

Copyright © The Journal of Bone and Joint Surgery, Inc. Todos los derechos reservados. Para obtener permiso para volver a utilizar este artículo en forma parcial o total, contáctese con rights@jbjs.org.

Esta traducción ha sido provista por terceras partes. El texto fuente incluye terminología médica que puede ser difícil de traducir con exactitud. Si tiene alguna pregunta relacionada con la exactitud de la información contenida en la traducción, por favor refiérase a la versión en inglés, que es el texto oficial, en www.jbjs.org o en su versión impresa. Si detecta problemas o errores en esta traducción, por favor contáctese con The Journal en mail@jbjs.org.

RESEÑA SOBRE CONCEPTOS ACTUALES

Fracturas de clavícula

Por L.A. Kashif Khan, Licenciado en Ciencias (con honores), miembro del Real Colegio de Cirujanos de Edimburgo; Timothy J. Bradnock, Licenciado en Ciencias (con honores), miembro del Real Colegio de Cirujanos de Edimburgo; Caroline Scott, Licenciada en Medicina y Cirugía; y C. Michael Robinson, Licenciado en Medicina, becado por el Real Colegio de Cirujanos de Edimburgo en Ortopedia

- Las fracturas no desplazadas de diáfisis y las fracturas del extremo externo de la clavícula tienen una tasa alta de consolidación, y se observan resultados funcionales óptimos después del tratamiento conservador.
- El tratamiento conservador de fracturas de diáfisis desplazadas puede estar asociado a una tasa más alta de pseudoartrosis y deficiencias funcionales respecto de otras tasas comunicadas anteriormente. Sin embargo, sigue siendo difícil predecir qué pacientes presentarán este tipo de complicaciones.
- Es posible obtener un resultado funcional satisfactorio después de un tratamiento quirúrgico de una consolidación defectuosa o pseudoartrosis clavicular. A raíz de ello, en la actualidad, se ha generado gran controversia sobre los beneficios del tratamiento quirúrgico primario de estas lesiones.
- Las fracturas desplazadas del extremo externo tienen un mayor riesgo de pseudoartrosis después de un tratamiento conservador que las fracturas de diáfisis. Sin embargo, la pseudoartrosis es difícil de predecir y puede ser asintomática en ancianos. Los resultados del tratamiento quirúrgico son más imprevisibles que en el caso de las fracturas de diáfisis.

La visión tradicional de que la mayoría de las fracturas de clavícula se consolidan gracias a resultados funcionales óptimos después de un tratamiento conservador ha perdido vigencia. En algunos estudios recientes, se ha identificado una alta tasa de pseudoartrosis y deficiencias específicas de la función del hombro en subgrupos de pacientes que presentan este tipo de lesiones. Por lo tanto, estas fracturas deben considerarse un conjunto de lesiones que arrojan diversos resultados funcionales, cada una de las cuales requiere sumo cuidado y un tratamiento personalizado. Este artículo se trata de una reseña del conocimiento actual sobre la epidemiología, la clasificación, la evaluación clínica y el tratamiento de fracturas claviculares en adultos.

Epidemiología

Las fracturas de clavícula son frecuentes: representan el 2,6% (533 de 20.501 pacientes) de un 4% (número de pacientes en estudio, 2035) de fracturas en adultos y el 35% (1666 de 4772 fracturas) de lesiones en la cintura escapular¹⁻³. Se estima que la incidencia anual de fracturas claviculares oscila entre 29 y 64 por cada 100.000 habitantes por año^{1,2,4}. Las fracturas de diáfisis representan entre el 69% (692 de 1000) y el 82% (435 de 533) de todas las fracturas; las lesiones del extremo externo, entre el 21% (427 de 2035) y el 28% (280 de 1000); y las lesiones del extremo interno, entre el 2% (4 de 187) y el 3% (28 de 1000)^{1,3,5,6}.

Estas lesiones afectan con mayor frecuencia a hombres de menos de 30 años (Fig. 1). Estas fracturas suelen comprometer la diáfisis, cuando se aplica una fuerza directa al hombro durante una actividad deportiva⁶. Generalmente, se producen mientras se practica equitación o ciclismo, cuando el caballo o la bicicleta se detienen en forma repentina y el jinete o ciclista salen despedidos, producto de la inercia, y caen sobre el hombro desprotegido. Los ancianos (de más de 80 años), sobre todo las mujeres, ocupan el segundo lugar en frecuencia (Fig. 1). Estas fracturas suelen ser secundarias a osteoporosis y

obedecen a caídas domésticas de baja energía.

En resumen, las fracturas de diáfisis se producen con mayor frecuencia en adultos jóvenes y las fracturas del extremo externo e interno, en ancianos^{1,2,4}. A su vez, la mayoría de las fracturas de diáfisis son desplazadas, a diferencia de la mayoría de las fracturas del extremo externo¹.

Clasificación

Allman⁵ propuso una clasificación basada únicamente en la ubicación anatómica de la fractura. Neer, por su parte, clasificó las fracturas del extremo externo entre fracturas no desplazadas (Tipo I) y fracturas desplazadas (Tipo II)⁷. Las fracturas del extremo externo desplazadas fueron subclasificadas posteriormente según la integridad de los ligamentos coronoides y trapezoides. En las lesiones de Tipo IIA, los ligamentos permanecen intactos, mientras que en las lesiones de Tipo IIB, los ligamentos coracoclaviculares están parcial o totalmente desprendidos⁷. Craig modificó de manera considerable los sistemas de Neer y Allman incluyendo dos subdivisiones adicionales: las fracturas del extremo interno y las fracturas del extremo externo⁸.

La clasificación de Edimburgo¹, basada en el análisis de 1000 fracturas claviculares, fue la primera que subclasificó las fracturas de diáfisis según su desplazamiento y según el grado de conminución (Fig. 2). Otro estudio demostró que estos parámetros predecían en forma independiente la pseudoartrosis después de un tratamiento conservador⁹. La clasificación ha demostrado que existen niveles aceptables de variación inter e intraobservacional¹. Las fracturas del extremo interno y externo también se subclasifican con este sistema, según su desplazamiento y el compromiso articular¹.

Evaluación clínica y radiográfica

Las fracturas claviculares suelen producir una deformidad evidente y dolorosa, acompañadas de sensibilidad localizada sobre el lugar de la fractura. Suele observarse un desplazamiento hacia abajo del fragmento externo que se encuentra debajo del peso del hombro y la elevación del fragmento interno desde la tracción del músculo esternocleidomastoideo⁸. No es infrecuente la prominencia de los fragmentos de una fractura desplazada, que aparecen debajo de la piel en forma de ojal a través del músculo cutáneo del cuello, sobre todo en el caso de fracturas muy anguladas o conminutadas (Edimburgo, Tipos 2A2 y 2B2). Sin embargo, las fracturas expuestas o la deformación de partes blandas no suelen producir necrosis cutánea¹.

Desde el punto de vista clínico, las fracturas del extremo interno pueden ser difíciles de distinguir de las separaciones internas de la fisis (que pueden aparecer hasta los veinticinco años); de las luxaciones de la articulación esternoclavicular; de la osteoartritis; o, si el grado de traumatismo fue mínimo, de la artritis séptica de la articulación esternoclavicular^{10,11}. El desplazamiento posterior de una fractura del extremo interior puede provocar una compresión del mediastino y de los vasos principales, motivo por el cual se requiere con urgencia una intervención quirúrgica. No obstante, esto es infrecuente¹²⁻¹⁴.

Todo el brazo distal de la fractura debe ser evaluado para descartar cualquier lesión vascular o del plexo braquial. Estas lesiones no son frecuentes, pero los traumatismos de alta energía y la conminución o los desplazamientos marcados de la fractura se asocian a un aumento en el riesgo de incidencia¹⁵⁻¹⁷. Las lesiones neurovasculares pueden producirse directamente por fragmentos de una fractura desplazada o por lesiones de elongación o contusiones asociadas con una lesión del miembro. Cualquier diferencia en la presión arterial entre las dos extremidades superiores permite suponer una lesión vascular. De todas formas, debe realizarse un dúplex y una arteriografía ante la sospecha de este diagnóstico^{18,19}.

El diagnóstico radiográfico suele elaborarse a partir de una proyección anteroposterior simple. Algunos autores propugnan el uso de una radiografía posteroanterior de 15° para evaluar el grado de acortamiento²⁰. No obstante, la tomografía computada espiralada de proyecciones tridimensionales reformateadas permite obtener una mejor evaluación del desplazamiento y también puede ser de utilidad para examinar la consolidación de la fractura (Fig. 3). Por lo general se exige una tomografía computada para visualizar adecuadamente las fracturas del extremo interno, en especial aquellas que se extienden hacia la articulación esternoclavicular¹³. En ocasiones, se utilizan radiografías de esfuerzo para evaluar la integridad de los ligamentos coracoclaviculares en relación con las fracturas del extremo externo²¹. Asimismo, es preciso efectuar con cuidado exploraciones clínicas y radiografías para descartar una lesión torácica asociada, como un neumotórax o hemotórax²², que se produce en el 3% de los pacientes (veintiuno de 690²¹) y casi siempre está asociada a fracturas costales homolaterales múltiples. Asimismo, en la serie de radiografías traumatológicas iniciales, se deben buscar pruebas específicas de lesiones homolaterales en la cintura escapular de los hombros, como una doble alteración del complejo suspensorio superior del hombro²³.

Tratamiento de fracturas de diáfisis (Edimburgo, Tipo 2)

Lesiones agudas: ¿tratamiento quirúrgico o conservador?

En general, todos coinciden en que las fracturas no desplazadas (Edimburgo, Tipo 2A) deben tratarse de un modo conservador. Según la visión tradicional del tratamiento de las fracturas desplazadas, casi nunca requieren una intervención quirúrgica. Existen tres motivos para ello. En primer lugar, en la mayoría de los estudios, el índice de pseudoartrosis ha sido del <1%^{6,21,24-27}. En segundo lugar, dos grandes estudios retrospectivos realizados en la década de los sesenta por Neer²⁶ y Rowe²¹ demostraron que la tasa de pseudoartrosis después de una reducción primaria a cielo abierto y una fijación interna fue más alta que en el caso del tratamiento conservador. Sin embargo, ambos estudios incluyeron fracturas en niños, que casi siempre se fusionan. El último motivo se debe a que diversos estudios realizados en el pasado demostraron que los pacientes se sentían completamente satisfechos después de un tratamiento conservador de estas fracturas^{24,25,28}. Sin embargo, estudios más actuales,

que se llevaron a cabo durante los últimos diez años, reflejaron tasas más altas de pseudoartrosis y peores resultados funcionales después de un tratamiento conservador, mientras que los resultados de reducción quirúrgica primaria y de fijación mejoraron considerablemente²⁹⁻³¹. En la actualidad, se ha generado gran controversia respecto de cuál es el tratamiento adecuado contra las fracturas desplazadas agudas.

Tratamiento conservador

Se han descrito diversos métodos de tratamiento conservador³², pero los más utilizados han sido el cabestrillo simple y el denominado “vendaje en 8”. Un estudio comparativo ha demostrado más satisfacción de los pacientes en el caso del cabestrillo simple; los resultados funcionales y estéticos de ambos tratamientos fueron similares²⁴. Ninguna de las técnicas reduce una fractura desplazada²⁴, pero el riesgo de llagas por contacto en las axilas, compresión del paquete neurovascular y pseudoartrosis es mayor en pacientes tratados con vendaje en 8^{13,20,24,27,33-35}. Por este motivo, el cabestrillo simple es el método más utilizado, que suele interrumpirse una vez que desaparece el dolor agudo. En este punto, se alienta a los pacientes a realizar las actividades habituales para las que estén en condiciones. La recuperación de la amplitud de los movimientos y de la función del hombro suele ser más rápida si la fractura se fusiona; en la gran mayoría de los casos, no se requiere fisioterapia supervisada. La mayor parte de los pacientes responden bien al programa simple administrado por el paciente de amplitud de movimientos y ejercicios para fortalecer los músculos.

Tratamiento quirúrgico primario

Hasta hace poco, no había ninguna prueba que indicara que un tratamiento quirúrgico temprano del desplazamiento clavicular por fractura de diáfisis otorgaba un beneficio funcional en comparación con los resultados del tratamiento conservador inicial^{7,9,21,36-38}. Al respecto, los resultados comunicados sobre el tratamiento quirúrgico de clavículas no consolidadas fueron excelentes³⁹⁻⁴⁴. Sin embargo, en una serie clínica retrospectiva de 52 fracturas que recibieron tratamiento conservador, el acortamiento inicial de ≥ 20 mm estuvo asociado a un mayor riesgo de pseudoartrosis y un resultado clínico deficiente⁴⁵. Un estudio posterior, en el cual se usaron criterios de valoración basados en los pacientes, reveló deficiencias en la fortaleza y en la resistencia de los hombros después de fracturas desplazadas³¹.

En un reciente estudio multicéntrico que comparó el tratamiento conservador con la fijación con placa primaria para las fracturas desplazadas en 138 pacientes, se observaron mejores resultados funcionales, tasas más bajas de consolidación defectuosa o pseudoartrosis y un menor tiempo de consolidación en el último grupo²⁹. Sin embargo, el grupo quirúrgico tuvo una tasa de complicaciones del 34% y una tasa de reoperación del 18%, si bien la mayoría de las reoperaciones se llevaron a cabo para la extracción de material. Las dos puntuaciones funcionales validadas que se dieron a conocer indicaron un beneficio pequeño, pero significativo, de la fijación con placa ($p = 0,001$ de puntaje Constant⁴⁶ y $p < 0,01$ para el puntaje de Discapacidad de Brazo, Hombro y Mano [DASH, por su sigla en inglés]⁴⁷). Sin embargo, el puntaje total más bajo en el grupo de tratamiento conservador puede deberse a una minoría de pacientes periféricos afectados de pseudoartrosis. No queda claro si todo beneficio funcional distinto se obtuvo como consecuencia del tratamiento quirúrgico en pacientes cuya fractura se consolidó, en comparación con el resultado en aquellos pacientes cuya fractura se consolidó a raíz del tratamiento conservador. Los autores afirmaron que sus resultados apoyan la implementación de la fijación con placa primaria para las fracturas desplazadas en adultos activos. Sin embargo, esta interpretación puede llevar a un tratamiento excesivo, ya que diversos análisis respecto a la necesidad de tratamiento revelaron que sería necesaria la fijación quirúrgica de nueve fracturas para prevenir una pseudoartrosis, y la fijación de 3,3 fracturas para prevenir una consolidación defectuosa o pseudoartrosis sintomática⁴⁸. Actualmente, se están realizando otros estudios aleatorizados controlados en esta área; sería importante determinar si dichos resultados avalan los hallazgos del estudio multicéntrico.

En un estudio reciente⁴⁹ que compara el tratamiento quirúrgico agudo de las fracturas de diáfisis con el tratamiento tardío de no pseudoartrosis y consolidaciones defectuosas establecidas, no se mostraron diferencias significativas en el puntaje DASH, apenas una diferencia significativa ($p = 0,05$) en una de seis variables de fortaleza y resistencia que fueron evaluadas. Se detectó una diferencia significativa ($p = 0,02$) en 6 puntos del puntaje Constant, pero todos los se mostraron sumamente satisfechos.

Por el momento, no hay consenso respecto de qué fracturas desplazadas deberían recibir tratamiento conservador. Muchos pacientes más jóvenes están recurriendo a tratamientos quirúrgicos con la esperanza de obtener un mejor resultado funcional y poder volver a practicar deportes de contacto en menos tiempo. En nuestra opinión, a estos pacientes se les debería ofrecer la opción del tratamiento quirúrgico luego de asesorarlos correctamente respecto de los riesgos que representa el tratamiento y los posibles resultados.

Técnicas quirúrgicas

Se han descrito una amplia variedad de métodos para la fijación quirúrgica de fracturas de diáfisis (ver Apéndice)^{21,29,36,38,50-67}.

Fijación con placa

Esta técnica ofrece una estabilización rígida inmediata, alivia el dolor y facilita la movilidad temprana^{7,39,42,44,45,68}. En general, la placa es implantada en la parte superior de la clavícula, lo cual representa una ventaja según los estudios biomecánicos, especialmente en presencia de conminución cortical inferior⁶⁹. Sin embargo, el procedimiento está asociado a un mayor riesgo de lesiones en las estructuras neurovasculares subyacentes durante la manipulación y la perforación de la fractura, y la subsiguiente prominencia de la placa que podría requerir su extracción. A fin de resolver estos problemas, se ideó un método

anterior-inferior para permitir el implante inferior de la placa. Esta técnica está asociada a un bajo índice de complicaciones en una serie de cincuenta y ocho pacientes⁶⁵, si bien la evaluación biomecánica indicó que una posición superior de la placa ofrece una fijación más segura^{69,70}.

En la actualidad, los implantes más utilizados son la compresión dinámica y las placas de bloqueo. Las placas de reconstrucción dejaron de ser utilizadas, ya que son propensas a deformarse en el lugar de la fractura, lo que da lugar a una consolidación defectuosa. Las placas de bloqueo precontorneadas específicas para el lugar han comenzado a utilizarse recientemente y podrían ser menos prominentes después de la consolidación, lo que genera índices más bajos de extracción de material después de la consolidación^{29,71}. Actualmente, también existe la opción de utilizar tornillos de bloqueo en estas placas, a fin de mejorar la fijación de las fracturas que se extienden desde el extremo externo de la clavícula y de las fracturas en ancianos que tienen huesos osteoporóticos. Hasta el momento, la eficacia de estos implantes no ha sido evaluada por completo en estudios clínicos comparativos. Las complicaciones relacionadas con el uso del método de fijación con placa son: infección³⁶, fracaso de la placa³⁶, cicatrices hipertróficas o disestéticas⁷², aflojamiento del implante^{36,73}, pseudoartrosis⁶³, nueva fractura después de la extracción de la placa^{36,63,73} y, con menos frecuencia, lesión vascular intraoperatoria⁷⁴.

Fijación intramedular

La forma sigmoidea de la clavícula presenta problemas específicos en el diseño y en la inserción de los dispositivos intramedulares; el bloqueo estático no es posible con los implantes que se encuentran disponibles en la actualidad. El clavo debe ser angosto y lo suficientemente flexible como para pasar por el estrecho canal medular y por la curvatura sigmoidea de la clavícula, y a la vez lo suficientemente fuerte como para tolerar las fuerzas que actúan en la fractura hasta su consolidación^{21,75,76}. Existe evidencia biomecánica que indica que la fijación con placa brinda una estructura más fuerte que la fijación intramedular⁷⁷. Se han utilizado diversos dispositivos, incluso clavos de Knowles^{38,57}, clavos de Hagie, clavos de Rockwood y clavos de titanio mínimamente invasivos⁵⁴. Se describieron dos métodos de inserción del implante: anterógrado, mediante un punto de entrada anteromedial en el fragmento interno, y retrógrado, mediante una entrada posterolateral en el fragmento externo. Como resultado del canal medular estrecho, generalmente se debe abrir el lugar de la fractura mediante una incisión separada para exponer la parte proximal y la parte distal del canal a fin de introducir el implante.

Los resultados comunicados han sido más variados que después de la fijación con placa^{38,53,57}, y la imposibilidad de bloquear estadísticamente estos implantes podría provocar un acortamiento, especialmente en el caso de que haya conminución. También se han referido altas tasas de rotura del implante, parálisis temporaria del plexo braquial y agrietamiento de la piel en la entrada con el uso de estas técnicas^{78,79}. Por lo tanto, el método de fijación intramedular es más utilizado que el de fijación con placa, si bien los defensores de dicha técnica sugieren que el procedimiento menos invasivo les brinda ventajas a pacientes que presentan lesiones múltiples u otras lesiones en la cintura escapular del hombro⁵⁴.

Otras técnicas

Se han utilizado fijadores externos para el tratamiento de fracturas de clavícula, aunque esta técnica suele ser más recomendable en el caso de fracturas o pseudoartrosis sépticas⁸⁰. Se ha propuesto la utilización de alambre de Kirschner para mantener la reducción. Sin embargo, en varios estudios, se describieron complicaciones producto de la rotura del alambre y la migración a otras partes del cuerpo, que trajeron aparejadas potenciales consecuencias catastróficas^{42,81}. Por consiguiente, se desaconseja el uso de estos implantes en el tratamiento de fracturas claviculares.

Tratamiento de las fracturas del extremo externo

Fracturas no desplazadas del extremo externo (Neer, Tipo I; Edimburgo, Tipo 3A)

La mayoría de las fracturas del extremo externo tienen un desplazamiento mínimo y son extraarticulares. El periostio intacto y los ligamentos coronoides y trapezoides unen los fragmentos y previenen el desplazamiento⁷. El tratamiento conservador es el tratamiento de elección, y el protocolo es similar al de las fracturas de diáfisis^{7,28,82,83}. Neer reconoció que las fracturas que se extienden hacia la articulación acromioclavicular pueden estar asociadas a síntomas persistentes debido a un defecto marcado en la superficie articular⁷. Puede utilizarse escisión tardía del segmento distal (mediante un método artroscópico o abierto) en este grupo de pacientes si el fragmento es paqueño^{7,82}.

Fracturas del extremo externo desplazadas (Neer, Tipo II; Edimburgo, Tipo 3B)

Una serie de estudios retrospectivos influyentes^{1,7,26,82,84,85} han revelado tasas altas de pseudoartrosis después de un tratamiento conservador de estas fracturas. Esto instó a recomendar que los métodos de reducción primaria y de fijación interna deben utilizarse para prevenir las consecuencias adversas de una pseudoartrosis, que incluyen dolor^{7,57,86-88} y pérdida de la función del hombro⁴². Sin embargo, la tasa de pseudoartrosis después de un tratamiento conservador ha sido baja (11,4%; 30 de 263) en una serie reciente⁹, y se dieron a conocer tasas altas de complicaciones postoperatorias en estudios anteriores^{26,84,89}.

Como la mayoría de estas lesiones se producen en adultos y ancianos⁹⁰, la pseudoartrosis puede estar asociada a síntomas mínimos y a un alto grado de satisfacción^{9,82,89,91,92}, y pocos pacientes requieren una intervención quirúrgica diferida^{82,89-92}. En una serie, la intervención quirúrgica diferida se reservó para pacientes que presentaban síntomas de pseudoartrosis o enfermedad articular degenerativa en las articulaciones acromioclaviculares a los seis meses de producirse la lesión⁹⁰. Los resultados del tratamiento conservador fueron comparables con los resultados comunicados después de un tratamiento quirúrgico primario^{84,86,90,93}.

Los pacientes mayores que tenían una fractura desplazada del extremo externo debieron ser informados de que el tratamiento conservador está asociado a un alto riesgo de pseudoartrosis, lo cual podría provocar deformidad estética u osteoartritis en las articulaciones acromioclaviculares. Sin embargo, en un pequeño grupo de pacientes que padecían una artritis importante, la resección del segmento externo podría generar un hombro funcional^{7,82,94}. Es necesario realizar un estudio aleatorizado controlado para determinar si la intervención quirúrgica inmediata en pacientes más jóvenes que presentan una fractura desplazada del extremo externo acarrea mejores índices de consolidación de la fractura y mejores resultados funcionales en comparación con los resultados del tratamiento conservador.

Tratamiento quirúrgico de las fracturas desplazadas del extremo externo (Neer, Tipo II; Edimburgo, Tipo 3B)

Se han descrito muchas técnicas quirúrgicas para el tratamiento de este tipo de fracturas (ver Apéndice)^{84-86,89,92,93,95-115}, pero ninguno de los procedimientos tiene aceptación general y cada uno de ellos presenta una tasa relativamente alta de complicaciones. Muchas de las técnicas quirúrgicas utilizadas para el tratamiento de las fracturas desplazadas del extremo externo han sido adaptadas a partir de las técnicas utilizadas para el tratamiento de las separaciones acromioclaviculares. Si bien ambas lesiones constituyen alteraciones dobles del complejo suspensorio superior del hombro²³, generalmente no es preciso efectuar una reparación o un reemplazo de ligamentos en el tratamiento de las fracturas del extremo externo. Esto se debe a que la consolidación de la fractura del extremo externo suele devolver estabilidad al complejo. Estas indicaciones para el tratamiento quirúrgico de las fracturas desplazadas del extremo externo pueden dividirse en categorías tempranas y tardías: las indicaciones tempranas incluyen el compromiso de partes blandas, la doble alteración del complejo suspensorio homolateral de los hombros y una fractura en una persona joven y activa, un deportista o un trabajador manual que debe recuperar todas sus funciones de inmediato para volver al trabajo. Las indicaciones tardías incluyen la pseudoartrosis o consolidación defectuosa sintomática persistente y la osteoartritis acromioclavicular.

Tornillo coracoclavicular (Fig. 4)

El uso de un tornillo coracoclavicular ha sido descrito por primera vez en el tratamiento de la subluxación de la articulación acromioclavicular (Fig. 4)¹¹⁶. Este método es exigente en términos técnicos debido al área bastante angosta dentro del coracoides que está disponible para la fijación del tornillo. Esto provoca una importante tasa de fracaso en la fijación como consecuencia del corte o aflojamiento del tornillo (comunicado en seis de 76 casos en las seis series resumidas en el Apéndice). La técnica resultó algo exitosa en series de caso reducidas y su uso sigue siendo difundido^{84,85,95,101,106,117}. El tornillo suele limitar el movimiento del hombro y, en general, debe ser extraído una vez que la fractura se consolida^{95,106}.

Fijación con placa y placa gancho

Se puede lograr una fijación con placa adecuada sólo si el fragmento distal es lo suficientemente largo como para sostener un mínimo de dos, e idealmente tres, tornillos bicorticales⁹³. Recientemente, se ha introducido la opción de las placas precontorneadas específicas para el lugar con la opción de bloqueo. Estas placas permiten la inserción de una gran cantidad de tornillos de bloqueo en el fragmento distal, lo cual puede mejorar la estabilidad de la reconstrucción¹¹³.

La placa gancho clavicular fue pensada para el tratamiento de fracturas en las cuales el fragmento distal es demasiado pequeño para permitir la fijación con placa convencional (Fig. 5). La placa tiene un gancho externo de compensación, diseñado para involucrar el fragmento distal con la parte posterior del acromion¹¹⁸. Esta técnica resultó algo exitosa para el tratamiento de fracturas desplazadas del extremo externo de la clavícula, pero existe cierta preocupación de que la placa pueda provocar rigidez en el hombro y osteoartritis de la articulación acromioclavicular^{97,103,109}. Asimismo, presenta riesgos de descamación e infección de la piel. Si se coloca mal el gancho, la fijación puede ser inadecuada. Se ha observado osteólisis alrededor del orificio para el gancho a medida que se incrementa el movimiento del hombro¹⁰³, y la mayoría de los cirujanos aconseja una extracción de la placa de rutina a los tres meses del implante, lo cual requiere una segunda intervención quirúrgica. El momento oportuno de la extracción de la placa es de suma importancia, ya que una extracción temprana podría derivar en pseudoartrosis o en una nueva fractura debido a la inestabilidad del lugar de la fractura, mientras que la extracción tardía podría provocar rigidez en el hombro o incluso una fractura medial a la placa¹¹⁹.

Fijación con alambre de Kirschner

Esta técnica fue la primera popularizada por Neer¹⁰⁴, pero ha sido ampliamente superada por implantes más modernos. El principal problema de esta técnica es el riesgo inherente de rotura y migración del alambre⁹⁷, que trae aparejadas complicaciones impredecibles y potenciales graves. Otros autores han descrito altas tasas de pseudoartrosis e infección⁸⁹ y han desaconsejado la implementación de este método de fijación^{81,97}.

Técnicas de sutura y cabestrillo

Se ha utilizado el cabestrillo coracoclavicular y el injerto de ligamentos de Dacron para reconstruir los ligamentos coracoclaviculares; ambas técnicas fueron aplicadas como el modo principal de estabilización y refuerzo de otras técnicas de fijación, que arrojaron buenos resultados funcionales^{93,98,100,105}. El injerto se coloca alrededor del coracoide y sobre el fragmento de la clavícula para formar un cabestrillo¹⁰⁵ o se pasa a través de orificios taladrados⁹⁸. También se ha descrito el uso de dos *EndoButtons*, haciendo palanca a través de los orificios taladrados en la clavícula y del coracoide para unir un bucle continuo de uno de los materiales de sutura robustos y no absorbentes de última generación, técnica que ha sido denominada *técnica de*

cuera floja (Fig. 6)¹²⁰.

El vendaje transarticular PDS (polidioxanona) ha sido utilizado para reconstruir ligamentos coracoclaviculares o acromioclaviculares rotos con un pequeño fragmento periférico o una alteración asociada de la articulación acromioclavicular^{93,100}. Los defensores de estas técnicas sostienen que ofrecen una fijación estable de la fractura que, si bien no es rígida, permite la movilidad temprana y no requiere una segunda intervención quirúrgica para extraer el material metálico^{93,98,100,105}. Recientemente, se han descrito las técnicas de reconstrucción de ligamentos artroscópicos para el tratamiento de fracturas desplazadas del extremo externo^{114,121,122}. Hasta donde sabemos, no se ha realizado ninguna evaluación clínica de estas técnicas.

Fracturas intraarticulares del extremo externo (Neer, Tipo III; Edimburgo, Tipos 3A2 y 3B2)

Estas fracturas poco comunes demostraron una prevalencia de entre 2,4% (21 de 868)⁹ y 3,3% (33 de 1000)⁴. Generalmente, en un principio, son tratadas del mismo modo que una lesión extraarticular, según el grado de desplazamiento. Estas fracturas aumentan el riesgo de padecer una osteoartritis acromioclavicular, que podría requerir otro tratamiento. Los autores de un estudio informaron que dos de los 19 pacientes que presentan una fractura tipo 3A2 y tres de 14 pacientes que presentan una fractura tipo 3B2 han sufrido esta complicación¹. La investigación y el tratamiento de este problema de salud se analizarán más adelante.

Tratamiento de fracturas del extremo interno de la clavícula (Edimburgo, Tipo 1)

Estas fracturas son poco frecuentes y la mayor parte de ellas son extraarticulares, cuyo desplazamiento es mínimo¹². La estabilidad depende de la integridad del ligamento costoclavicular⁵ porque, si ese ligamento está roto, el fragmento externo se desplaza en sentido anterior y puede superponerse con el fragmento interno¹¹. Estas fracturas suelen recibir un tratamiento conservador, salvo que el desplazamiento de la fractura genere un compromiso del mediastino superior. En estas circunstancias, se debe realizar un intento emergente de reducción a cielo cerrado^{10,13}, y en el caso de que dicha reducción no resulte exitosa, se deberá realizar una reducción a cielo abierto. La fijación interna con cualquier modo de implante conlleva el riesgo de migración del implante a las estructuras adyacentes del mediastino. Los alambres de Kirschner en particular tienen un alto índice de migración inaceptable, por lo que no deben utilizarse⁸¹. Se han descrito muchas otras técnicas de fijación interna, que incluyen el uso de la placa de Balser modificada y el uso de sutura Mersilene u otros tipos de sutura interósea potente y multifilamento^{10,13,123}. El uso de suturas evita el requisito de una segunda intervención quirúrgica para retirar los implantes, y así se evitan complicaciones que podrían surgir de la migración de dichos implantes¹³. Las pruebas que avalan cada técnica son limitadas, y actualmente no hay consenso respecto del tratamiento recomendable para fracturas que requieren intervención quirúrgica.

En algunos casos, se requiere reducción a cielo abierto y estabilización para el tratamiento de una pseudoartrosis sintomática o una obstrucción de aparición tardía en el mediastino superior del callo de fractura^{12-14,124}. Una artroplastia por escisión del extremo interno de la clavícula constituye una alternativa en el caso de que el fragmento interno sea pequeño.

Complicaciones de las fracturas claviculares

Seudoartrosis de las fracturas de diáfisis

Anteriormente, la pseudoartrosis no se consideraba frecuente en el tratamiento conservador: tenía una prevalencia de <1%²¹. Estudios actuales indican que los adultos que presentan una fractura desplazada tienen un mayor índice de pseudoartrosis (hasta el 15%; ocho de 52)^{1,9,21,25,26,35,37,38,40,45}. Entre los factores de riesgo para la pseudoartrosis, se cuentan edad avanzada, sexo femenino, desplazamiento de la fractura y conminución^{1,9}. Sin embargo, la mayoría de las fracturas se producen en la población más joven, predominantemente masculina^{1-3,9}, y, en consecuencia, la mayor parte de las pseudoartrosis suelen detectarse en esta población. Por lo tanto, la predicción correcta respecto de qué pacientes sufrirán una pseudoartrosis sigue siendo difícil, si bien se puede realizar una estimación sobre la base de los factores de riesgo conocidos que predicen en forma independiente la pseudoartrosis (Tabla I)^{9,125}. Esto puede resultar de utilidad en el asesoramiento para los pacientes.

Las pseudoartrosis de diáfisis en personas activas suelen ser sintomáticas, y provocan dolor^{26,35,42,126,127} y una sensación de chasquido al moverse^{26,35}. También se han referido síntomas, como restricción en el movimiento del hombro^{35,42,127}, debilidad^{26,35,127}, deformidad estética^{26,35,126}, síntomas neurológicos^{42,126,128}, síndrome del estrecho torácico^{35,42,126,129} y compresión de la vena subclavia. Los pacientes también comunicaron alteraciones del sueño, imposibilidad de realizar tareas manuales, dificultad para conducir, ausencia forzada a las actividades deportivas habituales y una reducción de la actividad sexual debido al dolor¹²⁶. Los signos clínicos y radiográficos de pseudoartrosis incluyen movilidad o dolor acentuado de la fractura y ausencia de callos de puenteo en las radiografías^{9,130}. En casos equívocos, una tomografía computada puede ser de utilidad para detectar la presencia de callos de puenteo en el lugar de la fractura. Se han descrito diversas técnicas quirúrgicas para el tratamiento de la pseudoartrosis de fracturas de diáfisis (ver Apéndice)^{35,39-44,51,68,126,131-146}.

Fijación con placa

La fijación con placa permite una movilidad temprana del hombro, brinda una fijación segura e implica una alta tasa predecible de consolidación y un bajo riesgo de complicaciones^{41,42,135,139,141-143,147,148}; la mayoría de los autores han recomendado esta técnica^{39-42,44,135,139,141-143,147,148}. Se han utilizado varios tipos de implante, como la reconstrucción^{40,41,140}, la onda^{39,139}, la compresión dinámica^{41,43,68,135} y las placas de compresión dinámica de bajo contacto^{44,68}. Se ha sugerido que las placas de

compresión dinámicas de bajo contacto son superiores, ya que su superficie inferior estructurada preserva de un modo óptimo la irrigación sanguínea a los fragmentos de huesos subyacentes^{44,68}. Las placas de reconstrucción y semitubulares suelen considerarse muy débiles y proclives a la deformación o ruptura cuando se las utiliza para el tratamiento de las pseudoartrosis. Se ha introducido la osteosíntesis de placa de onda para el tratamiento de las pseudoartrosis de fémur y húmero^{149,150}; este tratamiento también se ha descrito para las pseudoartrosis de clavícula, ya que disminuye la formación de callos hipertróficos, que pueden provocar compresión del plexo braquial y de la vena subclavia¹⁴¹. Las placas de bloqueo precontorneadas específicas para el lugar también pueden ser utilizadas contra las pseudoartrosis; pero, por el momento, no se ha informado su uso para esta indicación, hasta donde sabemos.

El injerto óseo autólogo suplementario se utiliza con frecuencia y puede reducir el tiempo de consolidación^{68,135,141}. Cuando la pseudoartrosis está relacionada con un acortamiento clínico importante, se puede utilizar un injerto óseo de cresta ilíaca intercalado para recuperar la longitud¹⁴². También se han implementado exitosamente injertos peróneos vascularizados¹⁵¹⁻¹⁵³ e injertos de cóndilo interno del fémur^{154,155}, si bien es probable que sean indicados únicamente en casos de revisión en los cuales fracasó el tratamiento quirúrgico inicial de la pseudoartrosis.

Otros métodos

Se ha utilizado la fijación intramedular^{126,127,132,134,136,144,156} y la fijación externa^{80,147} en series pequeñas. Si bien estas técnicas producen incisiones más aceptables desde lo estético y generan menos alteraciones en las partes blandas^{132,134}, brindan una fijación menos rígida y, por este motivo, no se utilizan con frecuencia^{38,42,135}. Se ha utilizado la fijación externa con la técnica de Papineau¹⁵⁷ para el tratamiento de pseudoartrosis infectada¹⁵⁸, pero su uso no está muy difundido.

Seudoartrosis de las fracturas del extremo externo

La tasa de pseudoartrosis después del tratamiento conservador de las fracturas del extremo externo es más alta que la tasa después del tratamiento quirúrgico de las fracturas de diáfisis; sin embargo, existen algunas controversias respecto de su prevalencia exacta, y algunos autores han revelado tasas más altas que otros. En algunos casos de series pequeñas, la tasa comunicada osciló entre el 18% y el 40%^{1,7,26,82,84,85}, mientras que recientemente un estudio prospectivo mayor de 263 fracturas del extremo externo ha demostrado una tasa de pseudoartrosis del 11,5%⁹. Entre los factores de riesgo independientes para esta complicación, se encuentran la edad y el desplazamiento de la fractura, factores que pueden utilizarse para calcular la probabilidad de que se produzca una pseudoartrosis (Tabla II)^{9,125}. Los síntomas de pseudoartrosis en este área incluyen dolor^{7,57,86-88} y pérdida de la función del hombro⁴². Sin embargo, en muchos pacientes mayores que tiene demandas funcionales, la pseudoartrosis ha sido asintomática^{82,90}.

Las opciones de tratamiento contra una pseudoartrosis sintomática establecida son escisión del extremo externo de la clavícula o fijación de la fractura con injerto óseo o sin este. En general, se prefiere la escisión en el caso de que el fragmento externo sea pequeño y los ligamentos coracoclaviculares estén intactos; la fijación se utiliza en el caso de que el fragmento sea más largo, si hay una buena reserva ósea y existe una probabilidad razonable de que el procedimiento logre promover la consolidación. Los métodos de fijación interna que se han utilizado son similares a los descritos previamente para las fracturas agudas. Los resultados del tratamiento se limitaron a un número reducido de pacientes, en estudios que se centraron principalmente en el tratamiento de las pseudoartrosis de diáfisis^{26,41,42,126,127}.

Consolidación defectuosa

Todas las fracturas desplazadas que recibieron un tratamiento conservador se consolidan con un cierto grado de consolidación defectuosa como consecuencia de angulación o acortamiento¹⁵⁹, pero generalmente con pocos síntomas o sin ellos¹⁶⁰. Sin embargo, la pseudoartrosis puede estar asociada a síntomas intrusivos en algunos pacientes^{31,47,145} como resultado de una angulación anteroposterior y de la superposición de los extremos óseos¹⁵⁹. El efecto del acortamiento en el resultado funcional es un tema de controversia. Algunos autores informaron que el acortamiento de >15 mm está asociado a molestias y disfunción en el hombro^{25,37,45}, y se ha sugerido que la deformidad angular y el acortamiento modifican la orientación del componente glenoideo, lo que altera la dinámica del hombro¹⁶¹. Otros autores declararon que, si bien el acortamiento constante después de una fractura es frecuente, no tiene relevancia clínica^{162,163}. Los autores de un estudio prospectivo que examina los factores de riesgo para los problemas funcionales a largo plazo han detectado que, si bien la conminución, el desplazamiento inicial y el aumento de edad predecían una pseudoartrosis sintomática¹³⁰, no se podía predecir el grado de acortamiento.

La osteotomía correctiva y la fijación con placa pueden mejorar la función en pacientes en los cuales la consolidación defectuosa sintomática ha provocado compresión neurovascular, malestar y debilidad al utilizar el hombro, o deformidad estética^{30,145,160,161,164}. Generalmente, es posible recrear la línea de la fractura original, restituir los fragmentos proximales y distales y corregir la longitud. La osteotomía correctiva puede complementarse con un injerto óseo autólogo coadyuvantes, aunque no suele ser necesario. Como muchas consolidaciones defectuosas de la clavícula son asintomáticas, se recomienda una cuidadosa selección del paciente y un asesoramiento previo a la cirugía, incluso el riesgo inherente de complicaciones. La información disponible respecto del tratamiento del acortamiento postraumático sin angulación que causa una alteración funcional del hombro ante la falta de compresión neurovascular es limitada, si bien se ha dado a conocer el restablecimiento del contorno normal y de la función del hombro^{44,161,164-166}.

Complicaciones neurológicas

La compresión nerviosa aguda puede ser provocada por un desplazamiento de los fragmentos de la fractura o por una consolidación deficiente o una pseudoartrosis crónica asociada a la formación de callos hipertróficos, pseudoaneurisma subclavio o compresión de la cicatriz (del tipo diferido)^{15,16,128,129,167-173}. También puede producirse parálisis del plexo braquial como una complicación del tratamiento quirúrgico con el uso de la fijación intramedular⁷⁹. Se ha utilizado una gran cantidad de sinónimos para describir esta afección, como *síndrome del estrecho torácico*, *síndrome costoclavicular* y *síndrome de clavícula-costilla fracturada*^{129,174}. La compresión del cordón medio del plexo braquial por los callos en la parte superior y por la primer costilla en la parte inferior en el espacio costoclavicular (entre la primer costilla y la clavícula) es típica y suele provocar síntomas en el nervio cubital. Esta situación es más probable en presencia de una pseudoartrosis o una consolidación defectuosa hipertrófica^{15,42,128,169}. La prevalencia precisa ha sido definida de un modo deficiente debido a la subjetividad del diagnóstico. Rowe comunicó secuelas neurovasculares tardías tras 0,3% (dos) de 690 fracturas²¹, aunque en estudios más recientes se han observado tasas más altas, predominantemente entre el 20% y el 47% en series de entre 15 y 52 pacientes^{29,45,126,168}.

Las pruebas clínicas para estos síndromes no son específicas, y el diagnóstico debería realizarse únicamente cuando el paciente tenga una historia clínica que lo amerite, con pruebas de evaluación electrofisiológica¹⁶, arteriografía o venografía^{17,19} y estudios por imágenes especializados. El tratamiento debería destinarse a corregir la consolidación defectuosa o la pseudoartrosis^{15,16,128,169,173}.

Nueva fractura

Puede producirse una nueva fractura después del tratamiento conservador o quirúrgico, y los factores que incluyen epilepsia, alcoholismo¹⁰⁹ y un regreso temprano a los deportes de contacto. Una nueva lesión al poco tiempo del tratamiento quirúrgico puede provocar ruptura o flexión del dispositivo de fijación o fractura alrededor del implante^{51,97,109,126,134}, mientras que una nueva lesión después de la extracción del implante puede provocar una nueva fractura en el mismo lugar de la lesión anterior. La pseudoartrosis es relativamente común después de la nueva fractura y suele ser necesaria una fijación interna.

Osteoartritis de la articulación acromioclavicular

Esta complicación se produce con más frecuencia después de una fractura intraarticular, si bien se ha observado ocasionalmente luego de una fractura extraarticular. En un estudio a mediano plazo de 101 fracturas del extremo externo de clavícula, tres de 11 fracturas intraarticulares (Edimburgo, Tipo 3B2) y seis de 90 fracturas extraarticulares (Edimburgo, Tipo 3B1) han sido asociadas a signos radiográficos de osteoartritis⁹⁰. El síntoma principal es el dolor relacionada con la actividad, que suele empeorar por la aducción del brazo (denominada prueba de la bufanda¹⁷⁵). El examen revela inflamación local y sensibilidad, y arroja un resultado activo positivo de la evaluación de compresión, tal como describen O'Brien y otros.¹⁷⁶ Las radiografías simples pueden reflejar signos de osteoartritis, pero esto debe establecerse como la causa del problema, ya que el síndrome de dolor regional complejo, la compresión del manguito de los rotadores, la osteólisis postraumática y la inestabilidad de la articulación acromioclavicular pueden causar síntomas similares. La desaparición de los síntomas después de una inyección por ultrasonido de un anestésico local en la articulación es un signo diagnóstico de utilidad. La osteoartritis sintomática de la articulación acromioclavicular debería ser tratada con una escisión artroscópica o a cielo abierto del fragmento externo^{7,82,94}. En casos en los cuales hay una inestabilidad ligamentosa concomitante, esto debería combinarse con un procedimiento para restablecer la estabilidad en el extremo externo de la clavícula, como la transferencia del ligamento coracoclavicular de Weaver-Dunn¹⁷⁷.

Complicaciones del tratamiento quirúrgico

La principal complicación intraoperatoria potencial es la lesión de la arteria o vena subclavia en el momento de movilidad de la fractura o de penetración del taladro. El riesgo de que se produzca esta complicación debería ser bajo, pero podría ser necesaria una intervención quirúrgica vascular o cardiotorácica. Las complicaciones postoperatorias de la herida, disestesias de la cicatriz, infecciones, fracasos de la fijación y pseudoartrosis son relativamente frecuentes y pueden requerir una cirugía de revisión, como muchas otros fracasos en la osteosíntesis.

Generalidades y recomendaciones

Existe un consenso general de que el tratamiento conservador representa el mejor tratamiento para las fracturas claviculares no desplazadas. La escasez de pruebas de nivel I y II dificulta la creación de normas concretas para el tratamiento de las fracturas claviculares desplazadas (Tabla III). Las reconstrucciones quirúrgicas de las pseudoartrosis diafisarias tienen buenos resultados, y la gran cantidad de series de caso que documentan de manera consistente los resultados satisfactorios después de una fijación con placa brindan sustento a la implementación de esta técnica como el tratamiento de elección (recomendación de grado B). Si bien se han informado buenos resultados después del tratamiento quirúrgico de fracturas agudas de diáfisis y de fracturas externas, es difícil predecir a qué pacientes debería ofrecérsele una construcción quirúrgica primaria y qué técnica debería implementarse (recomendación de grado C). Aunque los resultados de un estudio multicéntrico reciente respaldan la implementación de la intervención quirúrgica primaria contra fracturas de diáfisis²⁹, la magnitud del efecto del tratamiento puede resultar insuficiente para justificar una cirugía a todos los pacientes que padezcan esta lesión. Se requiere validación independiente de otros estudios multicéntricos antes de que se pueda recomendar la implementación generalizada de esta técnica (recomendación de grado C).

Apéndice

Las tablas que describen los estudios de técnicas quirúrgicas para la fijación de la fractura clavicular se encuentran disponibles en las versiones electrónicas de este artículo en nuestro sitio web www.jbjs.org (visite al artículo citado y haga clic en "Material suplementario") y en nuestro CD- ROM o DVD trimestral (comuníquese con nuestro departamento de suscripción al 781-449-9780 para solicitar el CD-ROM o DVD).

Información: Los autores no recibieron fondos ni subsidios externos para financiar su investigación ni para preparar este trabajo. Ni ellos ni ninguno de sus familiares directos recibieron pagos ni otros beneficios ni un compromiso o acuerdo para suministrar este tipo de beneficios de una entidad comercial. Ninguna entidad comercial pagó, envió ni acordó pagar o enviar ningún beneficio a ningún fondo de investigación, fundación, división, centro, consultorio clínico u otra organización de caridad o sin fines de lucro a la que uno o más de los autores, o alguno de sus familiares directos, están afiliados o asociados.

L.A. Kashif Khan, Licenciado en Ciencias (con honores), miembro del Real Colegio de Cirujanos de Edimburgo
 Timothy J. Bradnock, Licenciado en Ciencias (con honores), miembro del Real Colegio de Cirujanos de Edimburgo
 Caroline Scott, Licenciada en Medicina y Cirugía
 C. Michael Robinson, Licenciado en Medicina, becado por el Real Colegio de Cirujanos de Edimburgo en Ortopedia
 Edinburgh Shoulder Clinic, Royal Infirmary of Edinburgh, Little France, Old Dalkeith Road, Edimburgo EH16 4SU, Reino Unido. Dirección de correo electrónico de C.M. Robinson: c.mike.robinson@ed.ac.uk

J Bone Joint Surg Am. 2009;447-460 • doi:10.2106/JBJS.H.00211

Referencias

1. Robinson CM. Fractures of the clavicle in the adult. Epidemiology and classification. *J Bone Joint Surg Br.* 1998;80:476-84.
2. Nordqvist A, Petersson C. The incidence of fractures of the clavicle. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;300:127-32.
3. Postacchini F, Gumina S, De Santis P, Albo F. Epidemiology of clavicle fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2002;11:452-6.
4. Nowak J, Mallmin H, Larsson S. The aetiology and epidemiology of clavicular fractures. A prospective study during a two-year period in Uppsala, Sweden. *Injury.* 2000;31:353-8.
5. Allman FL Jr. Fractures and ligamentous injuries of the clavicle and its articulation. *J Bone Joint Surg Am.* 1967;49:774-84.
6. Stanley D, Trowbridge EA, Norris SH. The mechanism of clavicular fracture. A clinical and biomechanical analysis. *J Bone Joint Surg Br.* 1988;70:461-4.
7. Neer CS 2nd. Fractures of the distal third of the clavicle. *Clin Orthop Relat Res.* 1968;58:43-50.
8. Craig EV. Fractures of the clavicle. In: Rockwood CA Jr, Matsen FA 3rd, editors. *The shoulder.* Philadelphia: WB Saunders; 1990. p 367-412.
9. Robinson CM, Court-Brown CM, McQueen MM, Wakefield AE. Estimating the risk of nonunion following nonoperative treatment of a clavicular fracture. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86:1359-65.
10. Lewonowski K, Bassett GS. Complete posterior sternoclavicular epiphyseal separation. A case report and review of the literature. *Clin Orthop Relat Res.* 1992;281:84-8.
11. Brinker MR, Simon RG. Pseudo-dislocation of the sternoclavicular joint. *J Orthop Trauma.* 1999;13:222-5.
12. Eskola A. Sternoclavicular dislocation. A plea for open treatment. *Acta Orthop Scand.* 1986;57:227-8.
13. Hanby CK, Pasque CB, Sullivan JA. Medial clavicle physis fracture with posterior displacement and vascular compromise: the value of three-dimensional computed tomography and duplex ultrasound. *Orthopedics.* 2003;26:81-4.
14. Jougon JB, Lepont DJ, Dromer CE. Posterior dislocation of the sternoclavicular joint leading to mediastinal compression. *Ann Thorac Surg.* 1996;61:711-3.
15. Barbier O, Malghem J, Delaere O, Vande Berg B, Rombouts JJ. Injury to the brachial plexus by a fragment of bone after fracture of the clavicle. *J Bone Joint Surg Br.* 1997;79:534-6.
16. Chen CE, Liu HC. Delayed brachial plexus neurapraxia complicating malunion of the clavicle. *Am J Orthop.* 2000;29:321-2.
17. Yates DW. Complications of fractures of the clavicle. *Injury.* 1976;7:189-93.
18. Lusskin R, Weiss CA, Winer J. The role of the subclavius muscle in the subclavian vein syndrome (costoclavicular syndrome) following fracture of the clavicle. A case report with a review of the pathophysiology of the costoclavicular space. *Clin Orthop Relat Res.* 1967;54:75-83.
19. Penn I. The vascular complications of fractures of the clavicle. *J Trauma.* 1964;4:819-31.
20. Sharr JR, Mohammed KD. Optimizing the radiographic technique in clavicular fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2003;12:170-2.
21. Rowe CR. An atlas of anatomy and treatment of midclavicular fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1968;58:29-42.
22. Dugdale TW, Fulkerson JP. Pneumothorax complicating a closed fracture of the clavicle. A case report. *Clin Orthop Relat Res.* 1987;221:212-4.
23. Goss TP. Double disruptions of the superior shoulder suspensory complex. *J Orthop Trauma.* 1993;7:99-106.
24. Andersen K, Jensen PO, Lauritzen J. Treatment of clavicular fractures. Figure-of-eight bandage versus a simple sling. *Acta Orthop Scand.* 1987;58:71-4.
25. Eskola A, Vainionpää S, Myllynen P, Päätiälä H, Rokkanen P. Outcome of clavicular fracture in 89 patients. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1986;105:337-8.
26. Neer CS 2nd. Nonunion of the clavicle. *J Am Med Assoc.* 1960;172:1006-11.
27. Sankarankutty M, Turner BW. Fractures of the clavicle. *Injury.* 1975;7:101-6.
28. Nordqvist A, Petersson CJ, Redlund-Johnell I. Mid-clavicle fractures in adults: end result study after conservative treatment. *J Orthop Trauma.* 1998;12:572-6.
29. Canadian Orthopaedic Trauma Society. Nonoperative treatment compared with plate fixation of displaced midshaft clavicular fractures. A multicenter, randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:1-10.
30. McKee MD, Wild LM, Schemitsch EH. Midshaft malunions of the clavicle. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85:790-7.
31. McKee MD, Pedersen EM, Jones C, Stephen DJ, Kreder HJ, Schemitsch EH, Wild LM, Potter J. Deficits following nonoperative treatment of displaced midshaft clavicular fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:35-40.

32. Lester CW. The treatment of fractures of the clavicle. *Ann Surg.* 1929;89:600-6.
33. Hoofwijk AG, van der Werken C. [Conservative treatment of clavicular fractures]. *Z Unfallchir Versicherungsmed Berufskr.* 1988;81:151-6. Alemán.
34. Mullick S. Treatment of mid-clavicular fractures. *Lancet.* 1967;289:499.
35. Wilkins RM, Johnston RM. Fractures of the clavicle. *J Bone Joint Surg Am.* 1983;65:773-8.
36. Böstman O, Manninen M, Pihlajamäki H. Complications of plate fixation in fresh displaced midclavicular fractures. *J Trauma.* 1997;43:778-83.
37. Wick M, Müller EJ, Kollig E, Muhr G. Midshaft fractures of the clavicle with a shortening of more than 2 cm predispose to nonunion. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2001;121:207-11.
38. Zenni EJ Jr, Krieg JK, Rosen MJ. Open reduction and internal fixation of clavicular fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 1981;63:147-51.
39. Bradbury N, Hutchinson J, Hahn D, Colton CL. Clavicular nonunion. 31/32 healed after plate fixation and bone grafting. *Acta Orthop Scand.* 1996;67:367-70.
40. Davids PH, Luitse JS, Strating RP, van der Hart CP. Operative treatment for delayed union and nonunion of midshaft clavicular fractures: AO reconstruction plate fixation and early mobilization. *J Trauma.* 1996;40:985-6.
41. Ebraheim NA, Mekhail AO, Darwich M. Open reduction and internal fixation with bone grafting of clavicular nonunion. *J Trauma.* 1997;42:701-4.
42. Jupiter JB, Leffert RD. Non-union of the clavicle. Associated complications and surgical management. *J Bone Joint Surg Am.* 1987;69:753-60.
43. Manske DJ, Szabo RM. The operative treatment of mid-shaft clavicular non-unions. *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67:1367-71.
44. Mullaji AB, Jupiter JB. Low-contact dynamic compression plating of the clavicle. *Injury.* 1994;25:41-5.
45. Hill JM, McGuire MH, Crosby LA. Closed treatment of displaced middle-third fractures of the clavicle gives poor results. *J Bone Joint Surg Br.* 1997;79:537-9.
46. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res.* 1987;214:160-4.
47. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *Am J Ind Med.* 1996;30:372.
48. Jenkins PJ, Huntley JS, Robinson CM. Primary fixation of displaced clavicle fractures: unanswered questions. 2007 Mar 27. <http://www.ejbs.org/cgi/eletters/89/1/1#3652>. Accessed 2008 Oct 31.
49. Potter JM, Jones C, Wild LM, Schemitsch EH, McKee MD. Does delay matter? The restoration of objectively measured shoulder strength and patient-oriented outcome after immediate fixation versus delayed reconstruction of displaced midshaft fractures of the clavicle. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16:514-8.
50. Chu CM, Wang SJ, Lin LC. Fixation of mid-third clavicular fractures with Knowles pins: 78 patients followed for 2-7 years. *Acta Orthop Scand.* 2002;73:134-9.
51. Coupe BD, Wimbhurst JA, Indar R, Calder DA, Patel AD. A new approach for plate fixation of midshaft clavicular fractures. *Injury.* 2005;36:1166-71.
52. Geckeler EO. Fractures of the clavicle in adults; Kirschner wire fixation (Murray method). *Am J Surg.* 1951;81:333-5.
53. Grassi FA, Tajana MS, D'Angelo F. Management of midclavicular fractures: comparison between nonoperative treatment and open intramedullary fixation in 80 patients. *J Trauma.* 2001;50:1096-100.
54. Jubel A, Andermahr J, Schiffer G, Tsironis K, Rehm KE. Elastic stable intramedullary nailing of midclavicular fractures with a titanium nail. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;408:279-85.
55. Kettler M, Schieker M, Braunstein V, König M, Mutschler W. Flexible intramedullary nailing for stabilization of displaced midshaft clavicle fractures: technique and results in 87 patients. *Acta Orthop.* 2007;78:424-9.
56. Mueller M, Burger C, Florczyk A, Striepens N, Rangger C. Elastic stable intramedullary nailing of midclavicular fractures in adults: 32 patients followed for 1-5 years. *Acta Orthop.* 2007;78:421-3.
57. Neviasser RJ, Neviasser JS, Neviasser TJ, Neviasser JS. A simple technique for internal fixation of the clavicle. A long term evaluation. *Clin Orthop Relat Res.* 1975;109:103-7.
58. Ngarmukos C, Parkpian V, Patradul A. Fixation of fractures of the midshaft of the clavicle with Kirschner wires. Results in 108 patients. *J Bone Joint Surg Br.* 1998;80:106-8.
59. Strauss EJ, Egol KA, France MA, Koval KJ, Zuckerman JD. Complications of intramedullary Hagie pin fixation for acute midshaft clavicle fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16:280-4.
60. Meier C, Grueninger P, Platz A. Elastic stable intramedullary nailing for midclavicular fractures in athletes: indications, technical pitfalls and early results. *Acta Orthop Belg.* 2006;72:269-75.
61. Lee YS, Lin CC, Huang CR, Chen CN, Liao WY. Operative treatment of midclavicular fractures in 62 elderly patients: Knowles pin versus plate. *Orthopedics.* 2007;30:959-64.
62. Ali Khan MA, Lucas HK. Plating of fractures of the middle third of the clavicle. *Injury.* 1978;9:263-7.
63. Poigenfürst J, Rappold G, Fischer W. Plating of fresh clavicular fractures: results of 122 operations. *Injury.* 1992;23:237-41.
64. Faithfull DK, Lam P. Dispelling the fears of plating midclavicular fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 1993;2:314-6.
65. Collinge C, Devinney S, Herscovici D, DiPasquale T, Sanders R. Anterior-inferior plate fixation of middle-third fractures and nonunions of the clavicle. *J Orthop Trauma.* 2006;20:680-6.
66. Shen WJ, Liu TJ, Shen YS. Plate fixation of fresh displaced midshaft clavicle fractures. *Injury.* 1999;30:497-500.
67. Russo R, Visconti V, Lorini S, Lombardi LV. Displaced comminuted midshaft clavicle fractures: use of Mennen plate fixation system. *J Trauma.* 2007;63:951-4.
68. Kabak S, Halici M, Tuncel M, Avsarogullari L, Karaoglu S. Treatment of midclavicular nonunion: comparison of dynamic compression plating and low-contact dynamic compression plating techniques. *J Shoulder Elbow Surg.* 2004;13:396-403.
69. Iannotti MR, Crosby LA, Stafford P, Grayson G, Goulet R. Effects of plate location and selection on the stability of midshaft clavicle osteotomies: a biomechanical study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2002;11:457-62.
70. Celestre P, Roberston C, Mahar A, Oka R, Meunier M, Schwartz A. Biomechanical evaluation of clavicle fracture plating techniques: does a locking plate provide improved stability? *J Orthop Trauma.* 2008;22:241-7.
71. Huang JI, Toogood P, Chen MR, Wilber JH, Cooperman DR. Clavicular anatomy and the applicability of precontoured plates. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:2260-5.
72. Kuner EH, Schlickewei W, Mydla F. [Surgical therapy of clavicular fractures, indications, technic, results]. *Hefte Unfallheilkd.* 1982;160:76-83. Alemán.
73. Bronz G, Heim D, Pusterla C, Heim U. [Osteosynthesis of the clavicle (author's transl)]. *Unfallheilkunde.* 1981;84:319-25. Alemán.
74. Freeland A. Unstable adult midclavicular fracture. *Orthopedics.* 1990;13:1279-81.

75. Andermahr J, Jubel A, Elsner A, Johann J, Prokop A, Rehm KE, Koebke J. Anatomy of the clavicle and the intramedullary nailing of midclavicular fractures. *Clin Anat.* 2007;20:48-56.
76. Thumroj E, Kosuwon W, Kamanarong K. Anatomic safe zone of pin insertion point for distal clavicle fixation. *J Med Assoc Thai.* 2005;88:1551-6.
77. Golish SR, Oliviero JA, Francke EI, Miller MD. A biomechanical study of plate versus intramedullary devices for midshaft clavicle fixation. *J Orthop Trauma.* 2008;3:28.
78. Strauss EJ, Egol KA, France MA, Koval KJ, Zuckerman JD. Complications of intramedullary Hagie pin fixation for acute midshaft clavicle fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16:280-4.
79. Ring D, Holovac T. Brachial plexus palsy after intramedullary fixation of a clavicular fracture. A report of three cases. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87:1834-7.
80. Schuind F, Pay-Pay E, Andrianne Y, Donkerwolcke M, Rasquin C, Burny F. External fixation of the clavicle for fracture or non-union in adults. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70:692-5.
81. Lyons FA, Rockwood CA Jr. Migration of pins used in operations on the shoulder. *J Bone Joint Surg Am.* 1990;72:1262-7.
82. Nordqvist A, Petersson C, Redlund-Johnell I. The natural course of lateral clavicle fracture. 15 (11-21) year follow-up of 110 cases. *Acta Orthop Scand.* 1993;64:87-91.
83. Post M. Current concepts in the treatment of fractures of the clavicle. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;245:89-101.
84. Edwards DJ, Kavanagh TG, Flannery MC. Fractures of the distal clavicle: a case for fixation. *Injury.* 1992;23:44-6.
85. Kavanagh TG, Sarkar SD. Complications of displaced fractures (Type II Neer) of the outer end of the clavicle [abstract]. *J Bone Joint Surg Br.* 1985;67:492-3.
86. Eskola A, Vainionpää S, Päätiälä H, Rokkanen P. Outcome of operative treatment in fresh lateral clavicular fracture. *Ann Chir Gynaecol.* 1987;76:167-9.
87. Ghormley RK, Black JR, Cherry JH. Ununited fractures of the clavicle. *Am J Surg.* 1941;51:343-9.
88. Neviasser JS. The treatment of fractures of the clavicle. *Surg Clin North Am.* 1963;43:1555-63.
89. Kona J, Bosse MJ, Staeheli JW, Rosseau RL. Type II distal clavicle fractures: a retrospective review of surgical treatment. *J Orthop Trauma.* 1990;4:115-20.
90. Robinson CM, Cairns DA. Primary nonoperative treatment of displaced lateral fractures of the clavicle. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86:778-82.
91. Deafenbaugh MK, Dugdale TW, Staeheli JW, Nielsen R. Nonoperative treatment of Neer type II distal clavicle fractures: a prospective study. *Contemp Orthop.* 1990;20:405-13.
92. Rokito AS, Zuckerman JD, Shaari JM, Eisenberg DP, Cuomo F, Gallagher MA. A comparison of nonoperative and operative treatment of type II distal clavicle fractures. *Bull Hosp Jt Dis.* 2002-2003;61:32-9.
93. Hessmann M, Kirchner R, Baumgaertel F, Gehling H, Gotzen L. Treatment of unstable distal clavicular fractures with and without lesions of the acromioclavicular joint. *Injury.* 1996;27:47-52.
94. Petersson CJ. Resection of the lateral end of the clavicle. A 3- to 30-year follow-up. *Acta Orthop Scand.* 1983;54:904-7.
95. Ballmer FT, Gerber C. Coracoclavicular screw fixation for unstable fractures of the distal clavicle. A report of five cases. *J Bone Joint Surg Br.* 1991;73:291-4.
96. Fann CY, Chiu FY, Chuang TY, Chen CM, Chen TH. Transacromial Knowles pin in the treatment of Neer type 2 distal clavicle fractures. A prospective evaluation of 32 cases. *J Trauma.* 2004;56:1102-6.
97. Flinkkilä T, Ristiniemi J, Hyvönen P, Hämäläinen M. Surgical treatment of unstable fractures of the distal clavicle: a comparative study of Kirschner wire and clavicular hook plate fixation. *Acta Orthop Scand.* 2002;73:50-3.
98. Goldberg JA, Bruce WJ, Sonnabend DH, Walsh WR. Type 2 fractures of the distal clavicle: a new surgical technique. *J Shoulder Elbow Surg.* 1997;6:380-2.
99. Kao FC, Chao EK, Chen CH, Yu SW, Chen CY, Yen CY. Treatment of distal clavicle fracture using Kirschner wires and tension-band wires. *J Trauma.* 2001;51:522-5.
100. Levy O. Simple, minimally invasive surgical technique for treatment of type 2 fractures of the distal clavicle. *J Shoulder Elbow Surg.* 2003;12:24-8.
101. Macheras G, Kateros KT, Savvidou OD, Sofianos J, Fawzy EA, Papagelopoulos PJ. Coracoclavicular screw fixation for unstable distal clavicle fractures. *Orthopedics.* 2005;28:693-6.
102. Meda PV, Machani B, Sinopidis C, Braithwaite I, Brownson P, Frostick SP. Clavicular hook plate for lateral end fractures: a prospective study. *Spine.* 2006;37:277-83.
103. Mizue F, Shirai Y, Ito H. Surgical treatment of comminuted fractures of the distal clavicle using Wolter clavicular plates. *J Nippon Med Sch.* 2000;67:32-4.
104. Neer CS 2nd. Fracture of the distal clavicle with detachment of the coracoclavicular ligaments in adults. *J Trauma.* 1963;3:99-110.
105. Webber MC, Haines JF. The treatment of lateral clavicle fractures. *Injury.* 2000;31:175-9.
106. Yamaguchi H, Arakawa H, Kobayashi M. Results of the Bosworth method for unstable fractures of the distal clavicle. *Int Orthop.* 1998;22:366-8.
107. Bezer M, Aydin N, Guven O. The treatment of distal clavicle fractures with coracoclavicular ligament disruption: a report of 10 cases. *J Orthop Trauma.* 2005;19:524-8.
108. Chen CH, Chen WJ, Shih CH. Surgical treatment for distal clavicle fracture with coracoclavicular ligament disruption. *J Trauma.* 2002;52:72-8.
109. Flinkkilä T, Ristiniemi J, Lakovaara M, Hyvönen P, Leppilahti J. Hook-plate fixation of unstable lateral clavicle fractures: a report on 63 patients. *Acta Orthop.* 2006;77:644-9.
110. Haidar SG, Krishnan KM, Deshmukh SC. Hook plate fixation for type II fractures of the lateral end of the clavicle. *J Shoulder Elbow Surg.* 2006;15:419-23.
111. Jin CZ, Kim HK, Min BH. Surgical treatment for distal clavicle fracture associated with coracoclavicular ligament rupture using a cannulated screw fixation technique. *J Trauma.* 2006;60:1358-61.
112. Kashii M, Inui H, Yamamoto K. Surgical treatment of distal clavicle fractures using the clavicular hook plate. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;447:158-64.
113. Kalamaras M, Cutbush K, Robinson M. A method for internal fixation of unstable distal clavicle fractures: early observations using a new technique. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17:60-2.
114. Checchia SL, Doneux PS, Miyazaki AN, Fregoneze M, Silva LA. Treatment of distal clavicle fractures using an arthroscopic technique. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17:395-8.
115. Wang SJ, Wong CS. Transacromial extra-articular Knowles pin fixation treatment of acute type V acromioclavicular joint injuries. *J Trauma.* 2008;65:424-9.
116. Bosworth BM. Acromioclavicular separation. New method of repair. *Surg Gynecol Obstet.* 1941;73:866-71.
117. Poigenfürst J, Baumgarten-Hofmann U, Hofmann J. [Unstable fractures of the lateral end of the clavicle and principles of their treatment]. *Unfallchirurgie.* 1991;17:131-9. Alemán.

118. Faraj AA, Ketzler B. The use of a hook-plate in the management of acromioclavicular injuries. Report of ten cases. *Acta Orthop Belg.* 2001;67:448-51.
119. Nadarajah R, Mahaluxmivala J, Amin A, Goodier DW. Clavicular hook-plate: complications of retaining the implant. *Injury.* 2005;36:681-3.
120. Qureshi F, Potter D. The use of the arthroscopic tightrope in shoulder injuries. 2005. <http://www.opnews.com/articles/145/articles.php#3>. Accessed 2008 Nov 27.
121. Nourissat G, Kakuda C, Dumontier C, Sautet A, Doursounian L. Arthroscopic stabilization of Neer type 2 fracture of the distal part of the clavicle. *Arthroscopy.* 2007;23:674.e1-4.
122. Pujol N, Philippeau JM, Richou J, Lespagnol F, Graveleau N, Hardy P. Arthroscopic treatment of distal clavicle fractures: technical note. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16:884-6.
123. Franck WM, Siassi RM, Hennig FF. Treatment of posterior epiphyseal disruption of the medial clavicle with a modified Balsaer plate. *J Trauma.* 2003;55:966-8.
124. Brinker MR, Bartz RL, Reardon PR, Reardon MJ. A method for open reduction and internal fixation of the unstable posterior sternoclavicular joint dislocation. *J Orthop Trauma.* 1997;11:378-81.
125. Brinker MR, O'Connor DP. Estimating the risk of nonunion following nonoperative treatment of a clavicular fracture. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87:676-7.
126. Der Tavitian J, Davison JN, Dias JJ. Clavicular fracture non-union surgical outcome and complications. *Injury.* 2002;33:135-43.
127. Johnson EW Jr, Collins HR. Nonunion of the clavicle. *Arch Surg.* 1963;87:963-6.
128. Kay SP, Eckardt JJ. Brachial plexus palsy secondary to clavicular nonunion. Case report and literature survey. *Clin Orthop Relat Res.* 1986;206:219-22.
129. Chen DJ, Chuang DC, Wei FC. Unusual thoracic outlet syndrome secondary to fractured clavicle. *J Trauma.* 2002;52:393-9.
130. Nowak J, Holgersson M, Larsson S. Can we predict long-term sequelae after fractures of the clavicle based on initial findings? A prospective study with nine to ten years of follow-up. *J Shoulder Elbow Surg.* 2004;13:479-86.
131. Ballmer FT, Lambert SM, Hertel R. Decortication and plate osteosynthesis for nonunion of the clavicle. *J Shoulder Elbow Surg.* 1998;7:581-5.
132. Boehme D, Curtis RJ Jr, DeHaan JT, Kay SP, Young DC, Rockwood CA Jr. Non-union of fractures of the mid-shaft of the clavicle. Treatment with a modified Hagie intramedullary pin and autogenous bone-grafting. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73:1219-26.
133. Boyer MI, Axelrod TS. Atrophic nonunion of the clavicle: treatment by compression plate, lag-screw fixation and bone graft. *J Bone Joint Surg Br.* 1997;79:301-3.
134. Capicotto PN, Heiple KG, Wilbur JH. Midshaft clavicle nonunions treated with intramedullary Steinman pin fixation and onlay bone graft. *J Orthop Trauma.* 1994;8:88-93.
135. Eskola A, Vainionpää S, Myllynen P, Päätiälä H, Rokkanen P. Surgery for ununited clavicular fracture. *Acta Orthop Scand.* 1986;57:366-7.
136. Hoe-Hansen CE, Norlin R. Intramedullary cancellous screw fixation for nonunion of midshaft clavicular fractures. *Acta Orthop Scand.* 2003;74:361-4.
137. Karaharju E, Joukainen J, Peltonen J. Treatment of pseudarthrosis of the clavicle. *Injury.* 1982;13:400-3.
138. Laursen MB, Døssing KV. Clavicular nonunions treated with compression plate fixation and cancellous bone grafting: the functional outcome. *J Shoulder Elbow Surg.* 1999;8:410-3.
139. Marti RK, Nolte PA, Kerkhoffs GM, Besselaar PP, Schaap GR. Operative treatment of mid-shaft clavicular non-union. *Int Orthop.* 2003;27:131-5.
140. O'Connor D, Kutty S, McCabe JP. Long-term functional outcome assessment of plate fixation and autogenous bone grafting for clavicular non-union. *Injury.* 2004;35:575-9.
141. Olsen BS, Vaesel MT, Sjøbjerg JO. Treatment of midshaft clavicular nonunion with plate fixation and autologous bone grafting. *J Shoulder Elbow Surg.* 1995;4:337-44.
142. Pedersen M, Poulsen KA, Thomsen F, Kristiansen B. Operative treatment of clavicular nonunion. *Acta Orthop Belg.* 1994;60:303-6.
143. Pyper JB. Non-union of fractures of the clavicle. *Injury.* 1978;9:268-70.
144. Wu CC, Shih CH, Chen WJ, Tai CL. Treatment of clavicular aseptic nonunion: comparison of plating and intramedullary nailing techniques. *J Trauma.* 1998;45:512-6.
145. Rosenberg N, Neumann L, Wallace AW. Functional outcome of surgical treatment of symptomatic nonunion and malunion of midshaft clavicle fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16:510-3.
146. Khan SA, Shamsheery P, Gupta V, Trikha V, Varshney MK, Kumar A. Locking compression plate in long standing clavicular nonunions with poor bone stock. *J Trauma.* 2008;64:439-41.
147. Nowak J, Rahme H, Holgersson M, Lindsjö U, Larsson S. A prospective comparison between external fixation and plates for treatment of midshaft nonunions of the clavicle. *Ann Chir Gynaecol.* 2001;90:280-5.
148. Manske DJ, Szabo RM. The operative treatment of mid-shaft clavicular non-unions. *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67:1367-71.
149. Ring D, Jupiter JB, Sanders RA, Quintero J, Santoro VM, Ganz R, Marti RK. Complex nonunion of fractures of the femoral shaft treated by wave-plate osteosynthesis. *J Bone Joint Surg Br.* 1997;79:289-94.
150. Ring D, Jupiter JB, Quintero J, Sanders RA, Marti RK. Atrophic ununited diaphyseal fractures of the humerus with a bony defect: treatment by wave-plate osteosynthesis. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82:867-71.
151. Krishnan KG, Mucha D, Gupta R, Schackert G. Brachial plexus compression caused by recurrent clavicular nonunion and space-occupying pseudoarthrosis: definitive reconstruction using free vascularized bone flap—a series of eight cases. *Neurosurgery.* 2008;62(5 Suppl 2):ONS461-70.
152. Erdmann D, Pu CM, Levin LS. Nonunion of the clavicle: a rare indication for vascularized free fibula transfer. *Plast Reconstr Surg.* 2004;114:1859-63.
153. Mombberger NG, Smith J, Coleman DA. Vascularized fibular grafts for salvage reconstruction of clavicle nonunion. *J Shoulder Elbow Surg.* 2000;9:389-94.
154. Choudry UH, Bakri K, Moran SL, Karacor Z, Shin AY. The vascularized medial femoral condyle periosteal bone flap for the treatment of recalcitrant bony nonunions. *Ann Plast Surg.* 2008;60:174-80.
155. Fuchs B, Steinmann SP, Bishop AT. Free vascularized corticoperiosteal bone graft for the treatment of persistent nonunion of the clavicle. *J Shoulder Elbow Surg.* 2005;14:264-8.
156. O'Rourke IC, Middleton RW. The place and efficacy of operative management of fractured clavicle. *Injury.* 1975;6:236-40.
157. Papineau LJ. [Excision-graft with deliberately delayed closing in chronic osteomyelitis]. *Nouv Presse Med.* 1973;2:2753-5. French.
158. Vidal J, Buscayret C, Connes H, Melka J, Orst G. Guidelines for treatment of open fractures and infected pseudoarthroses by external fixation. *Clin Orthop Relat Res.* 1983;180:83-95.
159. Edelson JG. The bony anatomy of clavicular malunions. *J Shoulder Elbow Surg.* 2003;12:173-8.

160. McKee MD, Wild LM, Schemitsch EH. Midshaft malunions of the clavicle. Surgical technique. J Bone Joint Surg Am. 2004;86 Suppl 01:37:00-43.
161. Chan KY, Jupiter JB, Leffert RD, Marti R. Clavicle malunion. J Shoulder Elbow Surg. 1999;8:287-90.
162. Nordqvist A, Redlund-Johnell I, von Scheele A, Petersson CJ. Shortening of clavicle after fracture. Incidence and clinical significance, a 5-year follow-up of 85 patients. Acta Orthop Scand. 1997;68:349-51.
163. Oroko PK, Buchan M, Winkler A, Kelly IG. Does shortening matter after clavicular fractures? Bull Hosp Jt Dis. 1999;58:6-8.
164. Bosch U, Skutek M, Peters G, Tscherne H. Extension osteotomy in malunited clavicular fractures. J Shoulder Elbow Surg. 1998;7:402-5.
165. Simpson NS, Jupiter JB. Clavicular nonunion and malunion: evaluation and surgical management. J Am Acad Orthop Surg. 1996;4:1-8.
166. Wilkes RA, Halawa M. Scapular and clavicular osteotomy for malunion: case report. J Trauma. 1993;34:309.
167. Bateman JE. Neurovascular syndromes related to the clavicle. Clin Orthop Relat Res. 1968;58:75-82.
168. Connolly JF, Dehne R. Nonunion of the clavicle and thoracic outlet syndrome. J Trauma. 1989;29:1127-33.
169. Howard FM, Shafer SJ. Injuries to the clavicle with neurovascular complications. A study of fourteen cases. J Bone Joint Surg Am. 1965;47:1335-46.
170. Kitsis CK, Marino AJ, Krikler SJ, Birch R. Late complications following clavicular fractures and their operative management. Injury. 2003;34:69-74.
171. Bargar WL, Marcus RE, Ittleman FP. Late thoracic outlet syndrome secondary to pseudarthrosis of the clavicle. J Trauma. 1984;24:857-9.
172. Fujita K, Matsuda K, Sakai Y, Sakai H, Mizuno K. Late thoracic outlet syndrome secondary to malunion of the fractured clavicle: case report and review of the literature. J Trauma. 2001;50:332-5.
173. Miller DS, Boswick JA Jr. Lesions of the brachial plexus associated with fractures of the clavicle. Clin Orthop Relat Res. 1969;64:144-9.
174. Leffert RD. Thoracic outlet syndrome. In: Operative nerve repair and reconstruction. Gelberman RH, editor. Philadelphia: JB Lippincott; 1991. p 1177-95.
175. Park HB, Yokota A, Gill HS, El Rassi G, McFarland EG. Diagnostic accuracy of clinical tests for the different degrees of subacromial impingement syndrome. J Bone Joint Surg Am. 2005;87:1446-55.
176. O'Brien SJ, Pagnani MJ, Fealy S, McGlynn SR, Wilson JB. The active compression test: a new and effective test for diagnosing labral tears and acromioclavicular joint abnormality. Am J Sports Med. 1998;26:610-3.
177. Weaver JK, Dunn HK. Treatment of acromioclavicular injuries, especially complete acromioclavicular separation. J Bone Joint Surg Am. 1972;54:1187-94.

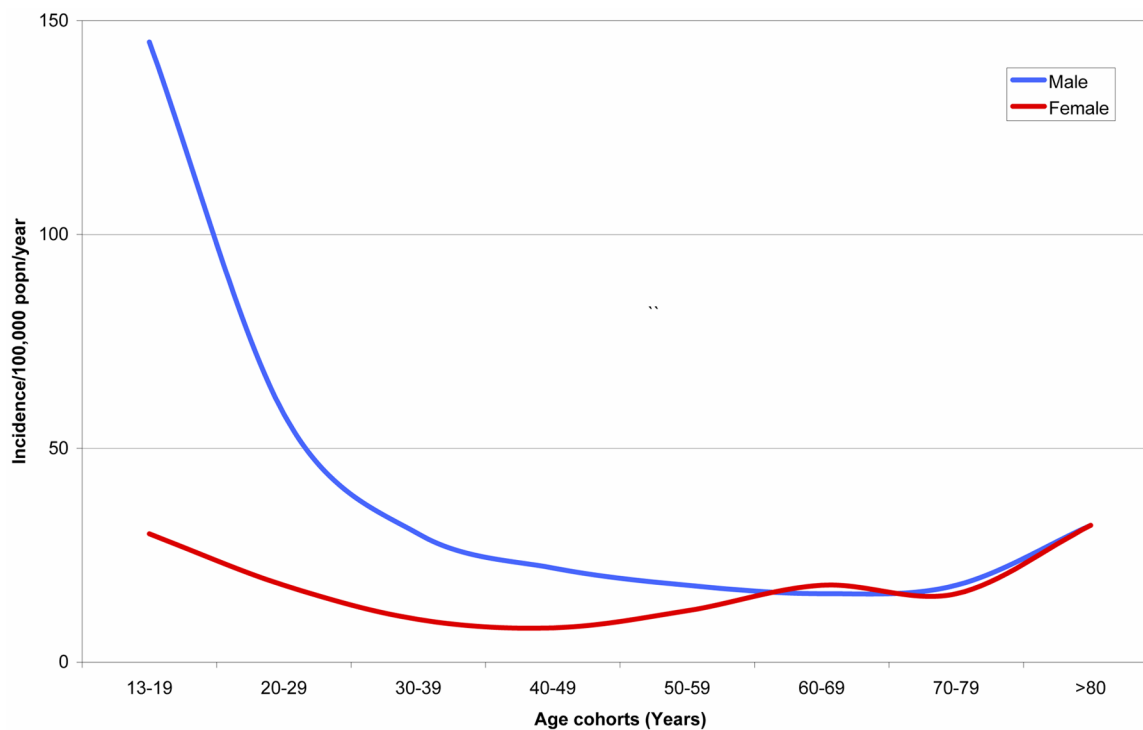


Fig. 1

Incidenca de las fracturas claviculares en relación con cohortes de edad y sexo. (Reproducido, con modificación, de: Robinson CM. *Fractures of the clavicle in the adult*. Epidemiology and classification. J Bone Joint Surg Br. 1998;80:480. Reimpreso con autorización y copyright © de la British Editorial Society of Bone and Joint Surgery).

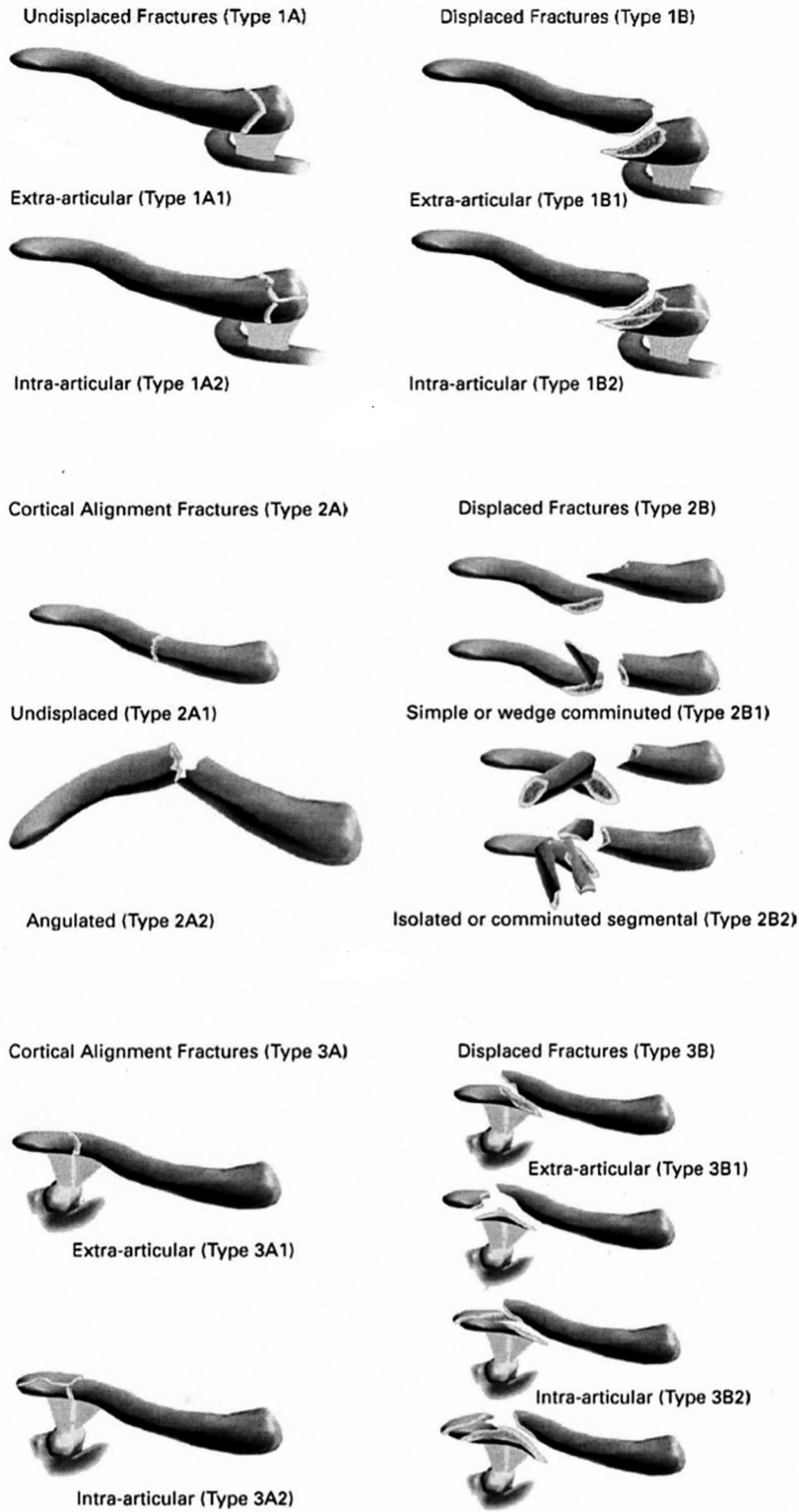


Fig. 2
Clasificación de fracturas claviculares de Edimburgo. (Reimpreso, con autorización y copyright © de la *British Editorial Society of Bone and Joint Surgery*, de: Robinson CM. *Fractures of the clavicle in the adult*. Epidemiology and classification. *J Bone Joint Surg Br*. 1998;80:477).

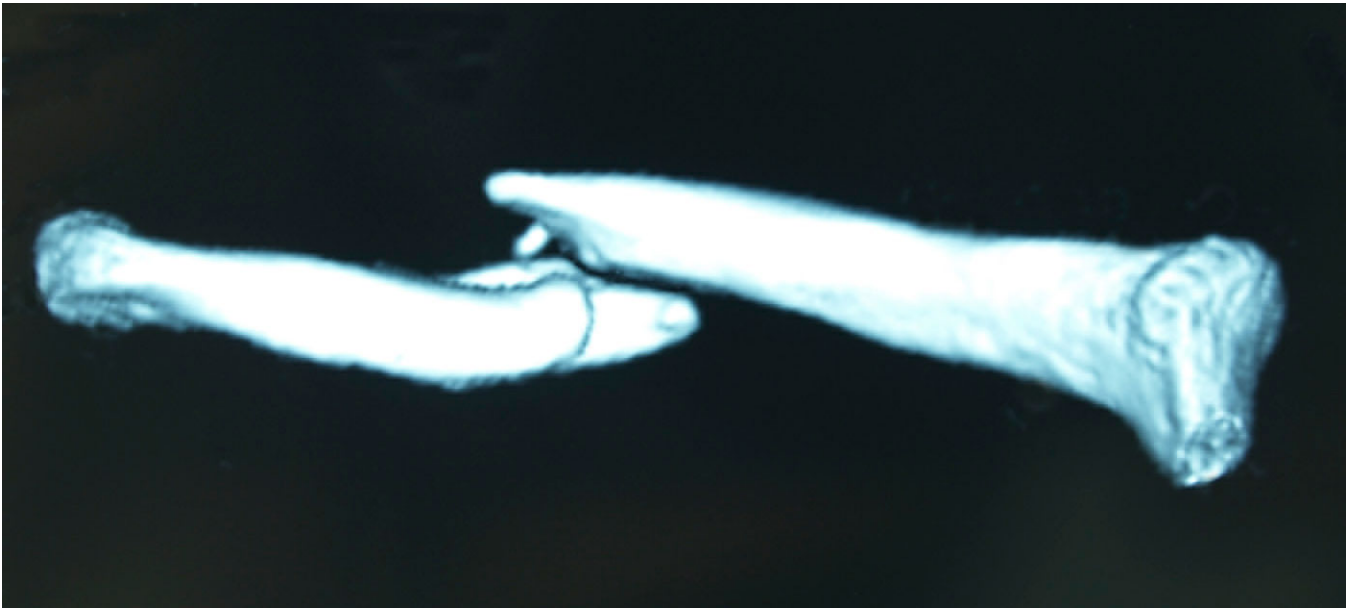


Fig. 3

Reconstrucción de una tomografía computada tridimensional de fractura clavicular diafisaria (Edimburgo, Tipo 2B1) en una mujer de cuarenta años que sufrió la lesión al caerse de las escaleras. Las imágenes se obtuvieron catorce semanas después de la lesión, ya que había incertidumbre respecto de la consolidación de la fractura. La ausencia de formación de callos y la clara brecha de la fractura indican una consolidación diferida.

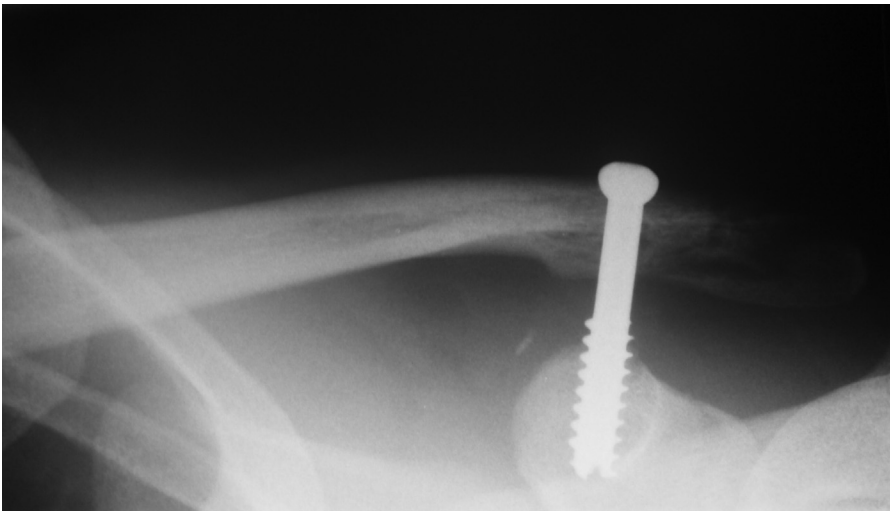


Fig. 4

Radiografía anteroposterior de una mujer de 45 años que sufrió una fractura clavicular del extremo externo (Edimburgo, Tipo 3B1) tras caerse sobre el hombro. La fractura fue tratada con un tornillo coracoclavicular, extraído a los tres meses, momento en el cual el grado avanzado de consolidación de la fractura había restablecido suficiente estabilidad como para prevenir un nuevo desplazamiento.

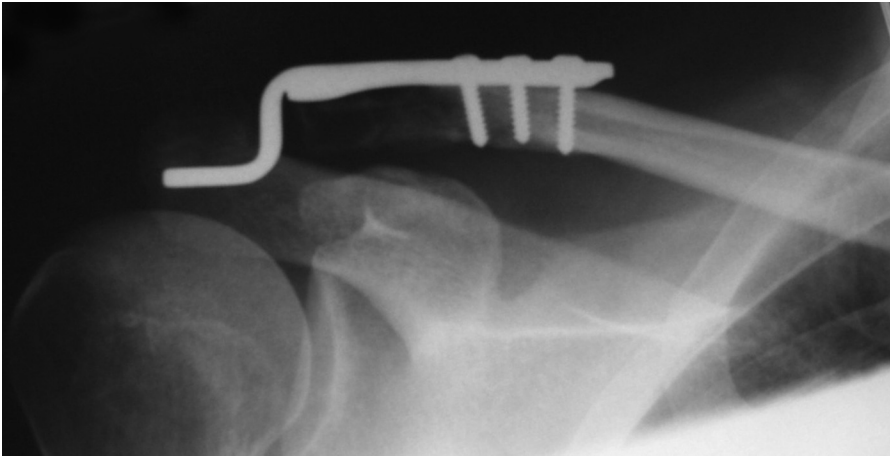


Fig. 5

Radiografía anteroposterior de un hombre de 24 años que sufrió una fractura clavicular del extremo externo (Edimburgo, Tipo 3B1) tras caerse de la bicicleta. La fractura fue tratada con una placa en gancho. La placa fue extraída a los tres meses de la lesión, momento en el cual el grado avanzado de consolidación de la fractura había restablecido suficiente estabilidad como para prevenir un nuevo desplazamiento.

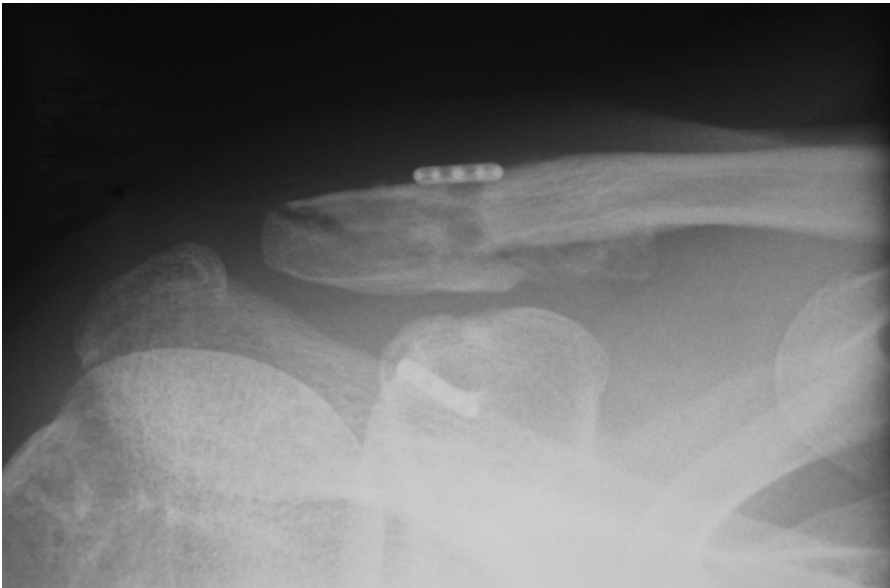


Fig. 6

Radiografía anteroposterior de un hombre de 29 que sufrió una fractura clavicular del extremo externo (Edimburgo, Tipo 3B1) tras caerse sobre el hombro mientras esquiaba. La fractura fue tratada con la denominada técnica de cuerda floja (ver texto).

TABLA I Cálculo de la probabilidad de una pseudoartrosis a las 24 semanas de una fractura de clavícula/diáfisis, según edad, sexo, conminución y desplazamiento*

Edad	Probabilidad de una pseudoartrosis							
	No desplazada, sin conminución		Desplazada, sin conminución		Con conminución, no desplazada		Desplazada y con conminución	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
20	<1%	2%	8%	16%	2%	7%	18%	30%
30	<1%	3%	10%	20%	4%	9%	20%	35%
40	1%	5%	13%	26%	5%	12%	25%	38%
50	2%	6%	18%	28%	6%	13%	29%	40%
60	2%	7%	19%	30%	8%	15%	31%	44%
70	4%	10%	21%	37%	9%	18%	35%	49%

*Los valores se basan en estudios realizados sobre un total de 581 fracturas^{9,125}.

TABLA II Cálculo de la probabilidad de una pseudoartrosis a las 24 semanas de una fractura clavicular del extremo externo, según edad y desplazamiento en una serie de 263 pacientes⁹

Edad	Probabilidad de una pseudoartrosis	
	No desplazada	Desplazada
20	1%	16%
30	3%	21%
40	5%	27%
50	6%	37%
60	10%	44%
70	17%	52%

TABLA III Recomendaciones de atención

Tipo de fractura/Técnica	Grado de recomendación*
Fractura desplazada aguda de diáfisis (Edimburgo, Tipo 2B)	
Fijación con placa	C
Fijación intramedular	C
Seudoartrosis tras una fractura de diáfisis (Edimburgo, Tipo 2)	
Fijación con placa con injerto óseo	B
Fijación intramedular con injerto óseo	C
Fractura lateral aguda (Edimburgo, Tipo 3B)	
Fijación con tornillo coracoclavicular	C
Fijación con placa	C

*A = buenas pruebas (estudios de nivel I con resultados uniformes) en favor o en contra de recomendar la intervención, B = pruebas regulares (estudios de nivel II o III con resultados uniformes) en favor o en contra de recomendar la intervención, C = pruebas de mala calidad (estudios de nivel IV o V con resultados uniformes) en favor o en contra de recomendar la intervención e I = hay pruebas insuficientes o contradictorias que no permiten efectuar una recomendación en favor o en contra de la intervención.