

## Golpe torácico (*commotio cordis*) y epidemiología de la muerte súbita en el *lacrosse* de competición

Barry J. Maron, MD<sup>a</sup>, Joseph J. Doerer, BS<sup>a</sup>, Tammy S. Haas, RN<sup>a</sup>, N.A. Mark Estes, MD<sup>b</sup>, James S. Hodges, PhD<sup>c</sup>, y Mark S. Link, MD<sup>b</sup>

**OBJETIVO:** Se está prestando una atención creciente a los riesgos en el campo de atletismo asociados a golpes torácicos contusos, no penetrantes (*commotio cordis*) pero la epidemiología de estos acontecimientos es incompleta.

**MÉTODOS:** Evaluamos nuestro *Sudden Death in Young Athletes Registry, 1980-2008*, para definir un perfil clínico de las muertes súbitas atribuidas a *commotio cordis* (y otras causas) acontecidas en el *lacrosse* de competición, el deporte juvenil practicado con una frecuencia cada vez mayor en Estados Unidos.

**RESULTADOS:** Entre estudiantes tanto de instituto como universitarios que practicaban el deporte se identificaron 23 muertes súbitas o paros cardíacos. Su edad era de  $18 \pm 22$  años; todos los atletas eran hombres. Fallecieron después de un golpe contuso precordial 10 atletas, incluidos cuatro porteros que usaban protectores torácicos disponibles comercialmente. Los otros 12 experimentaron un síntrome debido a una supuesta o documentada enfermedad cardiovascular, incluida una cardiomiopatía hipertrófica, síndrome del QT largo, prolapsio de la válvula mitral o rotura de un aneurisma cerebral. La tasa de mortalidad asociada a este deporte fue de 1,46 muertes por 100.000 años-persona y similar a la de otros deportes incluido el béisbol, baloncesto, fútbol y *hockey*. Sin embargo, las muertes atribuidas a *commotio cordis* fueron más frecuentes en el *lacrosse* (0,63 muertes por 100.000 años-persona) que en los otros deportes ( $p < 0,02$ ), con la excepción del *hockey*.

**CONCLUSIONES:** En participantes en *lacrosse* de competición las muertes súbitas son poco frecuentes y no más habituales que en la mayoría de los otros deportes. Estos acontecimientos catastróficos se dieron desproporcionadamente a *commotio cordis* e

incluyeron a los atletas que usaban protectores torácicos, lo que destaca la importancia de desarrollar un dispositivo de protección torácica eficaz para crear un entorno atlético más seguro para nuestros jóvenes.

Entre atletas jóvenes que participan en deportes de competición, las muertes súbitas son acontecimientos destacados y muy visibles, devastadores tanto para las familias como para la comunidad<sup>1,2</sup>. La causa de estas muertes suele ser una enfermedad cardiovascular congénita o adquirida no reconocida<sup>1,3-5</sup>, aunque, con frecuencia, se atribuyen a golpes torácicos precordiales no penetrantes y, en general, en apariencia, inocentes (*commotio cordis*), en particular en el caso del béisbol, el *lacrosse* y el *hockey*<sup>1,6-8</sup>. De hecho, este proceso es una causa cada vez mayor de muerte súbita en el campo de atletismo; y, de los diferentes deportes, la práctica de *lacrosse* juvenil de competición es la que aumenta más rápidamente en Estados Unidos<sup>9</sup>, por lo que los medios de comunicación han prestado una atención sustancial a las catástrofes que afectan a los jugadores. Por lo tanto, debido a estas consideraciones, era particularmente apropiado acceder a nuestro registro nacional de muertes súbitas en atletas jóvenes con el objetivo de abordar el problema específico de la *commotio cordis* y otros riesgos en el campo de atletismo asociados a este deporte de competición.

### MÉTODOS

#### Identificación de las muertes

Se accedió al US National Registry of Sudden Death in Young Athletes<sup>5</sup> (Minneapolis Heart Institute Foundation) con el objetivo de reunir datos sistemáticamente sobre las muertes de atletas jóvenes que participaron en *lacrosse* de competición, organizado, desde 1980 hasta 2008<sup>5</sup>. La población del estudio se identificó mediante búsquedas dirigidas utilizando una diversidad de fuentes, según lo documentado previamente<sup>5</sup>, es decir, reunidas en especial a través del acceso al archivo público con la base de datos LexisNexis de información de archivo y las noticias publicadas en los medios de comunicación, al igual que a través del US Lacrosse ([www.uslacrosse.org](http://www.uslacrosse.org)).

Se estableció un proceso de seguimiento sistemático para reunir información detallada sobre cada individuo, incluido el informe de la autopsia (con los hallazgos anatómicos macroscópicos, histológicos y toxicológicos), y la información clínica y demográfica pertinente. Con frecuencia, los datos seleccionados (p. ej., circunstancias del síntrome) se derivaron de los informes

<sup>a</sup>Hypertrophic Cardiomyopathy Center, Minneapolis Heart Institute Foundation, Mineápolis, Minnesota, Estados Unidos;  
<sup>b</sup>Division of Cardiology, Tufts Medical Center, Boston, Massachusetts, Estados Unidos; y <sup>c</sup>Division of Biostatistics, University of Minnesota School of Public Health, Mineápolis, Minnesota, Estados Unidos.

Correspondencia: Barry J. Maron, MD, Minneapolis Heart Institute Foundation, 920 E 28th St, Suite 620, Mineápolis, MN 55407, Estados Unidos.

Correo electrónico: [hcm.maron@mhif.org](mailto:hcm.maron@mhif.org)

por escrito o de las entrevistas por teléfono cuando se contactó con miembros de la familia, testigos o entrenadores. Cuando fue necesario, se verificaron los hallazgos de la autopsia mediante la comunicación directa con el examinador médico. Este proyecto fue revisado por el Allina Health System Internal Review Board. Todos los datos obtenidos se consideraron información pública.

#### Tabulación de los participantes

Durante el período de 1980 a 2007, a partir de la National Federation of High Schools<sup>10</sup> y la National Collegiate Athletic Association se obtuvo el número de participantes en partidos de *lacrosse* autorizados entre institutos y universidades, al igual que de otros nueve deportes de competición<sup>11</sup>. Se calcularon las muertes por 100.000 años de participación-persona dividiendo el número total de muertes por el número de participaciones para todos los años (y multiplicándolo por 100.000).

#### Métodos estadísticos

Los datos se expresan como medias  $\pm$  DE. Los deportes se compararon aplicando una prueba del cociente de probabilidad a un modelo de Poisson para las tasas (con el logaritmo de años-persona como compensación) o una regresión logística para las fracciones.

## RESULTADOS

#### Demografía

Entre los 2.015 atletas tabulados en el registro desde 1980 a 2008, se identificaron 23 muertes súbitas que afectaron a los participantes en el *lacrosse* practicado en institutos y universidades (tabla 1). De estos 23 atletas, 19 fallecieron y los otros cuatro sobrevivieron al paro cardíaco en virtud de la reanimación cardiopulmonar y desfibrilación en circunstancias fortuitas. De estos acontecimientos, ocho se documentaron entre 1980 y 1999 y los otros 15 durante el período de 8 años más reciente desde 2000 a 2008. La inmensa mayoría de los casos (20 de 23) procedían de estados del noreste y atlánticos (es decir, Nueva York [n = 4], Pensilvania [n = 3], Mas-

sachussetts [n = 3], Maryland [n = 2] y Carolina del Norte [n = 2]).

La edad en el momento de la muerte o de paro cardíaco era de 14-22 años ( $18 \pm 2$ ); nueve tenían  $< 18$  años. Todos los atletas eran hombres; 22 eran blancos y uno negro. Participaban en el *lacrosse* aprobado en el instituto 14 atletas mientras que los otros nueve eran universitarios. De los 23 acontecimientos, 20 ocurrieron en el campo atlético, durante el entrenamiento (n = 10) o la competición (n = 10), mientras que los otros tres ocurrieron en el domicilio en condiciones sedentarias (incluido uno poco después del entrenamiento).

#### Causas de la muerte

##### Cardiovasculares

En función de los datos clínicos y/o de la autopsia, se consideró que 12 atletas habían fallecido de enfermedades cardiovasculares no sospechadas previamente, incluida una cardiomiopatía hipertrófica (n = 2), síndrome del QT largo (n = 1), prolapsode la válvula mitral (n = 1) y rotura de aneurisma cerebral (n = 1); en ninguno se había establecido el diagnóstico previo de cardiopatía. De los 12 atletas, siete experimentaron un síncope súbito e inesperado, compatible con una anomalía cardiovascular subyacente, aunque no estuvo disponible una confirmación de la anomalía estructural responsable debido a la ausencia de datos necróticos o a un examen necróptico poco concluyente. En otro atleta no se identificaron anomalías cardíacas (o de otro sistema orgánico en la autopsia).

##### *Commotio cordis*

Experimentaron golpes precordiales debidos al balón de *lacrosse* (n = 8) o al palo (n = 2) 10 atletas, lo que desencadenó la muerte súbita o un paro cardíaco no

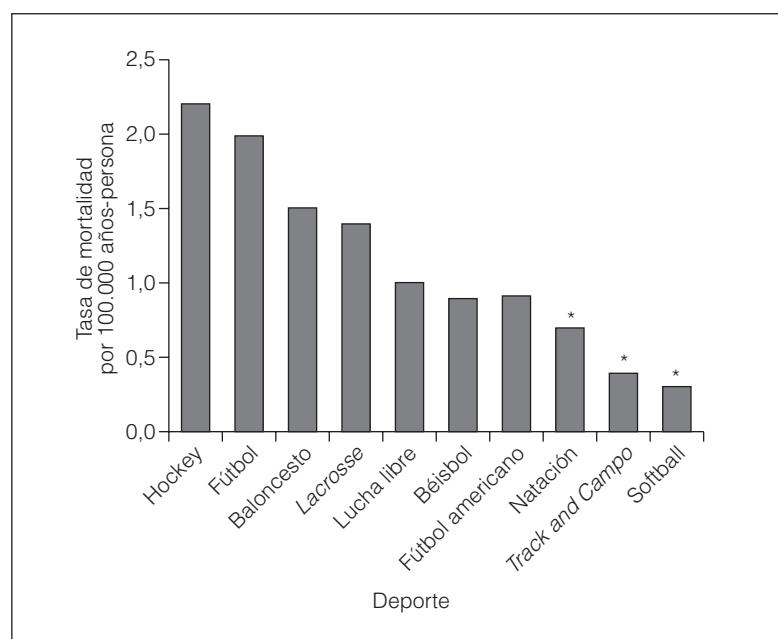


Fig. 1. Tasas de mortalidad por 100.000 años-persona de la participación en el *lacrosse* en comparación con otros deportes. Este deporte se compara con otros en el registro nacional documentándose  $\geq 20$  muertes (tras exclusión de aquellos en los que la causa predominante de la muerte fue un traumatismo contuso). \* $p \leq 0,02$  comparado con el lacrosse.

**TABLA 1. Muerte súbita en jugadores de lacrosse (continúa página siguiente)**

N.º	Estado	Edad (años)	Fecha muerte	Nivel	Lugar	Circunstancia	Supervivencia	Descripción momento	Protector	Causa muerte
1	Nueva York	14	25/3/2000	I	Campo	Partido	0	El portero recibió golpe torácico en protector mientras paraba lanzamiento	+	<i>Commotio cordis</i>
2	Virginia	14	11/7/1983	I	Campo	Entrenamiento	0	Durante una melé de lacrosse el portero recibió golpe del balón (a 13 m) en el protector torácico	+	<i>Commotio cordis</i>
3	Nueva York	15	24/5/1983	I	Campo	Entrenamiento	0	Síncope súbito entreno	0	Cardiovascular
4	Connecticut	15	19/8/2007	I	Campo	Carrera	0	Síncope a los 5 km en una carrera recreativa	0	Cardiovascular
5	Massachusetts	15	10/4/2000	I	Campo	Entrenamiento	+	El portero recibió golpe torácico del balón (de 15 m); lo sorteó y sufrió shock	+	<i>Commotio cordis</i>
6	Florida	16	27/2/2008	I	Campo	Partido	+	El portero recibió golpe torácico del balón sobre el protector mientras paraba lanzamiento; lo sorteó y sufrió shock	+	<i>Commotio cordis</i>
7	Delaware	17	1/3/2000	I	Campo	Entrenamiento	0	Sufrió shock durante carrera corta	0	Síndrome QT largo
8	Nueva York	17	28/11/2006	I	Campo	Partido	0	Golpe en tórax de palo adversario	0	<i>Commotio cordis</i>
9	Carolina del Norte	17	31/3/2000	I	Campo	Partido	+	Golpe en tórax de palo, corrió a portería y sufrió shock	0	<i>Commotio cordis</i>
10	Carolina del Norte	18	19/4/2008	I	Campo	Partido	+	Golpe torácico posición defensiva portería (distancia, 4,5 m)	0	<i>Commotio cordis</i>
11	Massachusetts	18	4/5/1996	I	Campo	Partido	0	Visión borrosa; retirado del campo; sufrió shock fuera terreno juego	0	CMH
12	Maryland	18	2/4/2005	I	Campo	Partido	0	Refirió cefalea y sufrió síncope	0	Rotura aneurisma cerebral
13	Maine	18	2/5/1995	I	Campo	Entrenamiento	0	Síncope súbito entreno	0	PVM
14	Maryland	18	25/5/2005	I	Domicilio	Sedentario	0	Encontrado muerto en domicilio	0	Cardiovascular
15	Rhode Island	19	7/4/1987	U	Domicilio	Sedentario	0	Encontrado muerto en dormitorio del instituto	0	Cardiovascular
16	Pensilvania	19	10/3/2001	U	Campo	Entrenamiento	0	De pie detrás portería golpeado por lanzamiento de un compañero equipo	0	<i>Commotio cordis</i>

TABLA 1. Muerte súbita en jugadores de *lacrosse* (continuación)

N.º	Estado	Edad muerte (años)	Fecha muerte	Nivel	Lugar	Circunstancia	Supervivencia	Descripción momento	Protector	Causa muerte
17	Pensilvania	19	19/9/2004	U	Campo	Entrenamiento	0	Golpe del balón en la cabeza; murió 5 días más tarde	0	Hemorragia subaracnoidea
18	Iowa	19	25/10/1986	U	Campo	Partido	0	Corrió hasta otro lado campo, se retiró, y sufrió shock	0	Cardiovascular
19	New Hampshire	19	10/4/2001	U	Domicilio	Sedentario	0	Encontrado dormido en su cama con respiración irregular, varias horas después de entreno nocturno	0	Cardiovascular
20	Kentucky	19	31/10/2005	U	Campo	Entrenamiento	0	Síncope durante carrera corta	0	CMH
21	Massachusetts	20	5/5/1999	U	Campo	Entrenamiento	0	Golpe torácico del balón durante entreno y sufrió shock; falleció por la noche de juego	0	<i>Commotio cordis</i>
22	Pensilvania	20	16/9/1988	U	Campo	Partido	0	Sufrió shock fuera terreno de juego	0	Cardiovascular
23	Nueva York	22	17/3/2004	U	Campo	Partido	0	Golpe torácico por balón (de 4,5 m) mientras paraba lanzamiento a portería	0	<i>Commotio cordis</i>

+: sí; -: no; CMH: cardiomielitis hipertrófica; I: instituto; PVM: prolaps valvula mitral; U: universidad.

mortal, sin pruebas de lesión estructural de la pared torácica o del propio corazón (*commotio cordis*). En siete de estos atletas se practicó una desfibrilación oportuna y cuatro sobrevivieron. Es de destacar que cuatro de estas 10 *commotio cordis* afectaron a los porteros, a los que el balón de *lacrosse* propulsado a una velocidad elevada (por los adversarios que trataban de marcar en la portería) golpeó directamente el dispositivo protector torácico comercial. Las otras seis muertes por *commotio cordis* ocurrieron cuando en el campo los jugadores (que no usaron protectores torácicos) recibieron un golpe en el tórax debido al balón lanzado por otros jugadores, incluidos dos que se encontraban en una posición de defensa y usaron a propósito la parte superior de su cuerpo para evitar los lanzamientos a portería. El balón golpeó la cabeza de un atleta que falleció de una hemorragia subaracnoidea.

### Tasas y perfiles de la muerte súbita

Desde 1980 a 2007, la participación de jugadores de instituto y universidades en el *lacrosse* ascendió a 1.578.872 años-persona. En el *lacrosse* la tasa de muerte súbita fue de 1,96 por 100.000 años-persona y no difirió significativamente de las tasas en la mayoría de otros deportes habituales, incluidos el baloncesto (1,53), béisbol (0,90), fútbol (2,02) y *hockey* (2,21;  $p = 0,11-0,81$ ), pero fue significativamente mayor que las descritas en el *softball*, *track and Campo* y natación (fig. 1 y tabla 2). Sin embargo, como fracción de todas las muertes la *commotio cordis* fue desproporcionadamente más frecuente (es decir, del 45%) en el *lacrosse* que en otros deportes, aunque no significativamente diferente del béisbol y del *hockey* (tabla 2). La tasa de muerte súbita por *commotio cordis* en el *lacrosse* fue de 0,63 por 100.000 años-persona, significativamente mayor que para todos los demás deportes excepto el *hockey* (fig. 2 y tabla 2).

### DISCUSIÓN

En atletas de competición jóvenes las muertes cardíacas súbitas son acontecimientos visibles, descritos en una amplia variedad de más de 40 deportes<sup>1-6,8,12</sup>. Los deportes más frecuentes implicados en estas muertes son el baloncesto y el fútbol debido al ejercicio físico intenso necesario y también a las elevadas tasas de participación<sup>5</sup>. Sin embargo, muchos otros deportes de competición aprobados en institutos y universidades, con un menor número de participantes, también se han asociado al proceso, debido a una enfermedad cardiovascular subyacente y no sospechada o a golpes torácicos cerrados<sup>1,6</sup> (*commotio cordis*).

En el *lacrosse* se utiliza un balón de goma dura propulsado a una velocidad de hasta 160 km/h. Aunque antiguamente este deporte se limitaba en su mayor parte a regiones del noreste de Estados Unidos, más recientemente ha llegado a ser el que crece más rápidamente en institutos y universidades en toda la nación con alrededor de 500.000 participantes jóvenes, ampliamente diseminados por todo el país<sup>9</sup>. Asociado a esta exposición acelerada, los medios de comunicación han prestado atención a una serie de muertes recientes, en particular las atribuidas a *commotio cordis*. No obstante, aunque encontramos que es más fre-

TABLA 2. Relación de las muertes súbitas en el *lacrosse* con las descritas en otros deportes de competición

Variable	<i>Lacrosse</i>	Béisbol	Fútbol	<i>Hockey</i>	<i>Soccer</i>	<i>Softball</i>	Lucha	Baloncesto	<i>Track and field</i>	Natación libre
Todas las muertes										
Tasa por 100.000 años-persona	1,46	0,90	2,02	2,21	0,90	0,26	1,03	1,53	0,36	0,74
Tasa <i>lacrosse/tasa otros deportes</i>	1,61	0,72	0,66	1,61	5,64	1,41	0,95	4,03	1,98	
Límite inferior de confianza 95%	1,03	0,48	0,38	1,03	3,14	0,88	0,62	2,56	1,98	
Límite superior de confianza 95%	2,53	1,09	1,14	2,53	10,11	2,26	1,45	6,36	3,26	
Valor de p	0,05	0,11	0,13	0,05	<0,0001	0,17	0,81	<0,0001	0,011	
Muertes por <i>commotio</i>										
Tasa por 100.000 años-persona	0,63	0,24	0,043	0,53	0,031	0,012	0,015	NA	NA	NA
Tasa <i>lacrosse/tasa otros deportes</i>	2,60	14,76	1,19	20,19	53,90	42,30				
Límite inferior de intervalo confianza 95%	1,27	6,38	0,45	6,33	6,90	5,41				
Límite superior de intervalo confianza 95%	5,31	34,16	3,12	64,36	421,09	330,45				
Valor de p	0,017	<0,0001	0,73	<0,0001	<0,0001	<0,0001				
Muertes por <i>commotio</i> como fracción de todas las muertes										
Fracción	0,43	0,27	0,021	0,24	0,035	0,045	0,014	NA	NA	NA
Odds ratio del <i>lacrosse</i> relativa a otros deportes	2,08	35,45	2,42	21,35	16,15	52,31				
Límite inferior de intervalo confianza 95%	0,82	13,00	0,74	5,85	1,85	6,16				
Límite superior de intervalo confianza IC 95%	5,24	96,68	7,90	77,86	141,33	444,4				
Valor de p	0,13	<0,0001	0,14	<0,0001	0,001	<0,0001				

IC: intervalo de confianza; NA: no aplicable.

cuente en este deporte, no se asoció con un riesgo desproporcionado de mortalidad global. No se encontraron diferencias significativas en las tasas de mortalidad global (en años-persona) comparado con las tasas descritas en otros deportes de competición populares (incluido el fútbol y el baloncesto); las excepciones incluyeron el *softball*, la natación y el *track and Campo*, deportes que, por su naturaleza, incluyen un contacto físico mínimo.

Las muertes en el *lacrosse* incluyeron cuatro acontecimientos que afectaron a los porteros cuando el balón, a una velocidad elevada, lanzado por un adversario a la portería, golpeó el protector torácico adquirido comercialmente<sup>8,13</sup>. En estas condiciones el paro cardíaco es compatible con las observaciones experimentales en las que se examinaron los protectores torácicos para los porteros (al igual que los de los *catchers* de los jugadores de béisbol) en condiciones de laboratorio en un modelo biológico de *commotio cordis*. En el laboratorio, los protectores torácicos no demostraron un efecto preventivo frente a la fibrilación ventricular inducida por el golpe<sup>14</sup>. Estas experiencias han estimulado un interés en el desarrollo de un protector torácico para usar en el *lacrosse* y otros deportes, examinado en el laboratorio<sup>15</sup>. Los datos preliminares sugieren que podría ser más eficaz si se fabricara con una combinación más nueva de policarbonato duro y espuma<sup>16</sup>.

Así mismo, aproximadamente la mitad de las muertes acontecidas en el *lacrosse*, descritas en el presente artículo, se atribuyeron a una enfermedad cardiovascular, supuesta o confirmada, incluida la cardiomiopatía hipertrófica, el síndrome del QT largo, y el prolapsio de la válvula mitral, al igual que un caso de rotura de aneurisma cerebral. Quizá es previsible que muchos de estos procesos permanecieran sin detectar mediante el examen de cribado y la anamnesis habituales, previos a la participación, que se efectúan en Estados Unidos<sup>17,18</sup>. Sin embargo, los hallazgos del presente estudio también destacan la importancia de cumplir con las recomendaciones de la 36 Conferencia de Bethesda sobre la disponibilidad de desfibriladores externos automáticos en todos los acontecimientos atléticos<sup>19</sup>.

## CONCLUSIONES

A pesar del interés sustancial suscitado por los medios de comunica-

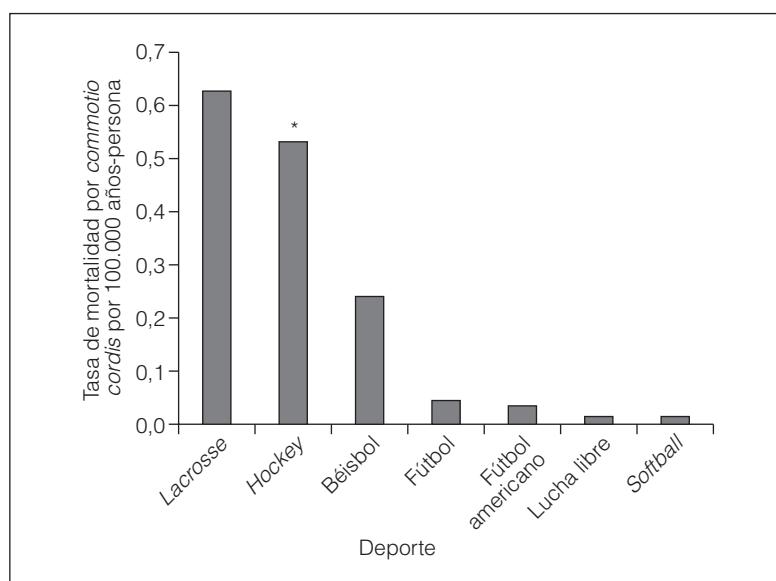


Fig. 2. Tasa de mortalidad en el lacrosse atribuida a commotio cordis por 100.000 años-persona, en comparación con otros deportes. Las comparaciones estadísticas con él son significativas para todos los deportes ( $p \leq 0,02$ ) excepto el hockey. \* $p = 0,73$ .

ción, el *lacrosse* no parece asociarse con un mayor riesgo de mortalidad global que la mayoría de los otros deportes de competición. Sin embargo, en éste, la vulnerabilidad a la *commotio cordis* es desproporcionada en comparación con la de otros muchos deportes de competición, incluidos algunos donde también se utilizan proyectiles duros y sólidos (p. ej., el béisbol). La prevención de estas muertes en atletas es un problema de la medicina pediátrica y debe ser el centro de atención de la educación pública, al igual que de la futura investigación y desarrollo de protectores torácicos eficaces.

#### AGRADECIMIENTOS

La presente investigación se financió en parte con becas de las Hearts Foundations (San Francisco, CA), Medtronic Physio-Control Corp. (Redmond, WA), Philips Medical Systems, Inc. (Andover, MA), y National Operating Committee for Standards in Athletic Equipment (Chapel Hill, NC).

#### BIBLIOGRAFÍA

- Maron BJ. Sudden death in young athletes. *N Engl J Med.* 2003;349(11):1064-75.
- Maron BJ. Cardiovascular risks to young persons on the athletic field. *Ann Intern Med.* 1998;129(5):379-86.
- Maron BJ, Shirani J, Poliac LC, Mathenge R, Roberts WC, Mueller FO. Sudden death in young competitive athletes: clinical, demographic and pathological profiles. *JAMA.* 1996;276(3):199-204.
- Maron BJ, Pelliccia A. The heart of trained athletes: cardiac remodeling and the risks of sports including sudden death. *Circulation.* 2006;114(15):1633-44.
- Maron BJ, Doerer JJ, Haas TS, Tierney DM, Mueller FO. Sudden death in young competitive athletes: analysis of 1,866 deaths in the US, 1980-2006. *Circulation.* 2009;119(8):1085-92.
- Maron BJ, Gohman TE, Kyle SB, Estes NAM, Link MS. Clinical profile and spectrum of commotio cordis. *JAMA.* 2002;287(9):1142-6.
- Link MS, Wang PJ, Pandian NG, et al. An experimental model of sudden death due to low-energy chest-wall impact (commotio cordis). *N Engl J Med.* 1998;338(25):1805-11.
- Doerer JJ, Haas TS, Estes NAM III, Link MS, Maron BJ. Evaluation of chest barriers for protection against sudden death due to commotio cordis. *Am J Cardiol.* 2007; 99(6):857-9.
- US Lacrosse. US Lacrosse 2007 participation survey [consultado 28/12/2007]. Disponible en: [www.uslacrosse.org/pdf/07participationsurvey.pdf](http://www.uslacrosse.org/pdf/07participationsurvey.pdf)
- National Federation of State High School Associations. NFHS participation figures search [consultado 28/12/2007]. Disponible en: [www.nfhs.org/custom/participation\\_figures/default.aspx](http://www.nfhs.org/custom/participation_figures/default.aspx)
- National Collegiate Athletic Association. NCAA sports sponsorship and participation rates report 1981-82-2005-06 [consultado 28/12/2007]. Disponible en: [www.ncaapublications.com/uploads/pdf/1982\\_2006\\_participation\\_rates.pdf](http://www.ncaapublications.com/uploads/pdf/1982_2006_participation_rates.pdf)
- Corrado D, Bassi C, Pavie A, Michieli P, Schiavon M, Thiene G. Trends in sudden cardiovascular death in young competitive athletes after implementation of a preparticipation screening program. *JAMA.* 2006;296(13):1593-601.
- Maron BJ, Poliac L, Kaplan JA, Mueller FO. Blunt impact to the chest leading to sudden death from cardiac arrest during sports activities. *N Engl J Med.* 1995;333(6):337-42.
- Weinstock J, Maron BJ, Song C, Mane PP, Estes NAM III, Link MS. Failure of commercially available chest wall protectors to prevent sudden cardiac death induced by chest wall blows in an experimental model of commotio cordis. *Pediatrics.* 2006;117(4). Disponible en: [www.pediatrics.org/cgi/content/full/117/4/e656](http://www.pediatrics.org/cgi/content/full/117/4/e656)
- Link MS, Bir C, Dau N, Madias C, Estes NAM III, Maron BJ. Protecting our children from the consequences of chest blows on the playing field: a time for science over marketing. *Pediatrics.* 2008;122(2):437-9.
- Madias C, Maron BJ, Estes NAM III, Link MS. Preliminary observations on the design of an effective chest barrier for the prevention of commotio cordis [resumen]. *Heart Rhythm.* 2008;5(Suppl): S200-1.
- Glover DW, Glover DW, Maron BJ. Evolution in the process of screening United States high school student-athletes for cardiovascular disease. *Am J Cardiol.* 2007;100(11): 1709-12.
- Pfister GC, Puffer JC, Maron BJ. Preparticipation cardiovascular screening for US collegiate student-athletes. *JAMA.* 2000;283(12):1597-9.
- Myerburg RJ, Estes NAM III, Fontaine JM, Link MS, Zipes DP. Bethesda conference #36: task force 10: automated external defibrillators. *J Am Coll Cardiol.* 2005;45(8):1369-71.