



CIRUGÍA y CIRUJANOS

Órgano de difusión científica de la Academia Mexicana de Cirugía
Fundada en 1933

www.amc.org.mx www.elsevier.es/circir



CASO CLÍNICO

Trauma contuso de tórax con neumomediastino y neumoperitoneo secundario a efecto Macklin. Reporte de un caso



Héctor Alejandro Carzolio-Trujillo^{a,*}, Fernando Navarro-Tovar^a,
César Isaac Padilla-Gómez^a, Iván Arturo Hernández-Martínez^b
y Javier Herrera-Enríquez^c

^a Servicio de Cirugía General, Hospital General de Zona Norte Bicentenario de la Independencia, Secretaría de Salud de Puebla, Puebla, México

^b Servicio de Radiología e Imagen, Hospital General de Zona Norte Bicentenario de la Independencia, Secretaría de Salud de Puebla, Puebla, México

^c Servicio de Cirugía General, Hospital Regional de Poza Rica, Secretaría de Salud de Veracruz, Veracruz, México

Recibido el 17 de octubre de 2014; aceptado el 12 de mayo de 2015

Disponible en Internet el 5 de enero de 2016

PALABRAS CLAVE

Neumomediastino;
Neumoperitoneo;
Efecto Macklin

Resumen

Antecedentes: Neumomediastino es la presencia de aire libre en mediastino que puede ser espontáneo o secundario; se presenta en el 10% de los pacientes con trauma contuso de tórax, y su principal fisiopatología es el efecto Macklin.

Caso clínico: Hombre de 21 años de edad, arrollado por vehículo automotor, con fractura alveolopalatina y trauma contuso de tórax. A las 72 h después de su ingreso, presentó enfisema subcutáneo en tórax anterior, por lo que se le realizó tomografía simple de tórax y abdomen que presentó datos de neumomediastino, contusiones pulmonares bilaterales y neumoperitoneo. Se descarta lesión esofágica, traqueobronquial y de víscera intraabdominal. Se establece como causa del neumomediastino y neumoperitoneo el efecto Macklin. Es manejado conservadoramente en la unidad de cuidados intensivos, con adecuada evolución clínica y es egresado al décimo día de estancia hospitalaria.

Discusión: El efecto Macklin es causado por la disección de aire medialmente a lo largo de la vaina broncoalveolar (enfisema intersticial), y es secundario a la rotura alveolar, que se extiende al mediastino y a otras regiones anatómicas (neumoperitoneo). Se ha documentado en trauma contuso, crisis asmática, ventilación con presión positiva o después de maniobras de Valsalva. El estudio diagnóstico de elección es la tomografía computada y sus hallazgos característicos son la presencia de enfisema intersticial adherente a bronquio y a los vasos sanguíneos pulmonares.

* Autor para correspondencia: Servicio de Cirugía General. Hospital General de Zona Norte Bicentenario de la Independencia, Secretaría de Salud. Puebla. Primer Andador 88 poniente No. 222 Col. Infonavit San Pedro, C.P. 72230. Puebla, México.
Tel.: +52 222 3679 257 o 39 ext. 1176.

Correo electrónico: fercho.md09@hotmail.com (H.A. Carzolio-Trujillo).

KEYWORDS

Pneumomediastinum;
Pneumoperitoneum;
Macklin effect

Conclusiones: Ante la presencia de neumomediastino y neumoperitoneo, es necesario descartar lesión esofágica y traqueobronquial, antes de establecer el efecto Macklin como su causa. El procedimiento de elección para su diagnóstico es la tomografía computada y se maneja conservadoramente.

© 2015 Academia Mexicana de Cirugía A.C. Publicado por Masson Doyma México S.A. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Blunt chest trauma with pneumomediastinum and pneumoperitoneum secondary to Macklin effect. Case report

Abstract

Background: Pneumomediastinum is the presence of free air around mediastinal structures, which may be spontaneous or secondary, and can occur in 10% of patients with blunt chest trauma, with the Macklin effect being its main pathophysiology.

Clinical case: A 21 year old male, hit by motor vehicle, with alvéolopalatal fracture and blunt chest trauma, who, 72 hrs after admission, shows subcutaneous emphysema in the anterior chest. A simple tomography of the chest and abdomen was performed, finding a pneumomediastinum, bilateral pulmonary contusions and pneumoperitoneum. Oesophageal, tracheobronchial or intra-abdominal viscera injuries were ruled out, establishing the cause of pneumomediastinum and pneumoperitoneum due to the Macklin effect. This required conservative management in intensive care unit, with a favourable clinical course and discharged after a 10 day hospital stay.

Discussion: Macklin effect is caused by dissection of air medially along the bronchoalveolar sheath (interstitial emphysema), secondary to alveolar breakdown and extending into mediastinal and other anatomical structures (pneumoperitoneum). It has been documented in blunt trauma, as well as in acute asthma, positive pressure ventilation, or after Valsalva manoeuvres. The imaging method of choice is computed tomography, and its characteristic findings, interstitial emphysema adhering to a bronchus and pulmonary blood vessel.

Conclusions: In the presence of pneumomediastinum and pneumoperitoneum is necessary to rule out oesophageal and tracheobronchial injury before establishing the Macklin effect as its cause. The diagnosis is made with computed tomography and managed conservatively.

© 2015 Academia Mexicana de Cirugía A.C. Published by Masson Doyma México S.A. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Antecedentes

El neumomediastino se define como la presencia de aire libre alrededor de las estructuras del mediastino, también conocido como enfisema mediastinal; se puede dividir en 2 grupos: *espontáneo*, sin una causa primaria obvia; y *secundario*, con un evento patológico desencadenante, descrito por primera vez por Laennec¹.

De acuerdo con Kelly et al.² la primera serie de casos sobre neumomediastino espontáneo fue realizada por Louis Hamman en 1939, por lo que posteriormente se le llamó síndrome de Hamman. El proceso fisiopatológico fue demostrado experimentalmente por Macklin y Macklin en 1944, conocido como efecto Macklin. Su mecanismo fundamental es la rotura alveolar secundaria a gradientes de presión que condicionan fuga aérea al intersticio y a los linfáticos pulmonares (enfisema intersticial), el cual diseca a través de los septos interlobares adyacentes a los vasos sanguíneos y sistema bronquial hasta llegar al hilio, y de ahí al mediastino y a otras regiones anatómicas³.

El neumomediastino se puede presentar en el 10% de los pacientes con trauma contuso de tórax, pudiéndose atribuir

como causa al efecto Macklin; en menos del 10% se presenta una lesión traqueobronquial y, en menor porcentaje, una lesión esofágica⁴.

Reportamos el caso de un paciente con trauma contuso de tórax que presentó neumomediastino y neumoperitoneo secundario a efecto Macklin, que recibió manejo médico por parte del Servicio de Cirugía General en el Hospital General de Zona Norte, Secretaría de Salud. Puebla.

Caso clínico

Hombre de 21 años de edad, originario y residente de Tlaxcala, niega antecedentes de enfermedades crónicas degenerativas, quirúrgicas, alérgicas o toxicomanías.

Inició su padecimiento al ser arrollado por vehículo automotor, en la que se desconoce la cinemática del trauma. A su ingreso a Urgencias se encontraba con los signos vitales: tensión arterial 130/75 mmHg; frecuencia cardíaca 95 latidos por minuto; frecuencia respiratoria 26 respiraciones por minuto; temperatura 37 °C, Glasgow 15; disminución en apertura bucal; cuello sin adenomegalias; presencia de collarín rígido; tórax sin alteraciones en la superficie; no

crepitación ni enfisema subcutáneo; campos pulmonares con adecuada transmisión de murmullo vesicular; ruidos cardiacos rítmicos sin agregados; abdomen plano, depresible, sin dolor a palpación superficial ni profunda, no resistencia muscular involuntaria, peristalsis presente y normal.

Los estudios de laboratorios al ingreso reportaron: hemoglobina 15 g/dl; hematocrito 43%; leucocitos 11,000; neutrófilos 82%; bandas 6%; plaquetas 300,000; tiempo de protrombina 16 s; tiempo parcial de tromboplastina 28 s, glucosa 110 mg/dl; creatinina 1 mg/dl; sodio 140 mEq/l; potasio 3.5 mEq/l; cloro 115 mEq/l. La radiografía de tórax sin datos de hemotórax o neumotórax, sin lesiones en estructuras óseas ni de tejidos blandos; las placas simples de abdomen normal; eco-FAST sin líquido en pericardio ni intraabdominal; tomografía computada (Tc) simple de cráneo, con evidencia de fractura alveolopalatina.

Se decide paso a quirófano por el Servicio de Maxilofacial, 48 h después de su ingreso para reducción abierta con fijación interna de fractura alveolopalatina; durante el postoperatorio inmediato presentó insuficiencia respiratoria, por lo que se realizó intubación orotraqueal para apoyo mecánico ventilatorio y se envió a unidad de cuidados intensivos; se realizó nueva tele de tórax en la que observamos la presencia de múltiples infiltrados bilaterales con relación a contusión pulmonar e imagen sugerente de neumopericardio (fig. 1).

A las 72 h de su ingreso, presentó enfisema subcutáneo en tórax anterior que se extendió a cuello, por lo que se le realizó Tc simple de tórax y de abdomen, con el hallazgo de neumomediastino, contusiones pulmonares bilaterales y neumoperitoneo (figs. 2 y 3). Continuando con apoyo mecánico ventilatorio. Se descartó lesión esofágica por esofagograma con medio hidrosoluble, al igual que lesión traqueobronquial por broncoscopia flexible; además, no se identificaron datos de irritación peritoneal, por lo que se establece como causa de neumomediastino y neumoperitoneo el efecto Macklin.

Al sexto día, presentó mejoría clínica con resolución del enfisema subcutáneo y el control radiográfico mostró disminución de los infiltrados pulmonares bilaterales.

Al séptimo día se le retiró el apoyo mecánico ventilatorio, por la adecuada evolución clínica y se egresa de unidad de cuidados intensivos. Continuó su atención en el Servicio de Cirugía General y se determinó su alta hospitalaria en adecuadas condiciones generales al décimo día.

Discusión

Diversos estudios han mostrado que el neumomediastino espontáneo ocurre predominantemente en hombres jóvenes (14:3, con respecto a mujer), previamente sanos, de constitución delgada y talla alta, en un rango de edad de presentación de 12 a 35 años; en las mujeres, predomina durante el embarazo y sobre todo durante el parto; se relaciona con el aumento de la presión intratorácica, debido a las maniobras de Valsalva^{2,5,6} y tiene una incidencia de 1 por cada 800-32,000 admisiones hospitalarias por accidentes^{2,7}.

El neumomediastino también se puede categorizar como atraumático (20%) o traumático (80%)⁸. El neumomediastino por trauma puede ser contuso (86%) o penetrante (14%)⁸, o

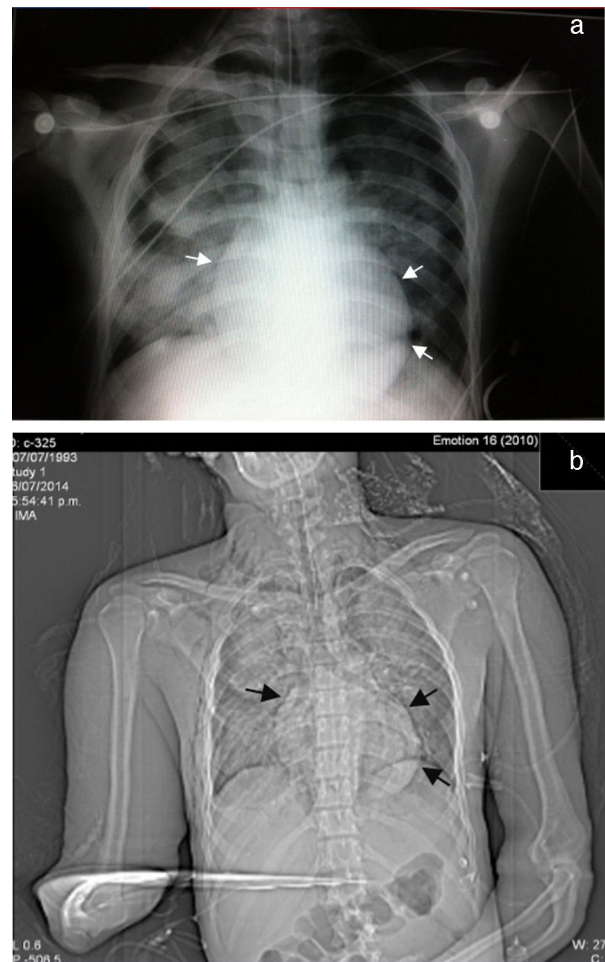


Figura 1 (a y b) Radiografía de tórax. Se observan amplias zonas de consolidación del parénquima pulmonar, observando adyacente al margen cardiaco una tenue línea radiolúcida que corresponde a neumopericardio.

por lesiones iatrogénicas, como las producidas por la ventilación mecánica o por procedimientos endoscópicos⁹.

El neumomediastino se puede presentar hasta en el 10% de los traumas contusos cervicales y de tórax, con la más alta prevalencia en accidentes automovilísticos de alta velocidad. La principal causa es el llamado efecto Macklin, aunque también puede ser secundario a lesión traqueobronquial (6%) o esofágica (0.1-1.6%)¹⁰. En nuestro caso, el paciente presentó un trauma contuso de tórax por impacto de alta velocidad, y se logró descartar lesión traqueobronquial y esofágica por estudios de extensión, asociándose a efecto Macklin.

El efecto Macklin fue descrito por primera vez en 1939, y es causado por la disección de aire medialmente a lo largo de la vaina broncoalveolar (enfisema intersticial), y es secundario a la rotura alveolar que se extiende al mediastino y a otras regiones anatómicas (neumoperitoneo). Este efecto no solo se ha documentado en trauma contuso sino también en crisis asmática, infecciones respiratorias, durante el parto, ventilación con presión positiva o después de las maniobras de Valsalva, donde el factor predisponente principal es el aumento de presión intratorácica^{5,11}. Se ha relacionado con la actividad física, como buceo,



Figura 2 (a y b) Tomografía simple de tórax en corte axial y con reconstrucción coronal. Se identifican amplias zonas de consolidación y vidrio despulido con relación a contusiones pulmonares. A nivel cardiomedial, se aprecia halo radiolúcido pericárdico con relación a neumomediastino.

baloncesto, fútbol y voleibol⁵; otros factores asociados son: tabaquismo, consumo de drogas (cocaína), dermatomiositis, fibrosis pulmonar idiopática, síndrome de Marfan y cetoacidosis diabética. Se determina el factor desencadenante en el 38-54% y queda sin conocerse el factor desencadenante hasta en el 51% de los casos¹².

El enfisema intersticial tiene 3 presentaciones: a) agudo, b) persistente, y c) difuso persistente. La forma aguda es más frecuente en neonatos con hipoplasia pulmonar, por aspiración de meconio o por membranas hialinas que requieren ventilación con presiones altas inspiratorias; en los adultos se presenta con barotrauma secundario a hiperinflación dinámica y en entidades caracterizadas por el incremento en el gradiente de presión, secundario a desgarros lineales que siguen el trayecto de los septos alveolares y del bronquio terminal. En la forma difusa y difusa persistente se asocia a displasia broncopulmonar, siendo el sustrato anatómico las lesiones quísticas que van de unos cuantos milímetros a 3 cm³.

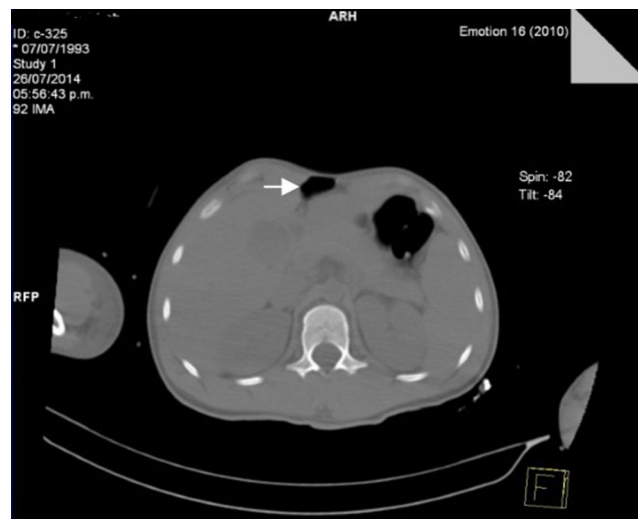


Figura 3 Tomografía simple de abdomen, corte axial. Debajo de cúpula diafragmática y adyacente a la pared anterior se aprecia aire libre intraabdominal sin evidencia de lesión a víscera hueca.

Frecuentemente se encuentran lesiones asociadas y están relacionadas con la cinemática del trauma, sin tener relación directa con el efecto Macklin, que incluye el trauma craneoencefálico (29-49%), lesiones cardiovasculares (19-30%), tórax inestable o fracturas esternales (9.5-20%). Se reporta una mortalidad de alrededor del 10%¹³.

La tríada que se encuentra generalmente consiste en: 1) dolor torácico retroesternal irradiado a cuello, hombro o espalda (80-90%), 2) disnea (50%), y 3) enfisema subcutáneo (> 90%)^{2,13}.

El signo de Hamman (descrito en 1939, por Hamman) se presenta en el 18% de los pacientes y se caracteriza por un crujido retroesternal a la auscultación, sincrónico con los latidos cardiacos^{10,13}. Otros síntomas menos comunes son: tos (36%), disfagia (18%); quejas esporádicas como: odinofagia, aturdimiento, debilidad, disfonía, voz nasal (rinolalia) y epigastralgia⁹.

El examen físico puede ser normal hasta en el 30% de los casos¹⁰ y puede manifestarse frecuentemente por fiebre mayor de 38.5 °C y leucocitosis, con reacción en cadena de la polimerasa (PCR) superior a 5 mg/l (41-68%)^{12,14}. En nuestro caso, la única sintomatología presente fue la aparición de enfisema subcutáneo en tórax anterior que irradiaba a región cervical, aunque se encontraba con apoyo mecánico ventilatorio al momento de su presentación. El enfisema subcutáneo puede ser muy extenso y asociarse a complicaciones, no solo de carácter estético; también puede haber compromiso visual por tumefacción periorbitaria, disfonía o disnea por extensión cervical asociadas a compresión de la vía aérea superior e incluso a disfunción de marcapasos; probablemente la complicación más seria descrita es la compresión masiva del tórax con falla respiratoria aguda y pseudotaponamiento cardiaco, relacionado con neumomediastino y neumopericardio, respectivamente¹⁵.

Todos los pacientes de trauma deben ser evaluados y manejados según los protocolos de soporte vital avanzado en trauma (ATLS, por sus siglas en inglés), dictado por el Colegio Americano de Cirujanos (ACS, por sus siglas en inglés).

En el caso de sospecha de neumomediastino, el estudio de gabinete inicial es la radiografía de tórax frontal y lateral, que incluya la región cervical, y en este estudio se pueden identificar el neumomediastino en más del 90% de los casos⁹. Los signos radiográficos sugestivos de neumomediastino incluyen un trazo radiolúcido que delinea las estructuras mediastinales (más evidente craneal al corazón en el lado izquierdo), eleva la pleura mediastinal y con frecuencia se extiende al cuello o a la pared torácica. En una proyección lateral, este trazo radiolúcido puede delinear la aorta ascendente, el arco aórtico, las áreas retroesternal, precardiaca, periaórtica y peritraqueal. Otros signos radiográficos incluyen el «signo de diafragma continuo», que es gas mediastinal que delinea la superficie superior del diafragma y separa este del corazón; el «signo V de Naclerio», que presenta gas delineando el margen lateral de la aorta descendente y que se extiende lateralmente entre la pleura parietal y la porción medial del hemidiafragma izquierdo y el «signo del anillo alrededor de la arteria», en el cual el gas rodea la porción mediastinal extrapericárdica de la arteria pulmonar derecha^{10,13}.

Los datos radiográficos indirectos incluyen el enfisema subcutáneo torácico y cervical, neumopericardio, neumorretroperitoneo y neumoperitoneo. Se debe buscar intencionadamente la presencia de neumotórax, que puede estar presente hasta en el 84% de los pacientes. La presencia de neumotórax en pacientes con neumomediastino no necesariamente indica lesión de algún órgano del mediastino; de hecho, es un fuerte indicador negativo de lesión esofágica o asociación con lesión de vía aérea¹⁰. En el caso clínico que presentamos, hubo evidencia de neumomediastino asociado a neumotórax, sin lesión esofágica ni de la vía aérea demostrada.

En los casos en que la radiografía de tórax es normal (menos del 10%), el estudio de elección es la Tc, que es considerado el «estándar de oro», aun en pacientes con hallazgos radiográficos sugestivos^{1,10}. El efecto Macklin aparece como una colección lineal de aire contigua a la vaina broncovascular y los hallazgos característicos de enfisema intersticial por efecto Macklin, se presentan como una tríada de: 1) enfisema intersticial, 2) a bronquio, y 3) a vaso sanguíneo pulmonar^{3,16}. La Tc respecto al neumomediastino y al neumoperitoneo tiene una alta sensibilidad (> 95%) y especificidad (> 85%) para descartar lesión mayor de tracto aerodigestivo; sin embargo, siempre se debe descartar la posibilidad de lesión esofágica o traqueal con otros métodos diagnósticos¹⁰.

La presencia de neumoperitoneo generalmente está asociada a la perforación de víscera hueca y, por lo tanto, requiere manejo quirúrgico urgente; en 5-15% de los casos, no es resultado de perforación visceral, y se relaciona la mayoría del tiempo con intervenciones médicas¹⁷. Mularski et al.¹⁷ identificaron 2 grupos como causas no quirúrgicas de neumoperitoneo: 1) causa abdominal (aire postoperatorio, diálisis peritoneal, procedimientos endoscópicos gastrointestinales, y 2) causa torácica (ventilación mecánica, resucitación cardiopulmonar, lesiones pulmonares por trauma, neumotórax) que señalan que cuando el dolor y la distensión abdominal son mínimos, y los signos peritoneales, fiebre y leucocitosis están ausentes, las causas no quirúrgicas deben considerarse^{17,18}.

El tratamiento es conservador y sintomático, con una evolución hacia la resolución espontánea en 3 a 15 días (promedio de días de hospitalización de 3.5 a 4.5 días). El manejo es con reposo, analgesia adecuada y, evitar maniobras que incrementen la presión pulmonar (Valsalva o espiración forzada); el uso de antibióticos no es necesario, a menos que se asocie con alguna lesión del tracto aerodigestivo^{2,10,13}. El tratamiento con oxígeno puro aumenta la presión de difusión de nitrógeno en el intersticio y promueve la rápida absorción del aire libre⁹. Nuestro paciente requirió manejo por la unidad de cuidados intensivos y se manejó conservadoramente, presentó una adecuada evolución clínica, sin complicaciones subsecuentes, por lo que fue dado de alta hospitalaria, por mejoría, a los 10 días del trauma.

Chassagnon et al.¹⁴ propusieron 5 parámetros para la selección de pacientes que pueden seguir sus cuidados ambulatorios y evitar hospitalizaciones innecesarias y estos son: 1) pacientes con fiebre mayor 38 °C, 2) desaturación de oxígeno menor al 96%, 3) sintomatología progresiva e incapacitante, 4) episodios de vómito al inicio, y 5) ansiedad.

La recurrencia de esta complicación es un evento excepcional, con muy pocos casos descritos en la literatura; se piensa que la recurrencia se facilita por la persistencia del factor predisponente (asma, neumonía, enfermedad pulmonar intersticial), o bien cuando la situación causal ocurre nuevamente^{12,19}.

Conclusiones

La presencia de neumomediastino y neumoperitoneo espontáneo es una condición clínica poco común, en la que se requiere descartar lesiones esofágicas y traqueobronquiales, antes de sospechar del efecto Macklin como su causa fisiopatológica. El estándar de oro para su diagnóstico es la Tc y, requiere únicamente de manejo conservador, debido a su evolución autolimitada.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Bibliografía

1. Assenza M, Passafiume F, Valesini L, Centonze L, Romeo V, Modini C. Pneumomediastinum and pneumoperitoneum after

- blunt chest trauma: The Macklin effect. *J Trauma Treatment*. 2012;1(1):1–5 [consultado Abr-May 2015] Disponible en <http://dx.doi.org/10.4172/2167-1222.1000107>
2. Kelly S, Hughes S, Nixon S, Paterson-Brown S. Spontaneous pneumomediastinum (Hamman's syndrome). *Surgeon*. 2010;8(2):63–6.
 3. Carrillo-Esper R, Leal-Gaxiola P. Pneumomediastino y pneumoperitoneo secundario a efecto Macklin. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int*. 2008;22(2):111–4.
 4. Martín-Menjívar E, Vázquez-Minero JC, Ferrero-Balado E, Domínguez A. Efecto Macklin como causa de neumomediastino posterior a contusión torácica. Reporte de un caso. *Trauma*. 2007;10(2):58–61.
 5. Morcillo KL, Vallejo EL. Síndrome de Hamman: presentación de dolor torácico en un adolescente. *Rev Colomb Cardiol*. 2015;22(1):62–5.
 6. Nagel SN, Deutschmann M, Lopatta E, Lichtenauer M, Teichgräber UKM. Postpartum woman with pneumomediastinum and reverse (inverted) takotsubo cardiomyopathy: A case report. *J Med Case Rep*. 2014;8:89 [consultado Abr-May 2015] Disponible en <http://www.jmedicalcasereports.com/content/pdf/1752-1947-8-89.pdf>
 7. Mondello B, Pavia R, Ruggeri P, Barone M, Barresi P, Monaco M. Spontaneous pneumomediastinum: Experience in 18 adult patients. *Lung*. 2007;185(1):9–14.
 8. Banki F, Estrera AL, Harrison RG, Miller CC 3rd, Leake SS, Mitchell KG, et al. Pneumomediastinum: Etiology and guide to diagnosis and treatment. *Am J Surgery*. 2013;206(6):1001–6.
 9. Sahni S, Verma S, Grullon J, Esquire A, Patel P, Talwar A. Spontaneous pneumomediastinum. Time for consensus. *North Am J Med Sci*. 2013;5(8):460–4.
 10. Mansella G, Bingisser R, Nickel CH. Pneumomediastinum in blunt chest trauma: A case report and review of the literature. *Case Rep Emerg Med*. 2014;2014:685381 [consultado Abr-May 2015] Disponible en <http://dx.doi.org/10.1155/2014/685381>
 11. Dissanaik S, Shalhub S, Jurkovich GJ. The evaluation of pneumomediastinum in blunt trauma patients. *J Trauma*. 2008;65(6):1340–5.
 12. Silva AF, Barros DC, Raddatz AE. Neumomediastino espontáneo (síndrome de Hamman), una entidad poco frecuente no siempre reconocida. *Rev Chil Cir*. 2013;65(5):442–7.
 13. Estrada MC, Velásquez MI, Orrego M. Neumomediastino espontáneo: reporte de un caso y revisión de la literatura. *Rev Ces Med*. 2009;23(2):47–54.
 14. Chassagnon G, Favelle O, Derogis V, Cottier JP. Spontaneous pneumomediastinum due to the Macklin effect: Less is more. *Intern Emerg Med*. 2015;10:759–61. Disponible en <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11739-015-1229-1.pdf>
 15. Galván Román JM, López Molina C, de Miguel Buckley R, García Polo I. I'm swelling up: An extensive post-traumatic subcutaneous emphysema. *J Pulm Respir Med*. 2014 [consultado Abr-May 2015] Disponible en <http://www.omicsonline.org/open-access/im-swelling-up-an-extensive-posttraumatic-subcutaneous-emphysema-2161-105X.1000177.pdf>
 16. Murayama S, Gibo S. Spontaneous pneumomediastinum and Macklin effect: Overview and appearance on computed tomography. *World J Radiol*. 2014;6(11):850–4.
 17. Mularski RA, Sippel JM, Osborne ML. Pneumoperitoneum: A review of nonsurgical causes. *Crit Care Med*. 2000;28(7):2638–44.
 18. Canivet JL, Yans T, Piret S, Frere P, Beguin Y. Barotrauma-induced tension pneumoperitoneum. *Acta Anaesthesiol Belg*. 2003;54(3):233–6.
 19. Fiorelli A, Messina G, Capaccio D, Santini M. Recurrent spontaneous pneumomediastinum: A rare but possible event! *J Thorac Dis*. 2012;4(4):431–3.