamental conocer las **diferencias fisiológicas** del sistema pulmonar con respecto del adulto porque determinarán la definición del problema a tratar y la selección de las técnicas.

-En Geriatría no existen diferencias reseñables, sólo **la falta de colaboración o comprensión puede determinar la selección de las técnicas.**

## 11. FISIOTERAPIA RESPIRATORIA EN CIRUGÍA

Pasos básicos a seguir:

- Lectura de constantes fisiológicas, FC, tensión, PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Ph
- Si es hemodinámicamente estable.
- Si hay disnea, fatiga. Escala Borg
- Ventilación de las bases en Decúbito Supino
- Auscultación para localizar secreciones, percudir
- Si hay tiraje, respiración alta → ventilamos bases pulmonares
- Drenaje Autógeno, 1º en D. Supino, luego en sedestación, sujetándose la cicatriz.
- Reevaluación de las constantes, si no mejora, replantearnos cambio de técnicas en el tratamiento.

-La cirugía, fundamentalmente torácica y abdominal, es una intervención de riesgo que altera de una forma directa la mecánica ventilatoria.

-Disminuye más de un 30%, según el tipo de intervención, la Capacidad Ventilatoria del paciente y conlleva el riesgo de aparición de una insuficiencia respiratoria aguda postquirúrgica.

-Las **complicaciones postquirúrgicas** que pueden agravar el déficit respiratorio son:

- En cirugía **torácica** y
- En cirugía **abdominal**;

**En cirugía torácica:**

- a. **Atelectasias:** la propia ablación de la cavidad torácica produce zonas alveolares colapsadas por el cambio de presiones.  
El dolor y la sedación postquirúrgica favorecen la hipoventilación y se eliminan peor las secreciones favoreciéndose la aparición de tapones de moco y nuevas atelectasias.
- b. **Afecciones pleurales:** la cirugía rompe la pleura y produce un neumotórax.



### **En cirugía abdominal:**

- a. **Atelectasias:** por la hipoventilación postquirúrgica.
- b. **Alteraciones circulatorias y tromboembólicas.** Se dificulta el retorno venoso de MMII.
- c. **Alteraciones parietales** (eventraciones)

### **Fisioterapia Respiratoria en el Preoperatorio:**

La Fisioterapia Respiratoria en el preoperatorio es fundamentalmente **preventiva** aunque, cuando hay enfermedad pulmonar establecida también intenta mejorar la función respiratoria para no agravar las complicaciones postquirúrgicas.

Sería conveniente establecer programas preoperatorios para todas las cirugías abdominales y torácicas.

### **Valoración**

Partiendo de lo expuesto en el apartado de valoración clínica y funcional remarcamos aquí los datos fundamentales que debe tener en cuenta el fisioterapeuta:

- Edad y sexo.
- Diagnóstico médico o pronóstico (agudo o crónico).
- Cirugía curativa o paliativa.
- Espirometría y gasometría.
- Riesgo postoperatorio (antecedentes).
- Estado físico del paciente, tabaquismo.
- Expectorcación.
- Mecánica ventilatoria, tipo de respiración.

### **Planificación** del tratamiento:

En base a los objetivos del programa y, teniendo en cuenta las características de cada paciente y el tipo de intervención, se planifica el plan de tratamiento:

- a) Concienciación del paciente.
- b) VD (ventilación dirigida)
- c) Expansión torácica localizada.
- d) Técnicas de higiene bronquial.
- e) Ejercicios correctores preventivos (cinesiterapia).
- f) Cinesiterapia MMII para prevenir tromboembolismos.
- g) Enseñanza en el uso de ayudas instrumentales. Espirometría Incentiva para prevenir y tratar las atelectasias y VNI por riesgo de IR.

**Fisioterapia Respiratoria postoperatoria de cirugía torácica:**

En una intervención torácica, o toracotomía, se produce una destrucción del almacén del tórax con el neumotórax correspondiente por rotura de las pleuras.

La alteración dinámica producida está alrededor de una pérdida del 30% de la CV, si además existen alteraciones previas y el paciente hipoventila debido a la inhibición por anestesia podemos encontrarnos en el postoperatorio inmediato con una reducción de hasta el 50% de la CV.

**Postoperatorio inmediato** (hasta 2º o 3º día)

El fisioterapeuta debería acompañar el despertar del paciente en la unidad de reanimación, los aspectos a tener en cuenta en ese momento son:

- a) Aspecto del paciente, ansiedad, nerviosismo... ¿existencia de déficit respiratorio?
- b) Tipo de respiración del paciente.
- c) Estado de la hoja de evolución clínica: Tª, FC, PO2, PCO2, T.A.
- d) Rx.
- e) Examen del esputo (si conseguimos que expectore)

**Objetivos:**

- a) Favorecer la limpieza bronquial.
- b) Asegurar la ventilación global eficaz.
- c) Prevenir complicaciones articulares y circulatorias.  
Preparar al paciente para levantarse

**Tratamiento** en el posoperatorio inmediato (hasta 2º o 3º día):

- a) Día 1º: evitar hipoventilación para evitar atelectasias y posición antiálgica.
- b) Aerosolterapia fluidificante. Técnicas de desobstrucción bronquial.
- c) Control respiratorio. Las respiraciones diafragmáticas se emplean para que no se mueva mucho la caja torácica y evitar el dolor.
- d) Cinesiterapia pasiva de MS intervenido. Masaje suave del lado intervenido.
- e) Cinesiterapia activa MMII.
- f) Espirometría incentiva para prevenir y tratar atelectasias
- g) Levantar al paciente entre las 24 y 36 horas después de la intervención.

**Postoperatorio intermedio:****Objetivos:**

- a) Recuperar el parénquima pulmonar.
- b) Recuperar el juego costal.
- c) Recuperar la movilidad del diafragma.
- d) Corregir la estática.



- e) Conseguir la independencia del paciente.

**Tratamiento:**

- a) Control respiratorio.
- b) Expansiones torácicas localizadas.
- c) Espirometría incentiva (para aumentar el volumen pulmonar).
- d) Cinesiterapia activa de tronco y MS.
- e) Técnicas de Desobstrucción bronquial. Se emplean técnicas de flujos lentos en principio ya que las técnicas de flujos forzados producirán dolor. La tos dirigida también puede producir dolor, si bien ninguna de estas dos técnicas están contraindicadas. En el caso de la tos dirigida se debe enseñar al paciente como protegerse la herida para no dañarse.
- f) En trasplantes pulmonares no emplear flujos forzados ni tos porque los puntos de igual presión equivalente se localizarán en las suturas.
- g) Corrección de la postura.
- h) Paseos moderados.

**Fisioterapia Respiratoria postoperatoria de cirugía abdominal:**

La cirugía abdominal o Laparotomía produce una caída de la presión intraabdominal y esta caída rompe el equilibrio toraco-abdominal, esto sumado a la existencia de alteraciones previas y la inhibición por la anestesia producen una inhibición de la acción del diafragma con una disminución de la CV de hasta un 50%.

También aparece dolor parietal por reacción peritoneal (a las 48 horas).

**Postoperatorio inmediato (hasta el 3º o 4º día)**

- a) El fisioterapeuta debería acompañar el despertar del paciente en la unidad de reanimación, los aspectos a tener en cuenta en ese momento son:
- b) Aspecto del paciente, ansiedad, nerviosismo...¿existencia de déficit respiratorio?
- c) Tipo de respiración del paciente.
- d) Estado de la hoja de evolución clínica: Tª, FC, PO2, PCO2, T.A.
- e) Rx.
- f) Examen del esputo (si conseguimos que expectore)

**Objetivos:**

- a) Priorizar la limpieza bronquial.
- b) Asegurar la ventilación eficaz.
- c) Prevenir complicaciones circulatorias (la dificultad de retorno venoso por la modificación de la presión intra-abdominal y del peristaltismo aumenta el riesgo de trombosis).

**Tratamiento:**

- a) Presencia del fisioterapeuta tras la intervención: Estimular la ventilación y dirigir una respiración torácica.
- b) Estimular expectoración: la tos es dolorosa, interesan flujos lentos no forzados.
- c) Respiración torácica dirigida.
- d) Enseñar contención durante el ciclo respiratorio (++ inspiración) y en la expectoración.
- e) Cinesiterapia activa MMSS.
- f) Cinesiterapia de MMII, mejor si es activa.
- g) Levantar al paciente.

**Postoperatorio intermedio** en la cirugía abdominal**Objetivos:**

- a) Restaurar la respiración diafragmática para recuperar el equilibrio visceral.
- b) Mantener limpias las vías.
- c) Tonificar la musculatura abdominal.

**Tratamiento:**

- a) Técnicas de higiene bronquial: Emplear mejor flujos lentos. Si se utilizan flujos forzados (tos o TEF) enseñar a sujetar la sutura.
- b) Control respiratorio.
- c) Espirometría incentiva (atelectasias).
- d) Isométricos de abdominales. Comenzar con isométricos. Se puede utilizar progresivamente técnicas de reforzamiento a distancia, nunca se pondrá resistencia en MMII hasta cicatrización completa (10 días).

## 12. FISIOTERAPIA INVASIVA

### 12.1. Electrólisis percutánea

#### 1.1 Definición

La electrolisis percutánea es una técnica de fisioterapia invasiva que consiste en la aplicación ecoguiada de una corriente galvánica a través de una aguja de punción que produce en el tejido blando musculoesquelético un efecto analgésico y un proceso inflamatorio local que permite la fagocitosis y la reparación del tejido dañado.

Siendo los aspectos más relevantes:



1º La electrolisis percutánea constituye una modalidad de aplicación de electroterapia a través de un procedimiento mínimamente invasivo.

2º Se basa en la aplicación de una corriente galvánica, que es continua, ininterrumpida y de intensidad constante. A través de una aguja que actúa de electrodo activo, empleando un equipo con certificado sanitario para la aplicación percutánea. Y bajo control ecográfico.

3º Se emplea aguja de características similares a la de acupuntura, debiendo ser el mango metálico y el cuerpo de acero inoxidable, no siliconadas para facilitar la conducción eléctrica, de grosor mínimo de 0,30 mm y mango rizado para mayor estabilidad.

4º La aplicación de la corriente galvánica sobre el tejido musculoesquelético tiene un efecto analgésico y reparador del tejido dañado dependiente de la intensidad.

### 1.2 Efectos de la electrolisis percutánea

La electrolisis percutánea provoca en el tejido un doble efecto, por un lado, un efecto mecánico asociado a la utilización de la aguja y por otro lado un efecto eléctrico por la propia corriente galvánica.

#### 1.2.1 Efecto mecánico

Se basa en el movimiento asociado a la aguja durante el procedimiento de estimulación del tejido. El proceso de transducción de señales celulares en respuesta a los estímulos mecánicos es lo que se ha denominado mecanotransducción. El estímulo mecánico genera una comunicación celular, que induce la remodelación de la matriz extracelular a partir de la activación del fibrocito.

#### 1.2.2 Efecto eléctrico

Se basa en la utilización de la corriente galvánica que genera tres efectos:

- a) *Electroquímico*: El electrodo activo en la electrolisis percutánea es el negativo (cátodo), lo que produce liberación de hidróxido sódico (NaOH), que da lugar a una activación inmediata de la respuesta inflamatoria necesaria para restablecer la reparación del tejido blando alterado, y licuefacción tisular, con liberación de hidrogeno (H<sub>2</sub>).
- b) *Electrofísico*: La aplicación de la corriente galvánica provoca una migración de las moléculas y las células cargadas eléctricamente hacia el cátodo.
- c) *Electrotermal*: La electrolisis percutánea es una terapia de ablación electroquímica no termal y local que induce necrosis celular mediante una



reacción electrolítica producida por el flujo catódico, y una migración direccional de las células hacia el electrodo activo.

### 1.3 Indicaciones

En procesos crónicos, la técnica de electrolisis percutánea aplicada en el foco de la lesión provoca un estímulo biológico basado en una reacción mecanobiológica y electroquímica, que dará lugar a un proceso de destrucción del tejido degenerado o fibrotico, la licuefacción de la sustancia mixoide, facilita la migración de las células inflamatorias al área intervenida. Los macrófagos juegan un papel importante en la curación del tejido, ya que no solo fagocitan, sino que también promueven la migración de los fibroblastos, liberando factores de crecimiento y favoreciendo la síntesis de colágeno. La acción catódica de la corriente galvánica, permitirá la atracción celular a la zona estimulando la proliferación y la síntesis de nuevo colágeno. Por tanto, la electrolisis percutánea está indicada en cuadros clínicos asociados a la degeneración del tejido colágeno.

Las indicaciones actuales de la electrolisis percutánea son:

- En tendón
  - Tendinopatías intrasinoviales crónicas (tendinosis).
  - Tendinopatías extrasinoviales y tenosinovitis crónica.
  - Tendinopatías posquirúrgicas.
- En músculo
  - Lesión muscular aguda.
  - Lesión muscular crónica.
  - Síndrome de dolor miofascial y punto gatillo miofascial.
  - Síndrome pseudocompartimental.
- En ligamento
  - Lesión ligamentosa aguda.
  - Lesión ligamentosa crónica.
- En bursa
  - Lesión bursal crónica.
- En alteraciones capsulares, alteraciones Fasciales y problemas sinoviales
  - Patrón capsular.
  - Retracción capsular en la rodilla.
  - Impingement anterior y posterior de tobillo.
  - Impingement femoroacetabular.
  - Ganglión sinovial.
  - Quiste parameniscal.
  - Quiste de Baker.
- En periostio
  - Periostitis tibial.
- En lesión nerviosa



- Lesión nerviosa por atrapamiento (síndrome del túnel del carpo, neuroma de Morton, etc.).

#### 1.4 Contraindicaciones

Las contraindicaciones para la aplicación de electrolisis percutánea son, a priori, las mismas que para cualquier otra técnica de electroterapia, a las que debemos sumar las específicas por la utilización de agujas.

- Absolutas
  - Belonefobia: Miedo insuperable a las agujas.
  - Endoprótesis y osteosíntesis: No aplicar la corriente sobre el implante, no existe contraindicación si se aplica en estructuras adyacentes.
  - Marcapasos: Evitar cualquier interferencia eléctrica que pudiera afectarle, en este caso si está contraindicada la aplicación sobre estructuras próximas (pectoral menor).
  - Cardiopatías: En estructuras próximas al corazón por riesgo de alteración del ritmo cardíaco y provocar la aparición de extrasístoles o arritmias.
  - Embarazo: Por precaución y falta de estudios sobre el efecto que podría provocar, abstenerse al menos durante el primer trimestre.
  - Procesos oncológicos: Los tumores malignos, son células que han perdido los controles de función de su metabolismo y su reproducción, por lo que las influencias electroquímicas tal vez contribuyan a un mayor control mitogeno.
  - Tromboflebitis: En ningún momento se debe intervenir en el vaso, por riesgo de destrucción del trombo.
  - Glándulas endocrinas: Se ha de evitar influir directamente sobre ellas.
  - Afecciones cutáneas: En excoriaciones o úlceras por decúbito, existirá un déficit importante de resistencia y por tanto se pueden producir quemaduras.
  - Cuadros febriles: No aplicar con aumento de la temperatura corporal, ya que la respuesta sistémica e inmunitaria puede verse alterada.
  - Antibióticos: Puede inhibir o dificultar la respuesta sistémica.
- Relativas
  - Diabetes mellitus tipo 2: Dificulta la respuesta inflamatoria y genera un deterioro de base en el propio tendón.
  - Hipotiroidismo: La hormona tiroidea está relacionada con la síntesis y degeneración del colágeno.
  - Fibromialgia: La respuesta sistémica esta alterada, por lo que puede responder con picos de dolor postpunción si la pauta de tratamiento no es adecuada.
  - Artritis reumatoide o espondiloartropatia: Suelen tener procesos de afectación tendinosa asociados a la propia enfermedad.
  - Afecciones neurosensitivas: Ya que es muy importante monitorizar el tiempo real la respuesta provocada por la aguja y corriente galvánica.
  - Corticoides: Inhiben el proceso de migración de células inflamatorias, necesario para activar el proceso de fagocitosis. Evitando la activación de fibroblastos y por tanto la generación de nuevo colágeno.



- Esteroides: Asociado igualmente a la inhibición en la respuesta de reparación del tejido.
- Medicación antiplaquetaria o anticoagulantes: Debido al riesgo de sangrado y hematoma.
- Epilepsia: Tratar con precaución o cancelar tratamiento si el cuadro es inestable.

### 1.5 Precauciones

- Alergias: Si presenta alguna alergia relacionada con el material utilizado (látex, níquel o cobre de las agujas)
- Situaciones con riesgo de reacción vasovagal o síncope: Miedo al tratamiento, hipotensión, episodios previos en otras circunstancias (extracción de sangre, dentista...).

### 1.6 Respuestas asociadas a la electrolisis percutánea

- Dolor: La respuesta al dolor está relacionada con dos circunstancias, por un lado, la inserción y manipulación de la aguja, por otro, la corriente aplicada.
- Respuesta autonómica simpática: La electrolisis percutánea puede provocar en aproximadamente un 20% de los casos una leve reacción vasovagal, que se caracteriza por palidez, sudoración, piloerección, frialdad en la piel, mareo y efectos viscerales.

Existen factores que debemos tener en cuenta y que pueden facilitar la aparición del síndrome vasovagal a fin de prevenirlo:

- Hipoglucemia.
- Mala nutrición.
- Hipotensión.
- Situaciones de estrés o ansiedad.
- Episodios previos.

### 1.7 Modalidades de aplicación de la electrolisis percutánea

- Modalidad de alta intensidad-tiempos cortos: A partir de 1 mA y tiempo entre 3 – 10 segundos. Tiene un efecto analgésico y estimula en gran medida la reparación del tejido de colágeno.
- Modalidad de baja intensidad-tiempo prolongados: Definida entre 0,3 – 1 mA con tiempos prolongados 50 – 80 segundos. El efecto fundamentalmente es analgésico.

## 12.2. Neuromodulación percutánea

El dolor crónico de características neuropáticas está presente en muchos pacientes asociado a diferentes disfunciones neuromusculares. Con frecuencia, el



tratamiento farmacológico y otras opciones de tratamiento conservador no son suficientes para el alivio de los síntomas y para mejorar la disfunción neuromuscular, por lo cual se han considerado otras opciones terapéuticas invasivas, como la neuromodulación a través de la estimulación del asta dorsal medular, o la estimulación del tronco nervioso periférico o del punto motor muscular. De hecho, las técnicas de neuromodulación periférica son una opción terapéutica de elección que ha demostrado efectividad en pacientes con dolor neuropático crónico que no responden bien a los tratamientos convencionales y que presentan fenómenos de hiperexcitabilidad y síntomas relacionados con procesos de sensibilización periférica y central (alodinia/hiperalgesia).

Actualmente, en ciencias de la salud se describen los siguientes procedimientos de neuromodulación:

- Estimulación cerebral:
  - Estimulación cortical.
  - Estimulación cerebral profunda.
  
- Estimulación medular:
  - Estimulación de la columna dorsal de la médula espinal.
  - Estimulación de la raíz nerviosa.
  - Estimulación del ganglio de la raíz dorsal.
  
- Neuroestimulación periférica:
  - Estimulación de nervio periférico.
  - Estimulación del campo receptivo del nervio periférico.
  - Estimulación del punto motor muscular.

En fisioterapia existen diferentes procedimientos terapéuticos para el abordaje del paciente con dolor crónico, la complejidad del paciente con dolor crónico hace que surjan nuevas opciones de tratamiento desde el punto de vista de la fisioterapia invasiva, como la neuromodulación ecoguiada a través del estímulo de estructuras responsables de generar información anómala al sistema nervioso central (SNC), como son el tronco nervioso periférico y la musculatura en disfunción asociada (punto motor).

### 1.1 Concepto

La técnica de neuromodulación percutánea ecoguiada se define como la estimulación eléctrica a través de una aguja con guía ecográfica de un nervio periférico en algún punto de su trayecto o de un músculo en un punto motor con un objetivo terapéutico. La aplicación se basa en la estimulación con una aguja de punción asociada a una corriente



eléctrica de baja o media frecuencia buscando una respuesta sensitiva y/o motora al estimular el nervio periférico, y logrando una respuesta motora al estimular el punto motor (respuesta no controlada, anárquica y exagerada que se normaliza tras la aplicación).

La elección de los parámetros (intensidad, frecuencia, tiempos de aplicación, etc.) para conseguir el mejor estímulo en el nervio y en el punto motor continúa siendo una cuestión controvertida debido a que existe una elevada variabilidad en la literatura. El parámetro más importante y, al mismo tiempo, el que cuenta con más opciones de aplicación, es la frecuencia. De hecho, hay estudios en los que se han utilizado frecuencias bajas a 12Hz con tiempos de aplicación de 30 min buscando la respuesta motora.

Por otro lado, es necesario conocer que existen muchos factores implicados en la relación

frecuencia utilizada-respuesta del nervio, como son las características estructurales del nervio y el tejido interpuesto entre el electrodo-aguja y el nervio (para estimular fibras nerviosas situadas a distancias largas se necesitan intensidades mayores).

La elevada variabilidad descrita en los parámetros de aplicación junto a los factores a tener en cuenta a la hora de lograr una respuesta adecuada del nervio-músculo, hace que la estimulación del punto motor se realiza con una corriente a baja frecuencia (10 Hz) buscando la respuesta sensitiva (parestesias) y/o motora, siendo la clave para el éxito del tratamiento despertar los síntomas motivo de consulta del paciente, con un tiempo de aplicación de 1-1,5 min, tiempo suficiente para normalizar la respuesta motora o para disminuir o eliminar la respuesta dolorosa del paciente.

### 1.2 Objetivos

Los objetivos principales de la neuromodulación son:

- Disminuir el dolor.
- Restablecer la función del sistema nervioso: a nivel periférico, central, somático, autonómico, sensorial, motor, vascular, glandular y visceral.
- Mejorar la función neuromuscular, los patrones de reclutamiento muscular y el control motor.

Los mecanismos de acción de la neuromodulación no se conocen de forma precisa y se basan en diferentes teorías que se han estudiado tanto en modelo animal como en humano:



- Control de la puerta de entrada a nivel del asta dorsal medular o los centros supraespinales.
- Interrupción antidrómica de estímulos aferentes nociceptivos provenientes de tejidos periféricos.
- Inhibición de la actividad espontánea de neuromas.
- Modulación de la neuroplasticidad en el asta dorsal medular, el tracto espinotalámico o los centros supraespinales.
- Cambios en el tono de la musculatura lisa, tanto de tejido vascular como no vascular, asociados a una modulación neurohumoral debido a una modulación de los niveles de óxido nítrico.

Por tanto, los objetivos principales de la neuromodulación son disminuir el dolor, restablecer la función del sistema nervioso y mejorar la función neuromuscular, los patrones de reclutamiento muscular y el control motor.

### 1.3 Técnica de aplicación

El procedimiento de aplicación de la neuromodulación percutánea ecoguiada se basa siempre en un estudio ecográfico del tejido diana previo a la inserción de la aguja, para situar la aguja en el tejido diana y la aplicación de la corriente de baja frecuencia (10Hz) a través de un estimulador monopolar.

La eficacia de la neuromodulación del nervio periférico o del punto motor viene determinada por la colocación de la punta de la aguja cerca del nervio diana, o del tejido

conectivo de alrededor, o en el punto motor que logre la respuesta muscular de forma efectiva. La realización del procedimiento de forma ecoguiada va a permitir una mejor localización del nervio y del músculo, y una estimulación selectiva de los diferentes fascículos nerviosos logrando así la respuesta más adecuada (parestesia o respuesta motora) a los síntomas del paciente. Otra de las ventajas de la neuromodulación percutánea ecoguiada es la posibilidad de lograr una respuesta de músculos poco accesibles gracias a la estimulación del tronco nervioso que los inerva.

La descripción del procedimiento paso a paso sería la siguiente:

1. Identificación ecográfica del nervio periférico o del músculo.
2. Establecer medidas de seguridad en el procedimiento:
  - a) Con el Doppler (preferiblemente el power Doppler, más sensible al bajo flujo), se analizará la presencia de vasos que pudieran resultar dañados en el trayecto de la aguja (p. ej., la arteria radial recurrente en la estimulación del nervio radial a nivel supraepicondileo, o la arteria tibial en la estimulación del punto motor del músculo flexor largo de los dedos).
  - b) Medición de la distancia desde la piel hasta la zona diana para seleccionar la aguja con la longitud idónea.



3. Retirada de la sonda y asepsia de la piel de la zona previa a la punción (aplicación de un antiséptico con clorhexidina con un componente alcohólico al 2 o al 5%).
4. Medidas preintervención: lavado de manos, colocación de los guantes no estériles y del cubresonda, y preparación a continuación de la aguja y la gasa estéril.
5. Colocación de la sonda en el área estudiada.
6. Intervención ecoguiada: inserción de la aguja y avance hacia el tejido diana con visualización en tiempo real en el ecógrafo. La aguja debe situarse en la inmediatez del nervio periférico o del punto motor. A continuación, contactar el electrodo monopolar con la aguja, con el objetivo de provocar la respuesta aislada del músculo o reproducir el dolor del paciente con la respuesta motora o sensitiva provocada con el estímulo sobre el nervio.
7. Retirada de la aguja y compresión durante 30 s.
8. Reevaluación.

### 12.3. Acupuntura en los procesos dolorosos del aparato locomotor

La Confederación Mundial para la Fisioterapia (**World Confederation for Physical Therapy** [WCPT]), como máxima entidad de la fisioterapia a nivel mundial, reconoce la acupuntura como una competencia del fisioterapeuta. En este sentido, la **International Acupuncture Association of Physical Therapists** (IAAPT), asociación internacional de fisioterapeutas interesados en la práctica de la acupuntura creada en 1991 como un subgrupo de la WCPT, ha participado de forma muy activa en el desarrollo de la acupuntura en fisioterapia y ha establecido unas directrices basadas en la evidencia para una práctica correcta, en condiciones de seguridad clínica y con el objetivo de mejorar los resultados terapéuticos.

La acupuntura se considera una forma de medicina compleja por ofrecer, por un lado, un concepto filosófico-empírico y, por otro, un concepto científico en cuanto a sus teorías y aplicaciones.

#### 3.1 Evidencia científica

La acupuntura es una técnica invasiva en la que se insertan unas agujas en determinados puntos del cuerpo con el objeto de restablecer el equilibrio energético de los meridianos y por tanto mejorar y/o recuperar el estado de salud del paciente. Es considerada como uno de los pilares básicos de la MTC junto con la moxibustión (calor biológico), la fitoterapia (plantas), el tui-na (terapia manual) y el Qigong (ejercicios con la energía).



Durante las dos últimas décadas la acupuntura se ha difundido en todo el mundo, se ha estimulado el perfeccionamiento de esta forma de terapia y se han llevado a cabo estudios a partir de perspectivas médicas y metodologías de investigación modernas, obteniendo resultados relevantes y significativos. No solamente se ha estudiado el uso de la acupuntura para las diferentes enfermedades que afectan al ser humano en los diferentes ámbitos terapéuticos (aparato locomotor, medicina interna, dermatología, ginecología, otorrinolaringología, sistema respiratorio, etc.) sino que además se han sometido a minucioso estudio los puntos de acupuntura, la red de canales o meridianos para su adecuada práctica clínica utilizando los conocimientos anatómicos y fisiopatológicos disponibles en la actualidad, bajo el paraguas de la medicina basada en la evidencia para integrar la rama de la acupuntura más científica y occidental tomando de referencia la acupuntura tradicional china.

Según la base de datos Cochrane y diferentes revisiones sistemáticas con respecto a la acupuntura, existe evidencia para la utilización de la técnica en una gran variedad de condiciones como, por ejemplo, en dolor de cuello y de hombro, migrañas, dolor de cabeza tipo tensional, fibromialgia, dolor lumbar crónico, osteoartrosis de cadera y rodilla, dolor temporomandibular, parálisis facial y otras enfermedades neurológicas. Además, existen numerosos metaanálisis que refuerzan este planteamiento para el dolor crónico, el tratamiento de la columna vertebral y la osteoartritis. Sin embargo, no se recomienda el uso sistemático de esta terapia en síndromes como la fibromialgia.

Por otro lado, existen numerosos ensayos clínicos en la patología del aparato locomotor y el dolor neuromusculoesquelético, como en epicondilalgias, cefalea tensional, migraña,

dolor de cuello, etc., donde la acupuntura ha demostrado ser efectiva. Numerosos estudios experimentales y de casos clínicos verifican la efectividad de la técnica para el manejo y tratamiento del dolor, con algunas limitaciones que hacen referencia a la técnica empleada, a la presencia de grupos heterogéneos, a la eficacia en comparación con tratamientos estándar, etc.

### 3.2 Correlación clínica de los puntos de acupuntura

Las correspondencias clínicas de los puntos de acupuntura clásicos y los puntos gatillo miofasciales (PGM) más relevantes han sido descritas por numerosos autores.

Según Dorsher y Fleckenstein, existe una gran coincidencia anatómica entre regiones de PGM y los puntos de acupuntura clásicos, con un porcentaje que alcanza hasta el 93%. Además, defienden que existen correspondencias anatómicas y clínicas muy evidentes, estando los puntos de acupuntura firmemente asentados en la anatomía de los sistemas nerviosos y musculares. También existen coincidencias clínicas entre ambos sistemas en



cuanto al tratamiento del dolor y trastornos álgicos (97%) y de los trastornos somatoviscerales (93,3%), lo cual evidencia una segunda demostración clínica de que los PGM y los puntos de acupuntura reflejan, con una probabilidad muy elevada, los mismos fenómenos fisiológicos. Por otro lado, tan solo un 7-9% de los pares de puntos mostró una escasa o nula correspondencia entre patrones de dolor referido y meridianos de acupuntura.

Según Melzack et al., existe una correspondencia anatómica de entre el 94 y el 97% de los puntos clásicos de acupuntura y los PGM utilizados tradicionalmente para el tratamiento de síndromes álgicos, con consecuencias positivas en indicaciones dolorosas con similitudes clínicas y anatómicas. Por ejemplo, el PGM del músculo masetero (porción superior, posterior, media, anterior, capa superficial y capa profunda) para el tratamiento de dolor dental posterosuperior, acúfenos o dolor en incisivos superiores se corresponde con el punto de acupuntura número 6 del meridiano de estómago (E6); y los puntos E36, E37 y E39 se corresponden con PGM del músculo tibial anterior y se usan en estudios neurofisiológicos para testar el estado del nervio peroneo profundo, como ramas accesorias dependientes del nervio ciático poplíteo externo en casos de pie equino.

Por otro lado, argumentan una correlación clínica entre la trayectoria del meridiano al que pertenecen los puntos de acupuntura y PGM anatómicamente correlacionados en la descripción de los patrones de dolor referido. Por ejemplo, el patrón de dolor referido más común del músculo latissimus dorsi va emparejado con la correspondencia del meridiano

de intestino delgado.

### 3.3 Características de los puntos gatillo

Los puntos de acupuntura están distribuidos en su mayoría a lo largo de los meridianos, teniendo una localización anatómica precisa. Se encuentran habitualmente situados en pequeñas depresiones o huecos, cercanos a estructuras óseas, complejos vasculo nerviosos, enclaves musculotendinosos, etc., pero se tomará conciencia especialmente de los factores individuales que pueden variar la localización del punto y siendo meticulosos en la correcta localización. Su situación y profundidad puede variar dependiendo de la edad, el estado físico, la anatomía del punto, el trayecto del meridiano e incluso de la estación del año.

En esta etapa más moderna y contemporánea existen numerosas investigaciones científicas que han demostrado que el subcutis adyacente al punto de acupuntura dispone

de gran cantidad de terminaciones nerviosas, vasos sanguíneos arteriovenosos, red linfática, puntos motores neuromusculares, plexos, etc. También se ha de tener en



cuenta alguna de las propiedades eléctricas de los puntos de acupuntura (voltaje, resistencia, impedancia, etc.).

### 3.4 Localización de los puntos de acupuntura

La minuciosidad y la exactitud a la hora de la localización de los puntos de acupuntura

van a ser una parte fundamental en la efectividad del tratamiento. Aunque una gran mayoría de los puntos se muestran sensibles a la palpación o se van a localizar en pequeñas depresiones claramente detectables a la palpación, la búsqueda de los puntos se realizará en base a tres conceptos fundamentales:

- Medida por longitud digital.
- Medida proporcional.
- Por referencias anatómicas.

### 3.5 Funciones de los puntos de acupuntura

Algunos puntos tienen una función diagnóstica, ya que es el reflejo a nivel superficial de la actividad y el estado de los órganos internos que se pone de manifiesto, como dolor espontáneo o a la palpación, alteraciones cutáneas, como cambios de coloración y/o temperatura, descamación.

Aunque principalmente realizan una función terapéutica, al restablecer el equilibrio entre el sistema superficial y los órganos internos se restablece el equilibrio entre la energía (**Qi**) y la sangre (**Xue**), estimulan el sistema inmunitario y fortalecen el organismo.

### 3.6 Acción de los puntos de acupuntura

Los puntos de acupuntura pueden tener diferentes acciones:

- Acción local: pueden tratar alteraciones de zonas cercanas y actuar sobre tejidos y órganos próximos.
- Acción distal: pueden tratar alteraciones de zonas lejanas a ellos: Donde llega el meridiano, el tratamiento llega.
- Acción específica: algunos puntos tienen una acción específica sobre determinadas alteraciones o pueden regular alteraciones de carácter contrario.
- Acción empírica: ciertos puntos poseen propiedades basadas en el empirismo, que pueden tener o no una correlación científica.



### 13. BIBLIOGRAFÍA

Fisioterapia Invasiva, 2 edició. Valera Garrido & Minaya Muñoz. 2016.

World Confederation for Physical Therapy. WCPT guideline for physical therapist professional entry level education. London: WCPT; 2011 [consultado 1 abr 2016]. Disponible en: <http://www.wcpt.org/guidelines/entry-level-education>.

International Association of Acupuncture of Physical Therapists (IAAPT). Standards of Safe Acupuncture Practice by Physiotherapists. 1999.

Ilustre Colegio Profesional de Fisioterapeutas de la Comunidad de Madrid. Grupo de Expertos en Acupuntura, Comisión de Fisioterapia Invasiva Documento marco sobre el ejercicio de la acupuntura en fisioterapia. Madrid: CPFCM; 2015

Huang di Neijing Suwen. Yellow Emperor's InnerClassic of Medicine, Common Questions. Shanghai: Shang-wu yin-shu-kuan; 1955. p. 261.

Soulié de Morant G. Compendio de la verdadera acupuntura china. Madrid: Editorial Alhambra; 1984.

White A. Western medica! acupuncture: A definition. *Acupunct Med* 2009; 27: 33-5.

Vickers AJ, Cronin AM, Maschino AC, Lewith G, MacPherson H, Foster NE, et al. Acupuncture Trialists' Collaboration. Acupuncture for Chronic Pain Individual Patient Data Meta-analysis. *Arch Intern Med* 2012;172(19):1444-53.

Corbett MS, Rice SJ, Madurasinghe V, Slack R, Fayter DA, Harden M, et al. Acupuncture and other physical treatments for the relief of pain due to osteoarthritis of the knee: network meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage* 2013 ;21 (9): 1290-8.

Langhorst J, Klose P, Musial F, Irnich D, Hauser W. Efficacy of acupuncture in fibromyalgia síndrome. A systematic review with a meta-analysis of controlled clinical trials. *Rheumatology (Oxford)* 2010; 49: 778-88.

Mayhew E, Ernst E. Acupuncture for fibromialgia. A systematic review of randomized clinical trials. *Rheumatology (Oxford)* 2007; 46:801-4.

Gadau M, Yeung WF, Liu H, Zaslowski C, Tan YS, Wang FC, et al. Acupuncture and Moxibustion for Lateral Elbow Pain. A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *BMC Complement Altern Med* 2014; 14:136.

Linde K, Allais G, Brinkhaus B, Manheimer E, Vickers A, White AR. Acupuncture for tension-type headache. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;(1): CD007587. Linde K,

Allais G, Brinkhaus B, Manheimer E, Vickers A, White AR. Acupuncture for migraine prophylaxis. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;(1): CD001218. Furlan AD, van

Tulder MW, Cherkin DC, sukayama H, Lao L, Koes B, et al. Acupuncture for neck disorders. *Spine* 2007; 32: 236-43.



Vas J, Perea-Milla E, Méndez C, Sánchez Navarro C, León Rubio JM, Brioso M, et al. Efficacy and safety of acupuncture for chronic uncomplicated neck pain: A randomised controlled study. *Pain* 2006; 126: 245-55.

Willich SN, Reinbold T, Selim D, Jena S, Brinkhaus B, Witt CM. Cost-effectiveness of acupuncture treatment in patients with chronic neck pain. *Pain* 2006; 125: 107-13.

Patil S, Sen S, Eral M, Reddy S, Bradley KK, Cornett EM, et al. The Role of Acupuncture in Pain Management. *Curr Pain Headache Rep* 2016;20 (4):22.

Han JS. Acupuncture: Neuropeptide release produced by electrical stimulation of different frequencies. *Trends Neurosci* 2003; 26: 17-22.

Wancura-Kampik I. Segment-Anatomie. *München Dtsch Arztebl Int* 2009; 106:728.

Mayor D. The Chinese back shu and front mu points and their segmental innervation. *Rev Int Acupuntura* 2008;51 :26-36.

Pomeranz B. Scientific research into acupuncture for the relief of pain. *J Altern Complement Med* 1996; 2: 53-60. Discussion 73-75.

Pomeranz B, Stux GS. *Scientific bases of Acupuncture*. Berlin: Springer-Verlag; 1989.

Mayer DJ. Biological mechanisms of acupuncture. Department of Anesthesiology, Medical College of Virginia, Richmond USA. *Prog Brain Res* 2000; 122: 457-77.

Goldman N, ChenM, FujitaT, XuQ, PengW, LiuW, et al. Adenosine AI receptors mediate local anti-nociceptive effects of acupuncture. *Nat Neurosci* 2010; 13:883-8.