

# Afecciones otorrinolaringológicas debidas a explosiones

J.-J. Pessey  
O. Deguine  
G. Wanna

**Resumen.** – Las afecciones auditivas debidas a explosiones son frecuentes. Se calcula que durante las 5 semanas posteriores a la explosión ocurrida en Toulouse (Francia) el 21 de septiembre de 2001, se produjeron más de 3.000 consultas por trastornos otorrinolaringológicos. De ellas, el 56% fueron sorderas, el 56% acufenos y el 46% otalgias. En este artículo se analizan los mecanismos fisiopatológicos, los síntomas y el tratamiento de estos trastornos auditivos, así como la repercusión de las explosiones sobre el aparato laringotraqueal.

© 2004 Elsevier SAS, París. Todos los derechos reservados.

**Palabras clave:** Estallido auricular; Estallido laringotraqueal; Perforación timpánica; Sordera; Explosión

## Introducción

El 21 de septiembre de 2001, a las diez y cuarto de la mañana, la explosión de una planta industrial sacudió la ciudad de Toulouse (Francia), causando impresionantes destrozos en varias decenas de kilómetros a la redonda.

El análisis de los sistemas de información existentes antes de la explosión o instalados en los días siguientes a la misma (datos de los programas de medicalización de los sistemas de información, declaraciones de accidentes de trabajo, médicos centinelas, especialistas en otorrinolaringología [ORL]), permite estimar que durante las 9 semanas siguientes a la explosión hubo más de 3.000 consultas por trastornos ORL.

Según los datos recabados, que aún no son definitivos, más del 48% de las lesiones físicas afectaron a la cabeza y el cuello.

Las afecciones que se describen con mayor frecuencia (41%) son los trastornos de la audición (hipoacusias de todo tipo, acufenos y otalgia); seguidos de las heridas (33%), las lesiones craneocervicales (20%) y las lesiones oculares (5%).

También conviene destacar el 70% de estados de shock emocional.

Las afecciones auditivas por explosión son por tanto habituales, sus aspectos fisiopatológicos son bien conocidos y su sintomatología es clásica.

Aunque son mucho menos frecuentes, también se tratarán las repercusiones de las explosiones sobre el aparato laringotraqueal.

## Fisiopatología

La explosión provoca dos tipos de fenómenos:

- fenómenos de presión;
- fenómenos acústicos.

### FENÓMENOS DE PRESIÓN

Al pasar rápidamente de la forma sólida a la forma gaseosa, el material explosivo aumenta de volumen. Esta transformación produce un brusco y masivo cambio de presión, que se propaga en todas las direcciones por el medio aéreo, líquido o sólido<sup>[1]</sup>.

En la explosión se producen tres ondas:

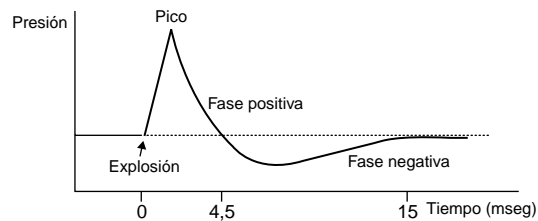
- la onda de tierra, que se propaga a través de la misma a la velocidad de 2,5 km/seg, y que es audible;
- la onda de superficie, constituida por bajas frecuencias, que se desplaza a la velocidad de 1 km/seg y provoca la sensación de temblor de tierra;
- la onda acústica, que se desplaza por el aire a la velocidad de 330 m/seg. Corresponde a la onda sonora o «estática» que se describe a continuación.

### ■ Onda estática (onda sonora) (Fig. 1)

Consiste en el aumento súbito y brutal de la presión sin desplazamiento gaseoso y es la responsable de los efectos de tipo estallido.

Comprende dos elementos:

J.-J. Pessey (Professeur des Universités, praticien hospitalier)  
Adresse e-mail: pessey.jj@chu-toulouse.fr  
Service otorhinolaryngologique et chirurgie cervicofaciale, centre hospitalier universitaire de Rangueil-Larrey, 24, chemin de Pouvoirville, 31059 Toulouse cedex 9, France.  
O. Deguine (Professeur des Universités, praticien hospitalier)  
G. Wanna (Attaché des Hôpitaux)  
Service otorhinolaryngologique, centre hospitalier universitaire Purpan, place du Docteur-Baylac, 31059 Toulouse cedex 9, France.



**Figura 1** Onda estática.

– la onda positiva, de corta duración (aproximadamente 4,5 ms), cuya presión puede alcanzar 1.000 kilopascasles (kPa);

– la onda negativa, de larga duración (>10 ms), cuya presión es aproximadamente 100 kPa.

Los daños que provoca la onda estática en el organismo son proporcionales a: la pendiente de la velocidad de la onda de presión positiva, su amplitud y su duración. La onda de presión estática produce un aumento brutal de la presión ambiental, que se aplica sobre toda la superficie corporal expuesta, y en particular sobre el conducto auditivo externo y el tímpano.

#### ■ Onda dinámica

El desplazamiento rápido de las masas gaseosas produce «un soplo de viento», aunque este efecto de choque afecta escasamente al sistema auditivo. En cambio, puede ocasionar lesiones por la proyección de objetos, o de la propia víctima.

Así pues, las lesiones del estallido constituyen el «efecto primario» de la explosión, al que generalmente se asocian los efectos de la onda dinámica (efectos secundarios y terciarios debidos a las lesiones de órganos y tejidos como consecuencia de su movilización anormal o de traumatismos por cuerpos extraños proyectados). En algunos casos existen efectos «cuaternarios» (quemadura, intoxicación gaseosa, irradiación), que complican el tratamiento.

### FENÓMENOS ACÚSTICOS

El impulso sonoro atraviesa el oído interno después de la onda de estallido. Se considera que se produce traumatismo acústico a partir de 100 dB [1].

En Toulouse, el Instituto nacional de medio ambiente y riesgos industriales (INERIS) estimó los niveles de sobrepresión aérea en un perímetro de 2,9 km alrededor del epicentro de la explosión. Dichos niveles oscilaron entre 0,3 y 100 kPa, superando en varios puntos el umbral de estallido (50 kPa). Transformando estas sobrepresiones aéreas en umbrales de presión acústica, se obtienen umbrales sonoros que varían entre 144 y 194 dB en el momento de la explosión.

### INFLUENCIA DEL MEDIO SOBRE LA PROPAGACIÓN DE LA ONDA DE CHOQUE

Las lesiones se producen cuando la onda encuentra un medio diferente a aquél en el que se propaga.

Cada obstáculo que aparece en el recorrido de la onda de choque constituye una superficie de reflexión. De esta forma, se producen numerosas picos de sobrepresión, cada uno de los cuales posee su propio poder vulnerante.

Por otra parte, la onda de choque puede rodear el obstáculo y reconstituirse inmediatamente después de él. Así, la proximidad de un muro origina una onda refleja, de sentido inverso, que explica las lesiones auriculares bilaterales.

Aunque la potencia de la onda disminuye en función de la distancia, la intensidad de las lesiones depende de la distancia del sujeto al origen de la explosión y de la posición del mismo con respecto a la onda: las lesiones son menos graves si la persona se encuentra acostada.

#### ■ En medio aéreo

Las ondas se propagan de forma centrífuga. La explosión se transmite como una sucesión de ondas de sobrepresión breves y positivas y ondas negativas de menor amplitud y mayor duración.

En principio, sólo se lesionan los órganos no homogéneos, que contienen un volumen gaseoso encerrado en su interior. El más vulnerable es el aparato auditivo y le siguen las vías respiratorias superiores, el pulmón y el tubo digestivo.

#### ■ En medio líquido

La incompresibilidad de los fluidos hace que la onda se propague con mayor velocidad en el medio líquido que en el aéreo (1.500 m/seg en el agua, 340 m/seg en el aire). La onda de choque atraviesa los tejidos de densidad próxima a la del agua sin provocar lesiones. Los órganos menos densos (pulmón, tubo digestivo, oído medio) se encuentran más expuestos a las lesiones [2]. Pueden resultar afectadas sólo las partes sumergidas. La onda estática presenta características diferentes, ya que no presenta onda negativa, sino una sucesión de ondas positivas.

#### ■ En medio sólido

El coeficiente de amortiguación es muy pequeño y la velocidad de desplazamiento de la onda está muy aumentada (5.000 m/seg). Se lesionan fundamentalmente las estructuras óseas y vasculonerviosas. De la superficie corporal, sólo se lesiona la que se halla en contacto con partes sólidas, siendo excepcional la afectación ORL.

## Repercusión otológica de la explosión

### FISIOPATOLOGÍA

Los daños son proporcionales a la presión máxima de la onda de choque, a su duración y al medio de propagación.

#### ■ Oído externo

Se halla especialmente expuesto a la proyección de fragmentos debida al efecto de soplo que produce la onda, pudiendo provocar heridas y contusiones del pabellón y del conducto auditivo externo. Se han descrito casos de colesteatomas multifocales del conducto auditivo externo [3]. El estallido, en sí mismo, no provoca lesiones del conducto auditivo externo.

#### ■ Oído medio

Cuando la onda de choque alcanza el conducto auditivo externo, provoca el hundimiento brutal del tímpano. Con frecuencia la cadena osicular sufre tensiones suprafisiológicas que ocasionan la rotura del tímpano y lesionan los huesecillos.

Se describen cuatro estadios lesionales, que pueden aparecer asociados:



**Figura 2** Perforación traumática por estallido.

- hiperemia;
- hemotímpano con derrame retrotimpánico;
- perforación timpánica (Fig. 2), que constituye la lesión timpánica más frecuente y cuya localización es variable (60% central, 25% anterior, 15% posterosuperior) [4];
- lesiones osiculares, cuya frecuencia varía, según los autores, del 4% (Kerr, Pahor, Singh [5, 6, 7]) al 33% (Sudderth [8]). La lesión más típica es la luxación incudostapedial [9]. Se han descrito fracturas del estribo, de la rama descendente del yunque y del cuello del martillo.

#### ■ Oído interno

Se distinguen varios tipos de lesiones del oído interno. Algunas son semejantes a las provocadas por los traumatismos sonoros agudos, pero también existen lesiones específicas de mayor gravedad. Aunque merecerían una descripción más detallada, a continuación se resumen las siguientes:

- lesiones funcionales, potencialmente reversible, debidas a la modificación de la composición de la endolinfa por alteración de la permeabilidad de la membrana basilar [4,10];
- lesiones orgánicas mayores, irreversibles, por arrancamiento total o parcial del órgano de Corti;
- lesiones asociadas por ruptura de la membrana de la ventana redonda o por dislocación de la platina del estribo, que provocan fístula perilinfática.

#### ■ Importancia del estado anterior sobre la repercusión auditiva

En una serie de 357 traumatismos sonoros por arma de fuego, Parat encontró antecedentes otológicos en el 22% de los casos [11].

La mayoría de los autores actuales coinciden en que:

- las hipoacusias de transmisión puras constituyen una pantalla frente los estímulos nocivos. La elevada impedancia del oído medio asegura así cierto grado de protección;
- por el contrario, independientemente de su etiología, cualquier alteración del oído interno actúa como factor predisponente o agravante.

### MOTIVOS DE CONSULTA

#### ■ Síntomas auditivos inmediatos

En el momento de la explosión, la persona percibe un ruido sobreagudo extremadamente intenso. A continuación

experimenta, de forma más o menos profusa, la sintomatología subjetiva correspondiente a las otopatías barotraumáticas.

Después de una explosión, los síntomas que aparecen con más frecuencia son:

- hipoacusia o sordera;
- acufenos;
- otalgia.

Los vértigos raramente constituyen motivo de consulta durante la fase aguda [12].

#### Hipoacusia

- Hipoacusia de transmisión.

Es debida a la perforación timpánica, asociada o no a dislocación osicular y/o lesión del conducto auditivo externo. Para evitar sobreinfecciones es necesario descartar la existencia de cuerpos extraños. El diagnóstico se establece mediante el examen otoscópico [13].

- Hipoacusia mixta.

Es el cuadro más frecuente y se produce como consecuencia de la amortiguación parcial de la energía por parte del oído medio y su transmisión parcial al oído interno.

- Hipoacusia neurosensorial.

La contracción del músculo del estribo y del músculo tensor del martillo es demasiado lenta para proteger el oído interno. Aunque la trompa de Eustaquio puede desempeñar la función de válvula de seguridad, Korkis ha demostrado que este mecanismo resulta demasiado lento para proteger a la cóclea.

Los daños pueden ser reversibles, pero son persistentes en el 25 al 40% de los casos [14]. La lesión afecta sobre todo a las frecuencias altas (6 kHz), aunque también pueden verse afectadas las frecuencias bajas [12, 13, 14].

La afectación neurosensorial suele acompañarse de acufenos. No existe ninguna curva audiométrica específica del estallido [15] (Fig. 3).

#### Acufenos unilaterales o bilaterales, continuos o intermitentes

Predominan en las altas frecuencias y disminuyen cuando se recupera la audición. En el 50% de los casos los acufenos pueden persistir durante más de 1 año, aunque la audición sea normal [16].

#### Otalgia

Sus causas resultan obvias cuando aparece asociada a perforación timpánica o a lesión del conducto auditivo. También puede ser secundaria a la reacción inflamatoria de la mucosa del oído medio o de la trompa de Eustaquio. En este caso, el diagnóstico otoscópico resulta difícil porque el tímpano puede ser normal.

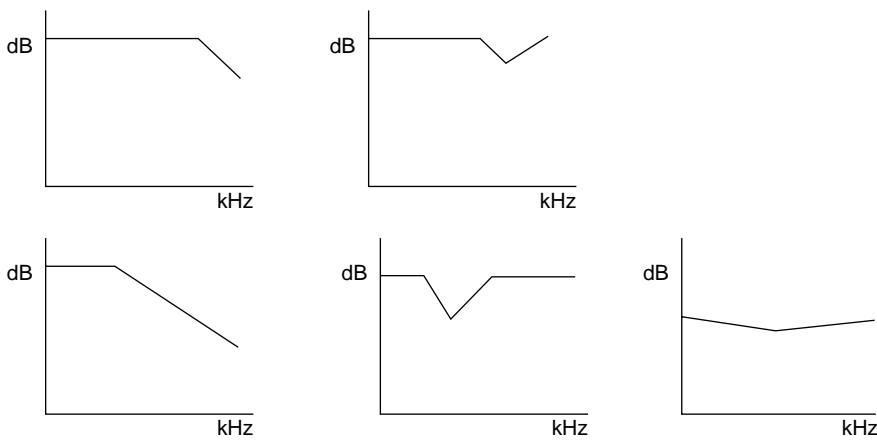
#### Vértigo

El vértigo como síntoma inmediato es infrecuente. Puede ser debido al traumatismo directo de la extremidad cefálica (contusión laberíntica), o a una fístula perilinfática debida a la rotura de la ventana redonda o de la platina del estribo.

En la fase aguda se puede observar verdadero vértigo postural paroxístico benigno por contusión directa.

#### Hiperacusia

Se manifiesta esencialmente como intolerancia a los sonidos agudos. No se conoce su frecuencia ni su fisiopatología.



**Figura 3** Curvas audiométricas después del estallido.

### Ausencia de signos auditivos

Existen situaciones inexplicables en las que algunas personas que han estado expuestas a un estallido con intenso traumatismo sonoro, presentan únicamente síntomas leves, e incluso permanecen completamente asintomáticas.

### Trastornos auditivos secundarios o diferidos

Se han observado perforaciones secundarias en tímpanos que inicialmente se mostraban sólo equimóticos (debe ser tenido en cuenta por los especialistas).

Las lesiones osiculares pueden verse agravadas por anquilosis, bridas cicatriciales o lisis secundaria.

Además de la persistencia o agravación de las lesiones precedentes, la invaginación epidérmica secundaria a las lesiones cutáneas puede originar colesteatomas del conducto auditivo externo o del oído medio.

### EVOLUCIÓN Y TRATAMIENTO

El paciente que ha sufrido un estallido debe ser atendido por un equipo multidisciplinario. Una vez controladas las lesiones vitales, se diagnostican y tratan las lesiones ORL. Conviene destacar que es el examen otológico el que permite establecer el paso de la onda de choque.

### Oído externo

Gracias a su rica vascularización, las lesiones del oído externo, con o sin pérdida de sustancia, tienen buen pronóstico. Los pequeños fragmentos de cartílago se pueden extirpar, pero los grandes deben conservarse para preservar el contorno del oído externo<sup>[14]</sup>.

Para evitar el riesgo de pericondritis, se evitará dejar cartílago al descubierto y se prescribirá antibioticoterapia profiláctica.

### Oído medio

Los tímpanos se deben examinar con el microscopio. Si los márgenes de la perforación están invaginados, se ha de intervenir quirúrgicamente de modo sistemático para evitar la aparición de colesteatoma secundario. Los colgajos rebatidos hacia la caja se evierten con ayuda del aspirador y la micropunta, bajo anestesia local.

Las perforaciones timpánicas postraumáticas y las perforaciones por estallido tienen generalmente buen pronóstico<sup>[6, 17, 18]</sup>, aunque éste depende de varios factores<sup>[14]</sup>:

- la localización: las perforaciones posteriores, superiores y marginales corren mayor riesgo de evolucionar hacia una bolsa de retracción o colesteatoma;

- el tamaño: las perforaciones superiores al 30% tienen peor pronóstico. Se calcula que el ritmo de cicatrización es del 10% de la superficie timpánica al mes;

- la persistencia de la perforación más allá de la segunda semana es un factor desfavorable<sup>[19]</sup>.

La frecuencia con que se produce la cicatrización espontánea es muy variable según los autores, llegando hasta el 90% en algunas series<sup>[6, 14, 17, 18, 19]</sup>. Sin embargo, se aconseja esperar al menos 6 meses antes de plantear su reparación quirúrgica.

La complicación más frecuente es la infección postraumática, que se observa en el 10 al 27% de los casos. Es tanto más frecuente cuanto más tardía es la consulta y cuando no se han aplicado medidas preventivas. La infección retarda el proceso de cicatrización<sup>[1]</sup>.

Salvo que se produzca sobreinfección, no es preciso prescribir tratamientos tópicos o antibióticos<sup>[14]</sup>.

En el estallido con tímpano cerrado, el hemotímpano se evacua espontáneamente en el plazo de 1 mes, por lo que no es necesario practicar paracentesis.

Las lesiones osiculares no se intervienen de modo urgente, clásicamente se espera varios meses antes de tratarlas.

Es preciso controlar a estos pacientes durante mucho tiempo, debido al riesgo de colesteatoma secundario<sup>[3, 16]</sup>.

### Oído interno

Aunque no se ha comprobado que el tratamiento médico de los trastornos neurosensoriales resulte eficaz, se suele prescribir corticoterapia, a la que a veces se asocian vasodilatadores, e incluso hemodilución normovolémica. La oxigenoterapia hiperbárica está contraindicada debido al riesgo de fístula perilinfática.

Existe una elevada incidencia de recuperación espontánea de la pérdida neurosensorial.

La audiometría siempre debe tener en cuenta las frecuencias de 3.000 Hz y 6.000 Hz, porque en algunos casos son las únicas afectadas<sup>[16]</sup>.

Es poco probable que la audición se recupere después de los 6 meses.

Se recomienda el reposo auditivo.

Ante todo paciente que presente hipoacusia fluctuante o evolutiva, o ante trastornos del equilibrio sugestivo, se debe explorar el oído medio, ya que existe la posibilidad de que se haya producido una fístula perilinfática. El riesgo aumenta cuando existe lesión osicular.

## Repercusión laringotraqueal de las explosiones

### FISIOPATOLOGÍA

Existen varios tipos de lesiones secundarias a la explosión [20]:

- las lesiones primarias debidas al estallido en sí;
- las lesiones secundarias debidas a la proyección de cuerpos sólidos sobre la víctima;
- las lesiones terciarias, por proyección de la propia víctima.

Las lesiones secundarias y terciarias provocan traumatismos externos de la laringe. A continuación se exponen las lesiones primarias.

En el estallido intervienen dos mecanismos lesionales [20, 21].

– *Las variaciones del volumen gaseoso* encerrado no provocan ninguna lesión en el eje laringotraqueal y pulmonar, a diferencia de lo que ocurre en las estructuras otológicas y digestivas (experimentación animal).

– *Las fuerzas de aceleración*: la compresión brusca e intensa de la región cervicotorácica provoca el desplazamiento rápido de las estructuras cartilaginosas, que impactan en las mucosas subyacentes. La naturaleza de las lesiones varía en función de la intensidad y la repetición de las exposiciones. El umbral de aparición de las lesiones desciende a medida que las exposiciones se repiten.

### CLÍNICA

Los signos clínicos son pobres e inespecíficos, asociando generalmente disfonía y disnea.

Sin embargo, es importante buscarlos, porque las curvas de tolerancia de la región laringotraqueal y pulmonar se superponen.

Las lesiones laríngeas suelen acompañarse de trastornos pulmonares subyacentes que comprometen el pronóstico vital inmediata o secundariamente [22]. Las lesiones timpánicas no se correlacionan con las lesiones pulmonares o viscerales. Por tanto, es imprescindible practicar exámenes complementarios [23].

### EXPLORACIONES COMPLEMENTARIAS

Ante cualquier víctima que haya sufrido un estallido, se debe practicar un estudio endoscópico (examen simple y de mínimo riesgo) con objeto de identificar las lesiones laríngeas características. Si aparecen, es posible que también existan lesiones pulmonares capaces de agravarse secundariamente.

Se observan lesiones poco específicas proporcionales a la intensidad de la explosión:

- petequias limitadas a la laringe;
- petequias más grandes, extendidas a la tráquea y los bronquios principales;
- hematomas extensos;
- hundimientos cartilaginosos.

Para el diagnóstico de las lesiones secundarias, terciarias o cuaternarias se emplea la tomografía computarizada, igual que en la traumatología clásica.

### TRATAMIENTO

Debido a las lesiones pulmonares, que a veces son gravísimas, es necesario hospitalizar sistemáticamente a estos pacientes. Esto permite la correcta vigilancia pulmonar, tanto clínica como de laboratorio (gasometría), que debe durar al menos 48 horas.

Se debe practicar un nuevo examen nasofibroendoscópico pasadas estas 48 horas, para observar la evolución de las lesiones.

El tratamiento de las lesiones laringotraqueales no es específico y se debe adaptar al contexto traumático.

Las lesiones laríngeas se deben buscar siempre, dada la simplicidad de su diagnóstico y su asociación casi sistemática con lesiones pulmonares que agravan el pronóstico vital.

### Aspectos medicolegales

Dada la magnitud de la explosión de Toulouse, se estableció una convención nacional que permitió recopilar más de 9.000 informes periciales, referentes a todo tipo de lesiones. Tras dicha catástrofe, distintos organismos han proseguido la tarea de detección de los trastornos auditivos en el ámbito educativo preescolar e infantil así como en medicina laboral. Un grupo de peritos ORL especialmente constituido ha establecido las siguientes recomendaciones finales:

- la detección sistemática de todos los individuos (exceptuados los niños de edad preescolar) que se encontraban dentro de un radio de 500 metros desde el lugar de la explosión;
- la detección sistemática, con el método más adecuado, de todos los niños de edad preescolar que se encontraban dentro de un radio de 700 metros desde el lugar de la explosión;
- más allá de los 700 metros, un estudio epidemiológico en la población general, tratando de incluir grupos particulares, como estudiantes de secundaria, personas que utilizan audífono y trabajadores controlados periódicamente por exposición profesional al ruido.

En términos más generales, no siempre resulta fácil imputar el trastorno auditivo a una explosión, ni evaluar sus secuelas. Se debe tener en cuenta el estado otológico previo y esperar que transcurra el tiempo suficiente para determinar que la lesión está estabilizada.

## Bibliografía ►

## Bibliografía

- [1] Cudennec YF, Poncet JL, Buffe P. Blast auriculaire. In: *Encycl Méd Chir*. Paris: Elsevier SAS, 1994; Oto-rhino-laryngologie, 20-185-B-10
- [2] Barnabé D, Vincey P, Berthelot B, Bébéar JP. Aspects actuels du blast auriculaire. *Rev Laryngol* 1987; 108: 473-477
- [3] Wolf M, Megirov L, Kronenberg J. Multifocal cholesteatoma of the external auditory canal following blast injury. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1999; 108: 269-270
- [4] Garth RJ. Blast injury of the ear: an overview and guide to management. *Injury* 1995; 26: 363-365
- [5] Kerr AG, Byrne JE. Concussive effects of bomb on the ear. *J Laryngol Otol* 1975; 89: 131-143
- [6] Pahor AL. The ENT problems following the Birmingham bombings. *J Laryngol Otol* 1981; 95: 399-406
- [7] Singh D, Ahluwalia KJ. Blast injuries of the ear. *J Laryngol Otol* 1968; 82: 1017-1028
- [8] Sudderth ME. Tympanoplasty in blast. Induced perforation. *Arch Otolaryngol* 1974; 99: 157-159
- [9] Wolf M, Kronenberg J, Ben-Shoshan J, Roth Y. Blast injury of the ear. *Milit Med* 1991; 156: 651-653
- [10] Roberto M, Hamernik R, Turrentine G. Damage of the auditory system associated with acute blast trauma. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1989; 98: 23-34
- [11] Pazat P, Grateau P, Rigaud A. À propos des traumatismes sonores. *Cah ORL* 1970; n°6: 573-609
- [12] Cohen JT, Ziv G, Bloom J, Zikk D, Rapoport Y, Himmelfarb ML. Blast injury of the ear in a confined space explosion: auditory and vestibular evaluation. *Isr Med Assoc J* 2002; 4: 559-562
- [13] Shupak A, Doweck I, Nachtigal D, Spitzer O, Gordon CR. Vestibular and audiometric consequences of blast injury to the ear. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1993; 119: 1362-1367
- [14] Casler J, Chait R, Zajtchuk J. Treatment of blast injury to the ear. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1989; 98: 13-16
- [15] Perez R, Gatt N, Cohen D. Audiometric configurations following exposure to explosions. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 126: 1249-1252
- [16] Bruins WR, Cawood RH. Blast injuries of the ear as a result of the Peterborough lorry explosion: 22 March 1989. *J Laryngol Otol* 1991; 105: 890-895
- [17] Messervy M. Unilateral ossicular disruption following blast exposure. *Laryngoscope* 1972; 82: 372-375
- [18] Cooper GJ, Maynard RL, Cross HL, Hill JF. Casualties from terrorist bombings. *J Trauma* 1983; 23: 955-967
- [19] Kerr AG, Byrne JE. Blast injuries of the ear. *Br Med J* 1975; 1: 559-561
- [20] Cudennec YF. Blast laryngotrachéal. In: *Encycl Méd Chir*. Paris: Elsevier SAS, 1995; Oto-rhino-laryngologie, 20-720-A-10, 2p
- [21] Buffe P, Cudennec YF, Baychelier JL, Grateau P. Les lésions laryngées par explosion (blasts laryngés). *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 1997; 104: 379-382
- [22] Wightman J, Gladish S. Explosion and blast injuries. *Ann Emerg Med* 2001; 37: 664-678
- [23] Leibovici D, Gofrit O, Shapira S. Eardrum perforation in explosion survivor: is it a marker of pulmonary blast injury? *Ann Emerg Med* 1999; 34: 168-172