

# Protocolo Quirúrgico

## PECTUS EXCAVATUM

### Técnica con implantes 3D a medida



#### Por el Prof Jean-Pierre Chavoin

Ex jefe de servicio del Departamento de Cirugía Plástica del Hospital Universitario de Toulouse y ex-Secretario General de la Sociedad Francesa de Cirugía Plástica (SOFCPRE) durante 13 años y después presidente. Experto en el tratamiento de las deformidades torácicas con implantes a medida con más de 800 casos operados.

# CONTENIDO DEL PROTOCOLO

<b>INTRODUCCIÓN</b>	3
<b>PREREQUISITOS</b>	3
CT Scan del Tórax	3
Fotos del Tórax	3
<b>PRECIRUGÍA</b>	4
Medición e implante / dibujo del modelo 2D	4
Preparación del paciente	5
Dibujo precirugía	5
Abordaje quirúrgico e incisión	5
<b>CIRUGÍA</b>	6
Incisión	6
Disección	6
Inserción	8
Sutura	9
<b>CASOS ESPECÍFICOS</b>	11
Implantes mamarios presentes antes del tratamiento del Pectus	11
Implante mamario tras tratamiento del Pectus	11
Pectus secundario tras Ravitch	12
Pectus lateral inferior	12
Pectus combinado (tipo 3 con carinatum lateral)	12
Protrusión costal alta sobre un Pectus Arcuatum bajo	13
Protrusión de los rebordes costales	13
<b>RESULTADOS QUIRÚRGICOS</b>	14
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	15
<b>VÍDEOS</b>	16
Guía de la cirugía paso a paso	16
Webinar tratamiento de las deformidades de la pared torácica	16
<b>CONTACTOS</b>	17

# INTRODUCCIÓN

El Pectus Excavatum es la deformidad congénita más común del tórax con una incidencia de 1/300 a 1/1000 casos por año en todo el mundo. En muchos casos, esta depresión del esternón no tiene un impacto funcional, pero ocasiona grandes complejos psicológicos.

En ausencia de síntomas cardiorrespiratorios, la cirugía de relleno con los implantes a medida 3D es la primera elección en cuanto a procedimiento. De hecho, es una cirugía simple y única, con bajo riesgo de complicaciones y ofrece resultados inmediatos para todos los tipos de Pectus.

La técnica es apropiada tanto para hombres como para mujeres con edades comprendidas entre 15 y 60 años, con pectus leve a severo. Es particularmente útil para los casos de asimetría, pectus arcuatum bajo y revisión tras fracasos con otras técnicas.

Este protocolo tan preciso es el resultado de la gran experiencia de cirujanos plásticos, torácicos y pediátricos en cientos de casos. Su objetivo es evitar errores en las técnicas, reducir el riesgo de complicaciones y garantizar los mejores resultados morfológicos.

## PREREQUISITOS

### CT Scan del Tórax

Se lleva a cabo en posición acostada, brazos a lo largo del cuerpo (no en la posición usual elevada). Sin agente de contraste. Cortes finos de 1 a 1,2mm del tórax completo y abdomen.

### Fotos del Tórax

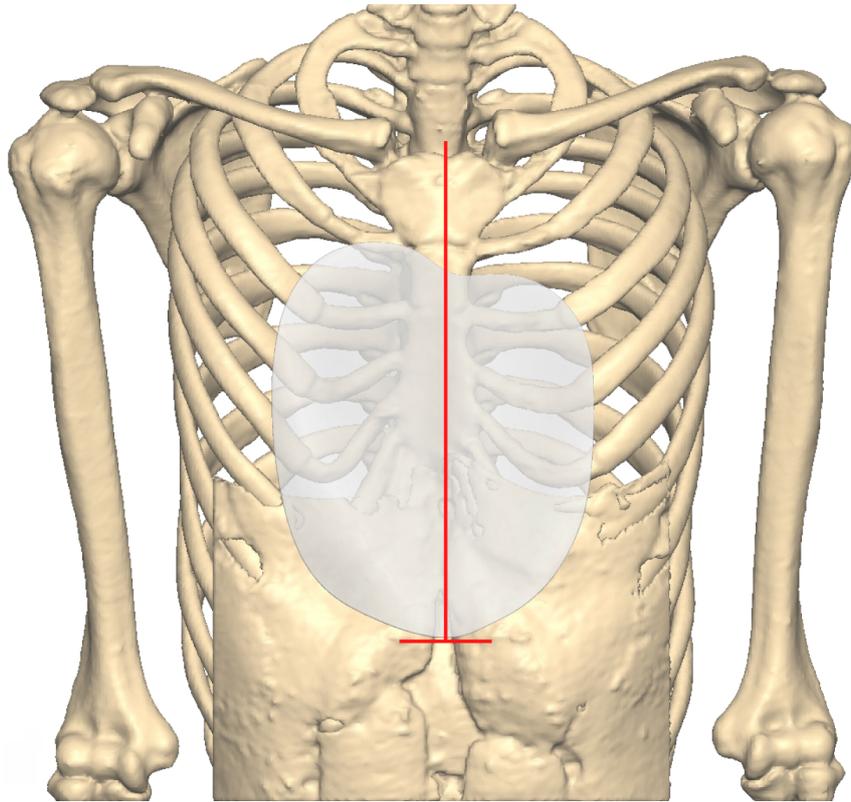
Aparte del escáner del tórax, hacer fotos del pecho del paciente puede ser útil especialmente para pacientes muy musculados o con sobrepeso (ej. adipomastia). Estas fotos pueden ayudar a tener en cuenta la morfología externa de los tejidos blandos, pechos y distribución de la grasa.

- Cara frontal y fotos con ángulo  $\frac{3}{4}$ : tomadas en posición vertical, brazos a lo largo del cuerpo, desde el cuello hasta el área de la cresta iliaca.
- Posición acostada o foto en ángulo bajo.

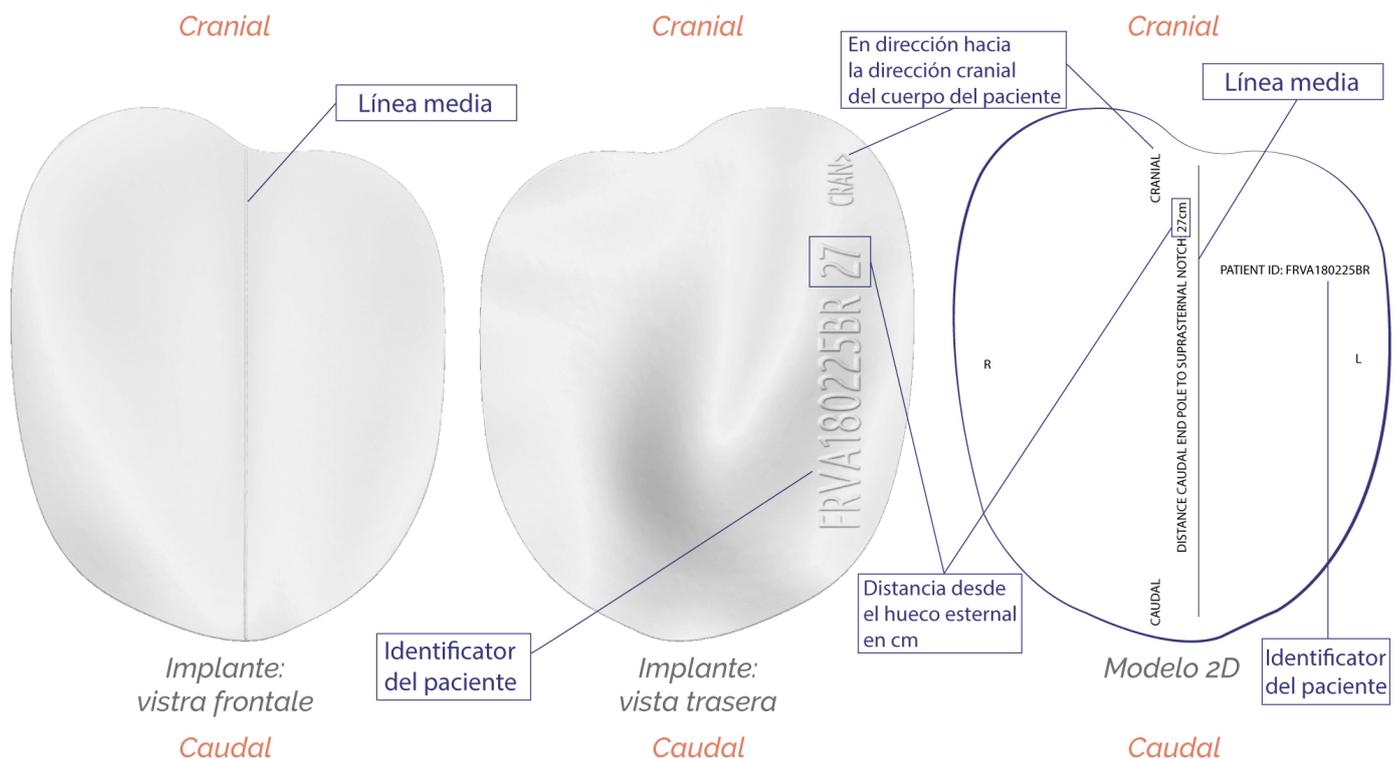


# PRECIRUGÍA

## Medición e implante / dibujo del modelo 2D



Se suministra una plantilla rígida y transparente en la caja junto con el implante estéril. Esta plantilla contiene todas las indicaciones necesarias para el dibujo preoperatorio. Esta medida es la distancia en cm desde la interclavícula al ápice distal del implante tomada en la pared torácica virtual del paciente. En la parte frontal del implante y del modelo 2D, una línea mediana representa el eje del esternón proximal/distal. Con estas dos indicaciones, el modelo 2D puede colocarse de manera precisa en la posición correcta para hacer el dibujo alrededor.



## Preparación del paciente

- Ducha tradicional. Fregar manos y pies. Las uñas deben estar cortadas, limpias y sin esmalte.
- El afeitado debe hacerse con maquinilla, limitándose al área pre esternal (10X15cm – área de vendaje).
- Profilaxis antibiótica perioperatoria con infusión de cefazoline 2G iv en el momento de la inducción de anestesia, 30 minutos antes de la incisión cutánea.

## Dibujo precirugía

Paciente en posición supina, brazos a lo largo del cuerpo.

El área precisa del implante se dibuja con un marcador indeleble, utilizando el modelo 2D de prótesis no estéril.

- Dibuje la línea media pre esternal desde el hueco supraesternal hasta el ombligo.
- Marque la distancia entre el hueco supraesternal y el ápice del implante (distancia impresa en el modelo 2D).
- Debe colocarse con el lado craneal hacia arriba, garantizando la orientación correcta con las marcas Right (R) y Left (L). La línea esternal en la cara ventral de la plantilla debe alinearse con el eje esternal mediano marcado en la piel.
- Dibuje el contorno de la posición en el modelo 2D.

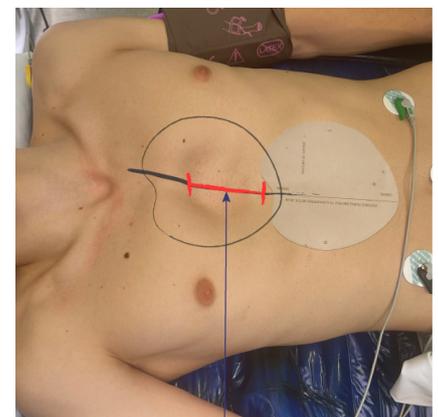
Preparación antiséptica, preparación del campo estéril, comprobación, control de las lámparas.

## Abordaje quirúrgico e incisión

Una buena iluminación es esencial para ver toda el área de disección y el área de la hemostasia mediante un abordaje limitado: se necesita luz fría, ya sea frontal o acoplada a un retractor iluminador (retractor Tebbetts de 9cm).



- La línea de incisión de 6 a 9 cm es una línea medial, mucho más precisa que una inferior horizontal:
- La disección centrífuga ofrece una visión y control del espacio por completo, incluyendo el espacio subfascial o subaponeurótico subyacente,
- La hemostasia es más fácil en las secciones de los músculos grandes y en los grandes vasos perforantes superiores (espacio intercostal 2º y 3º),
- La calidad de la cicatriz mejora cuanto menos tensión haya en ese área (exceso de piel, sutura del músculo), y por una compresión postoperatoria más eficiente a nivel del hueso firme que en un abordaje inferior.



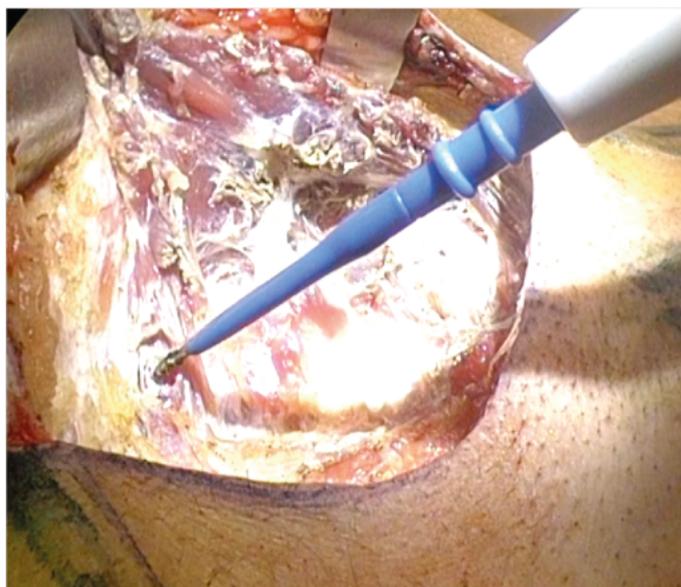
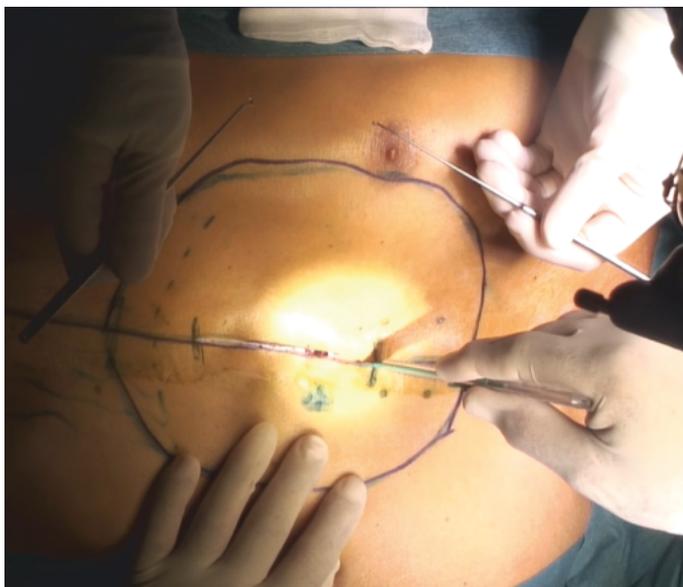
Dibujo de la incisión preesternal (6-9 cm)

Atención: la plantilla se coloca sin ejercer presión ni deformación sobre la superficie torácica

## CIRUGÍA

### Incisión

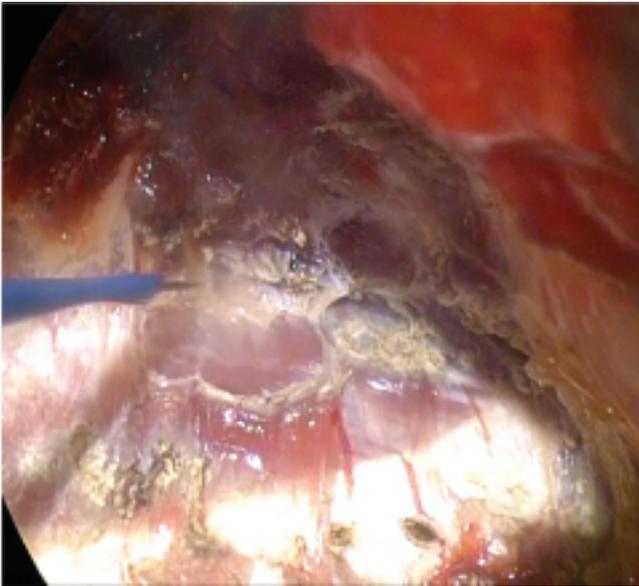
- Incisión de la piel con hoja de bisturí sin infiltración de adrenalina.



- El ayudante sostiene los márgenes de la piel con dos ganchos retractorios de Gillies'.
- Incisión del plano subcutáneo en modo corte con la unidad de diatermia/electorbisturí, electrodo corto protegido (ideal: puntas de Stryker Colorado) para evitar que los márgenes de la piel se quemen.

### Diseción

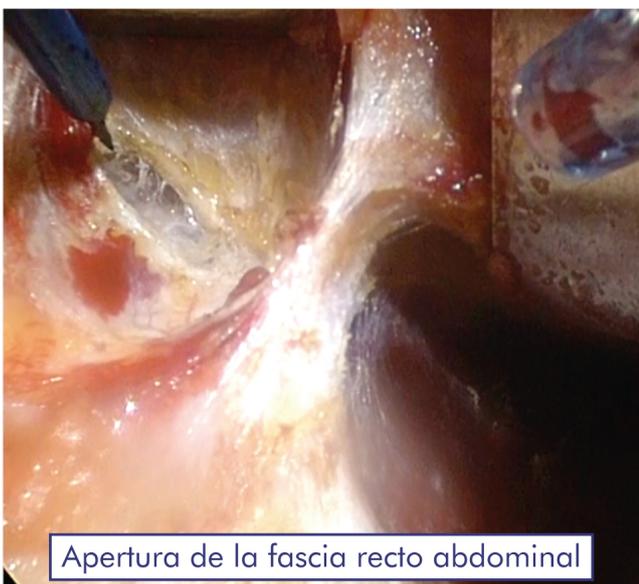
- En el plano preesternal, la cavidad lateral con sección o corte de las adherencias esternal, costal e intercostal del músculo Pectoralis Mayor (PM) sobre sus inserciones completas mediales y caudales. Debe respetarse el músculo pectoral menor.
- Los ayudantes estiran las fibras del músculo utilizando dos retractorios Farabeuf o americano y empujan verticalmente, las fibras del músculo deben cortarse 2mm por encima de su incisión costal e intercostal.
- La disección se extiende 1cm más allá de los límites del área dibujada en la piel para prevenir que los márgenes delgados del implante se plieguen, un riesgo potencial en casos de disección demasiado corta.



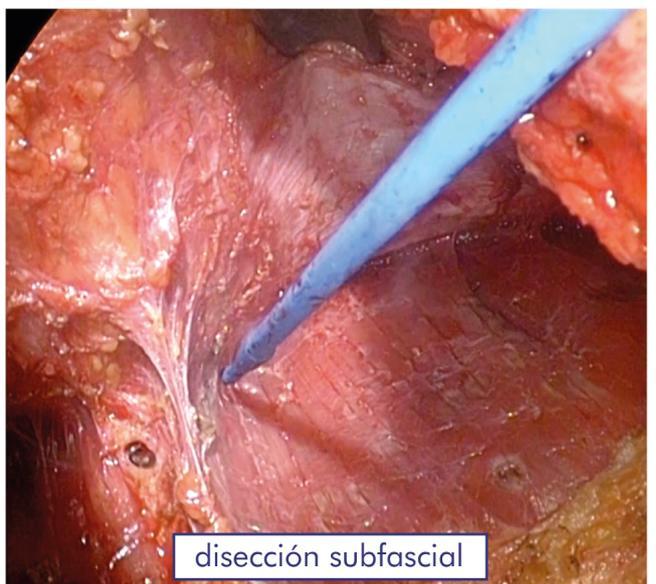
- La hemostasia se realiza de manera precisa en cada paso.
- El ayudante utiliza dos retractores más grandes (tipo Richardson, Ollier, Kalmorgen, etc.) para facilitar la disección distal y el control de la hemostasia bajo una lámpara de luz fría (frontal o retroiluminación).
- En la parte superior paramediana, el plano de disección profundo es más difícil de respetar: es necesario permanecer en el plano celular bajo el músculo Pectoralis Mayor y progresar lentamente para detectar los grandes vasos perforantes de los espacios intercostales 2º y 3º. Si es posible, se coagulan antes de cortarlos (diatermia/electrobisturí mono o bipolar). El uso de tijeras de coagulación bipolar (Ethicon) puede facilitar este paso.

**Advertencia: Una fisura transmuscular sería hemorrágica y haría que la cavidad no se viera nítidamente: se debe permanecer siempre en el plano precostal nítido.**

- En la parte caudal, tras la sección de las últimas inserciones inferiores y laterales del músculo Pectoralis Mayor (PM), alcanzamos la zona de transición con la inserción del músculo Rectus Abdominis (RA).
- Se abre la fascia en el nivel de inserción del músculo con una unidad de diatermia/electrobisturí en modo corte, aparece el músculo, la sección se completa transversalmente desde el límite lateral del músculo hasta la línea blanca mediana de al menos unos 5cm desde el polo inferior del trazado del implante.



Apertura de la fascia recto abdominal



disección subfascial

- La disección continúa en el plano localizado entre el músculo y la fascia, los retractores en tracción vertical. El control de los vasos perforantes se facilita con las tijeras de coagulación bipolar. Los límites son los dibujados en la piel y el septum intermuscular debe respetarse en la línea blanca.

**Advertencia: Tenga cuidado con el riesgo de intrusión peritoneal en casos de una diastasis o cirugía secundaria tras el procedimiento de Ravitch (secciones y resecciones muscular-aponeurótica no adecuadas).**

- El cirujano comprueba la hemostasia, coloca gasas grandes con suero salino caliente en el área desinsertada y procede entonces de la misma manera en el otro lado. Al final de la disección, se comprueban los límites del compartimento:
  - La desinserción o superior excede en 1cm aproximadamente los límites dibujados en la piel.
  - En el área caudal o inferior, los dos bolsillos subfasciales están libres y separados del septum estrecho por cinco centímetros.
- Última comprobación de la hemostasia bajo un control visual perfecto debido a la iluminación con luz fría.
- En caso de sangrado difuso, coloque gasas grandes abdominales mojadas en suero salino caliente (no tibio!): esto acelera la coagulación (transformación de fibrinógeno en fibrina).

## Inserción

- Los cirujanos cambian de guantes, la enfermera instrumentista limpia la piel con suero, la seca, coloca gasas limpias en los márgenes y pide el implante.

**El implante se entrega estéril en una doble bolsa: solo la primera está semi abierta y presentada a la enfermera instrumentista que coge la segunda bolsa estéril que contiene el implante (en caso de una caída accidental, el implante estaría todavía estéril!)**

- Tras cambiar los guantes, el cirujano por una última vez comprobará toda la cavidad, sus límites y por supuesto completa la hemostasis si es necesario.
- El cirujano entonces pedirá a la enfermera instrumentista abrir la última bolsa. El cirujano coge el implante, lo pliega en su eje más largo (normalmente vertical) y, apoyado por unos retractores Farabeuf, lo introduce inmediatamente dentro de la cavidad en la posición correcta.



- El implante se desplegará espontáneamente y se colocará por sí solo en la cavidad: aparece la línea medioesternal vertical frontal en relieve en la posición correcta, de no ser así, el implante debe moverse a la posición correcta.



- Una vez el implante está en su lugar, su polo inferior se extrae al exterior. En ausencia de diastasis muscular, el cirujano lo corta por la línea unos 4-5 cm, utilizando las tijeras rectas de Mayo. El cirujano lo inserta por debajo de la fascia del septum intermuscular: la parte caudal del implante debe estar perfectamente plana sobre el plano del músculo: un pliegue lo haría visible bajo la piel epigástrica.

Nota: si no hay suficiente espacio medial la sección medial del implante puede ampliarse en forma triangular. En caso de diastasis completa del músculo recto abdominal con ausencia de septum, el implante se coloca bajo la fascia, en el músculo sin sección.



## Sutura

Los dos músculos pectorales mayores separados se suturan juntos en la parte superior del implante.

**Advertencia:** Dado que se suturan juntos, la contracción forzada de los dos músculos pectorales podría llevar a un movimiento transversal visible bajo la piel. No existe molestia funcional o atrofia secundaria, pero los pacientes que practican bodybuilding o levantamiento de pesas deberían ser advertidos.

- El plano muscular se sutura con una aguja grande Vicryl o con puntos invertidos separados desde la parte craneal o superior al límite caudal. Si no hay músculo distalmente, el último punto se colocará en la fascia profunda. Todos los nudos están en posición profunda, bajo el músculo.
- El plano subcutáneo se sutura con 5 puntos de sutura monocryl 3-0 invertidas. Debido a la ausencia de tensión, serán suficientes 4 o 5 nudos cortos: los nudos permanecen profundos, las hebras no deben verse en la superficie.



*El uso de hilos trenzados absorbibles Vicryl o Polisorb no se recomiendan para uso subcutáneo, ya que entrañan un riesgo mayor de contaminación de gérmenes saprofitos de la piel, especialmente si los numerosos nudos forman una "trenza" rígida que puede significar un riesgo y convertirse en una autopista real y directa para los gérmenes saprofitos (*Cutibacterium acnes anaeróbico*) o bacteria virulenta (estafilococo).*

- Se realiza cierre del plano dérmico con una sutura continua con monocryl 3-0: el hilo debe ir en dermis profunda.

*Advertencia: Evite una inserción demasiado superficial ya que esta podría bloquear la sutura; crear un blanqueamiento en los márgenes epidérmicos (signos de isquemia) y riesgo de aparición de línea necrótica.*

- La sutura continua tiene que deslizarse bien: finalizará con un nudo simple pequeño en un extremo que será insertado por una tracción longitudinal fuerte. El hilo se corta a 3cm desde su origen y se sujeta con un steri-strip.
- Vendaje estándar.
- Se coloca un apósito suave Dacron (Rolta) en el área preesternal, luego se pone una compresión suave, sea un cinturón abdominal elástico provisional (Thuasne Cicatrex), o directamente un chaleco torácico (MedicalZ S033).

*Advertencia: una compresión circular demasiado fuerte es dolorosa, sin embargo, la compresión insuficiente favorece los seromas.*

## CASOS ESPECÍFICOS

### Implantes mamarios presentes antes del tratamiento del Pectus

Si los implantes mamarios están en el plano premuscular y lejos de la línea media, es posible colocar el implante de pecho detrás del músculo y mantener los implantes mamarios.

Si no, deben retirarse para prevenir que se deslicen hasta el medio y creen una sinmastia.



### Implante mamario tras tratamiento del Pectus

En caso de hipertrofia de los pechos o asimetría, es posible colocar implantes mamarios, pero siempre en una posición premuscular y en un segundo paso operatorio, 6 meses después del tratamiento del Pectus.



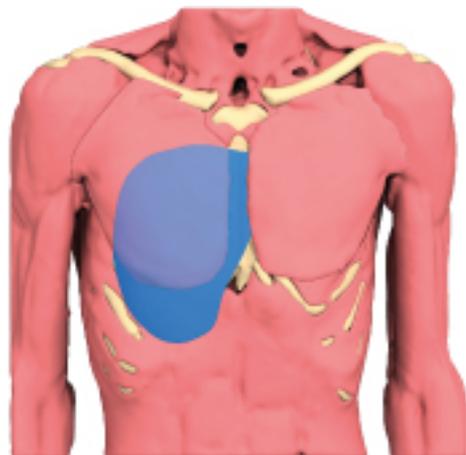
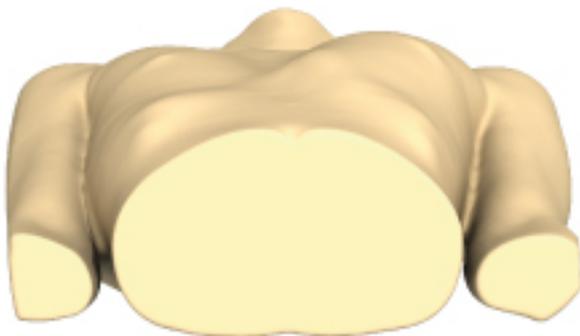
## Pectus secundario tras Ravitch

En caso de fracaso o resultados insuficientes tras una esternocondroplastia de Ravitch, es necesario tomar en consideración la alteración o reajustes de los planos musculares. De hecho, la retracción fuerte de los músculos pectoral y abdominal hace que la disección sea difícil, sobre todo a nivel abdominal, donde el riesgo de rotura peritoneal puede ocurrir con una disección demasiado profunda. En ausencia de planos anatómicos profundos, podría necesitarse la colocación de una matriz o malla, similar a la reparación de una hernia. Esto previene la migración subcutánea caudal del implante.



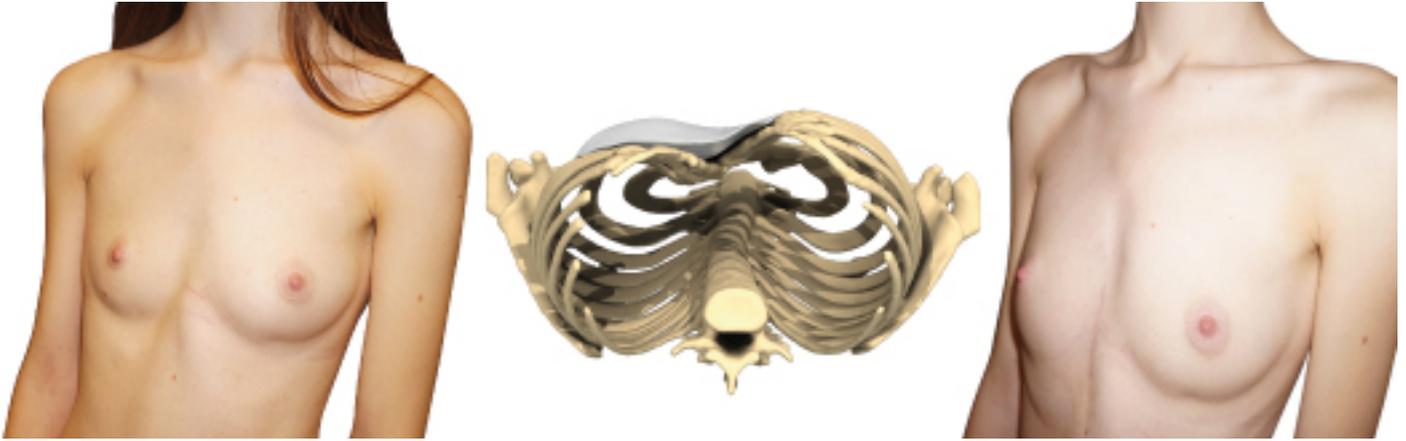
## Pectus lateral inferior

El Pectus se extiende lateralmente hasta las costillas inferiores. El procedimiento de disección es el mismo que en los casos normales: bajo los músculos pectorales. La disección inferior empieza con la apertura horizontal de la fascia, descubriendo el plano del Rectus Abdominis (RA) ipsilateral y luego continúa lateralmente bajo el plano muscular delgado del músculo Oblicuo Externo (OE) hasta los límites dibujados en la piel.



## Pectus combinado (tipo 3 con carinatum lateral)

Pectus Excavatum tipo 3 asimétrico asociado con cresta lateral de Carinatum en la cara opuesta. El diseño del implante queda cara arriba en la cresta mientras se rellena el Pectus. Es esencial desinsertar ambos músculos pectorales aunque la depresión sea lateral.



Es muy eficaz en mujeres cuyos pechos cubren la malformación, pero también en hombres, particularmente tras el fracaso con otra técnica..

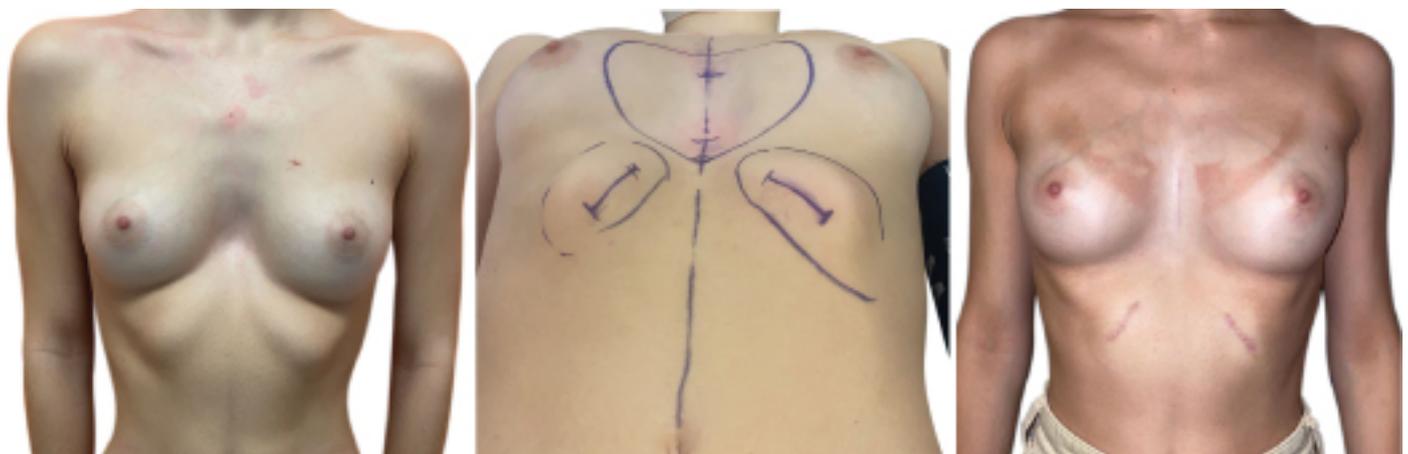
### Protrusión costal alta sobre un Pectus Arcuatum bajo

El Pectus Arcuatum Inferior puede asociarse con una protrusión alta medial de los cartílagos costales. Es fácil, con un abordaje clásico, con una disección más alta, liberar los cartílagos y nivelar con una diatermia su parte medial prominente en cada lado.



### Protrusión de los rebordes costales

El Pectus está asociado a la protrusión de los rebordes costales. Podemos primero disecar y resecar un segmento del cartílago costal. A través del abordaje directo, se disecciona un segmento de cartílago costal, luego se resecan los bordes y se suturan hacia los mismos.



## RESULTADOS QUIRÚRGICOS

- **D+1: Revisión**

Primera punción en el área inferior, el cuerpo de pie o, mejor, medio sentado en la cama, en caso de síndrome vasovagal. La punción es aséptica, esto se hace con una aguja de 19 gauge y una o varias jeringas luer-lock de 60cc. La punción debería hacerse en la zona inferior decreciente, a la derecha o izquierda de la línea media, bajo el extremo de la cicatriz. Se extraen de 40 a 400cc de exudado sero hemático.

- **D+2: Revisión**

Nueva punción: el líquido es menos hemático. El vendaje básico se cambia a un vendaje hidrocoloide Me-pilex de borde EM 9x15 Monlyncke. El vendaje se mantendrá durante 8 días sin cambiarse (sin enfermera domiciliaria), permite al paciente tomarse una ducha sin necesario de ser cambiado.

- **D+2**

Chaleco torácico: se coloca durante 1 mes 24/7 (todo el día) con una almohadilla medial suave.



Referencias:

- Hombre : cinturón pectoral Medical Z S033 con correas para los hombros y almohadilla de espuma redonda
- Mujer : sujetador ZBRA S021 con almohadilla triangular de espuma

- **D+8: Consulta de control**

Se retira el vendaje. La punción del seroma es necesaria en el área inferior, el cuerpo de pie o medio sentado.

- **D+15: Consulta de control**

Retirar el vendaje. Punción del área inferior, el cuerpo de pie o medio sentado en la cama si es necesario: el líquido es más claro o seroso.

- **D+22: Consulta de control**

Punción en el área inferior si es necesario, el cuerpo mirando hacia arriba o medio sentado en la cama. Si el líquido es seroso y en pequeña cantidad, pueden dejarse los controles y punciones.

- Seguimiento a **M3** (autorización para una reanudación progresiva de la actividad deportiva)
- La cicatrización completa y sólida de la sutura de los dos músculos mayores pectorales

entre ellos tarda un año. La práctica del deporte está prohibida durante **3 meses** y debe reanudarse de manera progresiva y no violenta al menos durante **un año**. Los deportes que conlleven movimientos bruscos de los músculos pectorales no se recomiendan durante un año (flexiones, ejercicios de fortalecimiento del core, escalada, tenis, golf, deportes de contacto, etc).

## PROPIEDADES DEL ELASTÓMERO DE SILICONA

El implante está hecho de elastómero de silicona de grado médico y escogido de acuerdo a su consistencia firme en la parte media, alta flexibilidad lateralmente y final en "ala de avión". La introducción vía una aproximación corta se facilita ante la posibilidad de que se pliegue. En posición profunda bajo el plano músculoaponeurótico, los límites no son visibles y el implante está perfectamente estable.

Este material es un cuerpo extraño, no hay reacción de "rechazo" inmune, sino una encapsulación fibrosa clásica que es una reacción de "exclusión" y previene el riesgo de contaminación por sangrando y migración del implante.

Es un elastómero de goma de silicona sólida: no existe riesgo de rasgado, perforación o rotura, incluso a largo plazo. No hay nunca una retracción fibrosa (envoltura).

El implante tiene superficie suave. Por lo tanto, un desarrollo a largo plazo de linfoma anaplásico de células grandes, recientemente descrito para algunos implantes mamarios macrottexturados, no se ha informado hasta la fecha.

Al contrario de los implantes mamarios rellenos de gel de silicona, estos implantes pueden llevarse de por vida.

Hay tres durezas disponibles del elastómero de silicona. AnatomikModeling selecciona la dureza adecuada según la indicación, el volumen y la proyección deseada. Para el Pectus Excavatum, generalmente se elige «Extra Soft».

## BIBLIOGRAFÍA

J.-P. Chavoin, B. Chaput, A. André, B. Moreno, G. Claro, M. Dahan, J.-L. Grolleau - **Cirugía simplificada del pectus excavatum mediante implantes a medida diseñados por ordenador** - EMC - Cirugía Plástica Reparadora y Estética, Volume 27, Issue 1, June 2019, Pages 1-13

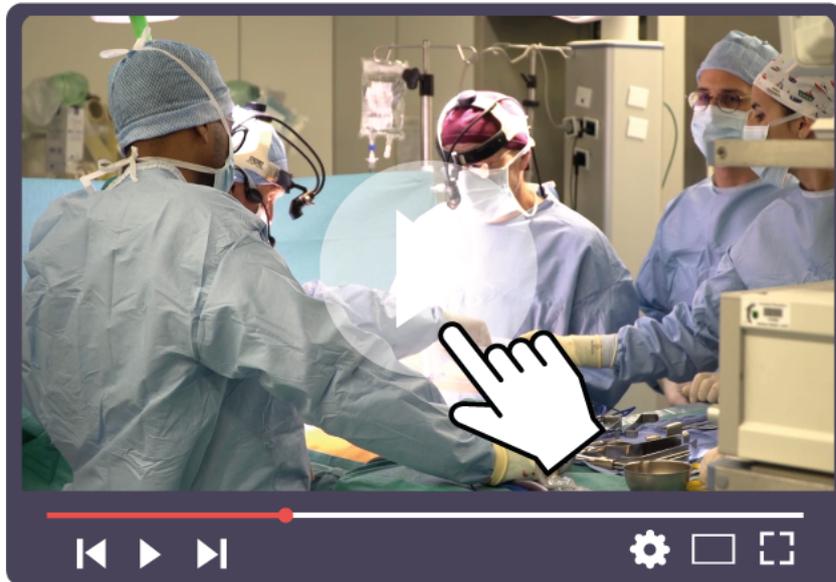
Chavoin J-P, Grolleau J-L, Moreno B, Brunello J, André A, Dahan M, et al. **Correction of Pectus Excavatum by Custom-Made Silicone Implants: Contribution of Computer-Aided Design Reconstruction. A 20-Year Experience and 401 Cases.** Plast Reconstr Surg. 2016 May;137(5):860e-71e

Chavoin J-P, editor. Pectus Excavatum and Poland Syndrome Surgery: **Custom-Made Silicone Implants by Computer Aided Design.** Springer International Publishing; 2019 [cited 2019 Apr 24]

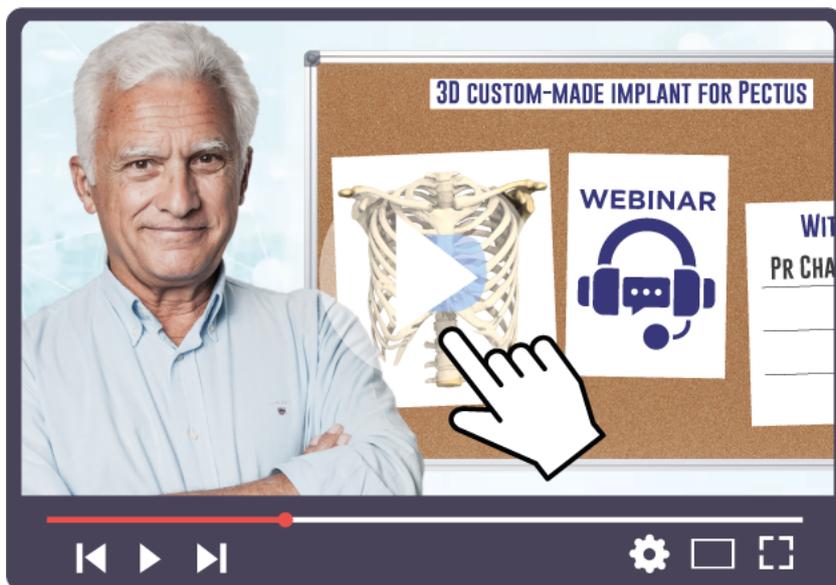
Jean-Pierre Chavoin, MD, PhD, Flavio Facchini, MD, Akshay J. Patel, MA(Cantab), MRCS, and Ian Hunt, MD, FRCS(CTh). **The Role of Computer-Aided Design Implant Insertion in Revision Pectus Surgery.** Ann Thorac Surg 2021;112:e387-90

## VÍDEOS

### Guía de la cirugía paso a paso ([bit.ly/3D-Implant-Operation-Tenon](https://bit.ly/3D-Implant-Operation-Tenon))



### Webinar tratamiento de las deformidades de la pared torácica ([bit.ly/Webinar-3D-Implant-Pr-Chavoin](https://bit.ly/Webinar-3D-Implant-Pr-Chavoin))



## CONTACTOS



Pr Jean-Pierre Chavoïn

jean-pierre.chavoïn@orange.fr

---



**Design:**

**AnatomikModeling**

7 bis rue des Capucines,  
31320 Castanet-Tolosan

contact@anatomikmodeling.com

+33 (0)5 62 83 31 04

www.anatomikmodeling.com