

[ENSAYO CLÍNICO ALEATORIZADO]

IMPINGEMENT SUBACROMIAL: EFECTOS INMEDIATOS DE LA TÉCNICA DE THRUST EN LA 1.^a COSTILLA SOBRE LA ELEVACIÓN DEL BRAZO

Carlos A. Calero Pérez¹ (PT, DO), Cleofás Rodríguez Blanco² (PT, DO, PhD)

Recibido el 24 de julio de 2016; aceptado el 15 de agosto de 2016

Introducción: El síndrome de *impingement subacromial* (SIS) del hombro es una queja músculo-esquelética común que provoca alteraciones de salud y discapacidad. La terapia física es frecuentemente la primera opción de tratamiento, aunque su efectividad está todavía en discusión. Las revisiones sistemáticas en este campo destacan la necesidad de más ensayos de alta calidad para investigar la efectividad de las intervenciones de fisioterapia, terapia manual y osteopatía en pacientes con SIS.

Objetivos: Determinar si la manipulación (en inglés, thrust) de la 1.^a costilla homolateral al hombro lesionado en pacientes con SIS genera cambios significativos respecto a la movilidad del complejo articular del hombro de forma inmediata.

Material y Métodos: En este ensayo controlado longitudinal aleatorio en doble ciego se investigó los efectos inmediatos sobre la movilidad del hombro en flexión (FLEX) y abducción (ABD) tras aplicar la técnica de *thrust* en la 1.^a costilla en pacientes que presentan signos clínicos y síntomas de pinzamiento subacromial. Fueron analizados 39 pacientes (15 hombres y 24 mujeres), de 40 a 70 años. Se asignaron

al azar al Grupo Control (GC) (n=20), que recibió un placebo o al Grupo Experimental (GE) (n=19) que además de realizar las intervenciones del GC, recibieron la técnica de *thrust* para la 1.^a costilla disfuncional. Ambos grupos fueron sometidos a mediciones goniométricas previas y tras las intervenciones. Ambos grupos realizaron además el mismo programa de ejercicio dirigido y movilizaciones.

Resultados: En el análisis intergrupar, los valores de mejora del rango de movilidad activa (RDMA) del hombro del GE son superiores a los del GC, encontrándose diferencias significativas para las variables: DIF_FLEX_1_3 (p=0,006) y DIF_FLEX_2_3 (p=0,047). Y aunque no hay significación (p=0,117) los valores del GE son notablemente superiores a los del GC en las variables DIF_ABD_1_3 y DIF_ABD_2_3.

Conclusiones: La aplicación de un protocolo de tratamiento combinado de ejercicio dirigido, movilizaciones y *thrust* en la 1.^a costilla consiguen mejorar la movilidad del hombro. La manipulación produce incrementos mayores en la FLEX y ABD que el ejercicio aislado, siendo significativos en el caso de la FLEX.

PALABRAS CLAVE

- › Síndrome de abducción dolorosa del hombro.
- › Costillas.
- › Manipulación osteopática.
- › Limitación de la movilidad.

Autor de correspondencia: cleofas@us.es
(Cleofás Rodríguez Blanco)

ISSN on line: 2173-9242

© 2016 – Eur J Ost Rel Clin Res - All rights reserved

www.europeanjournalosteopathy.com

info@europeanjournalosteopathy.com

¹ Servicio Andaluz de Salud (SAS). Hospital de Jerez de la Frontera. Jerez. España.

¹ Profesor, Departamento de Fisioterapia, Universidad de Sevilla. Sevilla. España.

INTRODUCCIÓN

En múltiples publicaciones sobre anatomía, biomecánica y osteopatía se relaciona la movilidad de las primeras costillas y el raquis dorsal superior con la movilidad del complejo articular del hombro debido a las múltiples conexiones anatómicas que existen entre ambos¹⁻⁷. Además, se han realizado varios estudios sobre los efectos de la manipulación del raquis dorsal alto, la charnela cervico-dorsal y las costillas altas en pacientes afectos de omalgia⁸⁻¹².

El *impingement* era conocido anteriormente como síndrome subacromial (Codman), o periartrosis escapulohumeral. Hasta que en 1972, Neer introdujo por primera vez el concepto de *impingement* (pinzamiento, choque o roce) del manguito de los rotadores en la literatura^{2,7,9,13,14}. Indicando que éste resulta del pinzamiento mecánico del tendón del manguito rotador debajo de la parte anteroinferior del acromion, por uno o más de los diferentes componentes del arco acromial: acromion, articulación acromioclavicular, ligamento acromiocracoides y apófisis coracoides. Además puede existir afectación del tendón largo del bíceps y de la bolsa subacromial. Este pinzamiento se da especialmente cuando se coloca el hombro en posición de flexión anterior y rotación interna.

Actualmente, gracias a las mejoras de las técnicas de imagen y quirúrgicas, se describen tres tipos de *shoulder impingement*¹⁵:

- Tipo 1. Externo o subacromial (Neer).
- Tipo 2. Interno o superointernoglenoideo.
- Tipo 3. Subcoracoides.

Para Pérez et al.¹⁶ encontramos que «en general, la prevalencia del Hombro Doloroso representa por lo menos el 16 % de todos los casos de quejas músculo-esqueléticas. Los hallazgos de revisiones de otras fuentes indican prevalencias de dolor de hombro entre 7 % y 46 %. Prochzke estimó que más del 9 % de los hombres y 12 % de mujeres con promedio de edad de 15 años experimentarán dolor de hombro alguna vez en su vida».

De acuerdo a la Asociación Americana de Cirujanos Ortopédicos, cerca de cuatro millones de personas en Estados Unidos anualmente buscan atención médica por problemas de hombro¹⁷. Según Polo BE et al.¹⁸, «el dolor de hombro es una de las causas más frecuentes de visita al médico general». La prevalencia varía también dependiendo del periodo de estudio y de los criterios de definición de hombro doloroso más o menos restrictivos¹⁹. Aumenta con la edad, por lo que podemos encontrar grandes implicaciones socio-sanitarias debido al envejecimiento poblacional. Esto

supondrá elevados costes sanitarios, lo que precisa de la definición de procedimientos y protocolos que acorten el periodo de recuperación²⁰. Además, se relaciona con algunas actividades profesionales y deportivas^{18,19}.

Estos trastornos pueden causar dolor y discapacidad considerable. La frecuencia en su presentación también aumenta en aquellas personas que realizan actividades con las manos por encima de la cabeza, o actividades altamente repetitivas, así como ciertas actividades deportivas (tenis, pádel, natación, vóley, balonmano, béisbol, etc.). En el ámbito de la patología laboral las lesiones del manguito de los rotadores del hombro constituyen un grupo de lesiones muy importantes por su alta prevalencia e incidencia, tanto en el número de casos atendidos como en la frecuencia de aparición de secuelas porque constituyen la patología fundamental dentro de las afecciones de la articulación del hombro^{18,21}.

Se ha encontrado estudios que proponen para mejorar el dolor del hombro en el SIS la realización de técnicas de *thrust* sobre el raquis torácico y las costillas^{8,10}. Pero en la revisión bibliográfica que se ha realizado, no existen estudios que se ocupen de la manipulación aislada de la 1.^a costilla y sus efectos inmediatos sobre la elevación del brazo.

OBJETIVOS

Determinar si la manipulación de la 1.^a costilla homolateral al hombro lesionado en pacientes con SIS que realizan terapia mediante ejercicio genera cambios significativos respecto al rango de movimiento activo (RDMA) del complejo articular del hombro en flexión (FLEX) y abducción (ABD) tanto de forma inmediata como a las dos semanas.

HIPÓTESIS

La manipulación o *thrust* de la 1.^a costilla homolateral al hombro lesionado en pacientes con SIS mejora de manera inmediata y a las dos semanas en al menos un 10 % el RDMA no dolorosa del hombro (FLEX y ABD).

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño

El estudio consiste en un ensayo clínico experimental, longitudinal, aleatorizado, controlado y doble ciego (pacientes y evaluadores cegados) con el fin de minimizar los posibles

sesgos y hacer posible la comparación de la información recogida y reforzar así el enmascaramiento.

Consideraciones éticas

La aprobación ética para la realización del estudio ha sido concedida por el Comité de Ética de la Investigación del Área Sanitaria Jerez-Costa Noroeste y Sierra de Cádiz, en la sesión celebrada el 16 de Diciembre de 2014. En ella se resuelve que el diseño del estudio cumple los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos de la Asociación Médica Mundial formulados en la Declaración de Helsinki^{22,23}.

Población de estudio

Pacientes con diagnóstico médico de síndrome subacromial reclutados en la Unidad de Gestión Clínica Rehabilitación-Fisioterapia interniveles del Área de Gestión Sanitaria Norte de Cádiz y más concretamente en las consultas médicas de rehabilitación del Hospital de Jerez. Pese a no haber suficiente evidencia sobre la que basar la selección de pruebas físicas en el diagnóstico del SIS de hombro y lesiones locales de bursa, tendón o labrum, debido en parte, a que en la literatura se encuentra una extrema diversidad en la realización e interpretación de pruebas²⁴; habitualmente en la bibliografía se recomienda el uso de varias de estas pruebas para realizar el diagnóstico del SIS²⁵. De entre todas ellas son bastante empleadas:

- Para evidenciar el choque subacromial: los test de Neer²⁵⁻²⁸, test de Hawking-Kenedy²⁶⁻²⁹ y el test del arco doloroso^{25,26,28} (*painful arc*).
- Como pruebas musculares se usaron para el supraespinoso la maniobra de Jobe²⁶ y la prueba de la lata vacía²⁶ (*full/empty can test*), para el infraespinoso el test de Patte^{26,30} y para la porción larga del bíceps el test de Gilchrist²⁶.

- Para descartar roturas totales del manguito se utilizó el drop arm test^{26,27}.

En este estudio se acordó que los pacientes debían presentar positividad en al menos tres de los test clínicos seleccionados para ser diagnosticados de SIS²⁸. Si el paciente aportó pruebas complementarias (ecografía o imagen de resonancia magnética) con diagnóstico radiológico de SIS también pudieron ser susceptibles de inclusión, pese a la negatividad de los tests.

Una vez diagnosticados los pacientes con omalgia de SIS, de todos ellos, se seleccionaron únicamente los que presentaban disfunción de movilidad postero-superior de la 1.^a costilla homolateral al hombro lesionado. Este requisito, fue evaluado por el investigador principal mediante tests de terapia manual de referencia (Test de Gillet y de Mitchell para evidenciar disfunciones de la 1.^a costilla^{2,8,9,11,31,32}) y fue posteriormente confirmado por imagen radiológica en proyección antero-posterior de hombros comparados, en la que se evidenciaba la posición elevada de la 1.^a costilla del hombro afecto de SIS³¹ (figura 1 y 2).

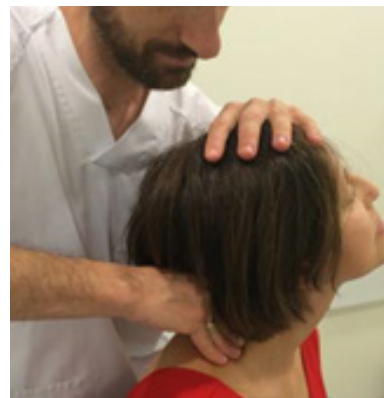


Figura 1. Test de Gillet para diagnóstico de disfunción postero-superior de la 1.^a costilla.

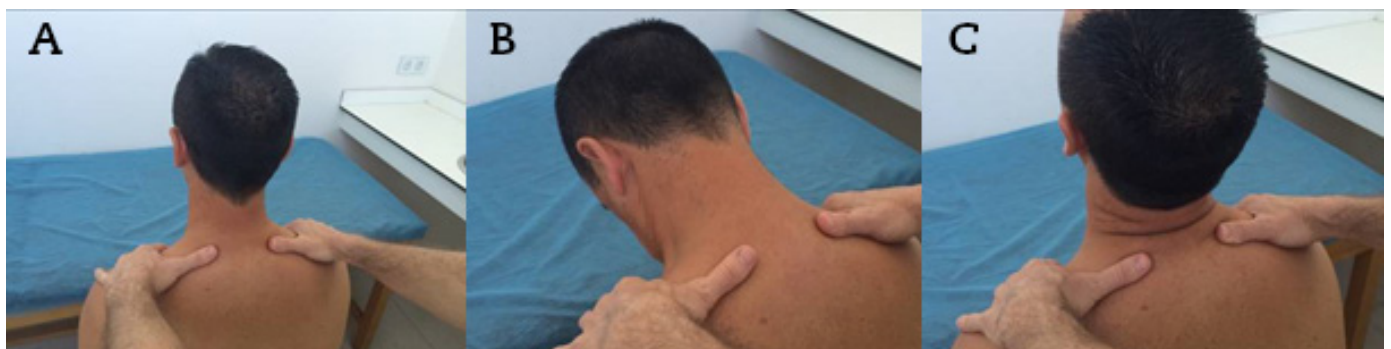


Figura 2. Test de Mitchell para diagnóstico de disfunción postero-superior de la 1.^a costilla.
A – Posición neutra; B – Flexión; C – Extensión.

Criterios de selección

- **Criterios de inclusión:** Pacientes entre 18 y 70 años que presenten diagnóstico médico de SIS junto a disfunción de movilidad postero-superior de la 1.^a costilla homolateral al hombro lesionado y que hayan firmado el consentimiento informado.
- **Criterios de exclusión:** Pacientes que no puedan realizar de manera activa la elevación del brazo hasta la horizontal por roturas tendinosas totales, fracturas, parálisis o paresias, capsulitis retráctil o cualquier otra causa. Fracturas o intervenciones quirúrgicas previas en el miembro superior a estudiar. La presencia de cualquier contraindicación al tratamiento o a la realización de cualquier prueba durante el desarrollo del estudio.

Muestreo y tamaño muestral

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia del estudio seleccionando una muestra de la población elegible, constituida por pacientes que acudieron a las consultas médicas de rehabilitación del Hospital de Jerez con diagnóstico médico de síndrome subacromial y que cumplieron los criterios de selección y aceptaron voluntariamente participar en el estudio.

Para realizar su cálculo se ha utilizado la Calculadora de Tamaño muestral GRANMO Versión 7.12 Abril 2012. El Tamaño de la muestra para este estudio se basa en una diferencia esperada entre grupos de un aumento del RDMA no doloroso de un 10 %. Se estableció el nivel de significación estadística aceptando un riesgo alfa del 5 % (0.05) y un riesgo beta del 20 % (0.2) en un contraste unilateral. Se ha estimado que la desviación estándar común máxima será del 12 % (0.12) con una tasa de pérdidas de seguimiento del 6 % (0.06). Con estos cálculos, se precisarían 19 sujetos en el primer grupo y 19 en el segundo para detectar una diferencia igual o superior al 10 % entre los grupos de estudio. No obstante, decidimos aumentar la muestra en 6 pacientes por si las pérdidas eran superiores a las estimadas, pasando el tamaño muestral a 44 sujetos.

Aleatorización

Los pacientes se dividieron de manera aleatoria en dos grupos, grupo experimental (GE) y grupo control (GC), previa realización de una secuencia de aleatorización con el programa informático *random.org*. Dicha secuencia se realizó el 2 de febrero de 2015. La secuencia de aleatorización permaneció oculta a los pacientes y evaluadores y fue custodiada por un asesor externo al estudio. Todo el

proceso de selección de pacientes y asignación a los grupos se detalla en la figura 3.

Recogida de datos

Se realizó desde febrero a julio de 2015. Previamente a la recogida de datos se realizaron tres sesiones grupales al objeto de consensuar procedimientos con el resto de colaboradores del estudio. La primera con los médicos que realizaron la captación de casos y el fisioterapeuta que llevó a cabo las mediciones. En ella, se explicaron brevemente los objetivos y el desarrollo del estudio, así como el procedimiento de selección e inclusión de los pacientes. También se consensuaron las pruebas ortopédicas a realizar para el diagnóstico, las proyecciones radiológicas solicitadas y especialmente los criterios de medición de variables.

En la segunda, se consensuó con la fisioterapeuta encargada de realizar las sesiones de ejercicio terapéutico el protocolo de ejercicio físico dirigido y cinesiterapia estandarizado. Fundamentalmente en lo que concierne al tipo de ejercicios, duración, número de repeticiones, etc. Se acordó realizar el protocolo revisado y aportado por Kuhn³⁴ con algunas modificaciones.

Una tercera reunión se llevó a cabo con el Servicio de Radiología del Hospital de Jerez para coordinar el cronograma de derivación de los pacientes al objeto de realizar las pruebas radiológicas. Asimismo, con el técnico de radiología encargado de realizar las radiografías se acordó la proyección radiológica más adecuada para evidenciar la posición alta de la primera costilla y se sistematizó el proceso para reducir los sesgos por variabilidad.

El Facultativo Especialista de Área (FEA) de Rehabilitación evaluó todos los posibles casos de patología de SIS, descartando a los pacientes que reunían algún criterio de exclusión. Tras informar al paciente y requerirle su consentimiento verbal para la posibilidad de entrar a formar parte de un ensayo clínico, solicitó la presencia del investigador principal.

Éste, realizó una primera criba de pacientes, descartando todos aquellos pacientes que no presentaban positividad a la realización de los test de referencia para evidenciar disfunción de movilidad posterosuperior de la primera costilla homolateral al hombro lesionado. A los pacientes que les fue diagnosticada manualmente la disfunción de movilidad, se les pautó una radiografía antero-posterior comparada de ambos hombros en un solo cliché, para confirmar la

posición elevada de la 1.^a costilla del lado homolateral al hombro lesionado. Los pacientes que no presentaron correlación entre los test diagnósticos de movilidad y la imagen radiológica fueron descartados para el estudio. A

los pacientes inicialmente incluidos se les entregó el consentimiento informado y se les realizó la primera medición de variables: amplitud de movilidad activa no dolorosa de FLEX y ABD del hombro.

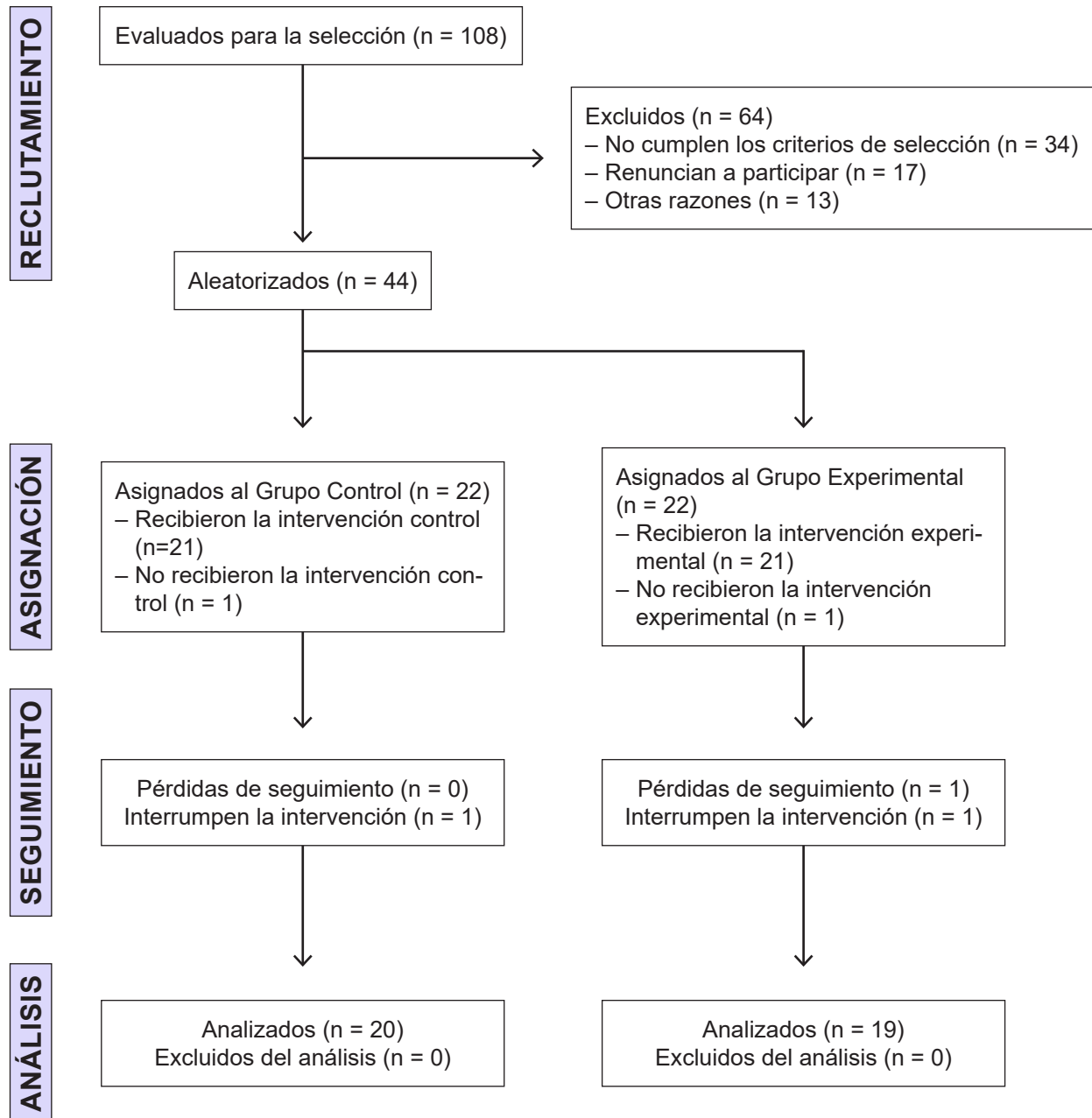


Figura 3. Diagrama de Flujo según la Declaración CONSORT para el Informe de Ensayos Aleatorizados de Grupos Paralelos³³.

Posteriormente, en la primera visita se aclararon las dudas al paciente incluido en el estudio sobre la investigación que se les iba a realizar. Se les recogió la hoja firmada del consentimiento informado y se les realizó a los pacientes, por parte del investigador principal, la intervención en función del grupo al que pertenecían. Se hizo una segunda

medición de variables, por parte de un examinador experto, distinto al investigador principal: amplitud de movilidad activa no dolorosa de FLEX y ABD del hombro.

La segunda visita se programó 2 semanas después de la 1.^a visita. Se realizó una nueva intervención por parte

del investigador principal y tercera medición de variables por observador experto. Entre ambas visitas tanto los sujetos del GE como los del GC estuvieron realizando un programa estandarizado de ejercicios de flexibilización y fortalecimiento del manguito rotador y la musculatura de la cintura escapular, así como cinesiterapia activo asistida.

La realización de las mediciones fue llevada a cabo por varios examinadores con un grado de acuerdo (todos realizaron los mismos pasos).

Intervención

Ambos grupos han recibido una charla informativa en la que se les explicó brevemente el proceso del estudio, sin revelar antecedentes que hicieran pensar a los sujetos de qué grupo iban a formar parte. A continuación se les dio una charla informativa en la que se les explicaron algunos conceptos básicos del SIS, atendiendo a la anatomía, la biomecánica y los mecanismos que provocan dicha patología. Asimismo, se les dieron una serie de normas para evitar agravar su dolencia y medidas para paliar sus síntomas.

Durante las dos semanas entre intervenciones realizaron en sala el protocolo de fisioterapia estandarizado de Kuhn³⁴ modificado.

A los sujetos del grupo experimental se les exploró la movilidad de la 1.^a costilla en procúbito y a continuación recibieron la técnica de *thrust* en decúbito prono para disfunción postero-superior de la 1.^a costilla según Ricard³⁵. Por su parte, a los sujetos del grupo control tan sólo se les exploró la movilidad de la 1.^a costilla en procúbito (figura 4).

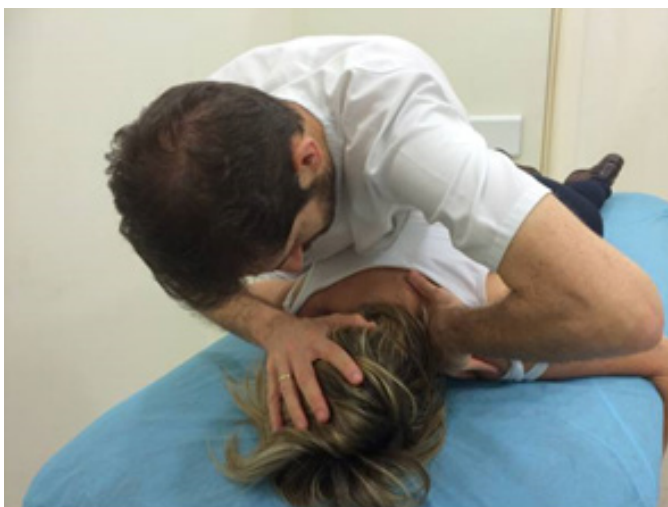


Figura 4. Técnica de *thrust* en procúbito para disfunción postero-superior de la 1.^a costilla según Ricard³⁵.

Se respetó la confidencialidad de los datos de los pacientes según la ley 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal³⁶.

Se registró la edad, sexo, talla, peso y la presencia de disfunción de movilidad postero-superior de la 1.^a costilla, así como el rango de amplitud de elevación (FLEX y ABD) del hombro en grados. Para ello se empleó un *smartphone* Iphone5S con la aplicación (app) Goniómetro Pro (G-pro) Versión 2.5, diseñada por «5FUF5 CO» (figura 5).

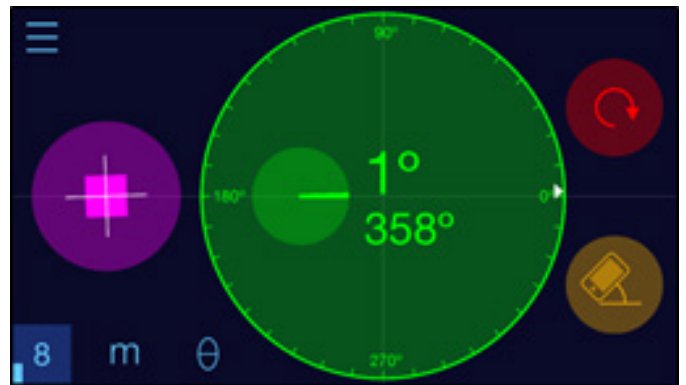


Figura 5. Goniómetro Pro (G-pro) Versión 2.5, diseñada por «5FUF5 CO».

Según Milani et al.³⁷, los fisiatras y otros profesionales de salud pueden usar con confianza en la investigación y la práctica clínica las apps validadas de goniómetro para la medida de ángulos de diversos segmentos del cuerpo excepto la mano. Aunque existe la necesidad, sin embargo, de otros estudios para la validación de aplicaciones disponibles o nuevas que se centren en mediciones goniométricas en condiciones dinámicas, como durante la marcha o durante la realización de ejercicios terapéuticos. Bruyneel et al.³⁸ en su trabajo han podido demostrar los niveles de reproducibilidad intra e inter-evaluador de una app de inclinómetro en el teléfono móvil y el inclinómetro manual. Los resultados en la articulación de la rodilla tienen características similares entre las dos herramientas. Por tanto estas apps de teléfono y especialmente la app *clinometer* parecen ser herramientas fiables que tienen la ventaja de ser fácilmente accesibles y utilizables. No obstante, nuevos estudios deberían en el futuro identificar los niveles de reproducibilidad en otras articulaciones.

Las mediciones del rango de movilidad (RDM) del hombro con una aplicación de teléfono inteligente son comparativamente fiables a las mediciones goniométricas convencionales. Aunque la fiabilidad entre varios días, para seguir la evolución clínica de los pacientes, aún está por establecerse.

Teniendo en cuenta su conveniencia y costo-efectividad, los *smartphones* podrían ser usados en la clínica. Otra de las ventajas de un *smartphone* es que el paciente pueda controlar su RDM durante su protocolo de terapia física domiciliario tanto para el tratamiento conservador como el postoperatorio³⁹.

Para Werner et al.⁴⁰, el inclinómetro de *smartphone* tiene excelente concordancia con un goniómetro (gold standard) para la medición del RDM del hombro tanto en sujetos sanos como en pacientes sintomáticos. Como se ve en los resultados, la fiabilidad de las mediciones obtenidas con el uso de este nuevo método era similar a las mediciones obtenidas con un goniómetro clásico de doble brazo, y fue incluso mejor con respecto al error de medición más pequeño. Dada su amplia disponibilidad y bajo costo, un inclinómetro basado en un teléfono inteligente es un buen recurso para realizar medidas del RDM del hombro tanto en sujetos sanos como en pacientes sintomáticos.

Los sujetos encargados de realizar las mediciones fueron instruidos acerca del funcionamiento de la app, y se puso a su disposición un *smartphone* para realizar las mediciones. Además, se consensuó una postura idéntica de medición del RDM del hombro, ya que la postura influye en esta variable. Bullock et al.⁴¹ indican que es evidente que el mantenimiento de una postura sedente erecta puede aumentar significativamente el RDM del hombro y en consecuencia, puede dar lugar a una mejora moderada de la función del miembro superior. En este sentido, las mejoras en la movilidad pueden ocurrir sin un significativo aumento en el dolor y estas prestaciones podrán ser inmediatamente evidenciadas tras reeducación postural⁴².

Se estableció que la posición para medir la flexión es con el paciente de pie con su occipital, columna dorsal y sacro en el mismo plano (marco de una puerta). El paciente se situó con el torso descubierto para evitar interferencias por las tensiones que puede provocar el vestuario. Se le instruyó para que levantara el brazo en flexión colocando la mano con la palma hacia su tronco y el pulgar apuntando hacia el frente. El inclinómetro (teléfono móvil) se situó sobre la parte externa del húmero en la zona de la «V» deltoidea (evitando así posibles sesgos al introducir otras articulaciones como el codo) fijado con una banda específica. Se pidió al paciente que levantara el brazo en flexión de forma activa hasta que sienta dolor en el hombro. Se midió de esta manera el RDMA no doloroso de FLEX (figura 6).

La posición para medir la ABD fue con el paciente de pie con su hombro, su cadera y su pie contralaterales en el mismo plano (pared). El paciente se situó con el torso descubierto para evitar sesgos por las tensiones que puede provocar el vestuario. Se le instruyó para que levantara el brazo en abducción y realizara una rotación externa al llegar a 90° de ABD, para luego continuar el ascenso. El inclinómetro se situó sobre la parte externa del húmero en la zona de la «V» deltoidea fijado con una banda específica. Se le pidió al paciente que levantara el brazo en ABD de forma activa hasta que sintiera dolor. Se midió de esta manera el RMA de ABD no doloroso (figura 7).

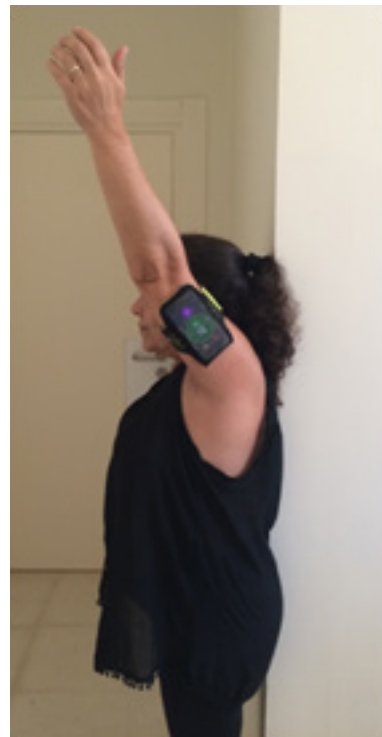


Figura 6. Medición del RDMA no doloroso de FLEX.

Análisis estadístico

El análisis estadístico de los resultados se realizó mediante el programa IBM - SPSS Windows. En el análisis estadístico se asumió un intervalo de confianza del 95 % para cada una de las variables, de tal forma que se consideraron valores estadísticamente significativos aquellos cuya *p* fuera menor de 0.05.

Se efectuaron las pruebas de normalidad a través del test de Kolgomorov-Smirnov. Las pruebas de contraste de hipótesis aplicadas han sido la *t* de Student para muestras

independientes en el análisis intergrupar. Del mismo modo, la prueba de contraste de hipótesis que se aplicó en el análisis intragrupal ha sido la t de Student para muestras relacionadas.



Figura 7. Medición del RDMA no doloroso de ABD.

RESULTADOS

De los 44 sujetos de la muestra, son analizados tras las pérdidas y abandonos 39 pacientes, de los cuales 15 son hombres (38,46 %) y 24 mujeres (61,54 %). El GC estuvo formado por 20 pacientes con una media de edad de 55 ± 5 años, un peso medio de 79 ± 23 kg y una altura media de 163 ± 8 cm. En el GE encontramos 19 pacientes con una edad media de 56 ± 7 años, un peso medio de 76 ± 15 kg y una altura media de 167 ± 9 cm. El lado predominante del hombro lesionado y la disfunción de la primera costilla, valorada con los test de Mitchell y Gillet, ha sido el lado derecho con un 56,41 % frente al 43,59 % del lado izquierdo. En cuanto a la movilidad no dolorosa del hombro, medida con el inclinómetro, los pacientes presentaban $110 \pm 26^\circ$ para la FLEX y $83 \pm 33^\circ$ para la ABD. Todas las variables obtuvieron una distribución paramétrica ($p > 0.05$) excepto la variable TALLA ($p = 0,042$). La distribución de los grupos y las variables del estudio de la movilidad del hombro se pueden observar en la tabla 1.

Análisis intragrupal

En el GC al comparar los valores pre/post intervención de todas las variables estudiadas, encontramos que existen diferencias significativas en las variables: DIF_FLEX_1_3 ($p < 0,001$), DIF_FLEX_2_3 ($p < 0,05$), DIF_ABD_1_2 ($p < 0,05$), DIF_ABD_1_3 ($p < 0,001$) y DIF_ABD_2_3 ($p < 0,05$) y la variable DIF_FLEX_1_2, casi alcanza la significación ($p = 0,054$).

En el GE al comparar los valores pre/post intervención encontramos que existen diferencias significativas en todas ellas: DIF_FLEX_1_2 ($p < 0,05$), DIF_FLEX_1_3 ($p < 0,001$), DIF_FLEX_2_3 ($p < 0,001$), DIF_ABD_1_3 ($p < 0,001$) y DIF_ABD_2_3 ($p < 0,001$). Estos datos podemos encontrarlos en la tabla 2.

Análisis intergrupar

Existen diferencias significativas en la variable DIF_FLEX_1_3 ($p < 0,05$) y DIF_FLEX_2_3 ($p < 0,05$). Y aunque no hay significación ($p > 0,05$) los valores del GE son notablemente superiores a los del GC en las variables DIF_ABD_1_3 y DIF_ABD_2_3 (tabla 3).

Las figura 8 y 9 muestran gráficamente las diferencias intergrupales en las mejoras correspondiente a los diferentes momentos de evaluación.

DISCUSIÓN

En el hombro, debido al ligamento costoclavicular, todos los movimientos y disfunciones de la clavícula influyen sobre la 1.^a costilla y viceversa^{2,35}. Así, las disfunciones de la 1.^a costilla afectan a la mecánica normal del complejo articular del hombro homolateral a la disfunción, al modificar tanto la movilidad normal de la clavícula, como la de la escápula^{5,8,9}. En concreto la disfunción posterosuperior de la 1.^a costilla, según Ricard², altera la movilidad de la clavícula, presentando ésta una disfunción en rotación anterior, lo que provoca dolor y limitación en los movimientos de FLEX y ABD por encima de 90° y en el movimiento de elevación de la mano por encima de la cabeza. Estas disfunciones podrían ser uno de los factores que conducen a la aparición e instauración del SIS⁶.

El mayor porcentaje de mujeres en el total de individuos del estudio coincide con la mayoría de estudios revisados^{16,43}.

TABLA DESCRIPTIVA POR GRUPOS DE ESTUDIO												
VARIABLES	CONTROL (N=20)						EXPERIMENTAL (N=19)					
	M	DE	ME	R	P25	P75	M	DE	ME	R	P25	P75
EDAD	55	5	55	27	53	58	56	7	55	29	50	59
PESO (KG)	79	23	79	81	62	90	76	15	73	59	63	85
TALLA (CM)	163	8	161	30	160	165	167	9	165	37	160	173
FLEX_1	115	28	110	115	98	129	105	24	105	96	92	118
FLEX_2	120	26	118	110	105	136	115	25	120	101	96	131
FLEX_3	132	23	136	97	121	145	138	26	144	102	123	157
ABD_1	87	39	91	137	50	109	79	26	81	91	56	95
ABD_2	95	38	91	129	72	120	89	28	91	98	62	107
ABD_3	110	37	125	120	83	136	115	32	120	115	99	138

Valores expresados en forma de M=Media; DE=Desviación Estándar; R=Rango; P25=Percentil 25; P75= Percentil 75; GC: Grupo control; n: Número de recuento; GE Grupo experimental; Edad en años; Peso en kilogramos; Talla en centímetros; Movilidad en grados; FLEX_1: Flexión de hombro no dolorosa pre-intervención; FLEX_2: Flexión de hombro no dolorosa post 1.^a intervención; FLEX_3: Flexión de hombro no dolorosa post 2.^a intervención; ABD_1: Abducción de hombro no dolorosa pre-intervención; ABD_2: Abducción de hombro no dolorosa post 1.^a intervención; ABD_3: Abducción de hombro no dolorosa post 2.^a intervención.

Tabla 1. Valores descriptivos de la muestra completa por grupos.

GRUPOS								
VARIABLES	GC (N=20)				GE (N=19)			
	MEDIA Y DESVIACIÓN TÍPICA	95 % IC		P-VALOR	MEDIA Y DESVIACIÓN TÍPICA	95 % IC		P-VALOR
		INF.	SUP.			INF.	SUP.	
DIF_FLEX_1_2	-5,30 ± 11,54	-10,70	0,10	0,054	-10,26 ± 17,63	-18,76	-1,76	0,021*
DIF_FLEX_1_3	-17,75 ± 16,65	-25,54	-9,96	< 0,001*	-33,26 ± 16,62	-41,27	-25,25	< 0,001*
DIF_FLEX_2_3	-12,45 ± 16,24	-20,05	-4,85	0,003*	-23,00 ± 15,81	-30,62	-15,38	< 0,001*
DIF_ABD_1_2	-7,35 ± 15,27	-14,49	-0,20	0,044*	-10,32 ± 17,98	-18,98	-1,65	0,022*
DIF_ABD_1_3	-22,95 ± 23,48	-33,94	-11,96	< 0,001*	-36,26 ± 28,19	-49,85	-22,67	< 0,001*
DIF_ABD_2_3	-15,60 ± 20,17	-25,04	-6,16	0,003*	-25,95 ± 26,50	-38,72	-13,17	< 0,001*

Valores expresados en grados; GC: grupo control; n: Número de recuento; GE: Grupo experimental; P-valor: Significación estadística (bilateral); 95 % IC: 95 % Intervalo de Confianza (inferior-superior); DIF_FLEX_1_2: diferencial de amplitud de flexión activa no dolorosa inicial y tras la 1.^a intervención; DIF_FLEX_1_3: diferencial de amplitud de flexión activa no dolorosa inicial y tras la 2.^a intervención; DIF_FLEX_2_3: diferencial de amplitud de flexión activa no dolorosa tras la 1.^a y 2.^a intervención; DIF_ABD_1_2: diferencial de amplitud de abducción activa no dolorosa inicial y tras la 1.^a intervención; DIF_ABD_1_3: diferencial de amplitud de abducción activa no dolorosa inicial y tras la 2.^a intervención; DIF_ABD_2_3: diferencial de amplitud de abducción activa no dolorosa tras la 1.^a y 2.^a intervención; * Expresa significación estadística.

Tabla 2. Valores del análisis intragrupal de los datos pre/post-intervención.

ANÁLISIS INTERGRUPAL			
VARIABLE	GC (N = 20)	GE (N = 19)	P-VALOR
DIF_FLEX_1_2	-5,30 ± 11,54	-10,26 ± 17,63	0,303
DIF_FLEX_1_3	-17,75 ± 16,65	-33,26 ± 16,62	0,006*
DIF_FLEX_2_3	-12,45 ± 16,24	-23,00 ± 15,81	0,047*
DIF_ABD_1_2	-7,35 ± 15,27	-10,32 ± 17,98	0,581
DIF_ABD_1_3	-22,95 ± 23,48	-36,26 ± 28,19	0,117
DIF_ABD_2_3	-15,60 ± 20,17	-25,95 ± 26,50	0,177
DIF_SB_I_3_4	-1,65 ± 5,33	-1,00 ± 4,85	0,693

Valores expresados en forma de media y desviación típica; GC: grupo control; n: Número de recuento; GE: Grupo Experimental; P-valor: Significación estadística (bilateral). Se han asumido varianzas iguales; DIF_FLEX_1_2: diferencial de amplitud de flexión activa no dolorosa inicial y tras la 1.^a intervención; DIF_FLEX_1_3: diferencial de amplitud de flexión activa no dolorosa inicial y tras la 2.^a intervención; DIF_FLEX_2_3: diferencial de amplitud de flexión activa no dolorosa tras la 1.^a y 2.^a intervención; DIF_ABD_1_2: diferencial de amplitud de abducción activa no dolorosa inicial y tras la 1.^a intervención; DIF_ABD_1_3: diferencial de amplitud de abducción activa no dolorosa inicial y tras la 2.^a intervención; DIF_ABD_2_3: diferencial de amplitud de abducción activa no dolorosa tras la 1.^a y 2.^a intervención; * Expresa significación estadística.

Tabla 3. Valores comparativos del análisis intergrupar de los datos pre/post-intervención.

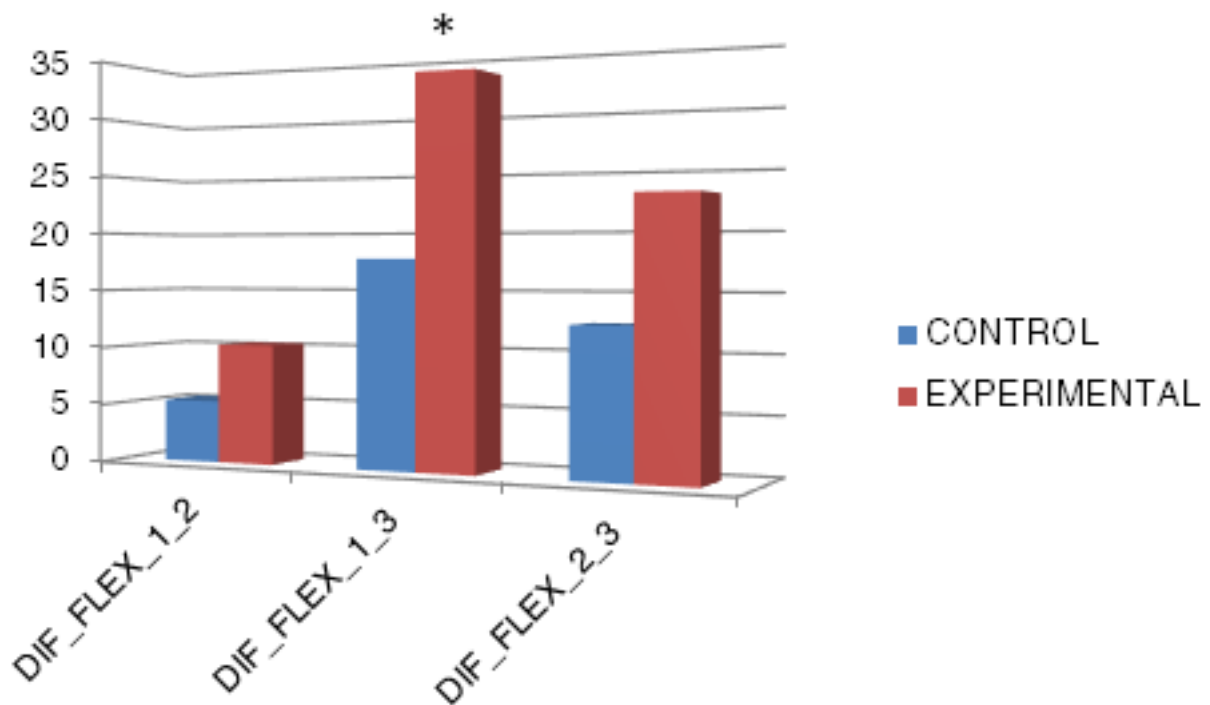


Figura 8. Comparativa intergrupar DIF_FLEX. *Expresa significación estadística.

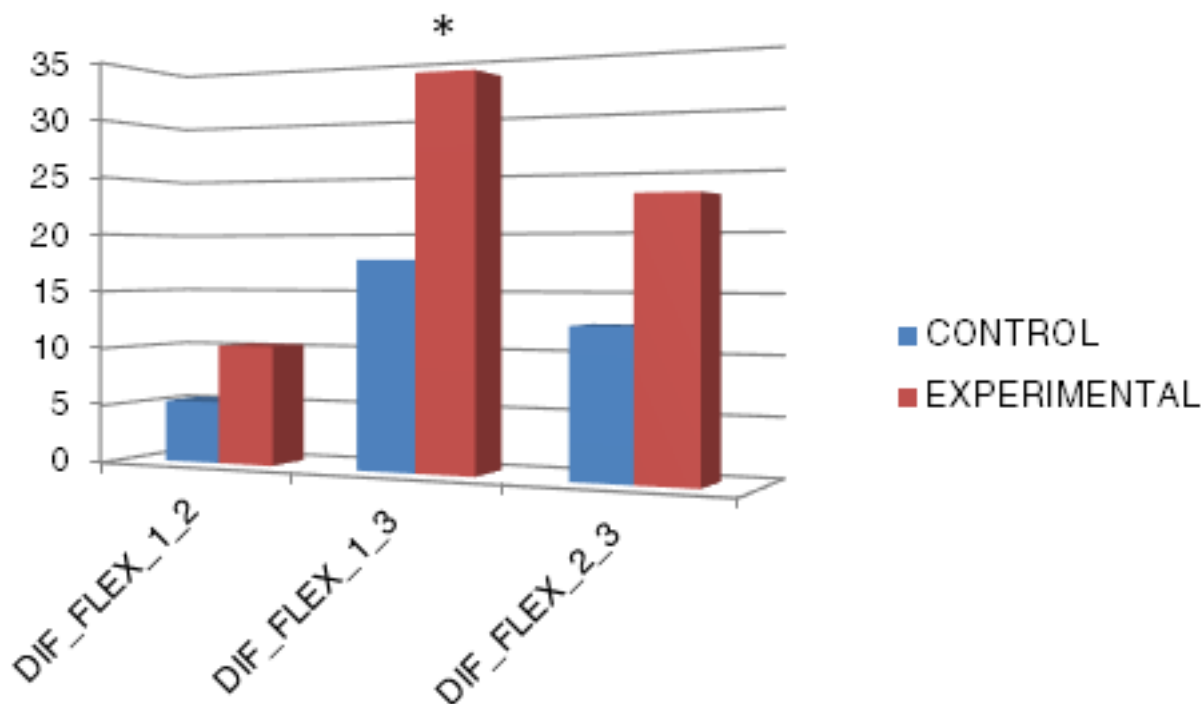


Figura 9. Comparativa intergrupual DIF_ABD.

La combinación de ejercicio con terapia manual ha resultado ser efectiva para el tratamiento del SIS y son frecuentemente recomendados pese a no mostrar una evidencia rigurosa⁴⁴⁻⁵⁰, incluso existen estudios que no avalan el uso de la terapia manual para el SIS⁵¹. Existen además pocos ensayos clínicos aleatorizados sobre los efectos que la manipulación, tanto de las primeras costillas como del raquis cervico-dorsal, en el tratamiento del SIS o el dolor de hombro inespecífico^{8,10,12,52,53}. Algunos de ellos apuntan a que las técnicas manipulativas sobre el raquis torácico superior y primeras costillas mejoran el dolor, el RDM del hombro y por tanto la funcionalidad del miembro superior, pero estos estudios están lejos de ser concluyentes^{8,53-55}.

Se han incluido en este ensayo pacientes que presentaban signos clínicos y síntomas de SIS. Estos fueron incluidos mediante test ortopédicos de referencia para el diagnóstico clínico del SIS²⁴⁻³⁰. Aunque se usa la radiología al objeto de verificar la posición alta de la costilla disfuncional, no se ha usado otros estudios radiológicos como ecografía o resonancia nuclear magnética para evidenciar con pruebas complementarias el *impingement subacromial* y su tipo (externo o subacromial, interno o superointernoglenoideo y subcoracoideo) o grado evolutivo (ASA I a V). Lo que puede plantear ciertas limitaciones en cuanto a los resultados del estudio, ya que la certeza diagnóstica del SIS

sólo puede obtenerse mediante pruebas complementarias como ecografía, tomografía axial computerizada o imagen por resonancia magnética⁵⁶⁻⁵⁸, no siendo concluyentes ni fiables las imágenes radiográficas convencionales⁵⁹.

Para este estudio, se ha utilizado la manipulación de la 1.ª costilla frente a un placebo. Si no se incluye un grupo control con placebo o tratamiento simulado, la eficacia del tratamiento de la manipulación no se puede determinar⁶⁰. Asimismo, de cara a evitar sesgo en la selección, los participantes se asignaron al azar a los grupos a través de secuencia de asignación oculta, creada mediante la secuencia de aleatorización. Con el objetivo de prevenir contaminación en la medición de las variables, los evaluadores estuvieron cegados. Igualmente se acordaron previamente todos los matices que podían añadir variabilidad y por tanto sesgos en las mediciones.

Al GC de este estudio piloto se le aplicó un placebo; pero ya que no es ético realizar un estudio en el que al GC se le aplique sólo un placebo, ambos grupos realizaron entre intervenciones un programa de terapia física y ejercicios dirigidos basado en la evidencia³⁴.

La realización de ejercicio físico dirigido y cinesiterapia mejoran significativamente los valores de elevación del

brazo en pacientes con *impingement*, tanto si reciben como si no *thrust* sobre la 1.^a costilla disfuncional. Estos hallazgos están de acuerdo con revisiones sistemáticas realizadas sobre los efectos del ejercicio físico en el SIS: así, para Abdulla et al.⁶¹, «la evidencia actual sobre el ejercicio para las lesiones de tejido blando del hombro es limitada. Sin embargo, se ha encontrado evidencia con bajo riesgo de sesgo de ensayos clínicos aleatorizados que sugiere que el ejercicio supervisado y domiciliario progresivo de fortalecimiento y estiramiento del manguito rotador y los músculos escapulares es una opción efectiva en el manejo del SIS de duración variable. Para el SIS persistente, el ejercicio supervisado y domiciliario progresivo de fortalecimiento obtiene similares resultados que la cirugía y posterior rehabilitación». Michaleff y Kamper⁶² en una actualización de 2013, señalan que «hay una fuerte evidencia de que el ejercicio es eficaz en la reducción dolor en el corto plazo (6-12 semanas) y la mejora de la función de los pacientes tanto a corto plazo como a largo plazo de seguimiento (> 12 semanas)». Hanratty et al.⁶³ en su revisión sistemática de 2012 indican que «hay una fuerte evidencia de que el ejercicio disminuye el dolor y mejora la función en el seguimiento a corto plazo. Y también hay pruebas moderadas de que el ejercicio produce una mejora a corto plazo en el bienestar mental y una mejora a largo plazo en la función para las personas con SIS». Del mismo modo, Kuhn³⁴ en su revisión y propuesta de protocolo de ejercicio de 2009 señala: «los datos de esta revisión sistemática indican claramente que el ejercicio mejora los síntomas en pacientes con hallazgo de SIS, lo que está de acuerdo con otras revisiones sistemáticas (Ainsworth y Lewis 2007, Grant et al. 2004, Desmeules et al. 2003 y Grenn et al. 2003)». Hay que señalar que estos hallazgos se producen en este ensayo a muy corto plazo (sólo se ha evaluado a los pacientes durante dos semanas).

En cuanto a la variable FLEX, en la comparativa pre/post manipulación siempre se obtienen valores sensiblemente superiores del GE (DIF_FLEX_1_2: $\bar{X}GC=5,30 / \bar{X}GE=10,26$; DIF_FLEX_2_3: $\bar{X}GC=12,45 / \bar{X}GE=23,00$). En la 1.^a intervención no se alcanza la significación estadística (DIF_FLEX_1_2, $p=0,303$). Pero sí en la 2.^a (DIF_FLEX_2_3, $p=0,047$), aunque no se debe olvidar que transcurren dos semanas en las que el paciente está realizando ejercicio entre una y otra medición. De todas formas, es significativa la comparativa GE/GC y por tanto, estos datos indican que los pacientes del GE que son sometidos a técnica de *thrust* sobre la 1.^a costilla o bien a largo plazo mejoran más su RDMA de flexión que los del GC o bien mejoran más su RDMA de flexión en las primeras semanas, fruto quizás de que la técnica acelera

su recuperación. Estos supuestos deberían comprobarse con un estudio que valorara las intervenciones a medio y largo plazo.

Sucede algo parecido con la variable ABD, aunque no existe significación estadística. La 1.^a intervención apenas produce una ligera recuperación del RDMA de ABD del GE respecto al GC ($\bar{X}GC=7,35 / \bar{X}GE=10,32$). Cosa que sí sucede al realizar la 2.^a intervención, siendo el valor de mejora del GE es sensiblemente superior al del GC ($\bar{X}GC=22,95 / \bar{X}GE=36,26$) aunque sin diferencias estadísticamente significativas. Así pues, parece de nuevo que es interesante la realización de la manipulación para mejorar más el RDMA no doloroso de ABD en pacientes con SIS o acelerar su recuperación.

Las medidas de resultado utilizadas en este ensayo son fáciles de aplicar en la práctica clínica diaria, así como reproductibles. Además, en nuestro conocimiento, es el primer ensayo que compara el efecto a corto plazo que puede tener manipular la 1.^a costilla, con no hacerlo, en pacientes con SIS. Los resultados de este estudio añaden evidencia en este limitado campo de conocimiento acerca de los efectos del *thrust* sobre la 1.^a costilla en la biomecánica del hombro y más concretamente en los pacientes afectados de SIS.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Sería interesante realizar un estudio con un mayor seguimiento temporal para observar si los cambios se mantienen en el tiempo a medio/largo plazo. También debe tenerse en cuenta que sólo se aplicó una manipulación, lo cual puede limitar los efectos obtenidos pues la realidad del tratamiento osteopático es que se aplica mediante múltiples técnicas y no sólo una.

CONCLUSIONES

La aplicación de un protocolo de tratamiento combinado de ejercicio dirigido, movilizaciones y *thrust* en la 1.^a costilla consiguen mejorar la movilidad del hombro en el corto plazo (2 semanas). La aplicación de *thrust* produce incrementos mayores en la FLEX que el ejercicio aislado.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Donatelli R. *Fisioterapia del hombro*. 2.ª ed. Barcelona: Jims; 1991.
2. Ricard F. *Medicina osteopática - Miembro Superior. Tomo 1. Cintura escapular y hombro*. Madrid: Escuela de Osteopatía de Madrid; 2011.
3. Kaltenborn FM. *Fisioterapia manual: extremidades*. 2.ª ed. Madrid: Mc Graw-Hill Interamericana; 2004.
4. Tixa S, Ebenegger B. *Atlas de técnicas articulares osteopáticas de las extremidades*. 2.ª ed. Madrid: Masson; 2005.
5. Goldman S. *Biomechanical and osteopathic approach to shoulder pain*. J Am Osteopath Assoc. 1989; 89(1): 53-57.
6. Ludewig PM, Braman JP. *Shoulder Impingement: Biomechanical Considerations in Rehabilitation*. Man Ther. 2011; 16(1): 33-39.
7. Michener LA, McClure PW, Karduna AR. *Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome*. Clin Biomech. 2003; 18(5): 369-379.
8. Strunce JB, Walker MJ, Boyles RE, Young BA. *The immediate effects of thoracic spine and rib manipulation on subjects with primary complaints of shoulder pain*. J Man Manip Ther. 2009; 17(4): 230-236.
9. Mintken PE, Cleland JA, Carpenter KJ, Bieniek ML, Keirns M, Whitman JM. *Some factors predict successful short-term outcomes in individuals with shoulder pain receiving cervicothoracic manipulation: a single-arm trial*. Phys Ther. 2010; 90(1): 26-42.
10. Haik MN, Albuquerque-Sendín F, Silva CZ, Siqueira-Junior AL, Ribeiro IL, Camargo PR. *Scapular kinematics pre- and post-thoracic thrust manipulation in individuals with and without shoulder impingement symptoms: a randomized controlled study*. J Orthop Sports Phys Ther. 2014 Jul; 44(7): 475-87.
11. Van Rensburg KJ, Atkins E. *Does thoracic manipulation increase shoulder range of movement in patients with subacromial impingement syndrome? A pilot study*. Int Musculoskelet Med. 2012; 34(3): 101-107.
12. Cook C, Learman K, Houghton S, Showalter C, O'Halloran B. *The addition of cervical unilateral posterior-anterior mobilisation in the treatment of patients with shoulder impingement syndrome: A randomised clinical trial*. Man Ther. 2014; 19 (1): 18-24.
13. Lewis JS, Green AS, Dekel S. *The aetiology of subacromial impingement syndrome*. Physiotherapy. 2001; 87: 458-469.
14. Michener LA, Walsworth MK, Burnet EN. *Effectiveness of Rehabilitation for Patients with Subacromial Impingement Syndrome: A Systematic Review*. J Hand Ther. 2004; 17(2): 152-64.
15. Sánchez F, Llinares BJ, Cruz JM. *Patología del manguito de los rotadores en el ambiente laboral*. [Internet]. Master universitario en medicina evaluadora. Edición 2006 - 2007.
16. Pérez FJ, Gómez JC. *Hombro Doloroso*. Rev. Mex. Al-gología. [Internet]. 2007; 5(6):1-3.
17. *American Academy of Orthopaedic Surgeons. AAOS clinical guideline on shoulder pain: support document*. Rosemont (IL): American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2001.
18. Polo BE, Nieto O, Camacho A. *Guía de atención integral basada en la evidencia para hombro doloroso (GATI - HD) relacionado con factores de riesgo en el trabajo Bogotá*. Ministerio de la Protección Social; 2006.
19. Hanchard NCA, Lenza M, Handoll HHG, Takwoingi Y. *Physical tests for shoulder impingements and local lesions of bursa, tendon or labrum that may accompany impingement*. Copyright© 2014 The Cochrane Collaboration. Published by JohnWiley & Sons, Ltd.
20. Cuenca M. *Síndrome subacromial y autorrehabilitación*. [Internet]. II Máster en Actividad Física y Salud. Universidad Internacional de Andalucía; 2007; 1(1): 1-55.
21. Burgos S, Marín C, López R, Carrión F. *Tendinitis del hombro*. En: Ediciones Servicio Andaluz de Salud. Consejería de Salud. Junta de Andalucía. Pautas de actuación conjunta de los Equipos Básicos de Atención Primaria y los Dispositivos de Apoyo a la Rehabilitación Patología del Aparato Locomotor. Sevilla: Servicio Andaluz de Salud; 2005; p. 80-91.

22. World Medical Association. *World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects*. JAMA. 2013; 310(20): 2191-4.
23. Asociación Médica Mundial. *Declaración de Helsinki de la AMM - Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. Departamento de Humanidades Biomédicas. Univ de Navarra. 2013.
24. Hanchard NCA, Lenza M, Handoll HHG, Takwoingi Y. *Physical tests for shoulder impingements and local lesions of bursa, tendon or labrum that may accompany impingement*. Copyright© 2014 The Cochrane Collaboration. Published by John Wiley & Sons, Ltd.
25. Diercks R, Bron C, Dorrestijn O, Meskers C, Naber R, de Ruiter T et al. *Guideline for diagnosis and treatment of subacromial pain Syndrome: a multidisciplinary review by the Dutch Orthopaedic Association*. Acta Orthop. 2014; 85(3): 314-322.
26. Díaz Mancha JA. *Valoración Manual*. Barcelona: Elsevier; 2014.
27. Beaudreuil J, Nizard R, Thierry T, Peyre M, Liotard JP, Boileau P et al. *Contribution of clinical tests to the diagnosis of rotator cuff disease: A systematic literature review*. Joint Bone Spine. 2009; 76(1): 15-19.
28. Michener LA, Walsworth MK, Doukas WC, Murphy KP. *Reliability and diagnostic accuracy of 5 physical examination tests and Combination of tests for subacromial impingement*. Arch Phys Med Rehabil. 2009; 90(11): 1898-903.
29. Tucker S, Taylor NF, Green RA. *Anatomical validity of the Hawkins-Kennedy test: A pilot study*. Man Ther. 2011; 16(4): 399-402.
30. Hegedus EJ, Goode A, Campbell S, Morin A, Tamadoni M, Moorman CT, et al. *Physical examination tests of the shoulder: a systematic review with meta-analysis of individual tests*. Br J Sports Med. 2008; 42: 80-92.
31. Peinado M. *Test de Mitchell y de Gillet para el diagnóstico de la lesión posterosuperior de la primera costilla: ¿son igualmente válidos?* Madrid: Escuela de Osteopatía de Madrid; 2008.
32. Bergman GJ, Winters JC, Groenier KH, Pool JJ, Meyboom-de Jong B, Postema K et al. *Manipulative therapy in addition to usual medical care for patients with shoulder dysfunction and pain: a randomized, controlled trial*. Ann Intern Med. 2004; 141(6): 432-439.
33. Cobos-Carbó A, Augustovski F. *Declaración CONSORT 2010: actualización de la lista de comprobación para informar ensayos clínicos aleatorizados de grupos paralelos*. Med Clin (Barc). 2011; 137(5): 213-215.
34. Kuhn J. *Exercise in the treatment of rotator cuff impingement: A systematic review and a synthesized evidence-based rehabilitation protocol*. J Shoulder Elbow Surg. 2009; 18(1): 138-160.
35. Ricard F. *Tratamiento osteopático de las algias de origen cráneo-cervical*. Madrid: Escuela de Osteopatía de Madrid; 2000.
36. Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal: BOE. num 298; 1999.
37. Milani P, Coccetta CA, Rabini A, Sciarra T, Massazza G, Ferriero G. *Mobile Smartphone Applications for Body Position Measurement in Rehabilitation: A Review of Goniometric Tools*. PM R. 2014; 6(11): 1038-43.
38. Bruyneel AV, Bridon F. *Knee inclinometry: Comparison of reproducibility between a gravity-based tool and a smartphone application*. Kinesither Rev. 2015; 15(158): 74-79.
39. Han S, Ro DH, Lee OS, Oh JH, Kim SH. *Within-day reliability of shoulder range of motion measurement with a smartphone*. Man Ther. 2012; 17(4): 298-304.
40. Werner BC, Holzgrefe RE, Griffin JW, Lyons ML, Cosgrove CT, Hart JM, et al. *Validation of an innovative method of shoulder range-of-motion measurement using a smartphone clinometer application*. J Shoulder Elbow Surg. 2014; 23(11): 275-282.
41. Bullock MP, Foster N, Wright C. *Shoulder impingement: the effect of sitting posture on shoulder pain and range of motion*. Man Ther. 2005; 10(1): 28-37.

42. Lewis J, Wright C, Green A. *Subacromial impingement syndrome: The effect of changing posture on shoulder range of movement.* J Orthop Sports Phys Ther. 2005; 35(2): 72-87.
43. Greving K, Dorrestijn O, Winters JC, Groenhof F, van der Meer K, Stevens M, Diercks RL. *Incidence, prevalence, and consultation rates of shoulder complaints in general practice.* Scand J Rheumatol. 2012 Mar; 41(2): 150-5.
44. Haik MN, Albuquerque-Sendín F, Silva C, Siqueira-Junior AL, Ribeiro IL, Camargo PR. *Scapular kinematics pre and post-thoracic thrust manipulation in individuals with and without shoulder impingement symptoms: a randomized controlled study.* J Orthop Sports Phys Ther. 2014; 44(7): 475-87.
45. Kromer TO, de Bie RA, Bastiaenen CH. *Physiotherapy in patients with clinical signs of shoulder impingement syndrome: a randomized controlled trial.* J Rehabil Med. 2013; 45: 488-497.
46. Struyf F, Nijs J, Mollekens S, Jeurissen I, Truijen S, Mottram S. et al. *Scapular-focused treatment in patients with shoulder Impingement syndrome: a randomized clinical trial.* Clin Rheumatol. 2013; 32: 73-85.
47. Djordjevic OC, Vukicevic D, Katunac L, Jovic S. *Mobilization with movement and kinesiotope compared with a supervised exercise program for painful shoulder: Results of a clinical trial.* J Manipulative Physiol Ther. 2012; 35: 454-463.
48. Beaudreuil J, Lasbleiz S, Richette P, Seguin G, Rastel C, Aout M et al. *Assessment of dynamic humeral centering in shoulder pain with impingement syndrome: a randomized clinical trial.* Ann Rheum Dis. 2011; 70: 1613-1618.
49. Senbursa G, Baltaci G, Atay ÖA. *The effectiveness of manual therapy in supraspinatus tendinopathy.* Acta Orthop Traumatol Turc. 2011; 45(3): 162-167.
50. Barra ME, López C, Fernández G, Raya L, Lucha MO, Tricás JM. *Effectiveness of diacutaneous fibrolysis for the treatment of subacromial impingement syndrome: A randomized controlled trial.* Man Ther. 2013; 18: 418-424.
51. Southerst D, Yu H, Randhawa K et al. *The effectiveness of manual therapy for the management of musculoskeletal disorders of the upper and lower extremities: a systematic review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMA) Collaboration.* Chiropr Man Therap. 2015 Oct 27; 23:30.
52. Kardouni JR, Pidcoe PE, Shaffer SW, Finucane SD, Cheatham SA, Sousa CO, Michener LA. *Thoracic spine manipulation in individuals with subacromial impingement syndrome does not immediately alter thoracic spine kinematics, thoracic excursion, or scapular kinematics: A randomized controlled trial.* J Orthop Sports Phys Ther. 2015; 45(7): 527-38.
53. Boyles RE, Ritland BM, Miracle BM, Barclay DM, Faul MS, Moore JH, et al. *The short-term effects of thoracic spine thrust manipulation on patients with shoulder impingement syndrome.* Man Ther. 2009; 14(4):375-80.
54. Brantingham JW, Cassa TK, Bonnefin D, Jensen M, Globe G, Hicks M et al. *Manipulative therapy for shoulder pain and disorders: expansion of a systematic review.* J Manipulative Physiol Ther. 2011; 34(5): 314-46.
55. Bang MD, Deyle GD. *Comparison of supervised exercise with and without manual physical therapy for patients with shoulder impingement syndrome.* J Orthop Sports Phys Ther. 2000; 30(3): 126-37.
56. McCreesh KM, Crotty JM, Lewis JS. *Acromiohumeral distance measurement in rotator cuff tendinopathy: is there a reliable, clinically applicable method? A systematic review.* Br J Sports Med. 2015; 49(5): 298-305.
57. Sharma P, Morrison WB, Cohen S. *Imaging of the shoulder with arthroscopic correlation.* Clin Sports Med. 2013; 32(3): 339-59.
58. Hekimoğlu B, Aydın H, Kızılgöz V, Tatar IG, Ersan O. *Quantitative measurement of humero-acromial, humero-coracoid, and coraco-clavicular intervals for the diagnosis of subacromial and subcoracoid impingement of shoulder joint.* Clin Imaging. 2013; 37(2): 201-10.
59. Kanatli U, Gemalmaz HC, Ozturk BY, Voyvoda NK, Tokgoz N, Bolukbasi S. *The role of radiological subacromial distance measurements in the subacromial impingement syndrome.* Eur J Orthop Surg Traumatol. 2013; 23(3):317-22.

60. Hancock MJ, Maher CG, Latimer J and McAuley JH. *Selecting an appropriate placebo for a trial of spinal manipulative therapy*. Aust J Physiother. 2006; 52(2): 135-8.
61. Abdulla SY, Southerst D, Côté P, Shearer H, Sutton D, Randhawa K, et al. *Is exercise effective for the management of subacromial impingement syndrome and other soft tissue injuries of the shoulder? A systematic review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMa) Collaboration*. Man Ther. 2015; 20: 646-656.
62. Michaleff ZA, Kamper SJ. *The effectiveness of physiotherapy exercises in subacromial impingement syndrome*. Br J Sports Med. 2013; 47(14): 927-8.
63. Hanratty CE, McVeigh JG, Kerr DP, Basford JR, Finch MB, Pendleton A, Sim J. *The effectiveness of physiotherapy exercises in subacromial impingement syndrome: a systematic review and meta-analysis*. Semin Arthritis Rheum. 2012; 42(3): 297-316.