

# **MANEJO DEL TÓRAX INESTABLE (VOLET TORÁCICO). POTENCIALES INDICACIONES QUIRÚRGICAS. TÉCNICAS QUIRÚRGICAS DE OSTEOSÍNTESIS COSTAL**

## **Félix Heras Gómez (primer firmante y encargado de la redacción)**

Doctor

Profesor asociado de Ciencias de la Salud. Facultad de Medicina. Universidad de Valladolid.  
Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Médico Adjunto. Servicio de Cirugía Torácica.  
Correo electrónico: [heras@telefonica.net](mailto:heras@telefonica.net) [correo@felixheras.es](mailto:correo@felixheras.es)  
Tlno.: 639383961

## **José M<sup>a</sup> Matilla González**

Doctor

Profesor asociado de Ciencias de la Salud. Facultad de Medicina. Universidad de Valladolid.  
Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Médico Adjunto. Servicio de Cirugía Torácica.  
Correo electrónico: [jmmatilla17@hotmail.com](mailto:jmmatilla17@hotmail.com)  
Tlno.: 669413292

## **Begoña Gregorio Crespo**

Licenciada

Colaboradora docente. Facultad de Medicina. Universidad de Valladolid.  
Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Médico Adjunto. Servicio de Cirugía Torácica.  
Correo electrónico: [begrecresp@yahoo.es](mailto:begrecresp@yahoo.es)  
Tlno.: 656995830

## **Ángel Cilleruelo Ramos**

Licenciado

Colaborador docente. Facultad de Medicina. Universidad de Valladolid.  
Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Médico Adjunto. Servicio de Cirugía Torácica.  
Correo electrónico: [ancillera@hotmail.com](mailto:ancillera@hotmail.com)  
Tlno.: 656425253

## **Ángela María Arévalo Pardal**

Licenciada

Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Médico Residente 5. Servicio de Cirugía Torácica.  
Correo electrónico: [A.M.Arevalo.Pardal@gmail.com](mailto:A.M.Arevalo.Pardal@gmail.com)  
Tlno.: 676458229

## **Cristina Beatriz García Rico**

Licenciada

Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Médico Residente 4. Servicio de Cirugía Torácica.  
Correo electrónico: [crista85@hotmail.com](mailto:crista85@hotmail.com)  
Tlno.: 635860254

## **Mauricio Loucel Bellino**

Licenciado

Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Médico Residente 3. Servicio de Cirugía Torácica.  
Correo electrónico: [mauricioloucel@hotmail.com](mailto:mauricioloucel@hotmail.com)  
Tlno.: 681377875

Servicio de Cirugía Torácica  
Hospital Clínico Universitario de Valladolid  
Avda. Ramón y Cajal nº 3  
47005 Valladolid  
Tlno.: 983420000 (20250)

## MANEJO DEL TÓRAX INESTABLE (VOLET TORÁCICO). POTENCIALES INDICACIONES QUIRÚRGICAS. TÉCNICAS QUIRÚRGICAS DE OSTEOSÍNTESIS COSTAL

### DEFINICIÓN

El **tórax inestable**, *volet torácico* o *flail chest* es una alteración de la dinámica de la caja torácica debida a la existencia de dos o más focos de fractura en varios arcos costales contiguos y/o el esternón que se acompaña de una pérdida de continuidad y consistencia de la pared torácica con perturbación de los movimientos normales respiratorios y la aparición de respiración paradójica.

### ETIOPATOGENIA

La causa más frecuente de su aparición son los traumatismos sobre la pared torácica con impactos de alta energía, como ocurre en los accidentes de tráfico, los accidentes laborales, los deportes de alto riesgo y las grandes catástrofes tras terremotos, atentados, procesos bélicos, etc., donde son habituales las lesiones por aplastamiento. La consecuencia es la rotura de los elementos osteocartilaginosos de la pared torácica. Es más frecuente en adultos que en niños y jóvenes que tienen la pared torácica más elástica y permite su deformación sin presentar fracturas, aunque en éstos es mayor la incidencia de contusión pulmonar.

Los mecanismos de producción pueden ser:

- Aceleración/desaceleración.** Típico de los accidentes de tráfico.
- Impactos a gran velocidad.** Frecuentes en las caídas desde grandes alturas.
- Compresión directa sobre el tórax.** Habitual en las lesiones por aplastamiento donde la fuerza aplicada sobre el plano costal es mayor que la resistencia de la caja torácica.

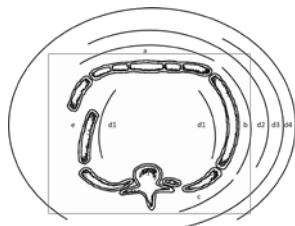
Conviene conocer el tipo y características del traumatismo pues el volet torácico aislado es poco frecuente. Lo habitual es que se presente en el contexto de un politraumatismo con lesiones de otras estructuras, principalmente craneoencefálicas, rotura de vísceras abdominales, fracturas de huesos largos, pelvis, etc.

El tórax inestable aparece en el 10 a 15% de los traumatismos torácicos y puede provocar la muerte del paciente en el 15 a 20% de los casos. La mortalidad aumenta con la edad y la presencia de procesos pulmonares previos, principalmente EPOC.

### CLASIFICACIÓN

Se puede clasificar según criterios anatómicos y funcionales que repercutirán tanto en la sintomatología clínica como en la orientación diagnóstica y el tratamiento.

**Clasificación anatómica** (Fig. 1):



a) **Volet anterior o esternocondral.** Se suele acompañar de lesiones en ambas cavidades pleurales y su pronóstico es grave. El movimiento paradójico es habitualmente muy significativo.

b) **Volet lateral o puramente costal.** En relación con el lugar del impacto. Su tamaño y la respiración paradójica son, por tanto, variables.

c) **Volet posterior.** Es poco frecuente. El movimiento paradójico es excepcional debido a la habitual posición supina del paciente y porque los focos de fractura pueden estar inmovilizados por el músculo dorsal ancho o la escápula.

d) **Volets mixtos:**

d1) **Volet lateral doble o bilateral.**

d2) **Volet a caballo o en diagonal.**

d3) **Hemivolet** o *volet en batant de port*. El movimiento en charnela se produce en la articulación costovertebral (1).

d4) **Volet en coraza.**

d5) **Volet complejo**, en puzzle o tórax en cascanueces (1).

e) **Toracoplastia traumática.** Se caracteriza por la ausencia de movimiento paradójico pues las fracturas costales se encuentran impactadas (2).

Siguiendo **criterios funcionales** y de acuerdo a sus manifestaciones clínicas el tórax inestable se puede clasificar en 3 grupos:

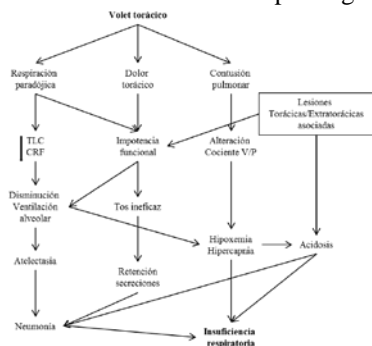
a) **Leve:** insuficiencia respiratoria leve o discreta con mínima respiración paradójica.

b) **Mediano:** insuficiencia respiratoria y respiración paradójica moderadas.

c) **Grave:** insuficiencia respiratoria y respiración paradójica graves o toracoplastia traumática.

## FISIOPATOLOGÍA

El tórax inestable suele coexistir con otras lesiones viscerales tanto intra como extratorácicas que aumentan la gravedad del cuadro clínico. Independientemente de las lesiones asociadas, hay tres aspectos fundamentales en su fisiopatología (3) (Fig. 2).



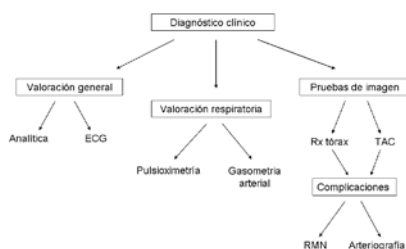
a) **Respiración paradójica.** Es el movimiento anómalo e inverso que el fragmento desolidarizado de la pared torácica realiza respecto al desplazamiento respiratorio normal del resto de la pared. Depende de la magnitud del volet, que está en relación con el número de fracturas costales y la posible fractura esternal. Su principal consecuencia es la **alteración de la mecánica ventilatoria** que provoca un descenso de la **Capacidad Pulmonar Total (TLC)** y de la **Capacidad Residual Funcional (CRF)** con **disminución de la ventilación alveolar** (3) (Fig. 2). La **hipoventilación** debida a la alteración de la mecánica ventilatoria o a la disminución del nivel de conciencia del paciente provoca **hipercapnia e insuficiencia respiratoria**. El viejo concepto del aire péndulo espirado relacionado con la respiración paradójica que

aumenta el espacio muerto anatómico ha quedado actualmente relegado (pendelluft) (5). Por lo general, los daños sobre la pared torácica tienen un gran impacto en la ventilación pulmonar, incluso en ausencia de daño visceral, pudiendo asemejarse a los efectos de un neumotórax abierto. La toracoplastia traumática puede presentarse inicialmente sin respiración paradójica, pero aparecer horas o días después. Si ocurre es debida a los movimientos de los fragmentos costales ocasionados por la tos o la fisioterapia respiratoria, a osteólisis de los extremos costales o por la reabsorción del hematoma de la pared torácica (4).

b) **Dolor.** La respiración paradójica es muy dolorosa debido al desplazamiento continuo de los focos de fractura provocados por la tos y los movimientos respiratorios por lo que el paciente con tórax inestable disminuye los movimientos de la pared torácica y del diafragma y evita el esfuerzo de la tos para no exacerbar el dolor. El acúmulo de **secreciones bronquiales** con focos de **atelectasia** es el resultado final pudiendo desarrollar, pocos días después, un **proceso neumónico**.

c) **Contusión pulmonar.** Aunque pueden coexistir otras lesiones viscerales o cuadros de ocupación pleural (neumotórax, hemotórax), la contusión pulmonar es la principal lesión en el tórax inestable. La afectación parenquimatosa se puede producir por un mecanismo directo sobre el parénquima o por una hipertensión pulmonar brusca que origine, junto a una hipertensión alveolar, desgarros micro y macroscópicos a ese nivel. La contusión produce una lesión caracterizada por **hemorragia intersticial y alveolar** y lesiones de **edema pulmonar local** por aumento de la permeabilidad de la membrana alveolo-capilar. La **compliance pulmonar** se reduce, aumentan las secreciones en las vías respiratorias y el cociente ventilación-perfusión se altera (6). La liberación de mediadores (activación de cascadas enzimáticas, citocinas, etc.) puede extender esta situación a todo el parénquima pulmonar. La consecuencia es el desarrollo de un síndrome de **distress respiratorio** del adulto, con las consecuentes alteraciones en la ventilación/perfusión y *shunt*, seguidas de una **hipoxemia severa**. La desproporción entre la ventilación/perfusión es el aspecto fisiopatológico que más contribuye al deterioro de la ventilación, provocando la **hipoxia** subsecuente. A esta hipoxia se añaden la **hipercapnia** y la **acidosis** que agravan el cuadro de insuficiencia respiratoria. Por último, la acidosis facilita la **infección** de la zona contundida pudiendo desarrollar una **neumonía** que agrava la insuficiencia respiratoria (Fig. 2).

## DIAGNÓSTICO



El diagnóstico del tórax inestable es principalmente clínico. Se debe explorar minuciosamente la caja torácica y comparar el aspecto, los volúmenes y la movilidad de ambos hemitórax para detectar diferencias anatómicas, deformidades, alteraciones de la movilidad, hiperinsuflación, enfisema subcutáneo, etc. A la inspección se aprecia el movimiento paradójico de la pared torácica durante las excursiones respiratorias con depresión de los fragmentos costales fracturados en la inspiración y protrusión hacia el exterior de los mismos en la espiración. A la palpación suave se objetiva la crepitación de los diferentes focos de fractura y un ocasional enfisema subcutáneo, que nos hace sospechar la presencia de posibles lesiones asociadas. A la percusión, el hipertimpanismo o la matidez pueden ser signos de neumotórax o hemotórax,

respectivamente, asociados al volet costal. En la auscultación, se pueden escuchar ruidos sobreañadidos como crepitantes, roncus o hipofonesis, dependiendo de las diferentes lesiones asociadas. Siempre debe realizarse una evaluación funcional con pulsioximetría y/o gasometría arterial ya que, aunque el movimiento paradójico sea limitado, en determinados pacientes, dependiendo de la gravedad de la contusión pulmonar asociada, pueden desarrollar una insuficiencia respiratoria grave. Así mismo, un movimiento paradójico muy marcado puede no tener una importante repercusión funcional, como ocurre principalmente en pacientes jóvenes y atléticos con importante masa muscular. Por el contrario, en pacientes ancianos con tórax rígidos la respiración paradójica puede ser mínima, pero acompañarse de una importante repercusión funcional con deterioro ventilatorio.

La confirmación diagnóstica se puede realizar con las siguientes pruebas (Fig. 3):



a) **Radiografía simple de tórax.** Permite apreciar los focos de fractura y la existencia de lesiones asociadas: contusión pulmonar, neumotórax, hemotórax, etc. (Fig. 4) Las fracturas de esternón no se visualizan en la radiografía anteroposterior y precisan de radiografías laterales, difíciles de realizar en estos pacientes. La contusión pulmonar se aprecia como infiltrados algodonosos en la zona contundida, pero tarda varias horas en poderse observar en una radiografía simple.

b) **TC torácica y abdominal.** Actualmente es el estudio de referencia. Presenta mayor sensibilidad para diagnosticar las complicaciones asociadas. Permite apreciar desde el primer

momento la presencia de áreas de consolidación parenquimatosa sugestivas de contusión pulmonar y la existencia, localización y magnitud de posibles hemo-neumotórax acompañantes, así como otras lesiones viscerales intratorácicas y/o abdominales.

Aunque no se consideran imprescindibles para un diagnóstico inicial los estudios anteriores se pueden complementar con las siguientes pruebas de imagen:

- c) **Ecografía torácica** para la localización y tratamiento de hemo-neumotórax loculados.
- d) **RNM.** Útil si se sospecha una lesión nerviosa o vascular y/o rotura del diafragma.
- e) **Arteriografía.** En desuso tras el desarrollo de las pruebas de imagen no invasivas descritas anteriormente. Actualmente sólo se realiza si se sospecha lesión vascular a pesar de la negatividad de las pruebas diagnósticas efectuadas.
- f) **FB.** Para la aspiración de secreciones y descartar roturas o desgarros traqueobronquiales.

El tórax inestable se asocia generalmente a insuficiencia respiratoria debida a la contusión pulmonar subyacente. Su estudio y valoración se realiza mediante las siguientes pruebas:

- a) **Pulsioximetría.** Monitorización continuada de la oxigenación del paciente. Su fiabilidad disminuye cuando la saturación de oxígeno es menor del 80%, por lo que siempre debe completarse mediante la realización de gasometría arterial (7, 8)
- b) **Gasometría arterial.** Prueba básica para la valoración de la insuficiencia respiratoria. Informa del resultado final conseguido por la integración de las diferentes etapas que componen la función respiratoria (pO<sub>2</sub>, pCO<sub>2</sub>, pH, bicarbonato) (9)

Otras pruebas complementarias de sumo interés en el paciente diagnosticado de tórax inestable, como en todo paciente con un traumatismo torácico, son:

- a) **Sistemático y bioquímica sanguíneas.** Determinación de los valores de hemoglobina, fórmula leucocitaria, etc. En los tórax inestables anteriores, sobre todo si existe fractura esternal, se deben determinar las enzimas cardíacas (CK-MB, troponina, etc.)
- b) **ECG.** Permite descartar trastornos de la conducción, signos de isquemia cardíaca, etc.
- c) **Ecocardiograma.** Si se sospecha o existen signos de taponamiento cardíaco.

## TRATAMIENTO

El tratamiento del tórax inestable varía debido a la ausencia de consenso terapéutico. La mayoría de los estudios presentan series escasas no randomizadas y las guías clínicas publicadas no ofrecen ninguna recomendación de grado I respecto a la terapéutica más adecuada (Tabla 1). Habitualmente estos pacientes son politraumatizados, un aspecto crucial a tener en cuenta, pues la presencia de contusión pulmonar y la coexistencia de otras lesiones condiciona el enfoque terapéutico (10). Globalmente el tratamiento debe basarse en controlar la descompensación respiratoria, la alteración hemodinámica, el dolor, la contusión pulmonar, la lesión parietal y las lesiones asociadas (Tabla 2).

## **A.- Abordaje conservador**

Como en todo politraumatizado se debe asegurar la vía aérea, la función pulmonar y la correcta perfusión y estabilidad hemodinámica. Cuando se hayan descartado y tratado todas las lesiones graves a otros niveles y el paciente esté estabilizado, la premisa principal es mantener una analgesia adecuada y una higiene pulmonar exquisita que minimicen el desarrollo de complicaciones (11).

### **1.-Analgesia**

Es imprescindible un efectivo control del dolor, no sólo para proporcionar el mayor confort posible al paciente, sino para facilitar la fisioterapia respiratoria y la correcta eliminación de secreciones. Existen diversas estrategias analgésicas y, según las particularidades del volet y el grado de afectación, leve, moderado o grave, se deben utilizar las más adecuadas (11-13).

#### **1.1-Analgesia oral e intravenosa**

En pacientes con dolor leve o moderado, la combinación de analgésicos de diferente grupo (principalmente **opioides** y **AINES**), administrados por vía oral e intravenosa, puede lograr el adecuado control del dolor. La perfusión sistémica de opioides puede provocar **náuseas**, **parálisis intestinal** y **depresión respiratoria**. Así mismo los AINES deben emplearse con precaución en pacientes con fallo renal (en ocasiones debido al traumatismo) o con patología gástrica previa. Esta pauta analgésica es útil de forma aislada o asociada a técnicas de anestesia loco-regional.

#### **1.2.-Bloqueo intercostal**

Realizado con anestésicos locales, como la **bupivacaína**, es efectivo en pacientes con pocos focos de fractura. En las fracturas múltiples a varios niveles, el control analgésico con esta técnica es menor y la necesidad de múltiples y frecuentes infiltraciones aumenta el riesgo de complicaciones como neumotórax, infección local o toxicidad del anestésico.

#### **1.3-Analgesia epidural**

La analgesia epidural con anestésicos locales asociados a opioides es el tratamiento más eficaz para el control del dolor agudo asociado a las lesiones de la pared torácica. Su aplicación mejora ostensiblemente la profundidad de las excusiones respiratorias, la tos efectiva y la participación activa en la fisioterapia. A pesar de sus potenciales efectos adversos (depresión respiratoria, hipotensión, infección, etc.) esta técnica analgésica constituye uno de los pilares terapéuticos del tórax inestable.

#### **1.4-Bloqueo paravertebral**

La modalidad del bloqueo paravertebral con anestésicos locales aporta analgesia ipsilateral por lo que resulta especialmente útil en pacientes con afectación unilateral evitando, además, muchos de los efectos secundarios asociados a la infusión epidural.

## **2.-Higiene pulmonar**

Uno de los pilares del tratamiento conservador es la instauración de una adecuada **fisioterapia respiratoria** con **aerosoles** y **broncodilatadores** que facilite la eliminación de secreciones y mejore la dinámica ventilatoria. Cuando por las peculiaridades del paciente o de la lesión no sea posible su correcta colaboración, se precisará la realización de **FB aspiradoras** (12).

## **3.-Ventilación mecánica**

Dado que un elevado número de pacientes presentan contusión pulmonar asociada y que se acepta de forma general que es ésta y no el movimiento paradójico parietal, la responsable de la insuficiencia respiratoria, la ventilación mecánica o “**estabilización interna o neumática**” constituye la principal modalidad terapéutica en esta patología (12).

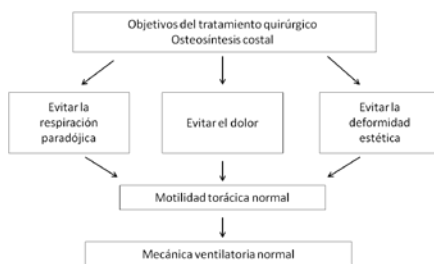
### **3.1-Ventilación mecánica no invasiva**

En la actualidad se acepta el empleo de **CPAP** mediante mascarilla en el manejo del tórax inestable (11). Esta terapia respiratoria evita la ventilación invasiva en algunos pacientes y permite disminuir la incidencia de atelectasia y neumonía. En algunos centros hospitalarios constituye el tratamiento inicial del paciente con tórax inestable e insuficiencia respiratoria.

### **3.2.- Ventilación mecánica invasiva**

Clásicamente ha sido considerada el *gold standard* del tratamiento del tórax inestable grave que se acompaña de insuficiencia respiratoria. Dado que un elevado número de pacientes presentan contusión pulmonar o lesiones cerebrales asociadas, esta terapéutica es imprescindible en un porcentaje elevado de casos. El empleo de **PEEP** y de CPAP aporta buenos resultados (11,12). En los casos de afectación grave unilateral, puede realizarse una ventilación pulmonar independiente. No se considera conveniente el uso de mascarillas laríngeas en la ventilación mecánica de estos pacientes.

## B.- Abordaje quirúrgico. Osteosíntesis costal



El objetivo del tratamiento quirúrgico es efectuar una **osteosíntesis costal** que permita recuperar la rigidez de la pared torácica y evite el dolor y la respiración paradójica recuperando la motilidad normal de la caja torácica (Fig. 5). Actualmente, es poco frecuente la necesidad de su realización. Generalmente sólo se efectúa en pacientes que precisan una toracotomía para el tratamiento de lesiones intratorácicas, en las toracoplastias traumáticas, en las grandes deformidades torácicas y cuando, transcurridos de 7 a 10 días, no es posible la desconexión de la ventilación mecánica. A pesar de que

muchos estudios muestran resultados favorables con la estabilización quirúrgica, el escaso tamaño muestral y la ausencia de randomización hacen que en las guías clínicas la cirugía obtenga sólo un grado 3 de evidencia para su recomendación (Tabla 1) (12).

No obstante, la estabilización quirúrgica del volet presenta claras ventajas, principalmente en pacientes con afectación parietal pura, por lo que es cada vez más aceptada y practicada a pesar de que la mayoría de sus indicaciones son relativas (14-17) y muchos cirujanos torácicos tienen escasa experiencia con este tipo de técnicas. Debe tenerse en cuenta que en los pacientes con severa contusión pulmonar y/o lesión cerebral asociada esta cirugía está contraindicada de forma absoluta.

Las indicaciones y las ventajas que la cirugía aporta se exponen claramente en las Tablas 3 y 4.

### 1.- Consideraciones preoperatorias

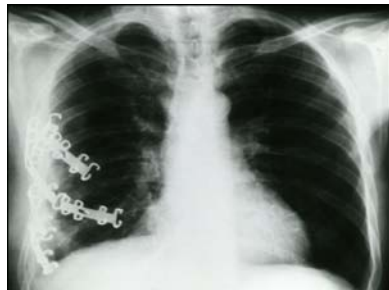
La morfología y peculiaridades de las costillas, la variedad de fracturas posibles (oblicuas, conminutas, etc.) y el desplazamiento de los fragmentos óseos suponen un reto en la cirugía de osteosíntesis costal. No existe ningún consenso sobre el mejor método de inmovilización y osteosíntesis en el tórax inestable. De forma general se admite que la indicación la debe establecer cada cirujano según su experiencia y/o preferencias teniendo en cuenta que este tipo de cirugía se debe realizar siempre de forma programada ya que está contraindicada como actuación urgente o emergente.



Previo a la cirugía, es conveniente disponer de una **TC tridimensional** con reconstrucción parietal, para planificar la intervención de acuerdo al número y localización de las fracturas, sus desplazamientos, etc. También conviene conocer la coexistencia de lesiones intratorácicas y/o la presencia de colecciones pleurales para poderlas tratar en el mismo acto quirúrgico. La preparación preoperatoria del paciente debe ser similar a la de cualquier otra intervención programada de cirugía torácica siendo importante la profilaxis antibiótica que cubra la flora bacteriana gram positiva. En los volets laterales el abordaje se realiza habitualmente mediante una

**toracotomía estándar**. Se aconseja realizar un despegamiento muscular poco agresivo pero que permita una correcta exposición de todos los focos de fractura a tratar. Si las características de las lesiones lo permiten, es aconsejable un abordaje limitado que facilite la conservación muscular o bien realizar múltiples mini incisiones (Fig. 6) para minimizar la agresión de la técnica. La reducción de las fracturas puede efectuarse manualmente o, mucho mejor, mediante pinzas de reducción ósea, evitando manosear los focos de fractura y lesionar los paquetes vásculo-nerviosos intercostales.

Se deben fijar los focos múltiples de fractura de los arcos costales 4° a 8°, realizando la fijación, si es posible, en arcos costales alternos para evitar el exceso de material de osteosíntesis. Se desestima la reparación de los tres primeros arcos costales por su escasa repercusión en la dinámica respiratoria y por la potencial lesión de los vasos subclavios durante la manipulación quirúrgica. Igualmente también se desestima la fijación de los últimos arcos costales por su mínima contribución en la mecánica respiratoria. Los focos de fractura costales posteriores también se pueden obviar ya que la escápula y la potente musculatura dorsal impiden habitualmente su desplazamiento. Es muy importante la exquisita fijación de los



focos de fractura costales anteriores y los condrocostales, así como de las uniones condroesternales ya que su osteosíntesis va a permitir una correcta movilidad respiratoria (Fig. 7). La intervención quirúrgica se completará con el tratamiento de las lesiones intratorácicas acompañantes, la limpieza y evacuación de posibles colecciones hemáticas pleurales y la adecuada colocación de drenajes.

## **2.- Tipos de fijación costal**

Conscientemente evitamos comentar la gran diversidad de métodos de fijación y de tracción externa descritos clásicamente y que en la actualidad están en desuso ya que muchos estarían totalmente contraindicados por su ineficacia y la posibilidad de graves complicaciones. Igualmente conviene indicar que la fijación de los fragmentos costales con agujas intramedulares no aporta efectividad ni inmovilidad de los focos de fractura ya que permite la rotación de los fragmentos sobre su eje longitudinal y además es muy frecuente su migración. El cerclaje de los focos de fractura con alambre es poco útil y está en desuso ante la gran diversidad de materiales de osteosíntesis disponibles actualmente. Destacan los siguientes métodos y tipos de osteosíntesis que son los que más se emplean en la actualidad:

### **2.1.- Placas, barras y fijadores metálicos**

Habitualmente la fijación costal se realiza mediante placas metálicas (Fig. 6). Debido a las particularidades anatómicas costales y a la gran variedad de lesiones posibles, existen múltiples modelos de muy diversos tipos: placas de compresión dinámica, varillas con fijadores laterales, placas de bloqueo con tornillos uni o bicorticales, placas preformadas, equipos o *kits* de mini-fragmentos, etc. Por su mayor frecuencia de uso destacan las placas de Judet, las placas en U y los anclajes o fijadores de Borrelly.

#### **2.1.1.- Placas o agrafes de Judet**

Se trata de placas curvas de diferentes anchuras y longitudes que sujetan la costilla mediante varios pares de patillas o prolongaciones laterales situadas en sus extremos que, al apretarlas, abrazan la costilla y fijan e inmovilizan el foco de fractura (Fig. 7). La técnica para su colocación es sencilla y permite la fácil y rápida reducción de los focos de fractura. Tiene el inconveniente de que precisa abordajes quirúrgicos amplios y que al apretar las patillas laterales se puede comprimir y lesionar el paquete vasculo-nervioso intercostal. Recientemente se han desarrollado nuevos modelos con bandas de sujeción elástica en el borde inferior para evitar estas lesiones.

#### **2.1.2.- Placas en U**

Son muy semejantes (aunque de menor tamaño) en forma y aplicación a las de Judet, pero evitan la lesión neurovascular debido a que el anclaje se realiza en el borde superior de la costilla. Su colocación es posible con una menor disección de los tejidos y preservación del periostio.

#### **2.1.3.- Fijadores de Borrelly**

Se trata de dos pequeñas placas laterales unidas entre si por una varilla plana metálica maleable que se desplaza sobre ellas. Las placas laterales se fijan en dos zonas sanas del arco costal y le inmovilizan impidiendo el desplazamiento de los fragmentos costales. Actualmente se han diseñado diversos fijadores basados en el modelo inicial de Borrelly.

### **2.2.- Placas absorbibles**

Las placas de polímeros absorbibles resultan de gran utilidad ya que aportan la suficiente estabilidad para la resolución del proceso y evitan las complicaciones asociadas al implante de materiales metálicos y de mayor rigidez. Algunos estudios de experimentación animal, han demostrado que la consolidación ósea es más rápida con la aplicación de estos nuevos materiales.

### **2.3.- Fijadores intramedulares**

Las agujas intramedulares aportan escasa estabilidad al foco de fractura y se desplazan fácilmente, pero los nuevos modelos desarrollados sobre esta idea presentan un diseño más amplio y aplanado y un bloqueador unicortical asociado que disminuyen la posibilidad de migración y aportan mayor fijación y estabilidad a la fractura costal.

## **3.- Complicaciones quirúrgicas**

Independientemente de todas las complicaciones habituales que pueden surgir tras una intervención de cirugía torácica, hay algunas más características en la cirugía de osteosíntesis costal (Tabla 5).

**3.1.- Intraoperatorias.** La más importante es la lesión del paquete vasculo-nervioso intercostal. También se pueden producir lesiones y desgarros del parénquima pulmonar subyacente por fragmentos costales mal posicionados y fijados inadecuadamente.

**3.2.- Postoperatorias inmediatas.** La principal es el dolor por afectación de los nervios intercostales que pueden estar comprimidos por las placas de fijación costal. Es un dolor de difícil control que, a veces, precisa de la retirada del material de osteosíntesis. También pueden aparecer seromas, reacciones de cuerpo extraño e infecciones, más frecuentes tras la implantación de materiales reabsorbibles.

**3.3.- Tardías.** Además del dolor crónico por afectación de los nervios intercostales, se puede producir el desplazamiento o migración de los materiales de osteosíntesis. En ocasiones, sobre todo en pacientes delgados, los implantes desplazados pueden producir protrusión y compresión de los planos superficiales provocando lesiones por decúbito que precisan de nueva intervención para su retirada. A pesar de la osteosíntesis no es infrecuente la aparición de **pseudoartrosis costales** debidas a interposición de fibras

musculares entre los extremos de los fragmentos óseos fijados. La complicación funcional más significativa que puede aparecer es una **insuficiencia respiratoria restrictiva** debida a la fijación y rigidez de la pared torácica. Por otra parte y para finalizar conviene indicar que los materiales radiopacos implantados pueden dificultar ulteriores exploraciones por imagen: TC, RNM, etc.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Calvo Medina V, Morcillo Aixela A, García Zarza A, París Romeu F. Traumatismos cerrados y abiertos del tórax. En: Caminero Luna JA, Fernández Fau L. (eds), Manual de Neumología y Cirugía Torácica, volumen 2, capítulo 94, Madrid; Editores Médicos SA, 1999; 1601-1618.
- 2.- LeBrigand M. Les volets thoraciques. I. Physiopathologie. Ann Anesth Franc. VIII spécial, 1967; 1251-1255
- 3.- Osorio Barker C. Clasificación. Fisiopatología. Valoración y Tratamiento inicial. En Fernández Fau L, Freixinet Gilart J. (eds), Tratado de Cirugía Torácica, volumen 2, capítulo 136, Madrid; Editores Médicos SA, 2010; 2105-2121.
- 4.- Besson A, Saegesser F. A color atlas of chest trauma and associated injuries. Flail chest, Netherlands; Wolfe Medical Publications Ltd, 1982; 180-198.
- 5.- Maloney JV Jr, Schmutzer KJ, Raschke E: Paradoxical respiration and "pendelluft". J Thorac Cardiovasc Surg 1961; 41: 291-298.
- 6.- Garzon AA, Seltzer B, Karlson KE. Physiopathology of crushed chest injuries. Ann Surg 1968; 168: 128-136.
- 7.- Sinex JE. Pulse oximetry: principles and limitations. Ann J Emerg Med 1999; 17: 59-67.
- 8.- Giner J, Casan P. Determinación de la pulsioximetría y la capnografía en el laboratorio de función pulmonar. Arch Bronconeumol 2004; 40: 311-314.
- 9.- Arnedillo Muñoz A, Sánchez Juanes MJ, Rodríguez González-Moro JM, de Lucas Ramos P. La exploración funcional en Neumología: indicaciones y modalidades. Medicine (sexta edición). 1994; 65: 563-575 .
- 10.- Bastos R, Calhoon JH, Baisden CE. Flail chest and pulmonary contusion. Semin Thorac Cardiovasc Surg 2008; 20: 39-45.
- 11.- Molnar TF. Surgical management of chest wall trauma. Thorac Surg Clin 2010; 20: 475-485.
- 12.- Pettiford BL, Luketich JD, Landreneau RJ. The management of flail chest. Thorac Surg Clin 2007; 17: 25-33.
- 13.- Bastos R, Calhoon JH, Baisden CE. Flail chest and pulmonary contusion. Semin Thorac Cardiovasc Surg 2008; 20: 39-45.
- 14.- Fitzpatrick DC, Denard PJ, Phelan D, Long WB, Madey SM, Bottlang M. Operative stabilization of flail chest injuries: review of literature and fixation options. Eur J Trauma Emerg Surg 2010; 36: 427-433.
- 15.- Nirula R, Diaz JJ. Jr, Trunkey DD, Mayberry JC. Rib fracture repair: indications, technical issues, and future directions. World J Surg 2009; 33: 14-22.
- 16.- Lafferty PM, Anavian J, Will RE, Cole PA. Operative treatment of chest wall injuries: indications, technique, and outcomes. J Bone Joint Surg Am 2011; 93: 97-110.
- 17.- Freixinet Gilart J, Hernández Rodríguez H, Martínez Vallina P, Moreno Balsalobre R, Rodríguez Suárez P. Normativa sobre diagnóstico y tratamiento de los traumatismos torácicos. Arch Bronconeumol 2011; 47: 41-49.



## TABLAS

<b><i>Nivel 1 de recomendación</i></b>
No existe ninguna terapia del tórax inestable de nivel 1
<b><i>Nivel 2 de recomendación</i></b>
La ventilación mecánica sistemática debe ser evitada
Debe emplearse una analgesia óptima y una fisioterapia respiratoria efectiva. El catéter epidural es el método de elección
Los pacientes con contusión pulmonar asociada y que precisen ventilación mecánica deberán ser desconectados de la misma lo antes posible. Se empleará el modo preferido en cada centro. Se incluirán PEEP o CPAP
<b><i>Nivel 3 de recomendación</i></b>
En pacientes conscientes, colaboradores y con escasa afectación respiratoria se iniciará tratamiento con CPAP en mascarilla
Si existe contusión pulmonar grave y la lesión es unilateral podrá considerarse la ventilación pulmonar independiente cuando el <i>shunt</i> no sea corregible por otros métodos
La fijación quirúrgica será considerada en pacientes con grave afectación unilateral, en los que requieran ventilación mecánica prolongada o cuando sea necesario realizar una toracotomía por otras causas

Tabla 1: Tratamiento del tórax inestable según los niveles de recomendación

<b>Tratamiento global del tórax inestable. Se debe controlar:</b>
La descompensación respiratoria
La alteración hemodinámica
El dolor
La contusión pulmonar
La lesión parietal
Las lesiones acompañantes

Tabla 2.- Tratamiento global del tórax inestable

<b>Indicaciones de cirugía en el tórax inestable</b>
No mejoría o empeoramiento progresivo de la función pulmonar con la ventilación mecánica invasiva
Imposibilidad de desconexión de la ventilación mecánica por causa del volet
Inestabilidad de la pared a pesar de la ventilación mecánica con repercusión funcional
Necesidad de tratamiento quirúrgico por otro proceso o lesión intra o extratorácica
Volet costal puro sin contusión pulmonar
Dolor intenso no controlable mediante correcta analgesia, incluso catéter epidural
Toracoplastia traumática con deformidad severa o herniación pulmonar
Toracoplastia traumática que impida la expansión pulmonar o provoque laceración parenquimatosa

Tabla 3: Indicaciones quirúrgicas del tórax inestable

<b>Ventajas de la osteosíntesis costal en el tórax inestable</b>
Menor incidencia de neumonías y complicaciones pulmonares
Menor estancia en unidad de vigilancia intensiva
Menor estancia hospitalaria
Menores costes sanitarios
Mejores resultados estéticos
Menor repercusión funcional con menor insuficiencia respiratoria restrictiva
Menor mortalidad

Tabla 4: Ventajas de la osteosíntesis costal en el tórax inestable

<b>Complicaciones postquirúrgicas</b>
Dolor por afectación o irritación de los nervios intercostales
Seromas e infecciones de la herida
Desplazamiento del material de osteosíntesis
Intolerancia al material de osteosíntesis
Osteomielitis

Tabla 5: Complicaciones postquirúrgicas

### **Epígrafe o Título de las figuras**

Figura 1: Clasificación anatómica y tipos de volet torácicos

Figura 2: Fisiopatología del volet torácico

Figura 3: Diagnóstico del volet torácico

Figura 4: Radiografía simple anteroposterior de volet torácico derecho

Figura 5: Objetivos del tratamiento quirúrgico

Figura 6: Osteosíntesis costal con placa metálica y tornillos

Figura 7: Radiografía simple posteroanterior de osteosíntesis costal con placas metálicas

### **Epígrafe o Título de las tablas**

Tabla 1: Tratamiento del tórax inestable según los niveles de recomendación

Tabla 2.- Tratamiento global del tórax inestable

Tabla 3: Indicaciones quirúrgicas del tórax inestable

Tabla 4: Ventajas de la osteosíntesis costal en el tórax inestable

Tabla 5: Complicaciones postquirúrgicas

### **Palabras clave**

Tórax inestable Página 2 (Clasificación)

Tórax inestable Página 3 (Fisiopatología)

Tórax inestable Página 5 (Osteosíntesis costal)