

**ADVERTIMENT.** L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=ca>

**ADVERTENCIA.** El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=es>

**WARNING.** The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>



TESI DOCTORAL

**TRAUMATISMO TORÁCICO CERRADO:  
ANÁLISIS DE FACTORES DE RIESGO  
ASOCIADOS A COMPLICACIONES  
RESPIRATORIAS**

Autor / Doctorand:

**Raquel Gràcia Roman**

Director/s:

**Salvador Navarro Soto**

**Sandra Montmany Vioque**

Tutor:

**Salvador Navarro Soto**

**Programa de Doctorat en Cirurgia i Ciències Morfològiques  
Departament de Cirurgia  
Universitat Autònoma de Barcelona  
Barcelona, 2024**

Inside my heart is breaking  
My makeup may be flaking  
But my smile, still, stays on  
*Freddie Mercury*

## AGRADECIMIENTOS

Recordo com si fos ahir aquell dia a la facultat de ciències bàsiques a Bellaterra quan ens van venir a presentar la UD del Parc Taulí. En aquell moment, un tal Dr. Navarro, ens va presentar un hospital diferent, on els estudiants se'ls coneixia pel seu nom i se'ls intentava integrar en l'equip assistencial al màxim. Uns anys més tard, i gràcies a la teva passió per la cirurgia i pel politrauma, aquell tal Dr. Navarro es va convertir, per a mi, en "el jefe". Aprendre de tu com a estudiant i anys més tard com a resident ha sigut un plaer. Gràcies per confiar en mi per aquest projecte i gràcies per confiar en mi per seguir creixent com a cirurgiana en aquesta "petita gran unitat d'urgències" que estem creant.

A tu Sandra, gràcies per inculcar-me la teva passió per el politrauma i donar-me la oportunitat de desenvolupar aquest projecte. El teu somriure contagiós ha fet que no llencés la tovallola quan seguir amb això semblava impossible. Gràcies per estar al meu costat, fins i tot durant els temps dolents.

Pere, sense tu això hagués estat impossible. Gràcies per ajudar-me, de manera totalment altruista, amb aquesta bogeria. La teva visió clínica i crítica ha sigut imprescindible per tirar endavant aquest projecte. Moltes gràcies per totes les hores dedicades a analitzar números, per mi totalment incomprendibles, i per permetre'm aprendre una mica "d'estadística for dummies".

Andrea, ets molt més que la meva resi gran, la meva companya de feina, la meva jefa. Per mi ets com una germana. M'has ensenyat a ser eficient i resolutiva com a resident, m'has ensenyat a transmetre la passió als més petits, cuidar-los i ensenyar-los a parts iguals, a donar-ho tot per la feina, i tot i així trobar l'equilibri amb la vida personal. Has estat al meu costat en els pitjors moments i sense tu, sé, que això hagués estat impossible. Gràcies per tantes coses que m'has donat. Como tu y yo sabemos, lo nuestro es para toda la vida.

Anna i Heura, sou les millors companyes que podria desitjar. M'heu donat recolzament quan ho he necessitat i m'heu permès treballar "al despatx" quan havia de corregir coses a última hora i aconseguir avançar amb la tesi. Trobar un equip en qui confiar plenament i gaudir treballant al costat no és gens fàcil, i amb vosaltres ho hem aconseguit.

A tots els resis que han compartit la residència amb mi, grans i petits. Cadascú de vosaltres ha aportat un granet de sorra perquè jo creixi com a persona i com a cirurgiana. A l'Alba i l'Albert, els millors resis grans que podria haver tingut. A la Mireia i

l'Uri, els meus primers "pixons" i amb qui vaig tenir la sort d'aprendre ensenyant. Vicky i Xus, crec que sou uns dels residents més treballadors, dedicats i apassionats que he conegut, heu aconseguit créixer moltíssim com a cirurgians sense perdre de vista que la vida personal és igual o més important, sou una lliçó per a tothom. Ari, ets com la meva germana petita, t'he vist créixer i em sento infinitament orgullosa de la cirurgiana i persona en la que t'has convertit. M'has recolzat, acompanyat i ensenyat que qualsevol moment és bo per un somriure o una abraçada. Ets un altre dels meus pilars fonamentals i sé que has de volar, però això no vol dir que estigui una mica trista per deixar-te marxar.

Marc, ets la meva persona, el meu company de vida, el motiu pel qual he sigut capaç d'aixecar-me del llit i seguir lluitant quan tot semblava enfonsar-se. Ets capaç de fer-me somriure amb només una mirada o un singlot. Has estat al meu costat tots aquests anys durant la residència, has aguantat nits sense dormir escrivint presentacions, abstracts per congressos, tesis, estudiant...No hagués pogut recórrer aquest camí sola i sé que seguirem recorrent molts més camins junts, només espero que la pujada no sigui tant pronunciada.

Tata, sempre has estat i seràs un exemple a seguir. Mare forta, lluitadora i valenta. Tinc tantes coses per aprendre de tu que no sé ni per on començar. Passi el que passi sé que tot i les nostres diferències, sempre ens tindrem la una a l'altra.

Als meus pares, això és mèrit vostra. He arribat fins on he arribat perquè vosaltres m'heu portat. M'heu abraçat quan feia falta, m'heu espavilat quan era imprescindible, m'heu ensenyat a estimar amb tot el cor sense esperar res a canvi. Sou la meva vida. Saber que esteu orgullosos de nosaltres ha sigut la única cosa capaç de fer-me seguir endavant aquests darrers anys, ho he fet per vosaltres, perquè seguïu estant ben orgullosos, allà on estigueu. Us estimo fins al infinit i més enllà. Per sempre.

## Abreviaturas

❖ AEP	Actividad eléctrica sin pulso
❖ AIS	<i>Abbreviated Injury Scale</i>
❖ ATLS	<i>Advanced Trauma Life Support</i>
❖ AUC	<i>Area Under de Curve</i>
❖ CTS	<i>Chest Trauma Score</i>
❖ DALYs	<i>Disability-adjusted life years</i>
❖ DE	Desviación estándar
❖ ECG	Electrocardiograma
❖ eFAST	<i>Extended Focused Assesment with Sonography in Trauma</i>
❖ FAST	<i>Focused Assesment with Sonography in Trauma</i>
❖ FR	Frecuencia respiratoria
❖ GCS	<i>Glasgow Coma Score</i>
❖ ISS	<i>Injury Severity Score</i>
❖ OIS	<i>Organ Injury Scale</i>
❖ OMS	Organización Mundial de la Salud
❖ PCA	<i>Patient Controlled Analgesia</i>
❖ P.e.	Por ejemplo
❖ RFS	<i>Rib Fracture Score</i>
❖ RTS	<i>Revised Trauma Score</i>
❖ SDRA	Síndrome del Distrés Respiratorio Agudo
❖ SIRS	<i>Systemic Inflammatory Response Syndrome</i>
❖ TAS	Tensión arterial sistólica
❖ TC	Tomografía computarizada
❖ TRISS	<i>Trauma Injury Severity Score</i>
❖ TTS	<i>Thoracic Trauma Severity score</i>
❖ UCI	Unidad de Cuidados Intensivos
❖ VPP	Valor predictivo positivo
❖ VPN	Valor predictivo negativo

## Índice de tablas

Tabla 1. Prioridades según el “código politrauma” .....	15
Tabla 2. Clasificación AIS.....	17
Tabla 3. Diferencias entre neumotórax a tensión y hemotórax masivo. Adaptado de (2)	25
Tabla 4. Criterios NEXUS para la realización de radiografía de tórax.....	37
Tabla 5. Criterios NEXUS para la realización de TC torácico.....	37
Tabla 6. OIS tórax. Traducida de (59) .....	39
Tabla 7. <i>Rib Fracture Score</i> . Traducido de (60) .....	40
Tabla 8. <i>Chest Trauma Score</i> . Traducido de (61) .....	40
Tabla 9. RibScore. Traducido de (63) .....	41
Tabla 10. Comparación de los puntos de corte de los diferentes scores según la población analizada.....	41
Tabla 11. Comparación de diferentes scores de trauma torácico .....	42
Tabla 12. Valoración del Índice Kappa.....	50
Tabla 13. Descriptivo de pacientes politraumatizados incluidos en el análisis .	53
Tabla 14. Descripción de los hallazgos radiológicos .....	54
Tabla 15. Radiografía patológica (cirujano) comparada con TC patológico .....	55
Tabla 16. Radiografía patológica (radiólogo) comparada con TC patológico ...	55
Tabla 17. Radiografía patológica comparada con TC patológico .....	55
Tabla 18. Comparación en el número de fracturas entre radiografía y TC.....	56
Tabla 19. Comparación entre la identificación de fracturas según su localización entre radiografía y TC .....	57
Tabla 20. Comparación entre la identificación de fracturas según localización del trazo de fractura radiografía y TC.....	57
Tabla 21. Indicaciones clásicas de TC .....	58
Tabla 22. Asociación entre la localización anatómica de las fracturas costales visualizadas por radiografía y las complicaciones pulmonares .....	60
Tabla 23. Asociación entre la localización anatómica de las fracturas costales visualizadas por TC y las complicaciones pulmonares .....	60
Tabla 24. Aplicación de los scores en radiografía y TC .....	62
Tabla 25. Valores AUC de las curvas ROC tras la regresión logística simple para predicción de complicaciones respiratorias tras aplicar los scores en TC.....	63
Tabla 26. Valores AUC de las curvas ROC tras la regresión logística simple para predicción de complicaciones respiratorias tras aplicar los scores en radiografía	63

## Índice de figuras

Figura 1. Distribuciones trimodal y bimodal de la mortalidad en politrauma. Adaptado de (17).....	20
Figura 2. “Triada letal” .....	21
Figura 3. “Diamante letal” .....	22
Figura 4. Neumotórax a tensión. Traducida de (2) .....	23
Figura 5. Neumotórax abierto. Traducida de (2).....	24
Figura 6. <i>Cardiac box</i> .....	25
Figura 7. Taponamiento cardíaco. Traducida de (2) .....	26
Figura 8. Hemotórax traumático. Imagen obtenida de pacientes registrados en nuestra base de datos. ....	27
Figura 9. Volet costal. Traducida de (2) .....	28
Figura 10. Región toraco-abdominal .....	30
Figura 11. Sospecha radiológica de ruptura diafragmática. Imagen obtenida de pacientes registrados en nuestra base de datos. ....	31
Figura 12. Sospecha radiológica de lesión aórtica. Imagen obtenida de pacientes registrados en nuestra base de datos. ....	32
Figura 12. Algoritmo NEXUS para guiar las pruebas de imagen en trauma torácico cerrado. Traducido de (57) .....	38
Figura 13. Cronograma del estudio .....	47
Figura 14. Selección de pacientes .....	52
Figura 15. Curva ROC de la capacidad de predicción de complicaciones respiratorias del número de fracturas.....	61
Figura 16. Curvas ROC de la regresión logística múltiples para predicción de insuficiencia respiratoria .....	64
Figura 17. Curva ROC de la regresión logística múltiple para predicción de neumonía .....	65
Figura 18. Curva ROC de la regresión logística de ISS para predicción de complicaciones respiratorias .....	66



## Índice de gráficos

Gráfico 1. Causas de mortalidad en España según grupos de edad. Traducido de (11) 18

# SUMARIO

RESUMEN .....	11
ABSTRACT .....	13
1: INTRODUCCIÓN .....	15
1. 1 POLITRAUMATISMO .....	15
1.1.1 Definición .....	15
1.1.2 Epidemiología .....	16
1.1.3 Tipo de politraumatismo .....	16
1.1.4 Politraumatismo grave .....	16
1.1.5 Mortalidad en politrauma .....	18
1.2 TRAUMATISMO TORÁCICO .....	20
1.2.1 Epidemiología del traumatismo torácico .....	20
1.2.2 Fisiopatología de las lesiones torácicas .....	21
1.2.3 Lesiones asociadas al traumatismo torácico que comprometen la vida de forma inminente .....	22
1.2.4 Lesiones asociadas al traumatismo torácico que no comprometen la vida de forma inminente .....	26
1.3 MANEJO DEL TRAUMATISMO TORÁCICO .....	32
1.3.1 Revisión primaria del paciente politraumático .....	33
1.3.2 Revisión secundaria en el paciente politraumático .....	35
1.3.3 Índices y escalas de valoración del traumatismo torácico .....	38
2: HIPÓTESIS .....	43
3: OBJETIVOS .....	43
3.1 Objetivo principal .....	43
3.2 Objetivos secundarios .....	43
4: MATERIAL Y MÉTODOS .....	44
4.1 DISEÑO DEL ESTUDIO .....	44
4.2 DEFINICIONES .....	45
4.2.1 Paciente politraumatizado .....	45
4.2.2 Paciente politraumatizado grave .....	45
4.2.3 Traumatismo torácico .....	45

4.2.4 Cambio en la actitud terapéutica.....	45
4.2.5 TC o Radiografía patológica .....	46
4.2.6 Complicaciones respiratorias .....	46
4.3 SUJETOS DEL ESTUDIO .....	46
4.4 PROCEDIMIENTOS.....	46
4.5 VARIABLES DEL ESTUDIO.....	48
4.5.1 Variables del objetivo principal.....	48
4.5.2 Otras variables principales.....	48
4.5.3 Variables secundarias.....	49
4.6 EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA.....	49
4.7 ESTUDIO ESTADÍSTICO.....	49
4.7.1 Cálculo de la muestra .....	49
4.7.2 Análisis estadístico .....	49
4.8 ASPECTOS ÉTICOS.....	51
5: RESULTADOS .....	52
5.1 GENERALIDADES.....	52
5.2 COMPARACIÓN DE LOS HALLAZGOS RADIOLÓGICOS.....	54
5.2.1 Descripción de los hallazgos radiológicos.....	54
5.2.2 Comparación de los hallazgos radiológicos .....	54
5.2.3 Análisis de la indicación clásica del TC de tórax .....	57
5.2.4 Relación entre los hallazgos radiológicos y el manejo terapéutico .....	58
5.3 ANÁLISIS DE LA ASOCIACIÓN ENTRE EL NÚMERO Y LA LOCALIZACIÓN DE LAS FRACTURAS Y LAS COMPLICACIONES RESPIRATORIAS .....	59
5.4 APLICACIÓN DE LOS SCORES DE GRAVEDAD DE TRAUMATISMO TORÁCICO .....	61
5.4.1 Regresión logística simple para la predicción de complicaciones respiratorias .....	62
5.4.2 Regresión logística múltiple para la predicción de complicaciones respiratorias .....	63
5.4.3 Capacidad predictiva del ISS .....	65

6: DISCUSIÓN .....	67
6.1 GENERALIDADES .....	67
6.1.1 Descripción de la muestra.....	67
6.1.2 Diseño del estudio .....	68
6.2 HALLAZGOS RADIOLÓGICOS .....	68
6.2.1 Análisis de las diferencias entre los hallazgos radiológicos.....	68
6.2.2 Análisis del impacto de las diferencias en los hallazgos radiológicos en el cambio en la actitud terapéutica .....	71
6.3 COMPLICACIONES RESPIRATORIAS .....	72
6.3.1 Análisis de la relación entre las fracturas costales y las complicaciones respiratorias.....	72
6.3.2 Capacidad de predicción de complicaciones respiratorias de los scores ....	73
6.4 APLICABILIDAD EN NUESTRO MEDIO .....	74
6. 5 LIMITACIONES DEL ESTUDIO .....	75
6.6 PUNTOS FUERTES DEL ESTUDIO .....	76
7: FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	78
8: CONCLUSIONES.....	79
9: BIBLIOGRAFÍA .....	81
10: ANEXOS .....	88
10.1 ANEXO A: Cuaderno de recogida de datos para el análisis de radiografías y TC .....	88
10.2 ANEXO B. Base de datos estudio trauma torácico: análisis radiografía y TC ..	91

## RESUMEN

Estudio observacional, con recogida de datos de manera prospectiva y análisis retrospectivo. Desde marzo de 2006 se recogen los datos de todos los pacientes politraumatizados mayores de 16 años que requieren ingreso en área de críticos. De este registro se han incluido:

- Pacientes con una radiografía de tórax al ingreso y TC de tórax durante las primeras 72h

Se han excluido:

- Pacientes que son trasladados a otro centro tras la atención inicial
- Pacientes derivados de otro centro
- Mecanismo de trauma penetrante

Se ha analizado los hallazgos radiológicos en la radiografía inicial (valorada por un cirujano y por un radiólogo) y se ha comparado con los hallazgos del TC. Se ha analizado también la actitud terapéutica llevada a cabo en función de las pruebas realizadas.

Posteriormente se han aplicado diferentes scores de traumatismo torácico: RibScore, CTS y RFS; y se ha realizado una regresión logística para tratar de analizar su capacidad de predicción de complicaciones respiratorias.

Desde marzo de 2006 hasta diciembre de 2018 se han recogido prospectivamente 533 pacientes que cumplieron los criterios de inclusión y no cumplieron criterios de exclusión. La edad media del grupo es de 46 años (DE 17.5). El 80% de los pacientes fueron hombres. El ISS medio fue de 25.2 (DE 15.6). Hubo un total de 71 exitus (13.3), cuya causa más frecuente fue por causa neurológica (50.7% de los fallecidos), seguida del shock hipovolémico (28.1%).

Se han comparado los hallazgos descritos por el cirujano y el radiólogo en las radiografías de tórax, y se ha comparado con el TC. En un 67% de los casos el cirujano (evaluando la radiografía) y el TC concuerdan; en el caso del radiólogo coinciden en un 76.17% de las ocasiones. Menos de un 3% de las ocasiones el cirujano malinterpreta la radiografía pensando que puede ser patológica y posteriormente el TC es normal.

Más de un 60% de las fracturas costales no son visualizadas en la radiografía inicial, y hasta un 80% de los neumotórax. Pero la radiografía inicial tiene alto valor predictivo negativo para descartar lesiones que pueden traducir en un traumatismo torácico de alta

energía (lesión de grandes vasos, fractura de las primeras costillas, fractura esternal, fractura escapular, fractura vertebral).

Hemos comparado la actitud terapéutica realizada en función de los hallazgos radiológicos. En más de un 80% de las ocasiones en los que se ha valorado la radiografía como normal, tras realizar el TC se ha realizado un tratamiento más invasivo. En los casos en que la radiografía ha sido patológica y/o se trata de pacientes con traumatismo torácico severo (según los scores de traumatismo torácico), el cambio en la actitud terapéutica se ha realizado entre un 40-50% de las ocasiones.

No hemos podido demostrar una relación lineal entre el número de fracturas costales, o la localización anatómica de la misma y las complicaciones respiratorias.

Tras aplicar los diferentes scores en radiografía y TC, y realizar las curvas ROC para predecir insuficiencia respiratoria y neumonía; únicamente CTS y RFS aplicados en el TC tienen una AUC cercana al 70% para predecir insuficiencia respiratoria.

Existen diferencias estadísticamente significativas y clínicamente relevantes en los scores aplicados en radiografía vs. TC. Además, tras aplicarlos en radiografía, no tienen capacidad de discriminación para predecir complicaciones respiratorias, por lo que no deben ser aplicados en radiografías.

## ABSTRACT

Observational study with prospective data collection and retrospective analysis. From March 2006 we collect data from all our polytraumatic patients who are older than 16 years old and require an admission to the ICU. From this registry we have included:

- Patients with a plain chest X-Ray (CXR) at the arrival and a thoracic CT-scan in the first 72 hours.

We have excluded:

- Patients who were transferred to another hospital after initial evaluation.
- Patients transferred from another hospital.
- Patients with penetrating trauma.

We have analysed radiological findings in the CXR (evaluated by a general surgeon and a thoracic radiologist), and we have compared them with the findings in the CT. We also have analysed the therapeutic measures indicated after those tests.

In the next phase of our study, we have calculated thoracic trauma scores in our patients: RibScore, CTS and RFS; and we have performed a logistic regression to analyse its prediction capability.

From March 2006 to December 2018, we have collected 533 patients who met inclusion criteria. Mean age of our group was 46 years old (SD 17.5). 80% of patients were male. The mean ISS was 25.2 (SD 15.6). There were 71 deaths (13.3%), the most common cause of death was a neurological death (50.7% of all the deaths), followed by hypovolemic shock (28.1%).

We have compared radiological findings described by the surgeon and the radiologist in the CXR; and those were compared with the gold standard (CT). In 67% of the patients, the surgeon (evaluating the CXR) and the CT match in their findings. This percentage rises to a 76.1% in the case of the radiologist. In less than a 3% of the cases the surgeon misreads the CXR and said it was pathological and then the CT was normal.

More than 60% of the costal fractures are not seen in the CXR, and up to an 80% of the pneumothorax. But CXR has a very high negative predictive value for excluding lesions that imply in a high energy thoracic trauma (great vessels lesion, fracture of the first ribs, sternal fracture, scapular fracture, vertebral fracture).

We have compared the therapeutic approach indicated after evaluating the radiological findings. In more than 80% of the patients, whom CXR was categorized as normal, after doing the CT it has decided a more aggressive approach. In patients whom CXR was

pathological or those with severe thoracic trauma, it has been a change in the therapeutic approach indicated in up to 40-50% of the patients.

We have not been able to prove a linear relation between the number of rib fractures or its anatomical location, and pulmonary complications.

After calculating the different scores in CXR and CT and obtaining its ROC curve for predicting respiratory failure and pneumoniae, only CTS and RFS applied in CT have an AUC near to 70% to predict respiratory failure.

There are statistically significant differences and relevant clinical differences between the scores applied in CXR vs TC. After calculating scores in CXR they have no discriminating power to predict respiratory complications, so they must not be applied to CXR.



# 1: INTRODUCCIÓN

## 1. 1 POLITRAUMATISMO

### 1.1.1 Definición

Se puede definir el paciente politraumático como aquel que sufre una o varias lesiones que pueden ser potencialmente graves. Se considera que una lesión puede ser potencialmente grave cuando se acompaña de alteración en las constantes vitales, cumple criterios de lesión anatómica grave o se ha producido por un mecanismo de alta energía. Estos tres condicionantes fueron definidos en 1986 por el *American College of Surgeons* (1) para ayudar a seleccionar y clasificar los pacientes en el medio prehospitalario según las necesidades terapéuticas y los recursos disponibles de los hospitales cercanos. Estos tres condicionantes han sido revisados y adaptados en la definición del *triage* en el *Advanced Trauma Life Support* (ATLS) (2); y, más recientemente, por el *CatSalut* para definir los criterios de activación del “código politrauma” a nivel prehospitalario en Cataluña (Tabla 1)(3).

**Tabla 1. Prioridades según el “código politrauma”**

Criterios fisiológicos (Prioridad 0)
FR <10 rpm / <20 en <1 año FR >29 TAS 90mmHg / <70mmHg en <1 año Ausencia de pulsos periféricos Glasgow ≤ 13 (y/o pérdida transitoria de la conciencia en < 1 año)
Criterios anatómicos (Prioridad 1)
Herida penetrante/punzante (cabeza, cuello, tórax, extremidades si proximal de rodilla/codo) Fractura de cráneo (abierta o hundimiento) Tórax inestable Fractura de pelvis Dos o más fracturas de huesos largos proximales (húmero o fémur) / una o más en < 1 año Amputación proximal a tobillo/muñeca Extremidad “catastrófica” Parálisis de extremidad Quemaduras graves ≥ II y extensión ≥ 15% (<10% en < 1 año) Quemadura completa cara/cuello
Mecanismos de lesión (Prioridad 2)
Caída <6m // 3m (2-3 veces la altura del niño) Colisión de vehículos: - Intrusión >30cm en el lugar del acompañante o 45cm en cualquiera - Eyección parcial o completa del vehículo - Muerte del acompañante del vehículo - Velocidad >60km/h Accidentes de motocicleta, bicicleta u otro dispositivo móvil (esquí) a velocidad significativa (>30km/h)
Consideraciones especiales (Prioridad 3)
> 55 años <15 años, en particular lactantes (<1 año) Embarazadas en avanzado estado de gestación (>20 semanas) Anticoagulación o alteraciones de la coagulación Pacientes en tratamiento dialítico Criterio del profesional

### **1.1.2 Epidemiología**

El politraumatismo representa una importante causa de mortalidad a nivel mundial, especialmente en los grupos de edad más jóvenes. De un modo general, podemos decir que en nuestro país los traumatismos constituyen la quinta causa de muerte y la sexta de discapacidad moderada y severa (4).

Según el nivel socio-económico de la región analizada podemos ver diferencias claras en cuanto a la mortalidad de la población: en los países en vías de desarrollo, el politraumatismo es la séptima causa de mortalidad; en los países con renta media-baja y media-alta, supone décima causa de mortalidad; y en los países de renta alta, el politraumatismo no aparece entre las 10 primeras causas de mortalidad (5).

En nuestro medio, el politraumatismo genera gran impacto en nuestra sociedad; no tan sólo por la mortalidad que acarrea, sino también por los elevados costes económicos, tanto sanitarios como sociales que se derivan de él, al producir, en algunos casos, graves secuelas de por vida, o incluso diferentes grados de discapacidad. En nuestro país el politraumatismo es una causa importante de discapacidad y representa la sexta causa de *disability-adjusted life years* (DALYs) (mortalidad prematura + pérdida de vida saludable debido a discapacidad).

### **1.1.3 Tipo de politraumatismo**

Según el mecanismo lesional podemos clasificar el trauma como cerrado o penetrante. El trauma penetrante es aquel que se produce al penetrar el tejido del cuerpo humano; suele producirse por heridas por arma blanca, arma de fuego y/o metralla o por empalamiento (6).

El trauma cerrado es aquel en el que se producen lesiones por una contusión de alta energía. Los mecanismos más frecuentes son: accidentes de tráfico, atropellos, asaltos (violencia interpersonal), caídas o precipitación y lesiones por explosión.

En nuestro medio el trauma cerrado es mucho más frecuente que el trauma penetrante (91% vs. 9%) (7).

Más de un 50% de los pacientes politraumáticos, debido a traumatismo contuso, pueden tener lesiones torácicas (8), pero la mayoría podrán ser tratados de manera conservadora.

### **1.1.4 Politraumatismo grave**

Definir la severidad de un traumatismo es de vital importancia para poder describir de manera unánime los pacientes traumáticos de diferentes poblaciones, poder predecir la

morbi-mortalidad esperable y, además, comparar con otros grupos para homogeneizar el manejo de estos pacientes.

El *Injury Severity Score* (ISS) es el score más utilizado en la actualidad para definir la severidad de los pacientes traumáticos. Es un score anatómico, que fue descrito en 1974 (9) y se basa en la suma de las lesiones de las diferentes regiones anatómicas. Para definir la gravedad de la lesión en cada una de las regiones anatómicas se usa el AIS (*Abbreviated Injury Scale*)(10), que clasifica de 1 a 6 la gravedad de las lesiones (siendo 6 una lesión mortal) (Tabla 2).

**Tabla 2. Clasificación AIS**

Puntuación	Severidad	Ejemplo
1	Menor	Fractura huesos nasales
2	Moderada	Foco contuso-hemorrágico intra-craneal
3	Seria	Hemotórax simple
4	Severa	Amputación infra-condilea
5	Crítica	Lesión arteria femoral con pérdida de >20% de la volemia
6	Máximo	Transección torácica

Para calcular el ISS se divide el cuerpo en 6 regiones anatómicas: cráneo, cara, tórax, abdomen, extremidades y piel. La puntuación total ISS es la suma de los cuadrados de la puntuación AIS de las 3 regiones anatómicas con lesiones más severas. El ISS de un paciente puede ir desde 3 hasta 75.

Por ejemplo, si un paciente tiene una lesión intracraneal moderada (AIS de 2), una lesión torácica seria (AIS de 3) y una lesión abdominal seria (AIS de 3) el ISS total sería de 22 ( $2^2+3^2+3^2 = 22$ ).

Diferentes autores han definido el traumatismo grave como aquel que tiene un ISS mayor de 15 (2,6,11).

El ISS permite hacernos una idea global de la gravedad del traumatismo mediante una visión específica de la severidad de cada una de las lesiones. Es un score fácil de calcular y extrapolable. Su principal limitación es que se trata de un score puramente anatómico, no tiene en cuenta el estado basal previo del paciente, el mecanismo de lesión ni los signos vitales. Por este motivo, a lo largo de los años, han surgido otros scores para tratar de definir la gravedad de los pacientes traumáticos englobando todos los criterios, como, por ejemplo, el TRISS.

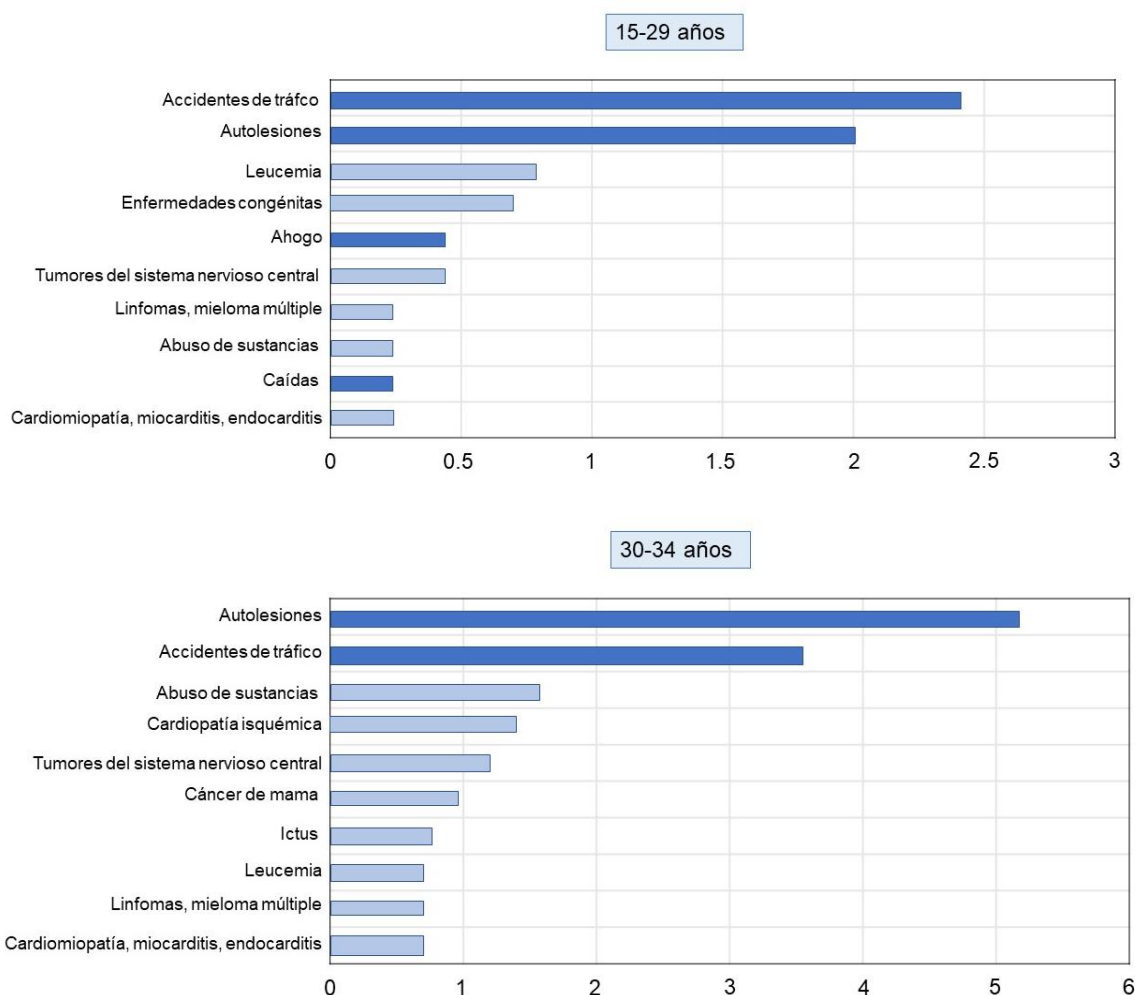
En 1987 Boyd et al. crearon el Trauma Injury Severity Score (TRISS) (12) para integrar la evaluación del trauma y los resultados en términos de mortalidad. El TRISS incluye

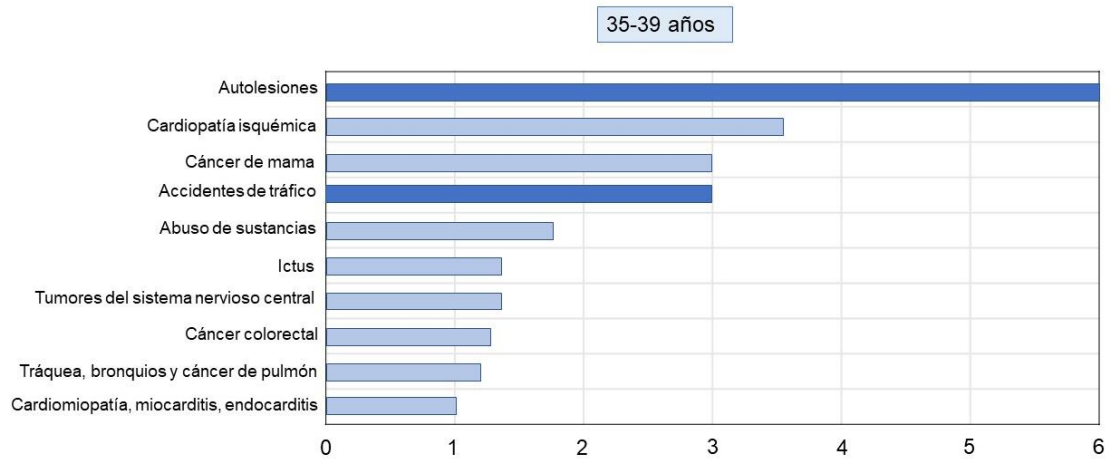
características anatómicas (AIS), fisiológicas (GCS, FR y TAS) y demográficas (edad). En función del tipo de traumatismo (penetrante o cerrado) permite predecir la mortalidad esperada.

### 1.1.5 Mortalidad en politrauma

En España las lesiones son la primera causa de mortalidad en el grupo de edad entre los 15 y los 39 años(13). En los grupos más jóvenes, de los 15 a los 29 años, los accidentes de tráfico son la primera causa de mortalidad. En cambio, de los 30 a los 39 años la primera causa de mortalidad son las lesiones autoinfligidas, posteriormente seguidas de los accidentes de tráfico (de los 30 a los 34 años) (Gráfico 1).

**Gráfico 1. Causas de mortalidad en España según grupos de edad. Traducido de (11)**





La tasa de fallecidos por accidente de tráfico ha ido disminuyendo a lo largo de los años, en parte gracias a las medidas en educación y seguridad vial, así como a una mejora de la atención a los pacientes politraumatizados. A pesar de esto, en el año 2023, en España, hubo 1145 fallecidos por accidente de tráfico (14).

#### **1.1.5.1 Distribución y causas de mortalidad**

Clásicamente se había descrito una distribución trimodal de la mortalidad como consecuencia del traumatismo, con tres períodos o picos (15).

El primer pico ocurre inmediatamente tras la lesión, suele ser debido a la apnea por una lesión craneal severa, lesión de la médula espinal alta o bien ruptura cardíaca o de grandes vasos. Únicamente se puede disminuir esta mortalidad mediante la prevención.

El segundo pico aparece desde los primeros minutos tras la lesión hasta varias horas después. Durante este período las muertes son producidas por una pérdida significativa de sangre (ruptura esplénica, laceraciones hepáticas, fracturas pélvicas, lesiones de grandes vasos...) o por traumatismo craneal con hematomas subdurales o epidurales.

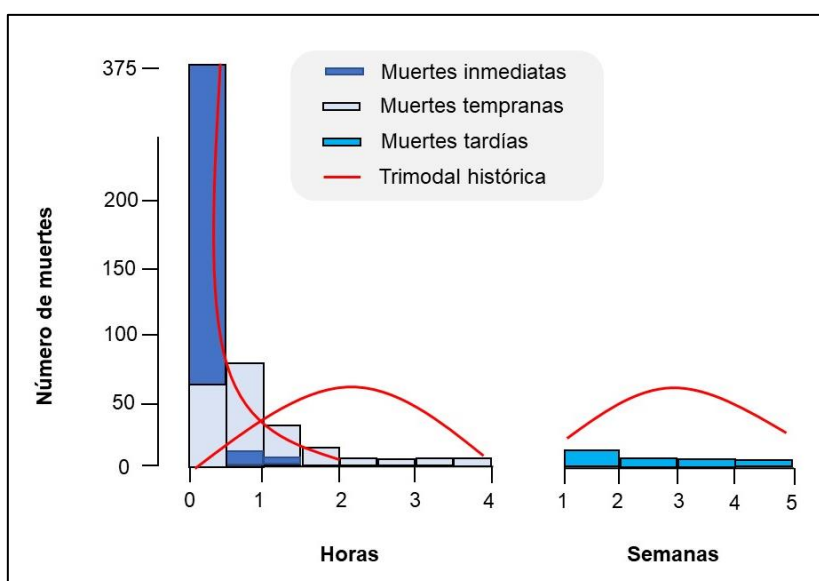
El último pico ocurre días o semanas después del traumatismo, suele producirse por una sepsis y/o disfunción orgánica múltiple. El manejo previo durante los períodos anteriores tiene un claro impacto en los resultados durante esta etapa (2).

Hoy día, tras las publicaciones de Demetriades y Gunst (16,17), se considera que la mortalidad tras politraumatismo cumple una distribución bimodal. Según estos autores se podría considerar desaparecido el tercer pico, tras el entrenamiento estandarizado de los médicos, las mejoras en la atención prehospitalaria y el desarrollo de los centros de trauma.

A continuación, podemos ver ambas distribuciones y su comparación (Figura 1).

**Figura 1. Distribuciones trimodal y bimodal de la mortalidad en politrauma.**

Adaptado de (17)



## 1.2 TRAUMATISMO TORÁCICO

### 1.2.1 Epidemiología del traumatismo torácico

El traumatismo torácico es una causa importante de morbi-mortalidad. En nuestro país, el tórax es la segunda región más frecuentemente afectada en los pacientes politraumatizados (46.4%), solo superada por la cabeza (4). Según el registro nacional del Trauma (18) las fracturas costales son la lesión más frecuentemente registrada en el paciente politraumatizado en nuestro medio.

Menos de un 10% de los pacientes con traumatismo torácico cerrado y entre un 15-30% de los pacientes con trauma torácico penetrante van a requerir tratamiento quirúrgico (2). La mayoría de las lesiones asociadas al traumatismo torácico (19) pueden ser tratadas mediante manejo no quirúrgico, pero es muy importante un diagnóstico temprano y un manejo correcto para evitar las posibles secuelas.

Hoy día, el traumatismo torácico sigue siendo causa de un número no despreciable de muertes. Muchos de estos pacientes mueren tras llegar al hospital, sin embargo, muchas de estas muertes se podrían evitar con un diagnóstico adecuado y tratamiento precoz.

### 1.2.2 Fisiopatología de las lesiones torácicas

Las alteraciones fisiopatológicas que se producen en los pacientes con lesiones intratorácicas pueden ser debidas a:

- Deterioro en la ventilación
- Deterioro en el intercambio gaseoso a nivel alveolar
- Deterioro del sistema circulatorio por cambios hemodinámicos
- Deterioro de la función cardíaca por taponamiento cardíaco o embolia gaseosa

Es capital, en la evaluación de los pacientes con traumatismo torácico, tener en cuenta todos estos elementos.

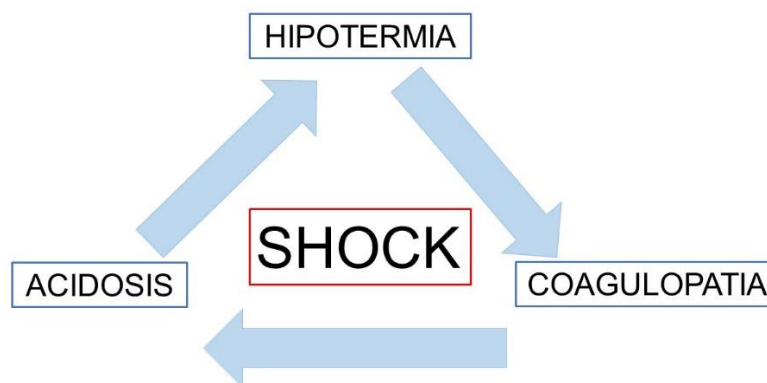
El aparato respiratorio tiene una de las funciones más importantes del organismo, y tiene especial relevancia en el contexto del paciente politraumático. A menudo, los pacientes con traumatismo torácico pueden sufrir hipoxia, hipercapnia y acidosis. Las complicaciones a largo plazo de los pacientes con traumatismo torácico pueden ser debidas a estos mecanismos, por un diagnóstico y/o tratamiento tardío. La hipoxia es uno de los aspectos más graves derivados del traumatismo torácico, es por esto que el objetivo del tratamiento precoz es intentar evitarla o corregirla.

La hipoxia tisular puede estar producida por hipovolemia, pero también puede estar producida por causas intratorácicas, ya sea una alteración en la ventilación/perfusión pulmonar (por ejemplo, contusión pulmonar) o a cambios en las relaciones de las presiones intratorácicas (p.e. neumotórax).

La hipercapnia debida a la acidosis respiratoria suele ser debida a una ventilación inadecuada por cambios en las presiones intratorácicas o depresión del nivel de conciencia.

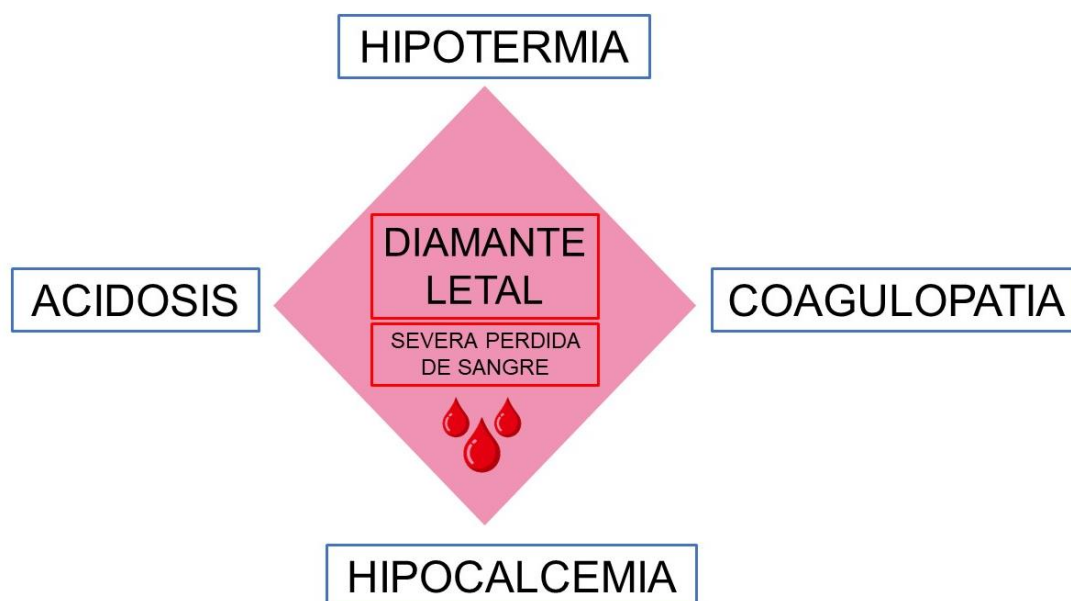
La acidosis metabólica es causada por una hipoperfusión de los tejidos; y esta contribuye a un incremento exponencial en la mortalidad de los pacientes politraumáticos, en la “triada letal” – acidosis, coagulopatía, hipotermia (Figura 2).

**Figura 2. “Triada letal”**



Recientemente se ha investigado el papel del calcio en la coagulopatía inducida por el trauma. Se ha visto que la hipocalcemia influye en todos los factores relacionados con la mencionada “triada letal”. La hipotermia causa un descenso en el metabolismo del citrato, al no metabolizarse en el hígado se une al calcio, disminuyendo los niveles de calcio sérico disponible. La hipocalcemia empeora la coagulopatía ya que se trata de un cofactor necesario para la coagulación. La coagulopatía empeora el sangrado, disminuyendo así todavía más los niveles de calcio. Ante estos hallazgos, los autores proponen cambiar la “triada letal” por el “diamante letal”(20–22) (Figura 3).

**Figura 3. “Diamante letal”**



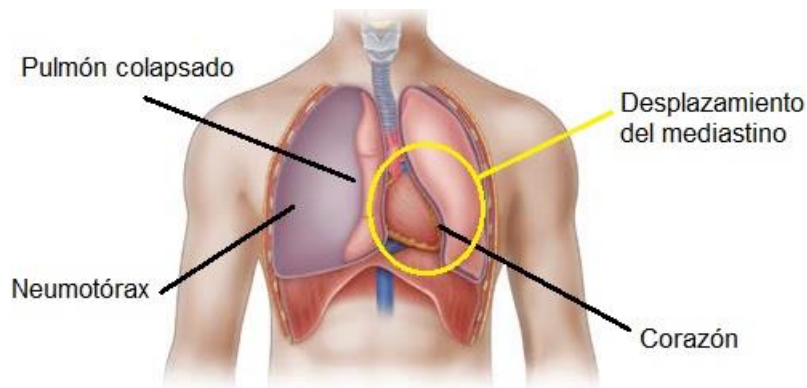
### **1.2.3 Lesiones asociadas al traumatismo torácico que comprometen la vida de forma inminente**

#### **1.2.3.1 Neumotórax a tensión**

Un neumotórax a tensión (Figura 4) se produce por una pérdida de aire intra-pulmonar con un mecanismo valvular unidireccional en la caja torácica. El mecanismo valvular hace que entre aire en la cavidad torácica sin que el aire del espacio pleural pueda salir. De este modo se produce un colapso del pulmón afectado, incremento de la presión intratorácica y desplazamiento del mediastino hacia contralateral, lo que conlleva un compromiso del llenado ventricular, por tanto, la precarga y el gasto cardíaco. Es una causa de shock obstructivo.



**Figura 4. Neumotórax a tensión. Traducida de (2)**



La causa más común del neumotórax a tensión es la ventilación mecánica con presión positiva en un paciente con una lesión de la pleura visceral. El diagnóstico es clínico, su tratamiento no debe demorarse a una comprobación radiológica. Debe sospecharse siempre en un paciente en situación de shock e hipoventilación o con ausencia de movimientos respiratorios. Los siguientes signos y síntomas son característicos:

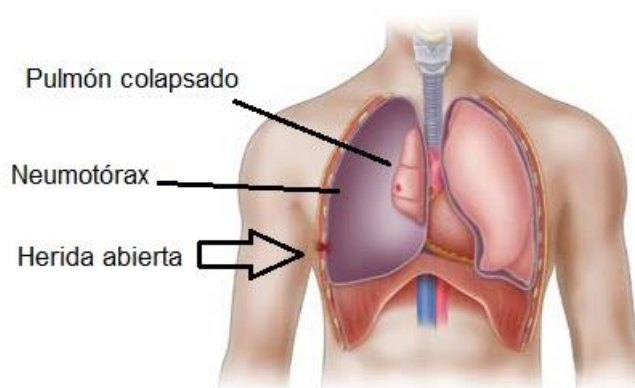
- Dolor torácico
- Disnea
- Taquicardia
- Hipotensión
- Desviación traqueal contralateral
- Ausencia de ruidos en hemitórax afectado
- Elevación de un hemitórax sin movimientos respiratorios
- Distensión de las venas del cuello

El tratamiento de emergencia es la descompresión del tórax mediante toracostomía (2). Posteriormente tras realizar la toracostomía es necesario colocar un drenaje pleural.

### **1.2.3.2. Neumotórax abierto**

Este tipo de neumotórax se produce por lesiones en la pared torácica que ponen en comunicación la cavidad pleural con el exterior. Ante una lesión de gran tamaño en la pared torácica se equilibran de inmediato la presión intratorácica y la presión atmosférica. El aire tiene tendencia a seguir el camino de menor resistencia, produciéndose así, un colapso del pulmón (Figura 5).

**Figura 5. Neumotórax abierto. Traducida de (2)**



El tratamiento inicial se logra tapando el defecto con apósitos estériles, fijado en tres de los cuatro lados. De este modo se realiza un mecanismo valvular que permite la salida de aire, pero no la entrada a través de la pared torácica. El tratamiento definitivo consiste en colocar un drenaje pleural y reparación de la lesión.

### **1.2.3.3 Hemotórax masivo**

Se define como aquel hemotórax que compromete el estado hemodinámico del paciente. Se suele considerar que un hemotórax es masivo cuando acumula más de 1500cc o un tercio de la volemia del paciente. Puede producirse tanto por trauma cerrado como abierto, siendo más frecuente por lesiones en los vasos sistémicos o hiliares en trauma penetrante. En este cuadro se ve asociado el compromiso hemodinámico por shock hipovolémico y la hipoxia debida a la hipoventilación pulmonar. El diagnóstico de sospecha se realizará por el estado hemodinámico del paciente (shock) e insuficiencia respiratoria, asociado a disminución de los ruidos pulmonares y matidez a la percusión. En estos pacientes la tráquea suele estar centrada y las yugulares colapsadas. La confirmación diagnóstica se realizará mediante radiografía de tórax o eFAST (*extended FAST*), pero no es necesario esperar a la confirmación para empezar el tratamiento. El tratamiento inicial se basará en reposición de la volemia para corregir el estado hemodinámico y colocación de drenaje pleural para facilitar la reexpansión pulmonar y mejorar la ventilación. En un paciente con un hemotórax con salida de más de 1500cc tras la evacuación, o más de 200ml/h durante 2-4 horas habrá que considerar la opción de cirugía.

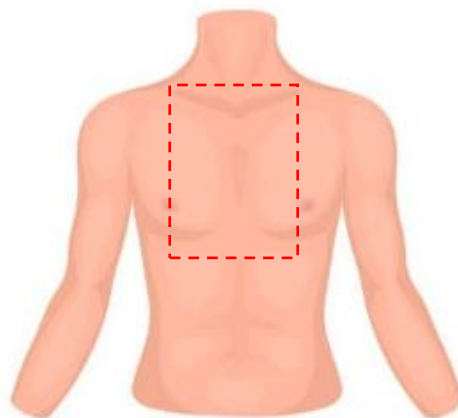
Tanto en el neumotórax a tensión como en el hemotórax masivo se puede percibir una disminución de los ruidos respiratorios. Ambos pacientes se presentarán con signos de shock. La percusión marca la diferencia (mate en el hemotórax y hiperresonancia en el neumotórax) y la distensión de las venas del cuello únicamente se producirá en el neumotórax (Tabla 3).

**Tabla 3. Diferencias entre neumotórax a tensión y hemotórax masivo. Adaptado de (2)**

	EXPLORACIÓN FÍSICA				
	Sonidos respiratorios	Percusión	Posición traqueal	Venas del cuello	Movimiento torácico
Neumotórax a tensión	Disminuidos o ausentes	Hiperresonante	Desviada contralateral	Distendidas	Expandido, pero inmóvil
Hemotórax masivo	Disminuidos	Mate	Línea media	Colapsadas	Móvil

Las lesiones penetrantes en región torácica anterior, entre la línea intermamilar e infraclavicular; y en región torácica posterior, en la región interescapular (en la denominada *cardiac box*) deben alertar de la posibilidad de necesidad de toracotomía ante la posible lesión de grandes vasos, estructuras hiliares y corazón (con posible taponamiento cardíaco) (Figura 6).

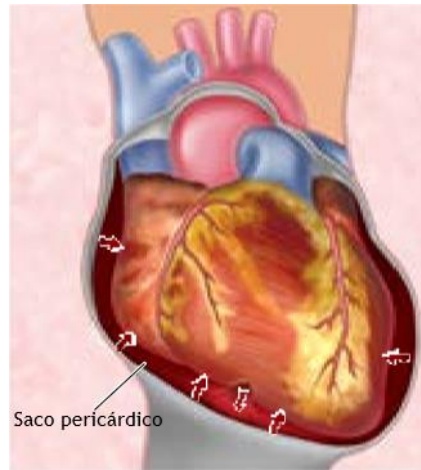
**Figura 6. *Cardiac box***



#### **1.2.3.4 Taponamiento cardíaco**

La causa más frecuente es por traumatismo penetrante (sospechar ante lesiones en la denominada *cardiac box*), pero también puede producirse en trauma cerrado, especialmente en pacientes anticoagulados. Una pequeña cantidad de sangre en el pericardio es suficiente para restringir el movimiento cardíaco e interferir en su llenado.

**Figura 7. Taponamiento cardíaco. Traducida de (2)**



El diagnóstico es difícil, la clásica tríada de Beck (elevación de la presión venosa, disminución de la presión arterial y ruidos cardíacos apagados) es difícil de evaluar en el paciente traumático, ya que la distensión de las venas del cuello puede no producirse en pacientes con hipovolemia y los ruidos cardíacos son difíciles de valorar en el box de atención al politraumático. Para su diagnóstico hay que tener alto índice de sospecha y realizar un FAST. El FAST es un método rápido y muy preciso para el diagnóstico del taponamiento pericárdico, con una sensibilidad de hasta el 95%(2). Aunque la lesión más probable en un paciente con traumatismo torácico penetrante y actividad eléctrica sin pulso es el taponamiento cardíaco, en el paciente traumático la AEP puede tener otras causas (neumotórax a tensión, hipovolemia severa, hipoxia, alteraciones iónicas, e hipoglicemia).

El tratamiento consistirá en una pericardiotomía y reparación de la lesión cardíaca asociada. Si no hay ningún cirujano entrenado para realizar una toracotomía se puede realizar una pericardiocentesis, como medida temporal previo al traslado del paciente.

#### **1.2.4 Lesiones asociadas al traumatismo torácico que no comprometen la vida de forma inminente**

##### **1.2.4.1 Neumotórax simple**

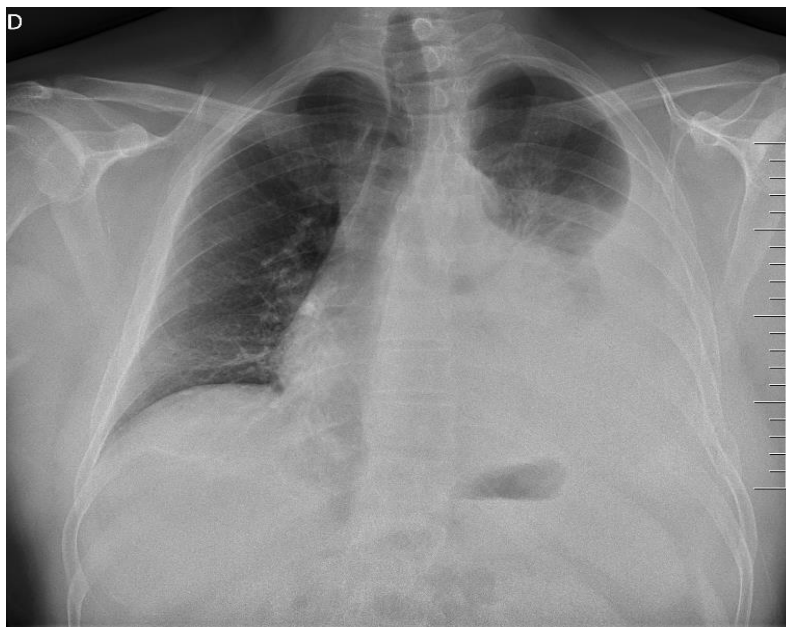
A diferencia del neumotórax a tensión, cuyo diagnóstico debe ser clínico, el diagnóstico del neumotórax simple se realiza mediante radiografía de tórax en la evaluación inicial del paciente politraumatizado. El tratamiento consistirá en la colocación de un drenaje pleural.

##### **1.2.4.2 Hemotórax simple**

Las causas más frecuentes son las laceraciones pulmonares, lesión de vasos intercostales o de la mamaria interna (trauma penetrante). Suelen ser sangrados autolimitados (<1500cc) que no requieren cirugía mayor. El diagnóstico se suele realizar

por radiografía de tórax en la evaluación inicial o TC de tórax en la evaluación secundaria. El tratamiento consiste en la colocación de un drenaje pleural.

**Figura 8. Hemotórax traumático.** Imagen obtenida de pacientes registrados en nuestra base de datos.



#### **1.2.4.3 Fracturas costales**

Según el registro nacional del Trauma (18) las fracturas costales son la lesión más frecuentemente registrada en el paciente politraumatizado en nuestro medio.

Las fracturas costales suelen ser un marcador de severidad en el paciente politraumático, ya que, hasta el 90% de estos pacientes pueden tener lesiones asociadas. Un 50% de estos pacientes requerirán vigilancia en unidad de semicríticos o intensivos y hasta un 33% pueden tener complicaciones pulmonares (23), secundarias a la alteración de la movilidad del tórax. Además, las fracturas costales pueden producir dolor de difícil manejo, lo que dificulta, todavía más, la ventilación y oxigenación. Es por este motivo que, aunque aparentemente pueden ser lesiones muy frecuentes y relativamente poco graves, es importante un manejo correcto para evitar las posibles consecuencias y secuelas. Se han publicado diferentes estudios sobre los diferentes tipos de analgesia posibles para el control del dolor de las fracturas costales. Recientemente se ha publicado un metaanálisis que concluye que el mejor control del dolor se consigue mediante la analgesia epidural, pero sin diferencias en cuanto a complicaciones respiratorias, tiempo de estancia en UCI o tiempo de ventilación mecánica (24).

Las costillas superiores (1ª-3ª) están protegidas por las estructuras osteo-musculares de la extremidad superior. Una fractura a este nivel asociada a fractura esternal o

escapular traduce un traumatismo de alto impacto, además pueden tener lesiones asociadas graves, con una mortalidad esperable de hasta un 35% (2).

Las costillas medias (4<sup>a</sup>-9<sup>a</sup>) son las que se lesionan con mayor frecuencia en el trauma cerrado. La fractura se suele producir por un mecanismo de compresión anteroposterior, por lo que con mayor frecuencia se produce la fractura en la parte media. En el momento de la fractura el extremo fracturado se puede desplazar hacia la cavidad pulmonar, con alto riesgo de producir un hemotórax o neumotórax.

Las fracturas de costillas bajas (10<sup>a</sup>-12<sup>a</sup>) son de difícil diagnóstico, hay que tener alto índice de sospecha. En caso de fractura costal baja habrá que sospechar y buscar traumatismo hepato-esplénico, ya que son lesiones que se suelen asociar con cierta frecuencia (25).

Los pacientes ancianos pueden tener osteopenia, por lo que es frecuente que tengan múltiples fracturas óseas debidas a traumatismo de bajo impacto. En estos pacientes es especialmente importante un diagnóstico y manejo temprano de las fracturas costales ya que la incidencia de neumonía y mortalidad puede llegar a ser el doble que la descrita en la población adulta (26), y merecerán una vigilancia estrecha.

#### **1.2.4.4 Tórax inestable o volet costal y contusión pulmonar**

Se considera que existe un tórax inestable o volet costal cuando un segmento de la pared del tórax pierde la continuidad ósea con el resto de la caja torácica (Figura 9). Se puede producir por dos o más costillas consecutivas fracturadas en dos o más zonas, o si existe afectación de las articulaciones esternocostales.

**Figura 9. Volet costal. Traducida de (2)**



La presencia de un segmento torácico móvil produce una alteración grave del movimiento normal de la pared torácica. El segmento que queda aislado se mueve de manera paradójica respecto a los movimientos respiratorios del tórax.

El problema más importante en el tórax inestable proviene de la posible lesión subyacente (contusión pulmonar). Además, si la lesión es importante, el dolor asociado a la restricción del movimiento contribuye a la hipoxia. Por este motivo, es muy

importante un buen control del dolor en los pacientes con fracturas costales y especialmente si se trata de un volet costal.

Una radiografía de tórax inicial puede demostrar la existencia de fracturas costales, pero son difíciles de ver en su mayoría, y la contusión pulmonar puede no ser visible desde el inicio.

Puede existir contusión pulmonar sin fracturas costales, especialmente en la población pediátrica. En cambio, en adultos, la contusión pulmonar suele ir asociada a fracturas costales y es la principal causa de morbi-mortalidad en pacientes con traumatismo torácico.

El tratamiento inicial consistirá en buen control analgésico, administración de oxígeno humidificado, una ventilación adecuada y sueroterapia restrictiva, para evitar la sobrehidratación. El tratamiento definitivo consiste en asegurar una adecuada oxigenación, manejo juicioso de los líquidos administrados y suministro de analgesia para mejorar la ventilación.

#### **1.2.4.5 Contusión miocárdica**

Se trata de una lesión de difícil diagnóstico. Hay que tener alto índice de sospecha en pacientes con impacto directo torácico, traumatismo de alta energía o fractura esternal. La clínica puede ser muy inespecífica: dolor precordial, hipotensión o palpitaciones. Para el diagnóstico de sospecha será imprescindible realizar un electrocardiograma (ECG). Los cambios electrocardiográficos pueden ser muy variables, lo más frecuente son: contracciones ventriculares prematuras, taquicardia sinusal inexplicable, fibrilación auricular, bloqueo de rama derecha o cambios en el segmento ST. No está demostrado un claro beneficio en el uso de las troponinas en sangre para el diagnóstico de contusión miocárdica, además estas no ofrecen mayor ventaja que los hallazgos en el ECG.

Los pacientes con contusión miocárdica y anomalías en la conducción tienen alto riesgo de sufrir arritmias súbitas, por lo que deben ser monitorizados durante las primeras 24 horas.

Dado que se trata de una lesión potencialmente letal y de difícil diagnóstico, en los últimos años se han realizado diferentes estudios evaluando la utilidad de otros métodos diagnósticos. Se ha propuesto como alternativas a los métodos clásicos, la realización de ecocardiograma o ecografía trans-torácica. Ambas con una sensibilidad y especificidad cercanas al 100% (27). El inconveniente de estas técnicas es que son operador dependiente, invasivas (la eco trans-torácica) y difíciles de realizar de urgencias en muchos centros. Es por este motivo que todavía no existe consenso al respecto y no existe un claro *gold standard*. La mayoría de autores proponen algoritmos basados en la sospecha clínica y apoyados en las pruebas clásicas (radiografía, ECG y

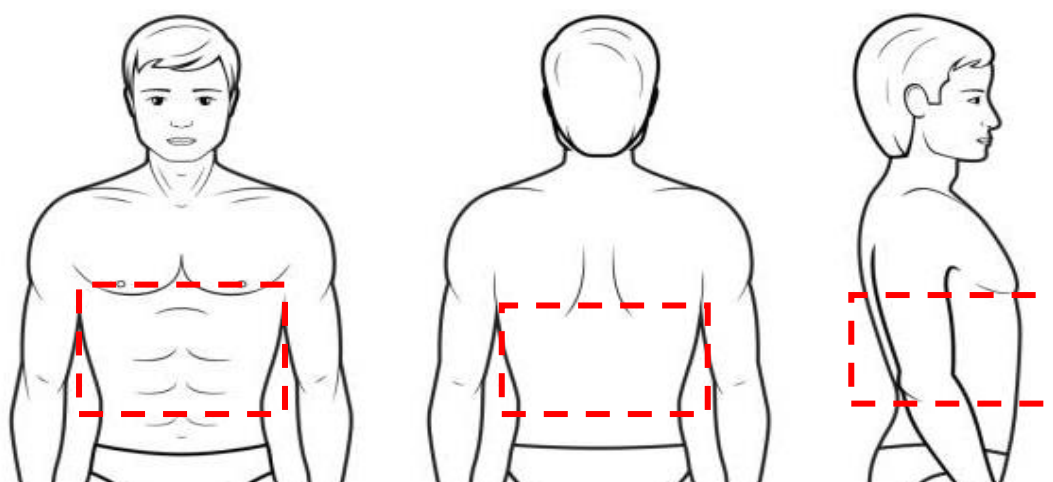
marcadores enzimáticos) escogiendo pruebas más específicas (TC o ECO) en función de la sospecha clínica (27,28).

#### **1.2.4.6 Ruptura traumática del diafragma**

Se puede producir una ruptura traumática del diafragma tanto por trauma cerrado como por trauma penetrante. En el trauma cerrado el desgarró suele ser mayor y de distribución radial, en cambio, en el trauma penetrante se pueden producir pequeñas perforaciones que pueden tardar un tiempo en producir herniaciones.

En el trauma penetrante hay que tener alto índice de sospecha en lesiones en la denominada región toraco-abdominal o *Murray box*(29).

**Figura 10. Región toraco-abdominal**



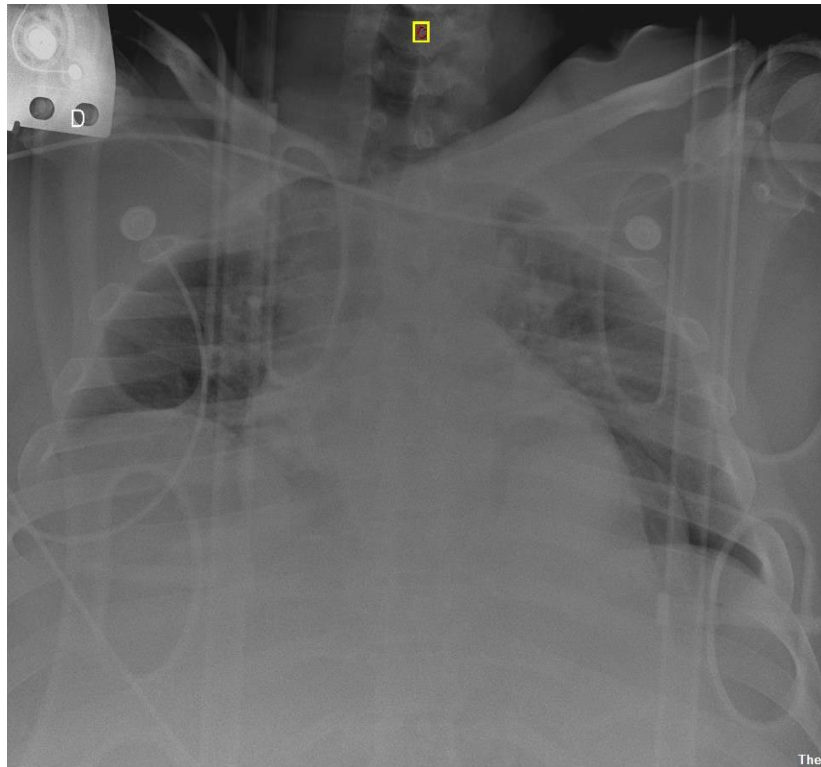
Ante una lesión penetrante en el área toraco-abdominal anterior (desde la línea intermamilar hasta la región umbilical) o en área toraco-abdominal posterior (línea infraescapular hasta el 8º espacio intercostal) hay que tener alto índice de sospecha. Aunque las pruebas de imagen no sean concluyentes está indicado, en pacientes hemodinámicamente estables, realizar una laparoscopia diagnóstica.

Las lesiones diafragmáticas pueden pasar desapercibidas durante la evaluación inicial, por eso es importante tener alto índice de sospecha y buscarlas, ya que cualquier lesión diafragmática se beneficiará de un diagnóstico y tratamiento temprano.

Es muy difícil diagnosticar una ruptura diafragmática sin herniación; ocasionalmente se puede sospechar una solución de continuidad en el diafragma en el TC, pero es muy infrecuente que esta pueda ser visualizada. En los casos en los que ya hay herniación de contenido intraabdominal, este se puede visualizar mediante una radiografía de tórax en la evaluación inicial. Existen diferentes hallazgos que pueden ser sugestivos de ruptura diafragmática: elevación del diafragma derecho, aire sugestivo de cámara gástrica retrocardíaco o intratorácico (figura 11), hemoneumotórax cavitado o un hematoma subpleural.



**Figura 11. Sospecha radiológica de ruptura diafragmática.** Imagen obtenida de pacientes registrados en nuestra base de datos.



Los pacientes con sospecha de ruptura diafragmática por mecanismo contuso y penetrante, pero sin clara herniación en la radiografía de tórax se beneficiarán de la realización de un TC de tórax para tratar de confirmar el diagnóstico. Tras confirmarlo, el tratamiento definitivo es una reparación quirúrgica. En los pacientes con traumatismo penetrante en el área toraco-abdominal o *Murray box* está indicado la revisión en quirófano de la cúpula diafragmática, ya que se pueden asociar a una laceración del mismo hasta en un 15-20% de los pacientes, incluso con un TC y Rx de tórax normal (29–31). Los pacientes estables se pueden beneficiar de una cirugía programada mínimamente invasiva (laparoscopia o toracoscopia).

#### **1.2.4.7 Ruptura traumática de la aorta**

Es una causa frecuente de muerte en el lugar del accidente. Los pacientes que sobreviven suelen tener una laceración incompleta cerca del ligamento arterioso de la aorta. Suele estar contenido por la adventicia o un hematoma.

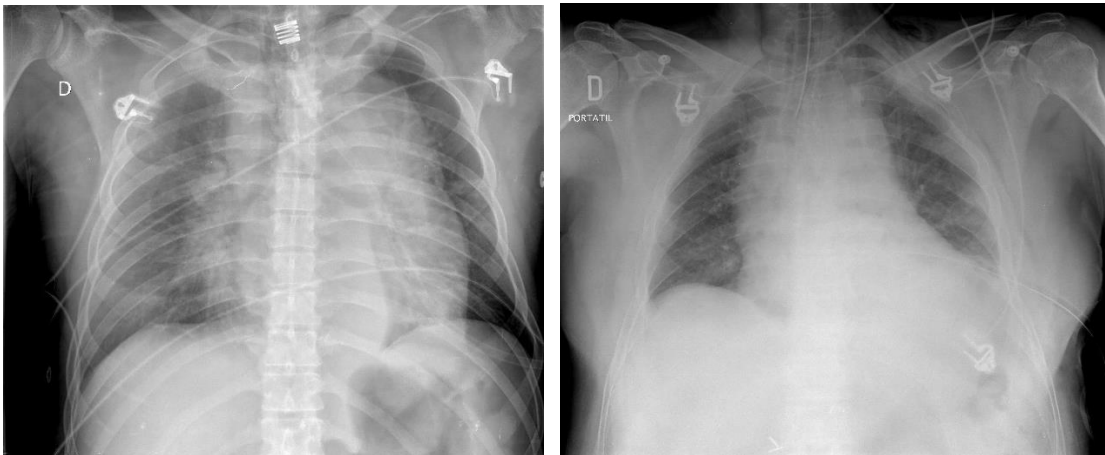
Hay que tener un alto índice de sospecha ante un mecanismo de desaceleración rápida y hallazgos radiológicos sugestivos:

- Ensanchamiento mediastínico
- Obliteración del botón aórtico
- Desviación de la tráquea a la derecha
- Depresión del bronquio principal izquierdo

- Elevación del bronquio principal derecho
- Obliteración del espacio entre la arteria pulmonar y la aorta
- Desviación del esófago hacia la derecha
- Ensanchamiento de la línea paratraqueal
- Ensanchamiento de la interfase paravertebral
- Sombra pleural apical
- Hemotórax izquierdo
- Fractura de la 1ª o 2ª costilla, o de la escápula

En caso de sospecha diagnóstica (Figura 12) será necesario realizar un TC para su confirmación. Actualmente, el tratamiento definitivo de este tipo de lesiones se realiza mediante cirugía endovascular.

**Figura 12. Sospecha radiológica de lesión aórtica.** Imagen obtenida de pacientes registrados en nuestra base de datos.



#### **1.2.4.8 Ruptura esofágica**

Las lesiones traumáticas del esófago son muy poco frecuentes, especialmente en el trauma cerrado. Es muy importante realizar un diagnóstico precoz ya que su morbi-mortalidad dependerá del retraso del diagnóstico y de la localización de la lesión. Si se sospecha que pueda existir una ruptura esofágica se realizará un TC con contraste oral o una endoscopia alta.

### **1.3 MANEJO DEL TRAUMATISMO TORÁCICO**

En la mayoría de los centros donde se atiende a pacientes politraumatizados se hace un manejo siguiendo los principios del ATLS.

- Evaluación primaria basada en el algoritmo ABCDE, para descartar y tratar lesiones potencialmente letales.
- Evaluación secundaria, para detectar todas las lesiones del paciente.
- Evaluación terciaria, para reducir la incidencia de lesiones inadvertidas.

Hoy en día, existen otros protocolos de actuación, como el establecido por la *European Society for Trauma and Emergency Surgery* (ESTES) en el curso ETC (*European Trauma Course*) en el que abogan por realizar un abordaje simultáneo durante evaluación primaria de manera concomitante con la resucitación hemodinámica. De esta manera se realiza un abordaje multidisciplinar más dinámico del paciente (19).

### **1.3.1 Revisión primaria del paciente politraumático**

Tras la llegada del paciente al hospital se debe realizar una primera evaluación rápida que nos permita identificar las situaciones que ponen en peligro la vida del paciente. Esta evaluación inicial es la revisión primaria. Durante la revisión primaria se deben identificar lesiones potencialmente letales en una secuencia de prioridades basada en los potenciales efectos de las lesiones en la fisiología del paciente (2). La secuencia de prioridades se basa en el grado de amenaza a la vida. De este modo, la anomalía con mayor riesgo de amenaza para la vida se atiende primero.

A: vía aérea y control de la columna cervical

B: ventilación

C: circulación (control de la hemorragia)

D: déficit neurológico

E: exposición y control del ambiente

Las lesiones torácicas que comprometen la vida de manera inmediata pueden afectar a la A, la B y la C. En la mayoría de los casos el tratamiento puede ser conservador (solo un 10% de los pacientes con traumatismo cerrado y un 15-30% de los pacientes con trauma penetrante requerirán tratamiento quirúrgico)(2).

Como hemos visto en el apartado 1.2.3, algunas de estas lesiones tienen un diagnóstico puramente clínico, nos tendremos que basar en: la anamnesis o información aportada por el servicio de emergencias que atendió al paciente en el lugar del accidente; exploración física, incluyendo la auscultación cardíaca y de los campos pulmonares; y la monitorización, incluyendo el monitor con el ECG, frecuencia cardíaca, tensión arterial, saturación de oxígeno y capnografía (en pacientes intubados). Para las otras lesiones torácicas, las pruebas complementarias realizadas durante la revisión primaria son: la radiografía de tórax y el eFAST.

#### **1.3.1.1 Radiografía de tórax en el paciente con traumatismo torácico**

La radiografía torácica es la prueba inicial de elección en el departamento de urgencias. Según el manejo ATLS de los pacientes politraumáticos, forma parte de los anejos en la revisión primaria, junto con la radiografía de pelvis.

La radiografía nos permite descartar lesiones potencialmente graves desde un inicio, con elevado valor predictivo negativo (98%) (32), (neumotórax significativo, hemotórax). Hay muchas otras lesiones que pueden pasar desapercibidas en la valoración inicial (contusión pulmonar, hemotórax moderado, fracturas costales y vertebrales). Algunas lesiones, pueden no mostrarse hasta las 6h del accidente, dando así muchos falsos negativos iniciales (33).

Las fracturas costales, por ejemplo, pueden ser obviadas en la radiografía de tórax inicial hasta en un 55% de pacientes (34), pero se ha visto que el número de fracturas costales incrementa la morbi-mortalidad de estos pacientes de manera exponencial, especialmente en pacientes mayores de 65 años en los que el riesgo de neumonía puede verse incrementado hasta un 27% (23). Además, la presencia de más de 3 fracturas costales se ha relacionado con alto riesgo de lesión visceral (ya que se suelen producir por un traumatismo de alta energía) y por ello, en Estados Unidos, es uno de los criterios para derivar a un *Trauma Center* (35).

En cuanto a las lesiones mediastínicas, estas son potencialmente graves y ocasionalmente difíciles de sospechar mediante la radiografía de tórax (ver punto 1.2.4.7 Ruptura traumática de la Aorta). Ante la sospecha de lesión mediastínica estará indicado realizar un angio-TC.

Dado que la sensibilidad de la radiografía de tórax es relativamente baja según la lesión y según las series (34) pero la especificidad es muy alta, algunos autores sugieren la realización de TC en aquellos pacientes que aun teniendo una radiografía normal haya alto índice de sospecha de lesión intratorácica (36).

Es debido al potencial beneficio al diagnosticar lesiones infrecuentes pero graves, y la elevada sensibilidad para diagnosticar todas las lesiones que podrían incrementar la morbi-mortalidad de los pacientes traumáticos y así poder decidir el mejor centro donde hacer el manejo de estos pacientes riesgo (23,37), que algunos autores defienden la realización de TC de manera sistemática en todos los pacientes con traumatismo torácico, especialmente en aquellos pacientes con mecanismo de alta energía y desaceleración (38,39).

Por otro lado, existen múltiples publicaciones que han demostrado la eficiencia de la radiografía de tórax frente al TC torácico al permitir un diagnóstico extremadamente rápido, fácil, seguro y barato, de las lesiones que comprometen la vida del paciente de forma inmediata (40). Algunos autores, incluso defienden que la radiografía de tórax es la mejor prueba diagnóstica para predecir el riesgo de morbi-mortalidad en los pacientes con traumatismo torácico (25,37,41).

### **1.3.1.2 eFAST en el paciente con traumatismo torácico**

El *eFAST* es una ecografía tipo *FAST* extendida a la región torácica para la detección de hemo y neumotórax. En algunos países con centros de Trauma especializados se realiza como adjunto en la evaluación primaria, especialmente en pacientes inestables. Durante un *eFAST* se examina:

- Región abdominal, para identificar líquido libre.
- Pared torácica antero-lateral, para identificar hemo o neumotórax.
- Región cardíaca, para identificar un taponamiento cardíaco.

El uso del *FAST* para la detección de líquido libre abdominal o pericárdico no merece discusión, es el *gold standard* en pacientes politraumáticos hemodinámicamente inestables.

Sin embargo, aún está en duda el papel del *eFAST* para el estudio de la región torácica tanto en pacientes estables como en inestables. Si bien es cierto que la sensibilidad de la ecografía para diagnosticar neumotórax y contusión pulmonar es mayor que la radiografía (42,43), aún no está claro el manejo de estos hallazgos.

Clásicamente se ha definido como neumotórax oculto aquel que se visualiza por TC, pero no se evidencia en la radiografía de tórax. En los últimos años se ha demostrado que el tratamiento conservador (observación) es seguro en estos pacientes, incluso en pacientes ventilados con presión positiva (siempre y cuando sean vigilados de manera estrecha) (44,45). No existen estudios, todavía, que analicen si los neumotórax diagnosticados por ecografía pueden ser tributarios a manejo conservador. Por este motivo, todavía no está claro el papel de la ecografía torácica en el paciente con politraumatismo.

### **1.3.2 Revisión secundaria en el paciente politraumático**

La revisión secundaria es una evaluación completa del paciente politraumático, es decir, una anamnesis y exploración física completa (de la cabeza a los pies), incluyendo una reevaluación de todos los signos vitales. La revisión secundaria no empieza hasta que la revisión primaria se ha completado, la reanimación está en marcha y se han normalizado las funciones vitales.

A nivel del tórax, durante la revisión secundaria, hay que diagnosticar todas las posibles lesiones comentadas previamente. Con esta finalidad, además de la radiografía de tórax y el *eFAST* disponibles durante la revisión primaria, disponemos del TC torácico, que se considera el *gold standard* para el diagnóstico de lesiones traumáticas torácicas.

### **1.3.2.1 TC en el paciente con traumatismo torácico**

Clásicamente las indicaciones de realización de TC torácico en los pacientes inestables eran: sospecha de lesión aórtica (según los criterios definidos en el punto 1.2.4.7), sospecha de lesión espinal; o sospecha de impacto de alta energía por fractura de la 1ª-3ª costilla, fractura esternal o fractura escapular (41).

Con el paso de los años se ha extendido su uso y en algunos centros optan por la realización de un “*pan-scan*” o “*body-TC*” en los pacientes politraumáticos. Existen publicaciones que defienden la realización de un “*body-TC*” en pacientes con politraumatismo de alta energía (46) o traumatismo grave (ISS >15) (47), mientras que otros autores defienden su realización de manera indiscriminada (48).

El TC tiene una elevada sensibilidad para detectar lesiones tanto si condicionan clínica en el paciente como si cursan de un modo asintomático. Discernir la necesidad de tratamiento en estas lesiones puede ser difícil y conllevar al uso de medidas terapéuticas innecesarias con su riesgo inherente de efectos adversos sobre el paciente. Además, la realización de un TC incrementa el riesgo de cáncer hematológico por irradiación (1 de cada 720 mujeres mayores de 40 años puede tener un cáncer inducido por radiación tras un TC, 1 de cada 1538 en el caso de hombres) (49), sin olvidar que en la mayoría de los casos se suele tratar de pacientes jóvenes. El riesgo hematológico, aunque poco conocido, ya ha sido demostrado y cuantificado, hasta un 2% de los cánceres diagnosticados en EEUU puede ser atribuido a la irradiación producida por el TC (50). Por otro lado, no debemos olvidar que la realización de TC de rutina incrementa el coste y la estancia de los pacientes en el servicio de urgencias. Por este motivo, a pesar de que en los últimos años la realización de un “*body-TC*” se ha popularizado, el *American College of Surgeons Committee on Trauma* desaconseja su realización por la elevada exposición a irradiación y sus posibles consecuencias (51).

En el traumatismo torácico, decidir si realizar el TC torácico siguiendo las indicaciones clásicas vs realizar TC torácico en todos los traumatismos torácicos, puede ser una decisión muy difícil.

El TC de tórax nos permitirá diagnosticar lesiones ocultas en la radiografía, ya que su sensibilidad diagnóstica es claramente superior a la radiografía, pero no está claro si esto se traduce en mejoras en el pronóstico de los pacientes (49). Algunos autores defienden realizar TC de tórax de rutina a todos los pacientes con traumatismo torácico severo (52) ya que los hallazgos en el TC les suponían un gran cambio en la actitud terapéutica (hasta un 41% de todos los pacientes atendidos). En cambio, otros estudios no encuentran lesiones significativas en pacientes con radiografía normal (50), por lo que defienden la realización de TC en pacientes con radiografía normal siguiendo unos

criterios muy estrictos, ya que menos de un 2% de pacientes con radiografía normal tendrán lesiones intratorácicas clínicamente relevantes (49).

En este sentido, algunos autores han podido demostrar un claro beneficio al realizar TC de manera selectiva, en función de los hallazgos clínicos y/o radiológicos, demostrando un cambio en la actitud terapéutica especialmente significativo en los pacientes en los que se les realiza un TC de manera selectiva frente a los que se realiza TC de manera rutinaria (53,54).

El grupo de Rodriguez RM, et al. publicaron en 2013 la validación de los criterios NEXUS para la optimización de recursos y pruebas de imagen en los pacientes estables con traumatismo torácico (55). Tras una selección de variables, finalmente obtuvieron 7 criterios clínicos que, combinados, son capaces de predecir con alta sensibilidad y alto valor predictivo negativo qué pacientes pueden tener lesiones intratorácicas significativas, y por tanto son tributarios a realizar estudio con prueba de imagen.

A continuación, mostramos las tablas con los criterios NEXUS para la indicación de realización de radiografía de tórax (Tabla 4) y los criterios NEXUS para la indicación de la realización de TC de tórax (Tabla 5) ante los pacientes politraumáticos.

**Tabla 4. Criterios NEXUS para la realización de radiografía de tórax**

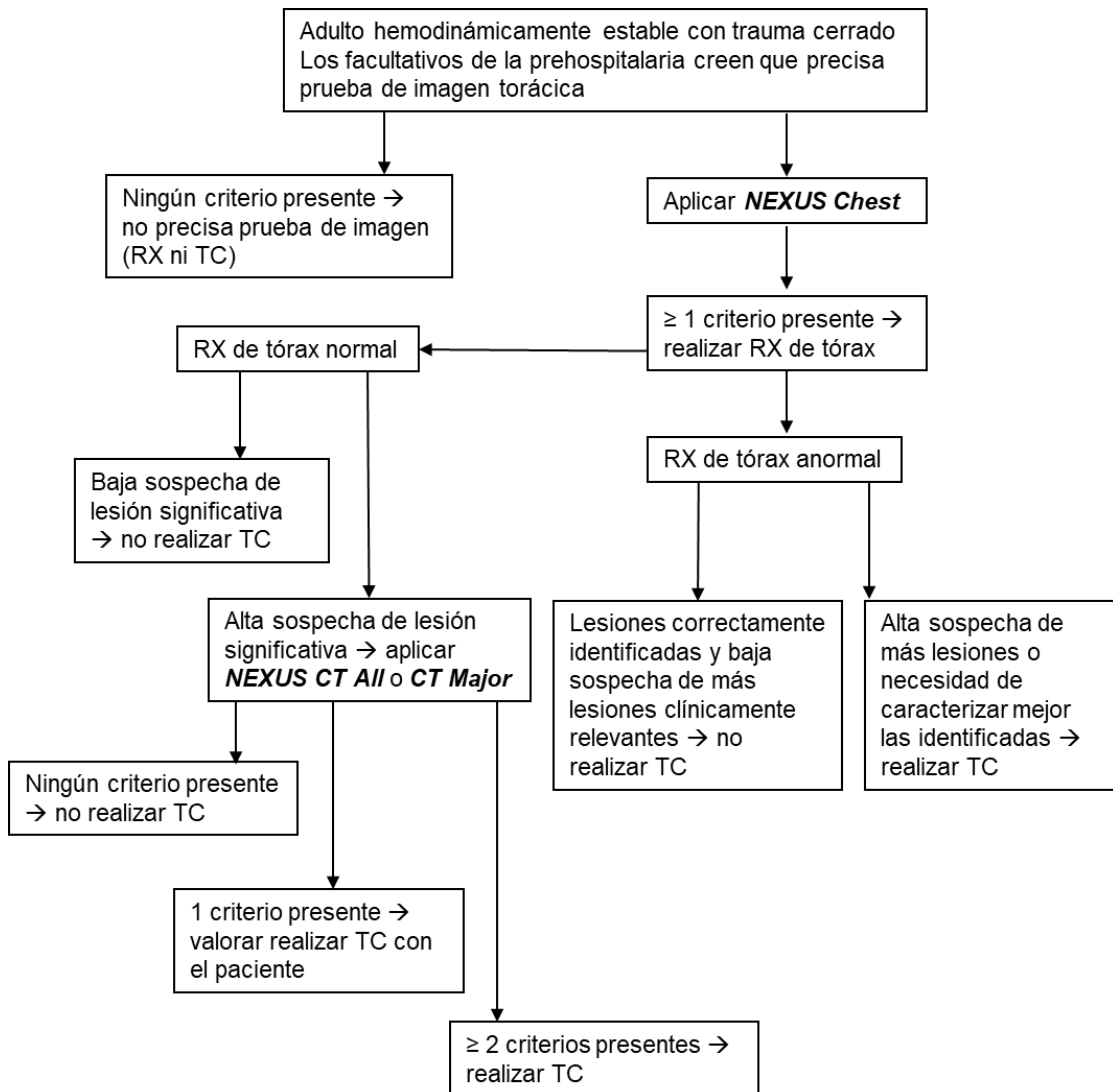
<i>NEXUS Chest</i>
Edad > 60 años
Mecanismos de rápida deceleración (caída > 20 pies o accidente de tráfico >40 millas/h)
Dolor torácico subjetivo
Intoxicación
Lesión distractora: dolor severo por otra lesión que puede distraer de una posible lesión intratorácica
Dolor a la palpación de caja torácica
Nivel de consciencia alterado

**Tabla 5. Criterios NEXUS para la realización de TC torácico**

<i>NEXUS CT Major</i>
Lesión distractora
Dolor a la palpación de caja torácica
Dolor a la palpación esternal
Dolor a la palpación de columna torácica
Dolor a la palpación escapular
<i>NEXUS CT All</i>
Criterios CT Major + mecanismo de rápida deceleración

Finalmente, tras obtener los criterios NEXUS para radiografía y TC de tórax, Rodriguez RM, et al. crearon un algoritmo diagnóstico para escoger que pacientes son tributarios de realización de radiografía, TC o ambas pruebas (56,57) (Figura 12).

**Figura 12. Algoritmo NEXUS para guiar las pruebas de imagen en trauma torácico cerrado. Traducido de (57)**



A pesar de la extensa bibliografía publicada al respecto, no existe un consenso claro todavía, ya que en los diferentes estudios se observan diferencias en el manejo de estos pacientes en función del área geográfica y los criterios de selección de los estudios son muy distintos, por lo que hoy en día todavía no existe una clara recomendación (58).

### 1.3.3 Índices y escalas de valoración del traumatismo torácico

Los pacientes con traumatismo torácico severo suelen ser politraumáticos con múltiples lesiones asociadas, por lo que son pacientes con alto riesgo de desarrollar síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (SIRS), distrés respiratorio (SDRA), complicaciones infecciosas (neumonía o traqueobronquitis) o fallo multiorgánico. Debido a la propia lesión torácica, pueden necesitar mayor tiempo de estancia en UCI, mayor duración de la ventilación mecánica y complicaciones derivadas de las propias lesiones torácicas e incluso tener mayor índice de mortalidad. Así que, detectar los pacientes con



traumatismo torácico que se asocian a un mayor riesgo de complicaciones y mortalidad de forma precisa y precoz es imprescindible.

A lo largo de los años se han descrito diferentes scores para graduar la gravedad de los pacientes traumáticos (RTS, ISS, TRISS) que incluyen las lesiones torácicas dentro de su cómputo global.

Se han descrito diferentes scores para establecer la gravedad de las lesiones torácicas de forma específica, rápida y precoz. Dentro de la clasificación anatómica de la AIS, existe la clasificación y graduación de las lesiones torácicas (OIS) en función de su gravedad (59) (Tabla 6). Lo que nos permite comparar las lesiones de una manera homogénea entre los diferentes grupos de estudio.

**Tabla 6. OIS tórax. Traducida de (59)**

Grado	Tipo de lesión	Descripción	AIS-15
I	Contusión	Cualquier tamaño	410402.1
	Laceración	Piel y subcutáneo	410600.1
	Fractura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &gt;3 costillas, cerrada</li> <li>• Clavícula no desplazada, cerrada</li> </ul>	450200.1 750651.2
II	Laceración	Piel, subcutáneo y músculo	410604.2
	Fractura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ≥3 costillas adyacentes, cerrado</li> <li>• Clavícula abierta o desplazada</li> <li>• Esternal no desplazada, cerrada</li> <li>• Cuerpo escapular</li> </ul>	450203.3 750662.2 450804.2 750951.2
III	Laceración	Profunda, incluyendo pleura	441800.2
	Fractura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esternal abierta o desplazada</li> <li>• Volet costal (&lt;3 costillas)</li> </ul>	450804.2 450211.3
IV	Laceración	Avulsión de pared torácica con fractura costal asociada	451020.4
	Fractura	Volet costal unilateral (≥3 costillas)	450212.3
V	Fractura	Volet costal bilateral (≥3 costillas en ambos lados)	450214.5

A parte de clasificaciones basadas en la anatomía, existen algunos otros scores que tratan de graduar y predecir las complicaciones en función de los hallazgos radiológicos y fisiológicos.

Uno de los primeros scores publicados fue el *Rib Fracture Score* (RFS) en 2001. De una manera simplificada, teniendo en cuenta únicamente el número de fracturas y la edad, pretendía graduar la gravedad de los pacientes para así decidir que pacientes se beneficiaban de un manejo específico (60) (Tabla 7). Según el protocolo publicado en su momento, el grupo de Easter A, et al. proponían que los pacientes con trauma torácico y un RFS superior a 6 deberían recibir cuidados específicos para prevenir las complicaciones respiratorias. Pero, posteriormente, este score no ha sido validado.

**Tabla 7. Rib Fracture Score. Traducido de (60)**

Rib Fracture Score	
RFS = N.º de fracturas costales x N.º de lados afectado + factor edad	≤50 = 0 51-60 = 1 61-70 = 2 71-80 = 3 ≥81 = 4

En 2012 el grupo de Pressley CM, et al. publicaron el *Chest Trauma Score* (CTS)(61). Teniendo en cuenta criterios radiológicos (número de fracturas, bilateralidad y contusión pulmonar) y aplicando una corrección por edad, permitía predecir que pacientes tendrían necesidad de ingreso en UCI, mayor tiempo de ventilación mecánica, intubación y exitus (Tabla 8). Dos años más tarde, un grupo del mismo hospital, pero liderado por Chen J, validaron este score. En su estudio demostraron que un CTS de 5 o superior se relacionaba con mayor probabilidad de neumonía, traqueostomía y mayor mortalidad (con una Odds Ratio casi de 4 comparado con un CTS inferior a 5) (62).

**Tabla 8. Chest Trauma Score. Traducido de (61)**

Chest Trauma Score	
Edad (años)	N.º fracturas costales
<45 = 1	<3 = 1
45-65 = 2	3-5 = 2
>65 = 3	>5 = 3
Contusión pulmonar	Fracturas costales bilaterales
No = 0	No = 0
Leve = 1	Si = 2
Severa = 2	
Bilateral = 3	
Score total:	

Con el paso de los años y la popularización del TC han surgido scores como el RibScore (63) que se basa, únicamente, en los hallazgos radiológicos por TC (Tabla 9). El RibScore permitió predecir las complicaciones pulmonares (neumonía, insuficiencia respiratoria y traqueostomía) con una buena área bajo la curva (AUC) (0.71, 0.71 y 0.75 respectivamente).

**Tabla 9. RibScore. Traducido de (63)**

RibScore	
Asigna 1 punto a cada variable:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\geq 6</math> fracturas costales</li> <li>• Volet costal</li> <li>• <math>\geq 3</math> fracturas bicorticales desplazadas</li> <li>• Fractura de la 1ª costilla</li> <li>• Mínimo una fractura en cada localización anatómica: anterior, lateral y posterior.</li> </ul>	

En 2018, el grupo de Florida liderado por Fokin A, publicó un estudio en el que analizaron los tres scores mencionados previamente (RFS, CTS y RibScore)(64). Realizaron un estudio retrospectivo para tratar de validar un punto de corte válido para estos scores, a partir del cual la mortalidad se ve incrementada de manera significativa. En su estudio diferencian dos grupos de población: geriátrica ( $>65$  años) y no geriátrica (NG). Según sus resultados los puntos de corte de los diferentes scores son diferentes en función de la población analizada (Tabla 10).

**Tabla 10. Comparación de los puntos de corte de los diferentes scores según la población analizada**

	Rib Fracture Score				Chest Trauma Score				RibScore			
	Geriátrico		NG		Geriátrico		NG		Geriátrico		NG	
	$\geq 10$	$< 10$	$\geq 8$	$< 8$	$\geq 4$	$< 4$	$\geq 6$	$< 6$	$\geq 1$	$< 1$	$\geq 1$	$< 1$
Mortalidad	20%	6%	15%	8%	12%	4%	17%	7%	12%	6%	17%	6%

A lo largo de los años han surgido muchos scores, algunos más complejos (Wagner-score y Thoracic Trauma Severity score (TTS)(65). Estos scores, han tratado de ser más fiables reuniendo criterios anatómicos y fisiológicos o utilizando criterios radiológicos más específicos, pero su alta complejidad hace que sean difícilmente reproducibles.

A continuación, presentamos una tabla resumen que compara los ítems evaluados en los diferentes scores de trauma torácico (Tabla 11).

**Tabla 11. Comparación de diferentes scores de trauma torácico**

	OIS	RFS	CTS	RibScore	Wagner	TTS
Criterios fisiológicos						✓
Criterios demográficos						
Edad		✓	✓			✓
Trauma cerrado	NS	NS	NS	✓	✓	✓
Trauma penetrante	NS	NS	NS			
Criterios radiológicos						
RX de tórax	NS	NS	NS			✓
TC tórax	NS	NS	NS	✓	✓	
Criterios anatómicos analizados						
N.º fracturas costales	✓	✓	✓	✓		✓
Volet costal	✓			✓		
Desplazamiento de la fractura				✓		
Localización anatómica de la fractura				✓		
Bilateralidad	✓	✓	✓	✓		
Fractura de la 1ª costilla				✓		
Contusión pulmonar	✓			✓	✓	✓
Otras fracturas	✓					

\*NS: no especificado

Todavía no existe consenso sobre que pacientes son tributarios de realizar un TC torácico, ni un claro *gold standard* para la predicción de complicaciones en los pacientes con traumatismo torácico cerrado.

## 2: HIPÓTESIS

El RibScore es el mejor predictor de complicaciones respiratorias en el paciente con traumatismo torácico cerrado.

## 3: OBJETIVOS

### 3.1 Objetivo principal

1. El objetivo principal de nuestro estudio es analizar la asociación del RibScore con la aparición de complicaciones respiratorias en el paciente con traumatismo torácico cerrado.

### 3.2 Objetivos secundarios

1. Comparar los hallazgos patológicos identificados en la radiografía de tórax evaluada por el cirujano y el radiólogo con los hallazgos patológicos identificados en el TC de tórax. Analizar si los diferentes hallazgos identificados en el TC son clínicamente significativos, implicando un cambio en el manejo terapéutico del paciente.
2. Analizar la asociación del número de fracturas costales y las distintas localizaciones anatómicas con las complicaciones respiratorias. Determinar si existe un número de fracturas costales a partir del cual se incrementan las complicaciones respiratorias.
3. Comparar los diferentes scores de gravedad del traumatismo torácico (RibScore, Chest Trauma Score y Rib Fracture Score) en su capacidad para predecir complicaciones respiratorias aplicados en el TC y determinar si son aplicables en radiografías de tórax para predecir complicaciones respiratorias.
4. Analizar si debemos modificar nuestro protocolo hospitalario de atención a pacientes con traumatismo torácico, y las indicaciones de realización de TC de tórax.

## 4: MATERIAL Y MÉTODOS

### 4.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

Se trata de un estudio observacional de carácter analítico, con recogida de datos de manera prospectiva.

Estudio unicéntrico, desarrollado en el *Hospital Universitari Parc Taulí*, de Sabadell. Se trata de un hospital universitario, sede de la unidad docente Parc Taulí del grado de medicina de la Universidad Autónoma de Barcelona. Es el centro de referencia de la comarca del Vallés Occidental, atiende a una población de 402.246 habitantes, con hasta 131.028 pacientes atendidos de urgencias al año. Es un hospital de tercer nivel, con 673 camas de agudos, de las cuales 48 son destinadas al área de críticos y 20 a semicríticos. El año 2022 se atendieron unos 592 pacientes con activación de código PPT, de los cuales cerca del 17% requirieron ingreso en UCI (99), con un ISS medio de 19,6. El hospital tiene disponibilidad de los medios profesionales y estructurales necesarios para atender a pacientes politraumatizados graves (con quirófano de urgencias y radiología intervencionista disponibles 24h los 365 días).

En 2011 el *CatSalut* creó el “codi PPT” a nivel prehospitalario (ver Tabla 1), como una adaptación del triaje prehospitalario definido por el *American College of Surgeons* en 2009. Esta clasificación permite, de manera prehospitalaria, diferenciar según gravedad los tipos de politraumatismo, y así definir el centro hospitalario más adecuado para su atención; destinando los pacientes “Prioridad 0 y 1” a centros especializados, entre los que se incluye el Hospital Parc Taulí. Según la instrucción 04/2011 del CatSalut los centros de atención al Trauma nivel 3 son hospitales con actividad terciaria, con capacidad para la atención urgente, estabilización, ingreso y atención especializada. Estos centros deben tener experiencia en el tratamiento de pacientes politraumáticos graves (ISS>15), equipo asistencial organizado para dar atención al trauma grave 24h, quirófano de urgencias disponible 24h y existencia de un programa de atención al trauma grave con un coordinador y que se haga formación a residentes e investigación en el ámbito del trauma grave. Dentro de este grupo existe un subgrupo de centros denominados Centros de Atención al Trauma Especializado (CAT 3e) que están altamente especializados para la atención al traumático, con atención a lesionados medulares 24h, reimplante de miembros 24h o unidad de quemados. En Cataluña únicamente existen 3 centros con estas capacidades: Hospital Universitari Parc Taulí, Hospital Universitari Vall d’Hebron y Hospital Clínic (3).

## **4.2 DEFINICIONES**

### **4.2.1 Paciente politraumatizado**

Se considera que un paciente es politraumatizado cuando sufre una lesión de alta energía, potencialmente grave según criterios anatómicos, fisiológicos o por mecanismo de acción (Tabla 1).

### **4.2.2 Paciente politraumatizado grave**

Definimos un paciente politraumatizado grave como aquel paciente politraumatizado que tiene un ISS  $\geq 15$ .

### **4.2.3 Traumatismo torácico**

Definimos un paciente con traumatismo torácico cuando por el mecanismo lesional se pueden haber producido lesiones en el tórax.

### **4.2.4 Cambio en la actitud terapéutica**

Definimos que ha habido un cambio en la actitud terapéutica cuando, tras la realización de una prueba complementaria se deciden tomar medidas terapéuticas distintas de las realizadas hasta el momento. Las medidas terapéuticas adoptadas clínicamente relevantes son:

- Analgesia avanzada: inserción de catéter peridural para el control del dolor o analgesia mediante bomba PCA de morfina.
- Ingreso en críticos: paciente ingresado en UCI o unidad de semicríticos y con vigilancia estrecha. Ante cambios clínicos o hemodinámicos se planteará intervención urgente.
- Inserción de drenaje pleural.

No se considera cambio en la actitud terapéutica:

- Colocación de drenaje pleural por neumotórax oculto. Definimos un neumotórax oculto como aquel que no se visualiza por radiografía y únicamente se visualiza en el TC. Si tras la realización de TC se ha colocado drenaje pleural en nuestros pacientes ha sido por la identificación de hemotórax concomitante.
- No incluimos entre las intervenciones la cirugía para estabilización de fracturas costales ya que en nuestro centro no se realiza este procedimiento.

#### **4.2.5 TC o Radiografía patológica**

Definimos una prueba radiológica como patológica si tiene algún hallazgo patológico derivado del traumatismo. Todos los hallazgos considerados patológicos se describen en la Tabla 14.

#### **4.2.6 Complicaciones respiratorias**

Definimos como complicaciones respiratorias: la aparición de insuficiencia respiratoria y la neumonía. No se incluye la traqueostomía ni la muerte.

- Insuficiencia respiratoria: definida como necesidad aguda de ventilación mecánica o ventilación mecánica prolongada durante más de 48h (62).
- Neumonía (en pacientes no intubados): tos con expectoración, parámetros infecciosos analíticos e infiltrado compatible en la radiografía (63).
- Neumonía (en pacientes intubados): los mismos que en los pacientes no intubados más un lavado bronco-alveolar con germen (63).

### **4.3 SUJETOS DEL ESTUDIO**

Del registro de pacientes politraumáticos atendidos en el *Hospital Universitari Parc Taulí* desde marzo de 2006 hasta diciembre de 2018 se han incluido:

- Pacientes politraumatizados con traumatismo torácico mayores de 16 años que ingresan en área de críticos o que son exitus antes de su ingreso.
- Mecanismo de traumatismo cerrado
- Pacientes con una radiografía de tórax al ingreso y TC de tórax durante las primeras 72h

Criterios de exclusión:

- Pacientes que son trasladados a otro centro tras la atención inicial
- Pacientes derivados de otro centro
- Mecanismo de trauma penetrante

### **4.4 PROCEDIMIENTOS**

Desde marzo de 2006 en el *Hospital Universitari Parc Taulí* se recogen los datos de todos los pacientes politraumatizados mayores de 16 años que requieren ingreso en área de críticos o que fallecen antes de su ingreso. Estos datos son recogidos de manera



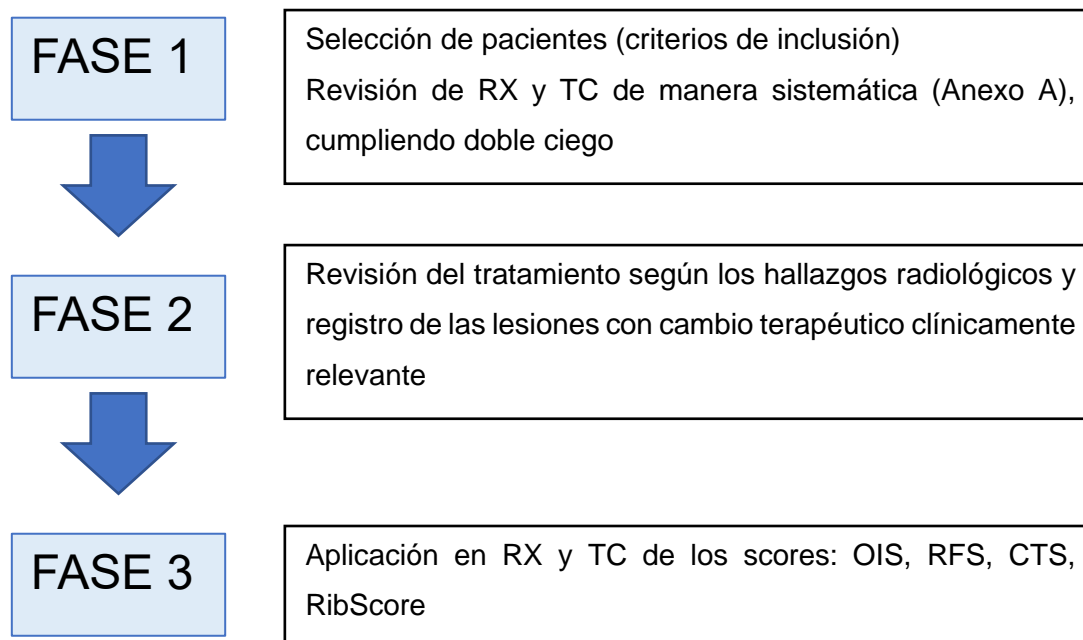
prospectiva en una base de datos tipo Access® con formato protegido para evitar la entrada de datos de manera errónea.

En una primera fase, se han seleccionado los pacientes que cumplen los criterios de inclusión de nuestro estudio en el registro prospectivo de nuestro centro. Un cirujano y un radiólogo especializado en patología torácica han revisado las imágenes de todas las radiografías torácicas y TC torácicos para cada uno de los pacientes. Con el objetivo de realizar un estudio de las imágenes homogéneo, la búsqueda de lesiones traumáticas seguía el esquema anexado (Anexo A). Nuestro estudio cumple las directrices del doble ciego: ambos especialistas desconocen a qué paciente corresponden las imágenes pertinentes y ambos especialistas desconocen el resultado del análisis del otro.

En la segunda fase del estudio, se han analizado los hallazgos descritos tanto en las radiografías como en el TC. Se han identificado todas las lesiones patológicas halladas en el TC que han necesitado un cambio de actitud terapéutica, y si ésta es clínicamente relevante.

En la última fase del estudio se aplicaron diferentes scores para evaluar el trauma torácico: Chest Trauma Score, Rib Fracture Score, RibScore y OIS. Se calcularon los distintos scores tanto en los hallazgos descritos en las radiografías como en los TC (Figura 13).

**Figura 13. Cronograma del estudio**



## **4.5 VARIABLES DEL ESTUDIO**

### **4.5.1 Variables del objetivo principal**

- RibScore calculado según la definición del punto 1.3.3
- Insuficiencia respiratoria
- Neumonía

### **4.5.2 Otras variables principales**

- Días de estancia en UCI

En cada radiografía y TC se ha analizado:

- Número de fracturas costales
- Costillas afectadas
- Localización anatómica de la fractura: anterior, lateral o posterior
- Tipo de fractura: simple, bifocal, conminuta o desplazada.
- Fractura de: escápula, clavícula y esternón.
- Ensanchamiento en el mediastino (en RX)
- Hallazgo patológico en el mediastino (en TC)
- Volet costal
- Hemotórax
- Neumotórax
- Neumotórax oculto (en TC)
- Atelectasia y lóbulos afectados
- Contusión y lóbulos afectados
- Laceración y lóbulos afectados
- Terapia realizada en función de los hallazgos (a criterio del cirujano): analgesia, analgesia avanzada, drenaje pleural, ingreso en unidad de críticos.

Además, se han calculado otros scores (definidos en el apartado 1.3.3):

- OIS
- *Rib Fracture Score* (RFS)
- *Chest Trauma Score* (CTS)

### **4.5.3 Variables secundarias**

Las variables secundarias recogidas incluyen la información recogida de los pacientes politraumatizados:

- Edad
- Sexo
- Índice de Charlson
- Mecanismo de lesión
- Tipo de traumatismo (penetrante o cerrado). En nuestro estudio solo incluimos los pacientes con traumatismo cerrado.
- Mortalidad y causa de la misma

### **4.6 EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA**

- Se definen las lesiones nuevas encontradas en el TC respecto a la RX
- Se define la actitud terapéutica llevada a cabo en función de los hallazgos en la RX y en el TC.
- Se define un cambio terapéutico clínicamente relevante cuándo se ha realizado una actitud terapéutica diferente a la luz de las nuevas lesiones detectadas por TC.
- Se aplican los scores de gravedad de traumatismo torácico en RX y TC
- Se analiza la capacidad de los scores de gravedad de traumatismo torácico de predecir complicaciones respiratorias.

### **4.7 ESTUDIO ESTADÍSTICO**

#### **4.7.1 Cálculo de la muestra**

No se ha realizado cálculo de la muestra ya que es un estudio observacional y descriptivo. Se han utilizado todos los pacientes disponibles sin ninguna preselección y sin *cherry-picking*.

#### **4.7.2 Análisis estadístico**

Las variables descritas anteriormente de los pacientes politraumatizados graves han sido recogidas de manera prospectiva en una base de datos informatizada (Microsoft® Access 2003), introduciendo los datos de forma relacional y en formato protegido para evitar la entrada de valores fuera de rango o anómalos, en la medida de lo posible.

Las variables descritas anteriormente sobre los hallazgos radiológicos han sido recogidas de manera retrospectiva en una base de datos informatizada (Microsoft® Access Database) (Anexo B).

Los datos han sido analizados mediante el paquete SPSS® v25 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA).

Los resultados se presentan en medias e intervalos de confianza del 95% para las variables cuantitativas y en porcentajes e intervalos de confianza del 95% para variables cualitativas.

Para analizar la concordancia entre los hallazgos radiológicos descritos en las radiografías leídas por radiólogo, cirujano y hallazgos del TC se ha utilizado la índice kappa de correlación. Se definen los siguientes valores de corte para el índice Kappa (Tabla 12).

**Tabla 12. Valoración del Índice Kappa**

Valoración del Índice Kappa	
0.21-0.40	Débil
0.41-0.60	Moderada
0.61-0.80	Buena
0.81-1.00	Muy buena

Se ha intentado obtener diversos modelos predictivos que permitan adelantar cuáles son los pacientes con mayor riesgo de complicaciones. Para ello, se ha utilizado la regresión logística. Dado que pretendemos obtener una ecuación con un propósito predictivo, se trata de obtener un modelo de regresión logística múltiple que permita predecir la respuesta de nuevos sujetos con el mínimo error posible. Por tanto, el uso de este modelo comporta seleccionar el subconjunto de variables que minimiza la varianza residual. Para escoger el modelo máximo a partir del cual trabajar, en la fase previa se hallaron los valores máximos y mínimos de cada variable, para detectar posibles errores en la matriz de datos que hubieran pasado los filtros anteriores, así como la presencia o ausencia de valores excepcionales.

Hosmer y Lemeshow sugieren un proceso de preselección de las variables en base a los resultados de regresiones logísticas con una sola variable independiente, seleccionando como potenciales variables aquellas que en dicho análisis obtienen valores  $p > 0.25$  (66). Sin embargo, y siguiendo directrices de Domènech, hemos decidido

no utilizarlo porque en situaciones de mucha confusión se puede enmascarar alguna importante contribución de variables relevantes.

El modelado se realizó según la técnica descrita por Domènech (67). Se ha seguido en todo momento la norma jerárquica. A partir del modelo máximo, mediante inclusión secuencial, exclusión secuencial y regresión paso a paso, se obtienen diversos modelos más parsimoniosos.

En una segunda etapa, se fijan en el modelo las variables que los anteriores análisis han detectado como más importantes y se van añadiendo de forma controlada las restantes variables con objeto de mejorar el ajuste. Es importante insistir en que la decisión de incluir o excluir variables no se basa en el valor p como único criterio. Cada vez que se incluye o excluye una variable se revisan los cambios producidos en los coeficientes de las otras variables que están en el modelo (con especial atención a las variables teóricamente relevantes). Toda variable que producía un cambio relevante en algunos coeficientes era dejada en el modelo por motivos de ajuste, aunque su coeficiente de regresión no fuera significativo. En una tercera etapa se incluían términos de interacción, en este caso siempre basados en su significación estadística (67).

Una vez obtenido el modelo final definitivo, se analizan las condiciones de aplicación del modelo, especialmente el supuesto de linealidad. En la práctica, se analiza a partir de los residuales, según metodología descrita por Domènech (67).

Durante la construcción del modelo se ha utilizado siempre la prueba de razón de verosimilitud en lugar de la prueba de Wald, ya que es más potente cuando el valor del parámetro B se aleja de cero.

#### **4.8 ASPECTOS ÉTICOS**

El estudio fue presentado al Comité de Ética de nuestro centro y fue aprobado con el código CIR2020/515.

Este estudio está registrado en ClinicalTrials.gov con el número de registro NCT05617404.

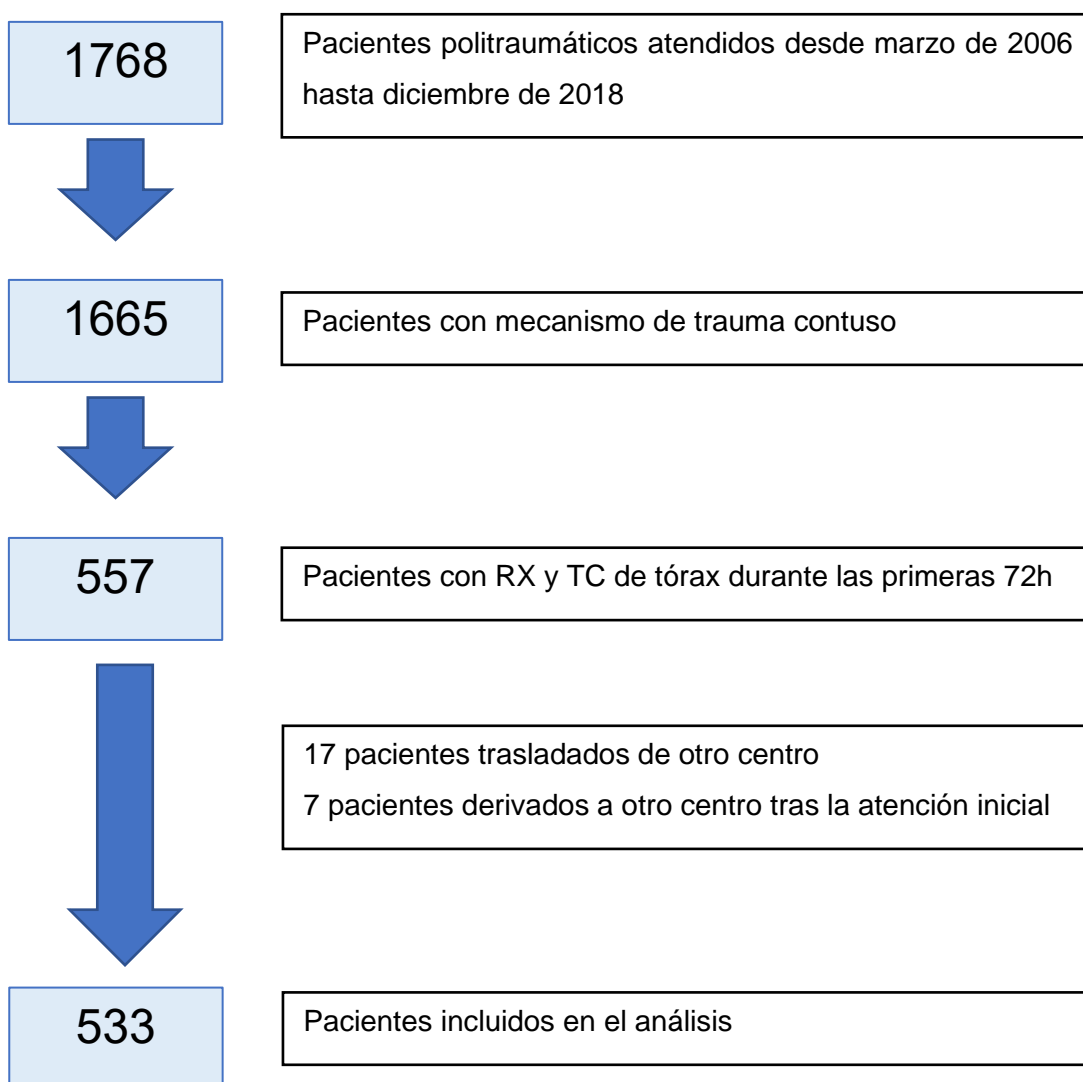
En pacientes politraumatizados, los datos son recogidos de forma anónima y siguiendo la ley orgánica 15/1999 del 13 de diciembre de protección de datos de carácter personal (LOPD).

## 5: RESULTADOS

### 5.1 GENERALIDADES

Desde marzo de 2006 hasta diciembre de 2018 se han recogido prospectivamente 1768 pacientes politraumatizados, mayores de 16 años, que ingresaron en área de críticos o fallecieron previo a su ingreso. De estos pacientes, 1665 fueron atendidos por trauma cerrado. A todos los pacientes se les realizó radiografía de tórax en el box y a 557 pacientes se les realizó, además, TC de tórax durante sus primeras 72 horas de ingreso. De estos, 533 pacientes fueron los seleccionados para el estudio, ya que no cumplieron criterios de exclusión (Figura 14).

**Figura 14. Selección de pacientes**



La edad media del grupo de pacientes es de 46 años (DE 17.5) con un rango de 16-90 años. La mayoría de los pacientes son hombres, representando un 80% de los casos (427 de 533). El ISS medio es de 25.2 (DE 15.6) con un rango de 0-75.

El mecanismo de lesión en todos ellos fue por trauma contuso, siendo el tipo de traumatismo más frecuentes el accidente de tráfico (24.2% accidente de coche y 21.2% accidente de moto) seguido de la precipitación (20.3%).

Se han registrado 71 exitus (13.3% de todos los pacientes), cuya causa más frecuente de muerte es por muerte de causa neurológica (36 de 71, 50.7% de los exitus), seguida del shock hipovolémico (20 de 71, 28.1% de los exitus) y el fallo multiorgánico (11 de 71, 15.5% de los exitus) (Tabla 13).

**Tabla 13. Descriptivo de pacientes politraumatizados incluidos en el análisis**

<b>Pacientes</b>	n	533
<b>Edad media</b>	Media (DE)	46 (17.5)
<b>Sexo</b>	n (%)	
Hombres		427 (80)
Mujeres		106 (19.9)
<b>ISS medio</b>	Media (DE)	25.2 (15.6)
<b>Mecanismo de acción</b>	n (%)	
Accidente de coche		129 (24.2)
Accidente de moto		113 (21.2)
Accidente de bici		37 (6.9)
Precipitación		108 (20.3)
Caída		40 (7.5)
Aplastamiento		22 (4.1)
Atropellamiento		38 (7.1)
Otros		46 (8.6)
<b>Mortalidad global</b>	n (%)	71 (13.3)
<b>Causa de exitus</b>	n (%)	
Muerte neurológica		36 (50.7)
Shock hipovolémico		20 (28)
Fracaso multiorgánico		11 (15.5)
Causa respiratoria		4 (5.6)
<b>Mortalidad evitable o potencialmente evitable</b>	n (%)	10 (14%)
Shock hipovolémico		9 (90%)
Fracaso multiorgánico		1 (10%)

## 5.2 COMPARACIÓN DE LOS HALLAZGOS RADIOLÓGICOS

### 5.2.1 Descripción de los hallazgos radiológicos

El cirujano describió 227 radiografías como normales o sin hallazgos derivados del traumatismo (42.6%), en el caso de radiólogo fueron 180 radiografías (33.8%). Finalmente hubo 78 pacientes con TC sin hallazgos significativos (14.6%).

Se describen a continuación los hallazgos patológicos descritos por el cirujano y el radiólogo al evaluar las radiografías de tórax. Y los hallazgos descritos por el TC (Tabla 14).

**Tabla 14. Descripción de los hallazgos radiológicos**

Hallazgo radiológico	Cirujano (radiografía)	Radiólogo (radiografía)	TC
Número total de fracturas costales	753	884	1863
Pacientes con fracturas bilaterales	22	20	85
Fracturas escapulares	38	44	97
Fracturas claviculares	30	48	50
Pacientes con sospecha de volet costal	4	0	10
Hemotórax	48	56	221
Neumotórax	110	122	331
Atelectasias pulmonares	8	102	105
Número total de lóbulos pulmonares contundidos	113	245	401
Laceraciones pulmonares	0	3	85
Ensanchamiento mediastínico/hallazgo patológico en el mediastino	34	30	28

### 5.2.2 Comparación de los hallazgos radiológicos

Hemos comparado la lectura de la radiografía simple realizada por el cirujano y el radiólogo con el *gold standard* (TC).



La radiografía evaluada tanto por el cirujano como por el radiólogo tienen elevada especificidad (77.6%) para el diagnóstico de una radiografía patológica; con una sensibilidad algo mayor para el radiólogo (76% vs. 66%) (ver Tablas 15 y 16).

**Tabla 15. Radiografía patológica (cirujano) comparada con TC patológico**

		TC patológico		
		No	Sí	Total
Radiografía patológica (cirujano)	No	45	161	206
	Sí	13	314	326
Total		58	475	533

**Tabla 16. Radiografía patológica (radiólogo) comparada con TC patológico**

		TC patológico		
		No	Sí	Total
Radiografía patológica (radiólogo)	No	45	114	159
	Sí	13	361	374
Total		58	475	533

En un 67% (359 de 533) de los casos el cirujano (evaluando la radiografía) y el TC concuerdan (Tabla 17). En el caso del radiólogo, éste coincide con el TC en el 76% de los casos. Menos de un 3% de las ocasiones (13 de 533) el cirujano y el radiólogo malinterpretan la radiografía pensando que puede ser patológica y posteriormente el TC es normal (Tablas 15 y 16).

**Tabla 17. Radiografía patológica comparada con TC patológico**

Resultado radiografía		Coincidencia con TC (%)		Resultado TC
		Cirujano	Radiólogo	
Normal		45 (78%)	45 (78%)	58
Patológica		314 (67%)	361 (76%)	475

Se ha comparado el número de fracturas vistas por el cirujano, el radiólogo y el total en el TC. En cuanto al número de fracturas, se han categorizado los hallazgos radiológicos en los siguientes grupos: no fracturas, entre 1 y 3 fracturas, 4 o más fracturas; por las implicaciones en el manejo que ello implica.

**Tabla 18. Comparación en el número de fracturas entre radiografía y TC**

Total, fracturas RX	Coincidencia con TC (%)		Total, por TC
	Cirujano	Radiólogo	
No fracturas	189 (95%)	183 (92%)	198
Entre 1 y 3	20 (18%)	33 (31%)	106
4 o más	95 (41%)	108 (47%)	229

En los pacientes que no tienen fracturas, esto se ve confirmado en el TC en el 95% de las ocasiones (comparando con la radiografía evaluada por el cirujano) vs. 92% (comprando con el radiólogo) (Tabla 18). En los pacientes con 1-3 fracturas costales, la tasa de detección baja hasta el 18% (cirujano) y 31% (radiólogo). La tasa de detección es superior en los pacientes que tienen más de 4 fracturas costales (41% el cirujano vs. 47% el radiólogo).

Posteriormente se ha analizado la capacidad de detección de las fracturas costales en la radiografía en función de su localización anatómica (altas, medias o bajas) y según la localización del trazo de fractura (anterior, lateral y posterior) (Tablas 19 y 20).

Las fracturas más frecuentemente advertidas en la radiografía de tórax son las fracturas medias (59% el cirujano vs. 66.5% el radiólogo), pasando muy desapercibidas las fracturas bajas (13% vs. 15%) (Tabla 19). Las fracturas con trazo lateral y posterior son las más fácilmente identificables por radiografía, mientras que las anteriores no son prácticamente diagnosticadas por esta prueba de imagen (2.3% cirujano vs. 4.6% radiólogo) (Tabla 20).

**Tabla 19. Comparación entre la identificación de fracturas según su localización entre radiografía y TC**

Localización fracturas RX	Coincidencia con TC (%)		Total, fracturas por TC
	Cirujano	Radiólogo	
Altas	38.6%	52.5%	181
Medias	59%	66.5%	302
Bajas	13%	15%	121

**Tabla 20. Comparación entre la identificación de fracturas según localización del trazo de fractura radiografía y TC**

Trazo de fractura RX	Coincidencia con TC (%)		Total, fracturas por TC
	Cirujano	Radiólogo	
Anterior	2.3%	4.6%	130
Lateral	65%	74.7%	166
Posterior	51%	51.7%	234

### 5.2.3 Análisis de la indicación clásica del TC de tórax

Tal y como se ha mencionado previamente (ver punto 1.3.2.1 TC en el paciente con traumatismo torácico) las lesiones con indicación de TC eran: sospecha de lesión aórtica, sospecha de lesión espinal; o sospecha de impacto de alta energía por fractura de la 1ª-3ª costilla, fractura esternal o fractura escapular (41). Clásicamente se ha considerado que estas lesiones halladas en radiografía tenían alto riesgo de estar asociadas a lesiones intratorácicas significativas, y por eso se consideraba que eran las indicaciones de realizar un TC. Puesto que la indicación de realizar el TC de tórax, en nuestro medio, la realiza el cirujano, hemos analizado la capacidad de detección de estas lesiones en la radiografía de tórax. En la siguiente tabla (Tabla 21) se muestran los valores de valor predictivo positivo (VPP) y valor predictivo negativo (VPN).

De esta tabla destacamos el VPN, ya que creemos que, si la prueba tiene elevado VPN para estas lesiones, podemos excluir con cierta seguridad que habrá lesiones

significativas intratorácicas. Por ejemplo, si tras la evaluación de la radiografía por parte del cirujano, éste no evidencia ensanchamiento mediastínico, es probable que esto sea cierto y en el TC no se confirme esta lesión, con elevada probabilidad (96%).

**Tabla 21. Indicaciones clásicas de TC**

	VPP	VPN
<b>Ensanchamiento mediastínico</b>	28%	96%
<b>Fractura costal alta</b>	38.6%	75%
<b>Fractura escapular</b>	27%	87%

No se ha analizado la fractura vertebral (tal y como se describe en material y métodos). En la tabla no se incluye la fractura esternal ya que no se vio ninguna en la radiografía de tórax inicial.

#### **5.2.4 Relación entre los hallazgos radiológicos y el manejo terapéutico**

Habitualmente, el manejo terapéutico se decide por parte del equipo de cirugía y anestesiología, en función de la clínica del paciente y los hallazgos en la radiografía de tórax valorada por el cirujano de guardia en el box de atención inicial al paciente politraumatizado. Hemos comparado el tratamiento indicado tras la evaluación de la radiografía por parte del cirujano, con el tratamiento instaurado tras la realización del TC. Consideramos que se ha realizado un cambio en la actitud terapéutica cuando, tras la realización del TC el tratamiento indicado ha sido diferente y más agresivo.

##### **5.2.4.1 Cambio en la actitud terapéutica tras radiografía normal**

En los casos en los que el cirujano ha valorado la radiografía como normal, pero el TC ha sido patológico (161/553) (Tabla 15) se ha realizado un cambio en la actitud terapéutica tras realizar el TC en el 84% de los pacientes. El tratamiento realizado ha sido el siguiente:

- Analgesia convencional o avanzada: 57 pacientes (34%)
- Drenaje percutáneo: 42 pacientes (26%)
- Ingreso en unidad de críticos: 37 pacientes (23%)

##### **5.2.4.2 Cambio en la actitud terapéutica tras radiografía patológica**

En los casos en los que el cirujano ha valorado la radiografía como patológica, y el TC se confirma patológico (314/553) (Tabla 15) se ha realizado un cambio en la actitud terapéutica en el 40% de los pacientes.

De los pacientes con radiografía patológica, tras la realización de TC se han incrementado las medidas terapéuticas en los siguientes casos:

- Analgesia convencional o avanzada: 11 pacientes (3.5%)
- Drenaje percutáneo: 62 pacientes (20%)
- Ingreso en unidad de críticos: 52 pacientes (16.55%)

#### **5.2.4.3 Cambio en la actitud terapéutica en pacientes con traumatismo torácico grave**

Siguiendo un esquema similar a la comparación realizada previamente, hemos comparado la actitud terapéutica tomada en base a los hallazgos radiológicos, pero seleccionando una población con trauma torácico severo. Hemos seleccionado aquellos pacientes que tienen uno de los siguientes criterios:

- CTS mayor que 5
- RFS mayor que 6
- RibScore mayor de 2

En los pacientes con trauma grave ha habido un incremento de medidas terapéuticas tras la realización del TC en el 51% de los pacientes.

En este grupo de pacientes, se ha incrementado las medidas terapéuticas en los siguientes casos:

- Analgesia/analgesia avanzada: 18 pacientes (9%)
- Drenaje percutáneo: 50 pacientes (25%)
- Observación armada: 25 (12.5%)

### **5.3 ANÁLISIS DE LA ASOCIACIÓN ENTRE EL NÚMERO Y LA LOCALIZACIÓN DE LAS FRACTURAS Y LAS COMPLICACIONES RESPIRATORIAS**

En un análisis de regresión logística, controlando como cofactores de confusión e interacción la edad del paciente, ISS, diferentes localizaciones de la fractura, sexo del paciente, y broncoaspiración no se ha evidenciado relación entre el número de fracturas y las complicaciones respiratorias. El único factor determinante ha sido el ISS y la broncoaspiración del paciente.

Siguiendo lo descrito previamente, dado que en nuestro medio las radiografías son evaluadas por el cirujano de guardia, y el manejo se decide entre el equipo de anestesiología y cirugía, hemos realizado los siguientes análisis teniendo en cuenta

únicamente la radiografía leída por el cirujano y el TC (éste siempre es evaluado por un radiólogo).

Si aplicamos el Test de Fisher para un contraste de hipótesis bilateral según la localización anatómica de la fractura (descrita por el cirujano en la radiografía y por el radiólogo en el TC) obtenemos las siguientes tablas (Tabla 22 y 23).

**Tabla 22. Asociación entre la localización anatómica de las fracturas costales visualizadas por radiografía y las complicaciones pulmonares**

		No complicaciones pulmonares	Complicaciones pulmonares	Test de Fisher
Fracturas altas (CIR)	No	350	103	0.8
	Si	61	19	
Fracturas medias (CIR)	No	271	74	0.28
	Si	140	48	
Fracturas bajas (CIR)	No	398	117	0.57
	si	13	5	

En el caso del cirujano no existe relación alguna entre la localización de las fracturas y las complicaciones pulmonares.

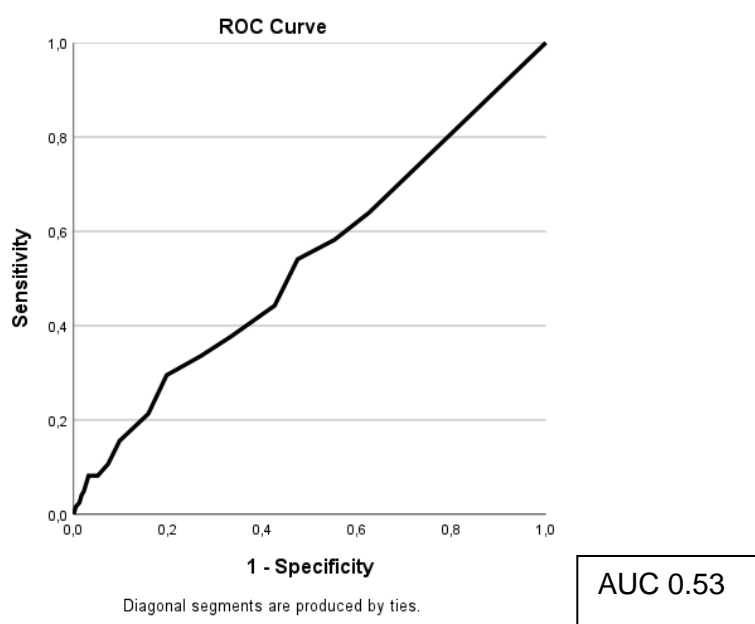
**Tabla 23. Asociación entre la localización anatómica de las fracturas costales visualizadas por TC y las complicaciones pulmonares**

		No complicaciones pulmonares	Complicaciones pulmonares	Test de Fisher
Fracturas altas (TC)	No	279	73	0.1
	Si	132	49	
Fracturas medias (TC)	No	180	51	0.75
	Si	231	71	
Fracturas bajas (TC)	No	317	95	0.9
	si	94	27	

En el caso del TC no hemos conseguido demostrar asociación entre la localización de la fractura y las complicaciones pulmonares, pero en el caso de las fracturas altas el resultado queda muy cercano a la significación estadística. Con una prevalencia del 20% calculada en nuestra población, obtenemos una sensibilidad del 27% con una especificidad del 79%, con valor predictivo positivo del 24% y valor predictivo negativo del 81%.

Al intentar establecer una relación mediante relación logística entre las complicaciones respiratorias y el número de fracturas utilizando la metodología explicada en material y métodos, la significación del número de fracturas total en el TC es de 0.11 y por tanto no existe una relación lineal entre ambas variables.

**Figura 15. Curva ROC de la capacidad de predicción de complicaciones respiratorias del número de fracturas**



#### **5.4 APLICACIÓN DE LOS SCORES DE GRAVEDAD DE TRAUMATISMO TORÁCICO**

Hemos aplicado los diferentes scores de gravedad de traumatismo torácico en la radiografía de tórax (evaluada por el cirujano) y en el TC: Chest Trauma Score, RibScore y Rib Fracture Score.

En la siguiente tabla (Tabla 24) se muestra la media de los scores aplicados en radiografía (evaluada por el cirujano) y TC, se muestra la desviación estándar y el rango. Además, se ha realizado una comparación de medias para muestras independientes con datos apareados, mediante una T-de student.

Tras aplicar los diferentes scores en radiografía y TC y comparar sus medias, vemos que existen diferencias estadísticamente significativas entre ellas. El RibScore tiene una media de 0.2 tras aplicarlo en las radiografías de nuestros pacientes y un 0.7 en los TC. En el caso del CTS tras aplicarlo al TC la media es superior a 4, lo que en algunos estudios se ha demostrado que se relaciona con un incremento de la morbi-mortalidad (64). En el caso del RFS al aplicarlo al TC pasamos de un RFS medio de 2.4 a un RFS medio de 5.6 (los pacientes con RFS>6 deberían recibir cuidados específicos para prevenir las complicaciones respiratorias) (60).

**Tabla 24. Aplicación de los scores en radiografía y TC**

Score	Radiografía Media (DE); rango	TC Media (DE); rango	p
CTS	3.3 (1.3); 2-9	4.5 (2); 2-10	<0.01
RibScore	0.2 (0.5); 0-4	0.7 (1); 0-5	<0.01
RFS	2.4 (3.4); 0-27	5.6 (7); 0-35	<0.01

Hemos analizado la capacidad de los diferentes scores para predecir complicaciones respiratorias: insuficiencia respiratoria y neumonía.

Para analizar la capacidad de predicción de los diferentes scores hemos realizado una regresión logística y hemos obtenido una curva ROC para cada uno de los diferentes scores.

#### **5.4.1 Regresión logística simple para la predicción de complicaciones respiratorias**

Hemos realizado la regresión logística simple para la predicción de: insuficiencia respiratoria, neumonía o complicaciones respiratorias con los diferentes scores. Aplicados tanto en radiografía como en el TC. A continuación, mostramos una tabla resumen con las AUC obtenidas.

Tras aplicarlos scores en TC vemos que ninguno tiene suficiente capacidad de discriminación. Únicamente CTS y RFS tienen una AUC cercana al 70% para predecir insuficiencia respiratoria (Tabla 25).



**Tabla 25. Valores AUC de las curvas ROC tras la regresión logística simple para predicción de complicaciones respiratorias tras aplicar los scores en TC**

	Insuficiencia respiratoria	Neumonía	Complicación respiratoria
CTS	0.68	0.52	0.59
RibScore	0.63	0.52	0.56
RFS	0.68	0.47	0.52

Tras realizar las curvas ROC para predecir insuficiencia respiratoria, neumonía y complicaciones respiratorias mediante los scores aplicados en la radiografía de tórax, observamos que, ninguno de los scores tiene capacidad de discriminación, todos tienen una AUC claramente inferior al 70% (Tabla 26).

**Tabla 26. Valores AUC de las curvas ROC tras la regresión logística simple para predicción de complicaciones respiratorias tras aplicar los scores en radiografía**

	Insuficiencia respiratoria	Neumonía	Complicación respiratoria
CTS	0.61	0.48	0.54
RibScore	0.55	0.51	0.53
RFS	0.57	0.46	0.51

#### **5.4.2 Regresión logística múltiple para la predicción de complicaciones respiratorias**

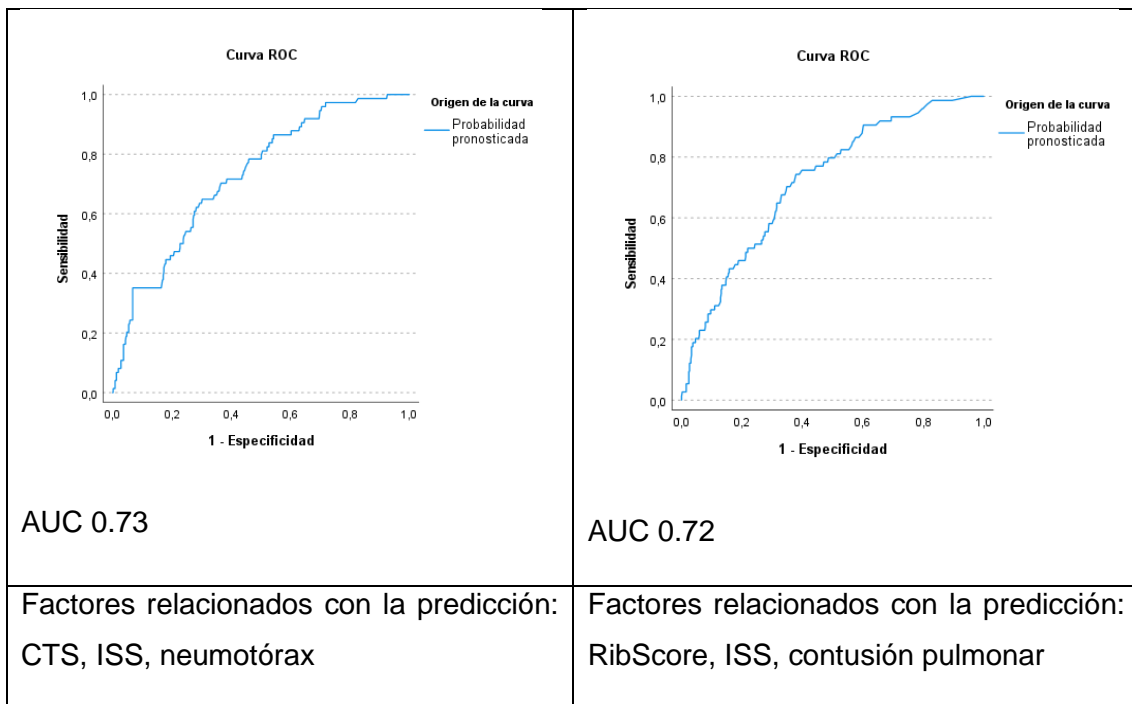
Para la predicción de insuficiencia respiratoria, además de los diferentes scores, se han incluido también: edad, ISS, número de fracturas, fractura esternal, hemotórax, neumotórax y contusión pulmonar.

Tras realizar la regresión logística múltiple para la predicción de insuficiencia respiratoria RFS no queda como variable significativa de predicción, por lo que no se obtiene curva ROC.

Los scores que nos permiten predecir insuficiencia respiratoria y sus curvas ROC son los siguientes (Figura 16):

- CTS, asociado a ISS y neumotórax
- RibScore, asociado a ISS y contusión pulmonar

**Figura 16. Curvas ROC de la regresión logística múltiples para predicción de insuficiencia respiratoria**

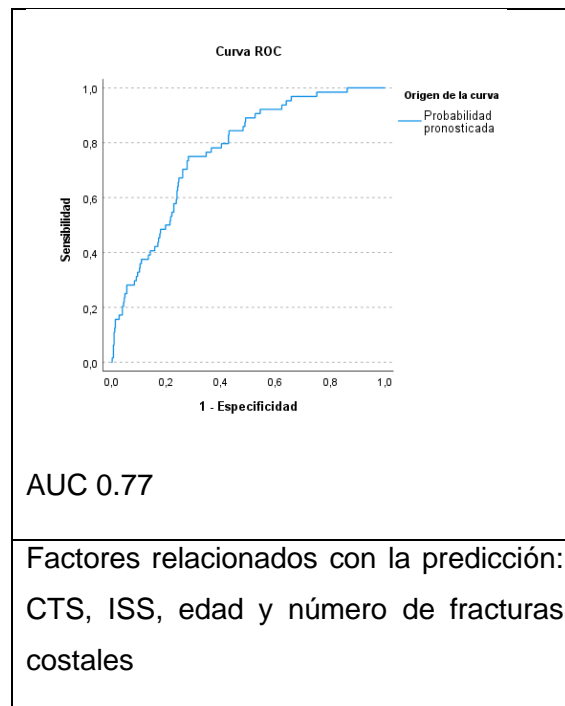


Para la predicción de la neumonía, además de los diferentes scores, hemos incluido también: edad, ISS, número de fracturas y contusión pulmonar.

Tras realizar la regresión logística múltiple para la predicción de neumonía, ni RibScore ni RFS quedan como variables significativas de predicción, por lo que no se obtiene curva ROC.

El único score que nos permite predecir neumonía es el CTS, junto a ISS, edad y número de fracturas costales (Figura 17).

**Figura 17. Curva ROC de la regresión logística múltiple para predicción de neumonía**



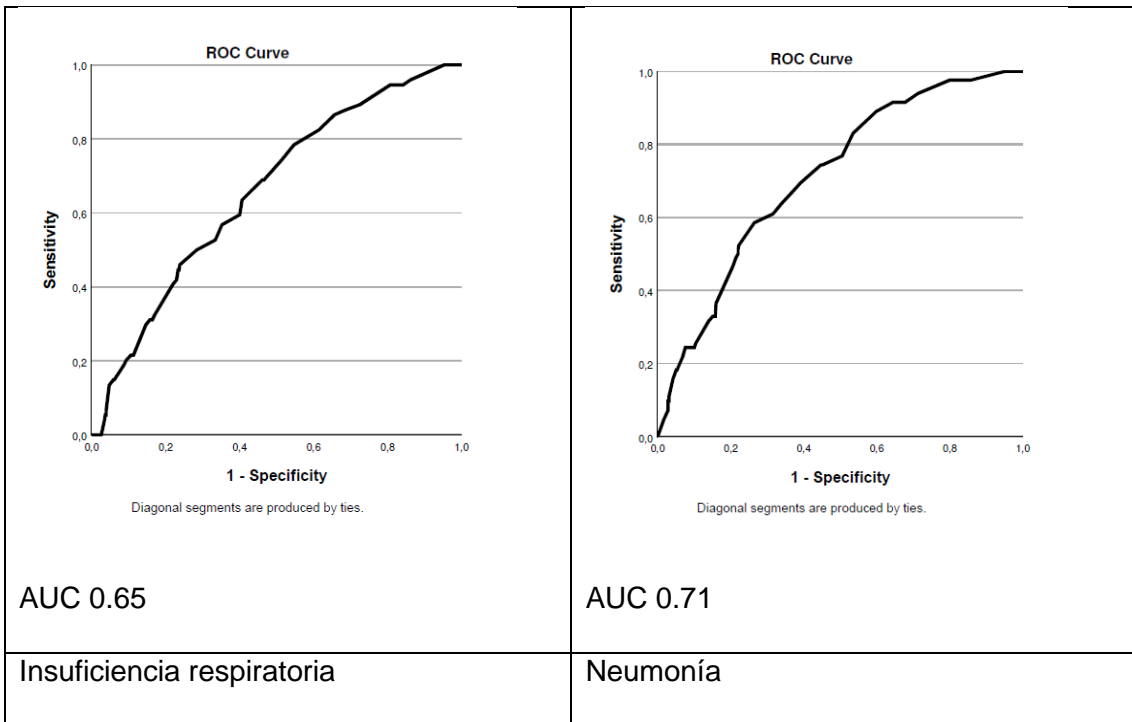
No hemos realizado la regresión logística múltiple para la predicción de complicaciones respiratorias ya que en el anterior análisis ya vemos que se obtienen mejor valor AUC tras analizarlo por separado.

#### **5.4.3 Capacidad predictiva del ISS**

En base a las curvas ROC previas se puede afirmar que no se puede establecer una correcta relación predictiva entre el número de fracturas y la precisión la predicción de los scores testados. Sin embargo, hemos visto que el ISS es el único cofactor que se mantiene como variable significativa de predicción en todas las regresiones logísticas múltiples realizadas previamente (ver puntos 4.4.1 y 4.4.2). Por ello hemos testado la capacidad de predicción del ISS.

Se puede comprobar de la curva ROC y el AUC que ISS es el mejor predictor individual posible para la neumonía, y uno de los más útiles para la insuficiencia respiratoria.

**Figura 18. Curva ROC de la regresión logística de ISS para predicción de complicaciones respiratorias**



## 6: DISCUSIÓN

### 6.1 GENERALIDADES

#### 6.1.1 Descripción de la muestra

Hemos realizado un estudio con pacientes que han sufrido un traumatismo torácico y han requerido TC de tórax además de la radiografía simple inicial. En nuestro centro hospitalario se realiza radiografía de tórax a todos los pacientes que son atendidos como código politrauma. Los 553 pacientes incluidos en nuestro estudio son pacientes a los que además se les ha realizado TC de tórax. El motivo para realizar el TC de tórax no ha sido recogido en nuestro estudio, al tratarse de un análisis retrospectivo no tenemos la indicación de este. Según el protocolo establecido en nuestro hospital, las indicaciones para realizar un TC de tórax fueron: mecanismo de lesión de alta energía, signos o síntomas clínicos que sugieran lesión torácica, radiografía patológica (fracturas costales altas, fractura escapular, fractura esternal o dudas diagnósticas en la radiografía que requiera de TC), paciente intubado al que se le haya realizado un *body-TC*. Analizando los 533 pacientes a quien se ha realizado TC de tórax bajo estas indicaciones, estamos seleccionando una población con traumatismo severo o mayor probabilidad de presentar lesiones asociadas al traumatismo torácico. Esta sospecha se ve confirmada cuando analizamos el ISS de nuestra población (25.2), tratándose de una cohorte con traumatismo grave.

Los 553 pacientes incluidos en nuestro estudio tienen características demográficas similares al registro histórico de nuestro centro, publicado con anterioridad (44,68) pero con un ISS superior (tabla 13).

Desde 2012 existe un registro de regional en Cataluña de enfermos politraumáticos. En 2014 se publicó el resultado del análisis post intervención formativa en 10 hospitales. Este estudio incluye los resultados de 10 centros hospitalarios (69). Recientemente se han publicado los resultados del registro nacional de pacientes politraumáticos (18). Comparando con ambas cohortes, nuestra población presenta características demográficas similares (sexo, edad, mecanismo lesional, exitus) pero un ISS ligeramente superior (21 y 22.8 respectivamente, vs. 25.2 en nuestro estudio).

A pesar de un elevado ISS la tasa de mortalidad en nuestra población no es alta (71 pacientes, 13.3% del total), de los cuales, solamente 4 pacientes fallecieron por causa respiratoria. Se asume que un paciente con ISS>24 es un politraumático grave, y la mortalidad aceptable para ISS>15 es de un 10%, por lo que la mortalidad de nuestro grupo es la esperable (70). Puesto que la mortalidad por causa respiratoria ha sido muy

baja (0.7%) no se ha incluido el fallecimiento como una de las complicaciones respiratorias a analizar.

### **6.1.2 Diseño del estudio**

Se ha realizado un estudio con recogida de datos de manera prospectiva, con un análisis retrospectivo, con las limitaciones propias de este tipo de estudio (ver punto 6.5 Limitaciones del estudio).

Diversos estudios analizan como complicaciones respiratorias la insuficiencia respiratoria, traqueostomía y neumonía (37,62,63). En nuestro estudio hemos definido las complicaciones respiratorias como insuficiencia respiratoria y neumonía. A pesar de tener el registro de los pacientes que han necesitado traqueostomía, no disponemos de la causa de esta (TCE grave, intubación prolongada o dificultad para la extubación por complicaciones respiratorias), por lo que no se pueden analizar los resultados acerca de la necesidad de traqueostomía como complicación exclusivamente debida a fracaso respiratorio en nuestra serie. Tampoco hemos incluido la muerte como complicación a analizar porque, la mortalidad por causa respiratoria, en nuestra serie, ha sido muy baja (0.7%) y, si intentáramos encontrar una relación causal no encontraríamos significación estadística.

La validación del RibScore y el CTS se realizó en TC de tórax (61–63). El estudio que describe el RFS incluye tanto pacientes con radiografía como con TC de tórax (60). En nuestro estudio hemos aplicado los scores de gravedad de traumatismo torácico (RibScore, CTS y RFS) tanto en radiografía como en TC de tórax. El análisis de la aplicación de los scores de gravedad de traumatismo torácico en la radiografía de tórax tiene especial relevancia en nuestro medio donde se realiza el TC torácico con indicaciones selectivas o incluso existen centros menos especializados que pueden no disponer del mismo y podrían prever la gravedad del traumatismo torácico requiriendo de un traslado precoz a un centro de referencia

## **6.2 HALLAZGOS RADIOLÓGICOS**

### **6.2.1 Análisis de las diferencias entre los hallazgos radiológicos**

En cuanto a la capacidad de detección de hallazgos derivados del traumatismo en la radiografía, tanto por parte del cirujano como por parte del radiólogo, los resultados son similares a los descritos en la literatura. Según se muestra en la tabla 14, hasta un 60% de las fracturas costales y cerca de un 80% de los hemotórax pueden no ser advertidos

en la radiografía inicial (estos resultados coinciden con los descritos en la literatura, hasta un 75% de las fracturas pueden ser obviadas según el estudio de Chapman et, al. (23).

Las lesiones que, más frecuentemente, pasan desapercibidas son: neumotórax (ya se ha demostrado que un neumotórax oculto no precisa drenaje)(44), hemotórax (frecuentemente no diagnosticados, pero de a veces de dudoso significado clínico) o fracturas vertebrales (en caso de sospecha habrá que solicitar TC). Así como en los neumotórax ocultos ya existe suficiente evidencia como para afirmar que no es necesario su drenaje de rutina, en el caso de los hemotórax no existe todavía suficiente evidencia al respecto. En el año 2020, Gilbert et al. publicaron un meta-análisis sobre el manejo del hemotórax oculto (71). En esta revisión evidenciaron un fracaso del tratamiento conservador en solo un 23.1% de los pacientes. Uno de los factores predictores del fracaso del tratamiento conservador fue la presencia de un hemotórax superior a 300mL. En nuestra serie, casi un 80% de los hemotórax no fueron evidenciados en la radiografía de tórax inicial (a diferencia de lo descrito por autores como Dillon et al. que describen una tasa de falsos negativos del 11.5% (32)). Estos hemotórax que podemos considerar ocultos, no están cuantificados según su cantidad en el TC, por lo que no sabemos qué cantidad de estos hemotórax podrían cursar de manera asintomática y evolucionar favorablemente con tratamiento conservador, según los criterios descritos por Gilbert.

A pesar de esta baja sensibilidad de la radiografía para detectar lesiones derivadas del traumatismo, no debemos olvidar que la radiografía de tórax en el box de politrauma tiene su principal indicación para la detección de lesiones que pueden comprometer la vida del paciente de manera inmediata o casi inmediata.

La radiografía de tórax inicial no se puede utilizar para la detección de los neumotórax a tensión o neumotórax abiertos, ya que el diagnóstico es clínico. Sin embargo, la radiografía sí que tiene una elevada capacidad para la detección del hemotórax masivo. Tampoco tiene utilidad para el diagnóstico del taponamiento cardíaco, que requiere del uso del FAST.

En cuanto a otras lesiones potencialmente letales, la radiografía de tórax en nuestro estudio tiene un elevado VPN para lesiones que nos hacen sospechar la presencia de un traumatismo torácico de alta energía (sospecha de lesión aórtica, sospecha de lesión vertebral, fractura de costillas altas, fractura esternal o fractura escapular); (ver tabla 21). Es decir que con una radiografía "normal" para estos hallazgos podemos descartar estas lesiones con cierta seguridad y decidir si realizaremos o no el TC en función del

criterio clínico. Por este motivo creemos que como método de *screening* inicial la radiografía de tórax sigue siendo una buena prueba de imagen.

Cuando comparamos, de una manera más general, la capacidad del cirujano y el radiólogo de visualizar una radiografía patológica (ver tabla 17), vemos que en un 67% de los casos (cirujano) y en un 76% de los casos (radiólogo) concuerdan con el TC. Ambos especialistas tienen una sensibilidad moderada (66% vs 76%) pero tienen una alta especificidad, cercana al 100%, como demuestran autores como Agladioglou, et al (34). A pesar de que el coeficiente de correlación kappa es bajo, lo que clínicamente nos parece relevante es que, solamente en un 2.4% de las veces tanto el cirujano como el radiólogo catalogan la radiografía como patológica y el TC posterior es normal (ver tablas 15 y 16). Así pues, las indicaciones actuales para TC torácico en nuestro centro nos permiten seleccionar correctamente los pacientes con lesiones torácicas que se visualizarán posteriormente en la prueba complementaria. Estos hallazgos son similares a los descritos en la literatura (34). El radiólogo detecta solamente un 9% más de radiografías patológicas que el cirujano, siendo esta diferencia clínicamente poco relevante, y creemos que podemos asumir esta diferencia para seguir trabajando con la misma sistemática (lectura inicial de la radiografía simple por parte del cirujano para la toma de decisiones inicial).

En cuanto al número de fracturas (ver tablas 14 y 18), estas son frecuentemente infradiagnosticadas (40% cirujano vs. 47% radiólogo). Especialmente si existen pocas fracturas (entre 1 y 3), en estos casos, el cirujano solo es capaz de verlas en menos de un 20% de las radiografías. Cuando el cirujano visualiza entre 1 y 3 fracturas, hasta en un 31% de los casos el paciente tendrá 4 o más fracturas, lo que se traduce en un cambio clínico importante, esto concuerda con lo descrito en la literatura; según el estudio de Livingston, et al. el TC diagnostica una media de 3 fracturas costales extra por paciente (37). Por este motivo algunos autores defienden que incluso con pacientes con radiografía catalogada como "normal", si hay sospecha de fractura costal, debería realizarse un TC (34).

También se ha analizado la capacidad de detección de las fracturas costales en la radiografía en función de su localización anatómica y según la localización del trazo de fractura (ver tablas 19 y 20). Tanto el cirujano como el radiólogo tienen baja capacidad de detección para las fracturas costales bajas (13% vs. 15%) y para las fracturas con trazo anterior (2.3% vs. 4.6%). Con una mejor detección de las fracturas medias (59% vs. 66.5%) y con trazo de fractura lateral (65% vs. 74.7%). Nuestro estudio está centrado en el análisis del propio traumatismo torácico, pero no debemos olvidar la relevancia



clínica que pueden tener las fracturas costales bajas por el elevado riesgo de lesión de órgano sólido intraabdominal que conllevan (25). Podría ser interesante una futura línea de investigación al respecto.

### **6.2.2 Análisis del impacto de las diferencias en los hallazgos radiológicos en el cambio en la actitud terapéutica**

A pesar de conocer la elevada y mayor sensibilidad y especificidad del TC torácico para las lesiones torácicas frente a la radiografía simple, no existe un claro consenso sobre el manejo que precisan estas lesiones. El TC puede diagnosticar lesiones que cursan de manera asintomática, este “supradiagnóstico” puede conllevar al uso de medidas terapéuticas innecesarias, que impliquen un incremento de la estancia en urgencias y efectos adversos sobre el paciente (46,47,49,51).

En nuestro estudio, los pacientes con radiografía normal y TC patológico han necesitado un cambio en el manejo terapéutico hasta en un 84% de los pacientes (ver punto 4.2.4.1 Cambio en la actitud terapéutica tras radiografía normal). Con estos hallazgos, es tentador extrapolar el uso del TC torácico a todos los pacientes politraumáticos. Pero no debemos olvidar que estamos trabajando con una muestra de pacientes seleccionados (traumatismo torácico con indicación de TC torácico en nuestro centro e ISS medio de 25). Es necesario un estudio diseñado para tales efectos para poder dar respuesta a esta cuestión.

En el caso de los pacientes con radiografía valorada como patológica se sigue viendo un infratratamiento de las lesiones, ya que tras realizar el TC se han incrementado las medidas terapéuticas hasta en un 40% de los pacientes, sobre todo a expensas de necesidad de drenaje percutáneo o vigilancia estrecha en unidad de críticos (ver punto 5.2.4.2 Cambio en la actitud terapéutica tras radiografía patológica). Algo similar ocurre en los pacientes con traumatismo torácico severo, en estos pacientes el incremento de medidas terapéuticas ha ocurrido en un 51% de los pacientes (ver punto 5.2.4.3 Cambio en la actitud terapéutica en pacientes con traumatismo torácico grave).

Es importante recordar de nuevo, que, a pesar de haber excluido del análisis los pacientes con neumotórax oculto, no se ha podido realizar lo mismo con los hemotórax.

Si hubiéramos cuantificado el hemotórax, puede ser que las indicaciones de drenajes percutáneos tras la realización del TC hubieran sido menores, a favor del tratamiento conservador y vigilancia estrecha.

Tras los resultados observados en nuestro estudio, los pacientes con radiografía inicial patológica y/o con criterios de traumatismo torácico grave, deberían completar un estudio con TC de tórax para poder caracterizar correctamente todas las lesiones y establecer el tratamiento óptimo desde el primer momento. Instaurar el tratamiento precozmente puede mejorar la morbi-mortalidad de estos pacientes, como ha demostrado Flagel B et al. disminuyendo la mortalidad con el uso precoz de analgesia epidural en pacientes con traumatismo torácico contuso y fracturas costales (72).

## **6.3 COMPLICACIONES RESPIRATORIAS**

### **6.3.1 Análisis de la relación entre las fracturas costales y las complicaciones respiratorias**

Livingston et al describen la relación entre el número de fracturas costales o la presencia de fracturas costales en diferentes localizaciones anatómicas como factores predictores de complicaciones respiratorias (37).

Flagel B et al. (72) encontraron un incremento exponencial en las complicaciones respiratorias (SDRA y neumonía) en función del número de fracturas, viendo un importante incremento de la mortalidad a partir de 6 fracturas costales.

En nuestro estudio no hemos detectado ninguna asociación entre el número de fracturas costales o las diferentes localizaciones anatómicas con la aparición de complicaciones respiratorias. Flagel B, et al.(72) demostró que este aumento de la mortalidad en pacientes con más de 6 fracturas costales no estaba directamente relacionado con el número de fracturas, sino que se veía modificado por el mayor ISS de los pacientes. En nuestro estudio, también se confirma la relación del ISS con una mayor tasa de complicaciones respiratorias (ver 5.4.3).

Las fracturas costales altas (1ª-3ª) son producidas por mecanismos de alta energía, asociándose a elevada mortalidad (2). Luceri R, et al. (41) analizan la asociación entre la fractura de la 1ª costilla y diferentes complicaciones como los días de ingreso en UCI y la necesidad de ventilación mecánica, viendo que si esta fractura era evidenciada en la radiografía inicial implicaba mayor morbi-mortalidad, no así si se visualizaba en el TC. En nuestro estudio hemos analizado la relación entre las fracturas costales altas y las complicaciones respiratorias sin hallar ninguna asociación cuando las fracturas se identifican en una radiografía simple, pero sí al visualizarlas en un TC de tórax (ver tabla 23). Probablemente, esta diferencia se deba a la baja tasa de detección de fracturas costales altas en la radiografía (38.6%) y la baja proporción de pacientes con

complicaciones respiratorias dentro de nuestra muestra (14% de insuficiencia respiratoria y 15.4% de neumonía).

### **6.3.2 Capacidad de predicción de complicaciones respiratorias de los scores**

Las medias de los diferentes scores (CTS, RibScore y RFS) aplicados en la radiografía simple vs TC torácico muestran diferencias estadísticamente significativas (3.3, 0.2 y 2.4 vs 4.5, 0.7 y 5.6). Estas diferencias son especialmente relevantes en el caso del CTS ya que tras aplicarlo al TC la media cambia de 3.3 a ser superior a 4. Fokin et al (64) demuestra que un CTS medio superior a 4 se relaciona con un incremento de la morbi-mortalidad, por lo que el cambio hallado en nuestro estudio se traduce en la valoración de la gravedad del paciente y el riesgo de morbi-mortalidad asociada al mismo. Easter et al. (60) describen que los pacientes con RFS>6 deberían recibir cuidados específicos para prevenir las complicaciones respiratorias. El RFS aplicado en nuestro estudio también sufre una modificación trascendente entre la radiografía (2.4) y el TC (5.6), siendo en este último caso muy cercano al límite que marca la gravedad del traumatismo torácico.

Tras realizar las curvas ROC para predecir insuficiencia respiratoria, neumonía y complicaciones respiratorias mediante los scores aplicados en TC, observamos que, únicamente CTS y RFS tienen una AUC cercana al 70% para predecir insuficiencia respiratoria. Según nuestros resultados, no se pueden usar estos scores para predecir el riesgo de neumonía y se tendrían que usar con precaución a la hora de tratar de predecir insuficiencia respiratoria. Tras aplicar los scores en radiografía ninguno de ellos tiene capacidad de discriminación.

Tras realizar la regresión logística múltiple obtenemos varios modelos combinados para la predicción de insuficiencia respiratoria y neumonía (ver punto 5.4.2 Regresión logística múltiple para la predicción de complicaciones respiratorias). Sería necesario realizar un *score* combinado que incluyera todas las variables que influyen en el desarrollo de complicaciones para poder predecir con cierta exactitud las mismas.

El ISS es el único cofactor que se mantiene como variable significativa de predicción en todas las regresiones logísticas, (ver punto 5.4.3 Capacidad predictiva del ISS), siendo el mejor predictor individual posible para la neumonía, y uno de los más útiles para la insuficiencia respiratoria (AUC 0.65). Coincidiendo con Flagel et al. (72) el mejor predictor para las complicaciones respiratorias es el ISS, actuando el resto de variables,

en nuestro estudio, como variables de ajuste. Con un solo score de traumatismo torácico no podemos predecir las complicaciones respiratorias de los pacientes con seguridad, ya que vienen determinadas por muchos factores. El ISS sigue siendo uno de los principales determinantes de morbi-mortalidad de los pacientes politraumáticos

Quizás, aplicando los scores de gravedad en una población de pacientes con traumatismo torácico aislado pudiéramos encontrar relación con el riesgo de presentar complicaciones respiratorias o incluso con la predicción de morbi-mortalidad de los pacientes. Pero diferenciar pacientes con traumatismo torácico aislado de los pacientes politraumáticos es una utopía que se aleja de la realidad de este tipo de pacientes, donde el ISS sigue siendo el mejor predictor de gravedad y morbi-mortalidad.

#### **6.4 APLICABILIDAD EN NUESTRO MEDIO**

A la luz de nuestros resultados nos planteamos si debiéramos modificar nuestro protocolo de actuación ante pacientes con traumatismo torácico. Hasta el momento, en nuestro hospital, se seguían las indicaciones descritas en la evidencia científica publicada y se consensuaba la indicación del TC entre los miembros del equipo multidisciplinar de atención al paciente politraumático. Normalmente las indicaciones de TC de tórax eran: por mecanismo lesional de alta energía, sospecha de lesión intratorácica por síntomas o signos clínicos, o por hallazgos en la radiografía; en pacientes intubados se realiza *body-TC*, o a criterio del *team leader*. A primera vista, tras ver que a la mayoría de los pacientes tras realizar un TC se ha modificado la actitud terapéutica se podría pensar que se debería realizar TC de tórax a todos los pacientes, pero este estudio se basa en una población seleccionada de pacientes con traumatismo grave (ver punto 6.5 LIMITACIONES DEL ESTUDIO), por lo que creemos que no podemos extrapolar estos resultados a toda la población.

Tras analizar nuestros resultados, lo que sí creemos que es extrapolable es que cuando cirujano y/o radiólogo valoran una placa como patológica pocas veces se equivocan, por lo que creemos que en este caso si será necesario realizar TC de tórax. Por lo que deberíamos hacer esta modificación en nuestro protocolo, y realizar TC de tórax a todos aquellos pacientes en los que la RX tenga algún hallazgo patológico relacionado con el traumatismo.

En cuanto a la valoración inicial en el box de politraumaticos, creemos que no hace falta modificar nuestro protocolo, la radiografía sigue teniendo su papel en la valoración primaria (descartar lesiones que comprometan la vida de manera inminente) y puede

ser evaluada por el cirujano de guardia (consultando con el radiólogo en caso de duda), ya que las diferencias entre estos dos son clínicamente poco relevantes.

En pacientes con radiografía normal y sin signos o síntomas que sugieran lesión torácica, podemos no solicitar el TC ya que hemos visto que la radiografía tiene un alto valor predictivo negativo para descartar lesiones que sugieran traumatismo de alta energía; aunque no hemos podido analizar la relación que existe en pacientes con radiografía normal, pero con sintomatología que sugiera lesión torácica.

En resumen, en nuestro medio, la radiografía puede seguir siendo evaluada por el cirujano. Si la radiografía resulta patológica será necesario completar estudio con un TC de tórax. Si la radiografía no evidencia lesiones compatibles con traumatismo de alta energía podemos evitar realizar el TC con alta seguridad.

## **6. 5 LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

Las principales limitaciones de nuestro estudio son: 1) se trata de un estudio de carácter retrospectivo 2) estudio unicéntrico, con la participación de un cirujano y un radiólogo 3) son pacientes seleccionados a los que en su momento se decidió que era necesario realizarse un TC de tórax 4) largo tiempo de recogida de los datos.

- 1) Al tratarse de un estudio de carácter retrospectivo hay ciertos datos que no hemos podido analizar. No se han podido analizar variables clínicas, que en otros protocolos han servido para guiar la decisión de si realizar o no el TC (53). Tras realizar el análisis de los datos, creemos que habría sido interesante poder recoger variables clínicas o evaluar los criterios NEXUS (55,73). Los signos y síntomas clínicos son importantes a la hora de tomar decisiones para la indicación del TC (55–57,73). Creemos que, con la valoración de la radiografía ya se puede seleccionar una población que precisará la realización de un TC, pero como hemos mencionado previamente, creemos que los pacientes con radiografía normal pueden necesitar también un TC. Esta decisión se basará sobre todo en el juicio clínico y los signos/síntomas del paciente.

A parte de los signos y síntomas, otro dato que nos gustaría haber analizado es la relación con la lesión de órgano sólido. Se ha demostrado previamente que las fracturas costales se relacionan con alta probabilidad de lesión de órgano sólido (25); al no disponer de estos datos no hemos podido analizar la relación, pero creemos que puede ser una futura línea de investigación.

- 2) Se trata de un estudio unicéntrico, puesto que las características demográficas de nuestra población son similares a la cohorte descrita por el registro autonómico de

politraumático (TRAUMACAT) creemos que podemos extrapolar cierta información. Pero una limitación derivada de su carácter unicéntrico es que la evaluación de pruebas de imagen radiológicas se ha realizado por un único cirujano y radiólogo. Creemos que si estas pruebas de imagen fueran evaluadas por médicos de otro centro hospitalario esto le otorgaría mayor validez externa a nuestro estudio.

- 3) Los criterios de inclusión en nuestro estudio fueron que los pacientes tuvieran una radiografía y un TC de tórax en las primeras 72h tras su llegada. En nuestro hospital, hasta la realización de este estudio, no existe ningún protocolo específico que dicte a que pacientes se les ha de realizar el TC de tórax. Las indicaciones de TC de tórax eran las mencionadas previamente (ver punto 6.4 APLICABILIDAD EN NUESTRO MEDIO). Como no se realiza al TC de tórax a todos los pacientes, sino a los que ya sospechamos que tendrán alguna lesión intratorácica, la población de nuestro estudio es una población seleccionada. No sorprende, por este motivo, que el ISS de nuestra muestra sea elevado (25.2) y que se hayan encontrado muchas lesiones intratorácicas. Esto supone una limitación ya que nos dificulta generalizar los resultados a todos los pacientes, pero nos plantea nuevas ideas para futuros estudios (ver capítulo 7: FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN).
- 4) Nuestra base de datos recoge pacientes desde 2006 hasta el momento actual. Con el transcurso de los años la tecnología digital aplicada en las pruebas de imagen ha cambiado mucho. Creemos que la baja calidad de las radiografías de hace más de 15 años puede haber influido en cierta manera en la dificultad de valoración de estas. Además, puesto que anteriormente los TC eran más lentos para realizar i procesar las imágenes, puede que al inicio de la recogida de datos tengamos menos pacientes con TC que en los últimos años, en que tenemos la máquina de TC a 100m del box de politrauma y realiza los TC con mayor velocidad, lo que hace “más fácil” solicitar un TC a un paciente.

## **6.6 PUNTOS FUERTES DEL ESTUDIO**

Nuestro estudio cuenta con las variables recogidas de un gran número de pacientes politraumáticos. No existe en nuestro medio ningún estudio con tantos pacientes analizando las implicaciones en el manejo terapéutico de la realización del TC.

Otro punto para destacar de nuestro estudio es que hemos diferenciado entre los neumotórax visibles en radiografía y los neumotórax ocultos (únicamente visualizados por TC). Algunos autores (23) no tienen en cuenta que si un neumotórax es oculto está claramente demostrado que no es preciso el drenaje (44) y definen como cambio en la

actitud terapéutica la colocación de drenaje pleural tras detectar neumotórax en un TC torácico. En nuestro estudio, se han identificado los neumotórax ocultos, permitiendo un mejor análisis del cambio de actitud terapéutica en los enfermos con traumatismo torácico.

Hemos comparado entre los hallazgos identificados en la radiografía de tórax por un cirujano y un radiólogo, cegados ambos dos al resultado del TC y el manejo terapéutico que se le realizó al paciente. Existen pocos estudios que comparen la sensibilidad de ambos especialistas al evaluar una radiografía de tórax (54,74–76) y ninguno realizado en nuestro medio. En nuestro hospital la radiografía realizada en el box de politrauma es evaluada por el cirujano general de guardia, y en caso de dudas se puede consultar con el radiólogo de guardia, pero no las revisan todas de rutina.

## 7: FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Tras analizar los resultados de nuestro estudio se nos plantean futuras líneas de investigación:

- 1) De manera prospectiva registrar los criterios clínicos y/o los criterios NEXUS para indicar la realización de TC y analizar los resultados en estos casos.
- 2) Analizar la relación entre fracturas costales y lesión de órgano sólido
- 3) Diferenciar entre la población geriátrica ( $\geq 65$  años) y no geriátrica ( $< 65$  años) (64) para ver si existen diferencias en morbi-mortalidad. Analizar si los *scores* tienen mayor poder de predicción en esta población.
- 4) Realizar un *score* combinado que incluya los *scores* de traumatismo torácico y el ISS o los otros factores determinados previamente, para predecir insuficiencia respiratoria y neumonía.



## 8: CONCLUSIONES

1. En nuestra población el RibScore no es capaz de predecir con suficiente capacidad discriminadora las complicaciones respiratorias.

**2.1** El TC evidencia un mayor número de lesiones torácicas que las identificadas tanto por cirujano como por radiólogo en la radiografía de tórax. Los hallazgos relevantes encontrados en el TC implican un cambio terapéutico hasta en un 80% de los casos en pacientes con radiografía normal.

**2.2** No hemos detectado ninguna asociación entre el número de fracturas costales o las diferentes localizaciones anatómicas con la aparición de complicaciones respiratorias. No hemos podido determinar un número de fracturas a partir del cual incrementan las complicaciones respiratorias, no existe una relación lineal entre ambas variables.

**2.3** Chest Trauma Score y Rib Fracture Score aplicados en TC podrían servir para predecir complicaciones respiratorias en nuestra población. Los scores analizados no pueden ser aplicados en radiografía. Existen diferencias estadísticamente significativas y clínicamente relevantes en los scores aplicados en radiografía vs. TC. Tras aplicarlos en radiografía, no tienen capacidad de discriminación para predecir complicaciones respiratorias.

**2.4** Deberíamos adaptar nuestro protocolo hospitalario y realizar TC de tórax a todos los pacientes con una radiografía de tórax patológica. Ante una radiografía normal sin ninguno de los criterios que sugieran traumatismo de alta energía, podemos descartar con alta seguridad que haya lesiones torácicas significativas.



## 9: BIBLIOGRAFÍA

1. Committee on Trauma of the American College of Surgeons. Hospital and prehospital resources for optimal care of the injured patient. [Internet]. Vol. 71, Bulletin of the American College of Surgeons. 1986. p. 4–23. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10278815>
2. Student Course Manual ATLS® Advanced Trauma Life Support®. 2018.
3. Servei Català de Salut. CatSalut. Instrucció 04/2011 [Internet]. 2011 p. 1–15. Available from: <http://www.gencat.cat/salut/botss/pdf/6politrauma.pdf>
4. Ministerio de Sanidad, Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia, editors. Guía de Práctica Clínica sobre el diagnóstico y tratamiento del traumatismo torácico cerrado no grave. 1st ed. Donostia-San Sebastián: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco; 2020.
5. The top 10 causes of death [Internet]. [cited 2021 Aug 11]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
6. Boffard KD. Manual of Definitive Surgical Trauma Care. 5th ed. 2019.
7. Llaquet Bayo H, Montmany S, Rebasa P, Secanella M, Alberich M, Navarro S. Analysis of quality of life after major trauma: a spanish follow-up cohort study. Eur J Trauma Emerg Surg [Internet]. 2019 Apr 1 [cited 2021 Mar 11];45(2):289–97. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00068-018-0920-0>
8. Probst C, Pape HC, Hildebrand F, Regel G, Mahlke L, Giannoudis P, et al. 30 years of polytrauma care: An analysis of the change in strategies and results of 4849 cases treated at a single institution. Injury. 2009 Jan 1;40(1):77–83.
9. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care - PubMed [Internet]. [cited 2021 Mar 11]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4814394/>
10. Abbreviated Injury Scale (AIS) - Association for the Advancement of Automotive Medicine [Internet]. [cited 2021 Mar 11]. Available from: <https://www.aaam.org/abbreviated-injury-scale-ais/>
11. Butcher NE, D'Este C, Balogh ZJ. The quest for a universal definition of polytrauma: A trauma registry-based validation study. J Trauma Acute Care Surg [Internet]. 2014 Oct 1 [cited 2021 Mar 11];77(4):620–3. Available from: <https://journals.lww.com/01586154-201410000-00016>
12. Boyd C, Tolson M, Copes W. Evaluating Trauma Care: The TRISS Method. J Trauma. 1987;27(4):370–8.
13. Global health estimates: Leading causes of death [Internet]. [cited 2021 Aug 11]. Available from: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/mortality-and-global->

- health-estimates/ghe-leading-causes-of-death
14. DGT - 1.145 personas fallecieron en siniestros de tráfico en carretera durante 2023 [Internet]. 2024 [cited 2024 Jan 31]. Available from: <https://www.dgt.es/comunicacion/notas-de-prensa/1.145-personas-fallecieron-en-siniestros-de-trafico-en-carretera-durante-2023/>
  15. Trunkey DD. Trauma. Accidental and intentional injuries account for more years of life lost in the U. S. than cancer and heart disease. Among the prescribed remedies are improved efforts, speedier surgery and further research. *Sci Am.* 1983;249(2):28–35.
  16. Demetriades D, Kimbrell B, Salim A, Velmahos GC, Rhee P, Preston C, et al. Trauma Deaths in a Mature Urban Trauma System: Is “Trimodal” Distribution a Valid Concept? *J Am Coll Surg.* 2005;201(3):343–8.
  17. Gunst M, Ghaemmaghami V, Gruszecki A, Urban J, Frankel H, Shafi S. Changing epidemiology of trauma deaths leads to a bimodal distribution.
  18. Campos-Serra A, Pérez-Díaz L, Rey-Valcárcel C, Montmany-Vioque S, Artiles-Armas M, Aparicio-Sánchez D, et al. Results of the Spanish National Polytrauma Registry. Where are we and where are we heading? *Cir Esp [Internet].* 2023 Mar [cited 2023 Mar 28]; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36940810/>
  19. Thies KC, Mountain A, Goode P, editors. European trauma course. 4th ed. European Trauma Course organization ivzw; 2009.
  20. Ditzel RM, Anderson JL, Eisenhart WJ, Rankin CJ, DeFeo DR, Oak S, et al. A review of transfusion- And trauma-induced hypocalcemia: Is it time to change the lethal triad to the lethal diamond? *J Trauma Acute Care Surg [Internet].* 2020 Mar 1 [cited 2023 Jan 20];88(3):434–9. Available from: [https://journals.lww.com/jtrauma/Fulltext/2020/03000/A\\_review\\_of\\_transfusion\\_and\\_trauma\\_induced.11.aspx](https://journals.lww.com/jtrauma/Fulltext/2020/03000/A_review_of_transfusion_and_trauma_induced.11.aspx)
  21. Wray JP, Bridwell RE, Schauer SG, Shackelford SA, Bebartá VS, Wright FL, et al. The diamond of death: Hypocalcemia in trauma and resuscitation. *Am J Emerg Med [Internet].* 2021 [cited 2023 Jan 20];41:104–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.12.065>
  22. Kronstedt S, Roberts N, Ditzel R, Elder J, Steen A, Thompson | Kelsey, et al. Hypocalcemia as a predictor of mortality and transfusion. A scoping review of hypocalcemia in trauma and hemostatic resuscitation. *Transfusion [Internet].* 2022 [cited 2023 Jan 20];62:158–66. Available from: <https://doi.org/10.1161/>
  23. Chapman BC, Overbey DM, Tesfalidet F, Schramm K, Stovall RT, French A, et al. Clinical Utility of Chest Computed Tomography in Patients with Rib Fractures CT Chest and Rib Fractures. *Arch trauma Res [Internet].* 2016 Dec [cited 2017

- Feb 6];5(4):1–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28144607>
24. Peek J, Smeeing DPJ, Hietbrink F, Houwert RM, Marsman M, de Jong MB. Comparison of analgesic interventions for traumatic rib fractures: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Trauma Emerg Surg [Internet]*. 2019;45(4):597–622. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00068-018-0918-7>
  25. Bhattacharya B, Fieber J, Schuster K, Davis K, Maung A. “Occult” rib fractures diagnosed on computed tomography scan only are still a risk factor for solid organ injury. *J Emerg Trauma Shock [Internet]*. 2015 [cited 2017 Mar 16];8(3):140–3. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26229296>
  26. Bulger EM, Arneson MA, Mock CN, Jurkovich GJ. Rib fractures in the elderly. In: *Journal of Trauma - Injury, Infection and Critical Care*. 2000. p. 1040–6.
  27. Shoar S, Hosseini FS, Naderan M, Khavandi S, Tabibzadeh E, Khavandi S, et al. Cardiac injury following blunt chest trauma: diagnosis, management, and uncertainty. *Int J Burns Trauma [Internet]*. 2021;11(2):80–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34094699> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC8166660>
  28. Fokin AA, Wycech Knight J, Yoshinaga K, Abid AT, Grady R, Alayon AL, et al. Blunt Cardiac Injury in Patients With Sternal Fractures. *Cureus*. 2022;14(3):8–10.
  29. Murray JA, Demetriades D, Asensio JA, Cornwell EE, Velmahos GC, Belzberg H, et al. Occult injuries to the diaphragm: prospective evaluation of laparoscopy in penetrating injuries to the left lower chest. *J Am Coll Surg [Internet]*. 1998 [cited 2024 Feb 16];187(6):626–30. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9849737/>
  30. Thiam O, Konate I, Gueye ML, Toure AO, Seck M, Cisse M, et al. Traumatic diaphragmatic injuries: epidemiological, diagnostic and therapeutic aspects. *Springerplus*. 2016;5:1614.
  31. Pino-Perez O, Badia J, Montmany-Vioque S, Luna A, Rebasa Cladera P, Navarro-Soto S. LESIONES DIAFRAGMÁTICAS POR HERIDA PENETRANTE EN EL ÁREA MURRAY BOX: ¿MITO O REALIDAD? *Cir Esp*. 2018;96((Espec Congreso)):93.
  32. Dillon DG, Rodriguez RM. Screening performance of the chest X-ray in adult blunt trauma evaluation: Is it effective and what does it miss? *Am J Emerg Med [Internet]*. 2021;49(2021):310–4. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2021.06.034>
  33. Chardoli M, Hasan-Ghaliiae T, Akbari H, Rahimi-Movaghar V. Accuracy of chest radiography versus chest computed tomography in hemodynamically stable patients with blunt chest trauma. *Chinese J Traumatol = Zhonghua chuang shang*

- za zhi / Chinese Med Assoc [Internet]. 2013;16(6):351–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.3760/cma.j.issn.1008-1275.2013.06.007>
34. Agladioglu K, Serinken M, Dal O, Beydilli H, Eken C, Karcioglu O. Chest X-rays in detecting injuries caused by blunt trauma. *World J Emerg Med* [Internet]. 2016 [cited 2017 Feb 6];7(1):55–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27006740>
  35. Lee RB, Bass SM, Morris JA, MacKenzie EJ. Three or more rib fractures as an indicator for transfer to a Level I trauma center: a population-based study. *J Trauma*. 1990;30(6):689–94.
  36. Rodriguez RM, Hendey GW, Mower W, Kea B, Fortman J, Merchant G, et al. Derivation of a decision instrument for selective chest radiography in blunt trauma. *J Trauma*. 2011;71(3):549–53.
  37. Livingston DH, Shogan B, John P, Lavery RF. CT diagnosis of rib fractures and the prediction of acute respiratory failure. *J Trauma - Inj Infect Crit Care*. 2008 Apr;64(4):905–11.
  38. Exadaktylos AK, Sclabas G, Schmid SW, Schaller B, Zimmermann H. Do we really need routine computed tomographic scanning in the primary evaluation of blunt chest trauma in patients with “normal” chest radiograph? *J Trauma*. 2001;51(6):1173–6.
  39. Demetriades D, Gomez H, Velmahos GC, Asensio JA, Murray J, Cornwell EE, et al. Routine helical computed tomographic evaluation of the mediastinum in high-risk blunt trauma patients. *Arch Surg*. 1998;133(10):1084–8.
  40. Wicky S, Wintermark M, Schnyder P, Capasso P, Denys A. Imaging of blunt chest trauma. *Eur Radiol*. 2000;10(10):1524–38.
  41. Luceri RE, Glass NE, Bailey JA, Sifri ZC, Kunac A, Bonne SL, et al. First rib fracture: A harbinger of severe trauma? *Am J Surg* [Internet]. 2018;216(4):740–4. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2018.07.034>
  42. Chan KK, Joo DA, McRae AD, Takwoingi Y, Premji ZAm Lang E WA. Cochrane Library Cochrane Database of Systematic Reviews Chest ultrasonography versus supine chest radiography for diagnosis of pneumothorax in trauma patients in the emergency department (Review) Chest ultrasonography versus supine chest radiography for. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2020 [cited 2022 Nov 28];23(7). Available from: [www.cochranelibrary.com](http://www.cochranelibrary.com)
  43. Vafaei A, Hatamabadi HR, Heidary K, Alimohammadi H, Tarbiyat M. Diagnostic Accuracy of Ultrasonography and Radiography in Initial Evaluation of Chest Trauma Patients. *Emerg (Tehran, Iran)* [Internet]. 2016 [cited 2017 Feb 6];4(1):29–33. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26862547>

44. Llaquet Bayo H, Montmany Vioque S, Rebaso P, Navarro Soto S. Resultados del tratamiento conservador en pacientes con neumotórax oculto. *Cir Esp* [Internet]. 2016;94(4):232–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ciresp.2015.01.010>
45. Wilson H, Ellsmere J, Tallon J, Kirkpatrick A. Occult pneumothorax in the blunt trauma patient: Tube thoracostomy or observation? *Injury*. 2009;40(9):928–31.
46. Salim A, Sangthong B, Martin M, Brown C, Plurad D, Demetriades D, et al. Whole body imaging in blunt multisystem trauma patients without obvious signs of injury: Results of a prospective study. *Arch Surg*. 2006;141(5):468–75.
47. Huber-Wagner S, Lefering R, Qvick LM, Körner M, Kay M V., Pfeifer KJ, et al. Effect of whole-body CT during trauma resuscitation on survival: a retrospective, multicentre study. *Lancet* [Internet]. 2009;373(9673):1455–61. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60232-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60232-4)
48. Caputo ND, Stahmer C, Lim G, Shah K. Whole-body computed tomographic scanning leads to better survival as opposed to selective scanning in trauma patients: A systematic review and meta-analysis. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014;77(4):534–9.
49. Rodriguez RM, Baumann BM, Raja AS, Langdorf MI, Anglin D, Bradley RN, et al. Diagnostic yields, charges, and radiation dose of chest imaging in blunt trauma evaluations. *Acad Emerg Med*. 2014;21(6):644–50.
50. Kea B, Gamarallage R, Vairamuthu H, Fortman J, Lunney K, Hendey GW, et al. What is the clinical significance of chest computed tomography when the chest x-ray is normal in blunt trauma patients? *Am J Emerg Med*. 2013;31(8):1268–73.
51. American College of Surgeons. Resources for Optimal Care of the Injured Patient. 2014. 215 p.
52. Trupka A, Waydhas C, Hallfeldt KK, Nast-Kolb D, Pfeifer KJ, Schweiberer L. Value of thoracic computed tomography in the first assessment of severely injured patients with blunt chest trauma: results of a prospective study. *J Trauma* [Internet]. 1997 Sep [cited 2018 Dec 20];43(3):405–11. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9314300>
53. Brink M, Deunk J, Dekker HM, Kool DR, Edwards MJR, Van Vugt AB, et al. Added value of routine chest MDCT after blunt trauma: Evaluation of additional findings and impact on patient management. *Am J Roentgenol*. 2008;june:1591–8.
54. Omert L, Yeane WW, Protetch J. Efficacy of thoracic computerized tomography in blunt chest trauma. *Am Surg*. 2001;67:660–4.
55. Rodriguez RM, Anglin D, Langdorf MI, Baumann BM, Hendey GW, Bradley RN, et al. NEXUS Chest Validation of a Decision Instrument for Selective Chest Imaging in Blunt Trauma. *JAMA Surg*. 2013;148(10):940–6.

56. Rodriguez RM, Langdorf MI, Nishijima D, Baumann BM, Hendey GW, Medak AJ, et al. Derivation and Validation of Two Decision Instruments for Selective Chest CT in Blunt Trauma: A Multicenter Prospective Observational Study (NEXUS Chest CT). *PLOS Med.* 2015;12(10).
57. Rodriguez RM, Hendey GW, Mower WR. Selective chest imaging for blunt trauma patients: The national emergency X-ray utilization studies (NEXUS-chest algorithm). *Am J Emerg Med.* 2017;35:164–70.
58. Surendran A, Mori A, Varma DK, Gruen RL. Systematic review of the benefits and harms of whole-body computed tomography in the early management of multitrauma patients: Are we getting the whole picture. *J Trauma Acute Care Surg.* 2014;76(4):1122–30.
59. Moore E, Cogbill T, Jurkovich G, McAninch J, Champion H, Gennarelli T, et al. Organ injury scaling III: chest wall, abdominal vascular, ureter, bladder and urethra. *J Trauma.* 1992;33(3):337–9.
60. Easter A. Management of patients with multiple rib fractures. *Am J Crit Care.* 2001;10(5):320–9.
61. Pressley CM, Fry WR, Philp AS, Berry SD, Smith RS. Predicting outcome of patients with chest wall injury. *Am J Surg.* 2012;204(6):910–4.
62. Chen J, Jeremitsky E, Philp F, Fry W, Smith RS. A chest trauma scoring system to predict outcomes. *Surgery.* 2014;156(4):988–94.
63. Chapman BC, Herbert B, Rodil M, Salotto J, Stovall RT, Biffi W, et al. RibScore : A novel radiographic score based on fracture pattern that predicts pneumonia , respiratory failure , and tracheostomy. *J Trauma Acute Care Surg.* 2015;80(1):95–101.
64. Fokin A, Wycech J, Crawford M, Puente I. Quantification of rib fractures by different scoring systems. *J Surg Res.* 2018 Sep 1;229:1–8.
65. Pape HC, Remmers D, Rice J, Ebisch M, Krettek C, Tscherne H. Appraisal of early evaluation of blunt chest trauma: development of a standardized scoring system for initial clinical decision making. *J Trauma [Internet].* 2000 Sep [cited 2018 Dec 20];49(3):496–504. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11003329>
66. Hosmer D, Lemeshow S. *Model-Building Strategies and Methods for Logistic Regression.* Hosmer D, editor. Nueva York: Wiley and Sons; 2000. 91–142 p.
67. Doménech i Massons JM. Análisis multivariante: modelos de regresión. Análisis multivariante Model regresión [Internet]. 1999 [cited 2023 Jun 27];200. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=622424>
68. Llaquet Bayo H, Montmany S, Rebasa P, Secanella M, Alberich M, Navarro S.



- Analysis of quality of life after major trauma: a spanish follow-up cohort study. *Eur J Trauma Emerg Surg* [Internet]. 2019;45(2):289–97. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00068-018-0920-0>
69. Navarro S, Koo M, Orrego C, Muñoz-Vives JM, Rivero M, Montmany S, et al. Estudio para la mejoría de la atención hospitalaria inicial del paciente politraumatizado: proyecto TRAUMACAT. *Med Clin (Barc)* [Internet]. 2014 [cited 2021 Mar 11];143(SUPPL. 1):25–31. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25128356/>
  70. Ali BA, Fortún Moral M, Belzunegui Otano T, Reyero Díez D, Castro Neira M, Ali BA. Escalas para predicción de resultados tras traumatismo grave. *An Sist Sanit Navar*. 2017;40(1):103–18.
  71. Gilbert RW, Fontebasso AM, Park L, Tran A, Lampron J. The management of occult hemothorax in adults with thoracic trauma: A systematic review and meta-analysis. *J Trauma Acute Care Surg* [Internet]. 2020 Dec 1 [cited 2023 Oct 27];89(6):1225–32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32925577/>
  72. Flagel BT, Luchette FA, Reed RL, Esposito TJ, Davis KA, Santaniello JM, et al. Half-a-dozen ribs: the breakpoint for mortality. *Surgery* [Internet]. 2005 Oct [cited 2017 Jan 23];138(4):717–23; discussion 723-5. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0039606005004332>
  73. Wang RC, Niedzwiecki MJ, Nishijima D, Rodriguez RM. An impact analysis of the NEXUS Chest CT clinical decision rule. *Am J Emerg Med* [Internet]. 2020;38(5):906–10. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2019.07.010>
  74. Vorhies RW, Harrison PB, Smith RS, Helmer SD. Senior Surgical Residents Can Accurately Interpret Trauma Radiographs. *Am Surg*. 2002;68(3):221–6.
  75. Chung JH, Strigel RM, Relyea Chew A, Albrecht E, Gunn ML. Radiologic Education Overnight Resident Interpretation of Torso CT at a Level 1 Trauma Center: An Analysis and Review of the Literature 1. *Acad Radiol*. 2009;16(9):1155–60.
  76. Bauman ZM, Binkley J, Pieper CJ, Raposo-Hadley A, Orcutt G, Cemaj S, et al. Discrepancies in rib fracture severity between radiologist and surgeon: A retrospective review. *J Trauma Acute Care Surg* [Internet]. 2021 Dec 1 [cited 2023 Aug 28];91(6):956–60. Available from: [https://journals.lww.com/jtrauma/fulltext/2021/12000/discrepancies\\_in\\_rib\\_fracture\\_severity\\_between.7.aspx](https://journals.lww.com/jtrauma/fulltext/2021/12000/discrepancies_in_rib_fracture_severity_between.7.aspx)

## **10: ANEXOS**

### **10.1 ANEXO A: Cuaderno de recogida de datos para el análisis de radiografías y TC**

NHC

DATA ACCIDENT

**DRETA**

	SI	NO	Simple	Bifocal	Comm.	Despl.
1a						
2a						
3a						
4a						
5a						
6a						
7a						
8a						
9a						
10a						
11a						
12a						
Escàpula						
Clavícula						
Estern						

Volet            Si    No  
Hemotòrax      Si    No  
Pneumotòrax    Si    No  
Atelectàsia      Si    No    Lòbuls:  
Contusió          Si    No    Lòbuls:  
Laceració         Si    No    Lòbuls:  
Altres:

**ESQUERRA**

	SI	NO	Simple	Bifocal	Comm.	Despl.
1a						
2a						
3a						
4a						
5a						
6a						
7a						
8a						
9a						
10a						
11a						
12a						
Escàpula						
Clavícula						
Estern						

Volet            Si    No  
Hemotòrax      Si    No  
Pneumotòrax    Si    No  
Atelectàsia      Si    No    Lòbuls:  
Contusió          Si    No    Lòbuls:  
Laceració         Si    No    Lòbuls:  
Altres:

NHC

DATA ACCIDENT

**DRETA**

	SI	NO	Simple	Bifocal	Comm.	Despl.
1a						
2a						
3a						
4a						
5a						
6a						
7a						
8a						
9a						
10a						
11a						
12a						
Escàpula						
Clavícula						
Estern						

Volet            Si    No  
Hemotòrax      Si    No  
Pneumotòrax    Si    No  
Atelectàsia      Si    No    Lòbuls:  
Contusió          Si    No    Lòbuls:  
Laceració         Si    No    Lòbuls:  
Altres:

**ESQUERRA**

	SI	NO	Simple	Bifocal	Comm.	Despl.
1a						
2a						
3a						
4a						
5a						
6a						
7a						
8a						
9a						
10a						
11a						
12a						
Escàpula						
Clavícula						
Estern						

Volet            Si    No  
Hemotòrax      Si    No  
Pneumotòrax    Si    No  
Atelectàsia      Si    No    Lòbuls:  
Contusió          Si    No    Lòbuls:  
Laceració         Si    No    Lòbuls:  
Altres:

## **10.2 ANEXO B. Base de datos estudio trauma torácico: análisis radiografía y TC**

# TRAUMATISME TORÀCIC

Id trauma toràcic

**(Nuevo)**

Història clínica

Id BASIC

## RXCIR

ID RxCIR

**(Nuevo)**

ID traumatoràcic

Lateralitat  Escàpula

1:  Clavícula

2:  Estern

3:  Volet

4:  Hemotòrax

5:  Pneumotòrax

6:  Atelectàsia

7:  Lòbuls

8:  Contusió

9:  Lòbuls

10:  Laceració

11:  Lòbuls

12:  Aiximpl mediastí  **no**

Fractura 3 localitzacions anatòmiques

Posterior  Lateral  Anterior

Registro: 1 de 1 de 1

Sin filtro  Buscar

Sin filtro  Buscar

## RxRX

ID RxRX

###

ID traumatoràcic

Lateralitat  Escàpula

1:  Clavícula

2:  Estern

3:  Volet

4:  Hemotòrax

5:  Pneumotòrax

6:  Atelectàsia

7:  Lòbuls

8:  Contusió

9:  Lòbuls

10:  Laceració

11:  Lòbuls

12:  Aiximpl mediastí

Fractura 3 localitzacions anatòmiques

Posterior  Lateral  Anterior

Registro: 1 de 1 de 1

Sin filtro  Buscar

## TC

ID RxTC

###

ID traumatoràcic

Lateralitat  Escàpula

1:  Clavícula

2:  Estern

3:  Volet

4:  Hemotòrax

5:  Pneumotòrax

6:  Pneumo ocult

7:  Atelectàsia

8:  Lòbuls

9:  Contusió

10:  Lòbuls

11:  Laceració

12:  Lòbuls

actura 3 localitzacions anatòmiques

Posterior  Lateral  Anterior

Trob mediastí

Registro: 1 de 1 de 1

Sin filtro  Buscar

Sin filtro  Buscar