



THE COCHRANE
COLLABORATION®

Estiramiento para la prevención o la reducción del dolor muscular posterior al ejercicio

Herbert RD, de Noronha M

Reproducción de una revisión Cochrane, traducida y publicada en *La Biblioteca Cochrane Plus*, 2008, Número 2

Producido por



Si desea suscribirse a "La Biblioteca Cochrane Plus", contacte con:

Update Software Ltd, Summertown Pavilion, Middle Way, Oxford OX2 7LG, UK

Tel: +44 (0)1865 513902 Fax: +44 (0)1865 516918

E-mail: info@update.co.uk

Sitio web: <http://www.update-software.com>



Usado con permiso de John Wiley & Sons, Ltd. © John Wiley & Sons, Ltd.

Ningún apartado de esta revisión puede ser reproducido o publicado sin la autorización de Update Software Ltd.

Ni la Colaboración Cochrane, ni los autores, ni John Wiley & Sons, Ltd. son responsables de los errores generados a partir de la traducción, ni de ninguna consecuencia derivada de la aplicación de la información de esta Revisión, ni dan garantía alguna, implícita o explícitamente, respecto al contenido de esta publicación.

El copyright de las Revisiones Cochrane es de John Wiley & Sons, Ltd.

El texto original de cada Revisión (en inglés) está disponible en www.thecochranelibrary.com.

ÍNDICE DE MATERIAS

RESUMEN.....	1
RESUMEN EN TÉRMINOS SENCILLOS.....	2
ANTECEDENTES.....	2
OBJETIVOS.....	3
CRITERIOS PARA LA VALORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE ESTA REVISIÓN.....	3
ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS ESTUDIOS.....	3
MÉTODOS DE LA REVISIÓN.....	4
DESCRIPCIÓN DE LOS ESTUDIOS.....	4
CALIDAD METODOLÓGICA.....	5
RESULTADOS.....	5
DISCUSIÓN.....	6
CONCLUSIONES DE LOS AUTORES.....	6
AGRADECIMIENTOS.....	6
POTENCIAL CONFLICTO DE INTERÉS.....	7
FUENTES DE FINANCIACIÓN.....	7
REFERENCIAS.....	7
TABLAS.....	10
Characteristics of included studies.....	10
Characteristics of excluded studies.....	13
Table 01 Bone, Joint and Muscle Trauma Group methodological quality assessment tool.....	14
Table 02 Quality of trials. Rows correspond to those in Table 01.....	15
CARÁTULA.....	16
RESUMEN DEL METANÁLISIS.....	17
GRÁFICOS Y OTRAS TABLAS.....	18
01 Estiramiento antes del ejercicio.....	18
01 Dolor en el día 0,5 (evaluado entre 6 y 17 horas después del ejercicio).....	18
02 Dolor en el día 1 (evaluado entre 18 y 29 horas después del ejercicio).....	19
03 Dolor en el día 1,5 (evaluado entre 30 y 41 horas después del ejercicio).....	19
04 Dolor en el día 2 (evaluado entre 42 y 53 horas después del ejercicio).....	19
05 Dolor en el día 2,5 (evaluado entre 54 y 65 horas después del ejercicio).....	20
06 Dolor en el día 3 (evaluado entre 66 y 77 horas después del ejercicio).....	20
02 Estiramiento después del ejercicio.....	20
01 Dolor en el día 0,5 (evaluado entre 6 y 17 horas después del ejercicio).....	20
02 Dolor en el día 1 (evaluado entre 18 y 29 horas después del ejercicio).....	21
03 Dolor en el día 1,5 (evaluado entre 30 y 41 horas después del ejercicio).....	21
04 Dolor en el día 2 (evaluado entre 42 y 53 horas después del ejercicio).....	21
05 Dolor en el día 2,5 (evaluado entre 54 y 65 horas después del ejercicio).....	22
06 Dolor en el día 3 (evaluado entre 66 y 77 horas después del ejercicio).....	22
03 Estiramiento antes o después del ejercicio.....	22

ÍNDICE DE MATERIAS

01 Dolor en el día 0,5 (evaluado entre 6 y 17 horas después del ejercicio).....	22
02 Dolor en el día 1 (evaluado entre 18 y 29 horas después del ejercicio).....	23
03 Dolor en el día 1,5 (evaluado entre 30 y 41 horas después del ejercicio).....	23
04 Dolor en el día 2 (evaluado entre 42 y 53 horas después del ejercicio).....	24
05 Dolor en el día 2,5 (evaluado entre 54 y 65 horas después del ejercicio).....	24
06 Dolor en el día 3 (evaluado entre 66 y 77 horas después del ejercicio).....	24

Estiramiento para la prevención o la reducción del dolor muscular posterior al ejercicio

Herbert RD, de Noronha M

Esta revisión debería citarse como:

Herbert RD, de Noronha M. Estiramiento para la prevención o la reducción del dolor muscular posterior al ejercicio (Revisión Cochrane traducida). En: *La Biblioteca Cochrane Plus*, 2008 Número 2. Oxford: Update Software Ltd. Disponible en: <http://www.update-software.com>. (Traducida de *The Cochrane Library*, 2008 Issue 2. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.).

Fecha de la modificación más reciente: 02 de agosto de 2007

Fecha de la modificación significativa más reciente: 02 de agosto de 2007

RESUMEN

Antecedentes

Muchas personas realizan estiramientos antes o después (o ambas) de realizar actividad atlética. En general, la finalidad es reducir el riesgo de lesiones, reducir el dolor después del ejercicio, o bien mejorar el rendimiento atlético.

Objetivos

El objetivo de esta revisión fue determinar los efectos del estiramiento antes o después del ejercicio sobre la aparición del dolor muscular posterior al ejercicio.

Estrategia de búsqueda

Se hicieron búsquedas en el registro especializado del Grupo Cochrane de Lesiones Óseas, Articulares y Musculares (Cochrane Bone, Joint and Muscle Trauma Group) (hasta abril 2006), Registro Cochrane Central de Ensayos Controlados (Cochrane Central Register of Controlled Trials) (*The Cochrane Library* 2006, número 2), MEDLINE (1966 hasta mayo 2006), EMBASE (1988 hasta mayo 2006), CINAHL (1982 hasta mayo 2006), SPORTDiscus (1949 hasta mayo 2006), PEDro (hasta mayo 2006) y listas de referencias de artículos.

Criterios de selección

Los estudios elegibles eran los estudios aleatorios o cuasialeatorios sobre técnicas de estiramiento, antes o después del ejercicio, diseñadas para prevenir o tratar el dolor muscular de aparición tardía (DOMS, por sus siglas en inglés), siempre que el estiramiento se realizara inmediatamente antes o después del ejercicio. Los estudios elegibles debían evaluar el dolor o la sensibilidad muscular.

Recopilación y análisis de datos

La calidad metodológica de los estudios se evaluó mediante una herramienta de evaluación de la calidad metodológica del Grupo Cochrane de Lesiones Óseas, Articulares y Musculares (Cochrane Bone, Joint and Muscle Trauma Group). Los cálculos de los efectos del estiramiento se convirtieron en una escala común de 100 puntos. Los resultados se agruparon en un metanálisis de efectos fijos.

Resultados principales

De los diez estudios incluidos, nueve se realizaron en el ámbito de laboratorio mediante protocolos estandarizados de ejercicios y el estudio restante investigó el estiramiento posterior al ejercicio en jugadores de fútbol. Todos los participantes eran adultos jóvenes sanos. Tres estudios examinaron los efectos del estiramiento antes del ejercicio y siete estudios investigaron los efectos del estiramiento después del ejercicio. Dos estudios, ambos de estiramiento después del ejercicio, incluyeron sesiones repetidas de estiramiento con intervalos mayores que dos horas. La duración del estiramiento aplicado en una única sesión osciló entre 40 y 600 segundos.

Todos los estudios eran pequeños (entre 10 y 30 participantes recibieron estiramiento como tratamiento activo) y de calidad dudosa.

Los efectos del estiramiento informados en los estudios individuales fueron muy pequeños y hubo un alto grado de consistencia de los resultados entre los estudios. La estimación agrupada reveló que el estiramiento realizado antes del ejercicio, reducía el

dolor muscular un día después de la actividad, en un promedio de 0,5 puntos de una escala de 100 puntos (IC del 95%: -11,3 a 10,3; tres estudios). El estiramiento posterior al ejercicio redujo el dolor un día después de la actividad, en un promedio de 1,0 puntos de una escala de 100 puntos (IC del 95%: -6,9 a 4,8; cuatro estudios). Efectos similares se observaron entre medio día y tres días después del ejercicio.

Conclusiones de los autores

Las pruebas de estiramiento derivadas de los estudios, principalmente basados en el laboratorio, indicaron que el estiramiento muscular en adultos jóvenes sanos no reduce el dolor muscular de aparición tardía.

RESUMEN EN TÉRMINOS SENCILLOS

Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise

Many people stretch prior to or after engaging in physical activities such as sport. Usually the purpose is to reduce the risk of injury, reduce soreness after exercise, or enhance athletic performance.

The review located 10 relevant randomised trials looking at the effect of stretching before or after physical activity on muscle soreness. The trials were mostly small and of questionable quality. Nine were conducted in laboratories using standardised exercises. Only one study examined the effect of stretching on muscle soreness after sport. Three of the studies examined the effects of stretching before physical activity and seven examined effects of stretching after physical activity.

The 10 studies produced very consistent findings. They showed there was minimal or no effect on the muscle soreness experienced between half a day and three days after the physical activity. Effects of stretching on effect on other outcomes such as injury and performance were not examined in this review.

ANTECEDENTES

Muchas personas se estiran antes o después (o antes y después) de la actividad atlética. En general, la finalidad es reducir el riesgo de lesiones, reducir el dolor después del ejercicio o mejorar el rendimiento atlético (Cross 1999; de Vries 1961; Gleim 1990; Gleim 1997). Esta revisión se centra en los efectos del estiramiento muscular en la mialgia. Otra revisión Cochrane (Yeung 2003) investigó si el estiramiento previene las lesiones; y varias revisiones sistemáticas no realizadas por grupos Cochrane investigaron si el estiramiento previene el dolor muscular o las lesiones, o si mejora el rendimiento (Herbert 2002; Shrier 2004; Thacker 2004; Weldon 2003)).

Al dolor muscular, que es el tema de esta revisión, se lo suele denominar dolor muscular de aparición tardía, para diferenciarlo del dolor que se presenta a causa de la fatiga muscular, o al dolor que aparece inmediatamente después de que los músculos se cansaron. El dolor muscular de aparición tardía (o simplemente "dolor muscular") es, en general, causado por el ejercicio no habitual; en particular, por el ejercicio que requiere principalmente de la contracción muscular excéntrica. Las contracciones musculares excéntricas ocurren cuando el músculo se estira y al mismo tiempo se contrae. Por lo general, el dolor surge durante el primer día después del ejercicio y alcanza la máxima intensidad alrededor de las 48 horas (Balnave 1993; Bobbert 1986; Wessel 1994). El dolor suele asociarse

con sensibilidad e incluso con edema (Bobbert 1986; Wessel 1994)).

No se conoce del todo la serie de acontecimientos que, en última instancia, causa el dolor muscular. El episodio inicial probablemente sea la rotura mecánica de los sarcómeros (unidades contráctiles dentro de las fibras musculares; Proske 2001). Esto causa edema de las fibras musculares dañadas e inicia una respuesta inflamatoria capaz de excitar los nociceptores (receptores que transmiten la información relacionada con el dolor; Lieber 2002). En general, el dolor muscular sólo se percibe cuando el músculo se contrae o se estira. Es decir, que si bien para que haya dolor muscular tiene que haber edema e inflamación de las fibras musculares, el edema y la inflamación por sí solos no bastan para causar dolor. El dolor muscular es exacerbado por la vibración sobre el vientre del músculo, y los umbrales de presión aumentan cuando los aferentes de gran diámetro están bloqueados (los aferentes de gran diámetro son neuronas que transmiten información acerca del tacto y de la posición de las extremidades), esto indica que la excitación de los aferentes musculares de gran diámetro, probablemente los aferentes primarios de los husos musculares de los receptores de estiramiento, se relaciona con la generación de la sensación de dolor (Weerakkody 2001)).

La práctica del estiramiento para prevenir el dolor muscular fue promovida por los primeros investigadores del dolor muscular quienes pensaban que el ejercicio no habitual causaba

espasmo muscular (de Vries 1961). Se pensaba que el espasmo muscular impedía el flujo sanguíneo hacia el músculo, lo que provoca dolor isquémico y más espasmo. También se creía que el estiramiento del músculo restauraba el flujo sanguíneo hacia el músculo e interrumpía el ciclo dolor-espasmo-dolor. Por lo tanto la teoría del espasmo muscular sobre el dolor muscular ha perdido credibilidad (Bobbert 1986), aunque la práctica de estiramientos perdura.

Es habitual que las personas que estiran para prevenir el dolor muscular lo hagan antes del ejercicio, pero algunas personas lo hacen después del ejercicio. En general, cada músculo en riesgo se elonga entre 15 segundos y dos minutos, una o varias veces. Ciertos partidarios del estiramiento recomiendan aplicar un estiramiento sostenido con el músculo relajado (de Vries 1961; esto se denomina estiramiento estático), aunque otros recomiendan técnicas más complejas como la de "contracción-relajación-contracción del agonista" (Feland 2001)). Esta técnica y las técnicas relacionadas (conocidas en conjunto como técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva [PNF, por sus siglas en inglés]) implican la contracción enérgica del músculo antes de realizar el estiramiento.

OBJETIVOS

El objetivo de esta revisión es determinar los efectos del estiramiento antes o después del ejercicio sobre la aparición de dolor muscular posterior al ejercicio.

CRITERIOS PARA LA VALORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE ESTA REVISIÓN

Tipos de estudios

Se tuvieron en cuenta los ensayos clínicos aleatorios o cuasialeatorios (método no estrictamente aleatorio de asignación al tratamiento, p.ej., fecha de nacimiento, número de historia clínica y alternancia) de intervenciones con técnicas de estiramiento antes o después del ejercicio diseñadas para prevenir o tratar el dolor muscular de aparición tardía.

Tipos de participantes

Ensayos que incluyeron a participantes de cualquier sexo y grupo etario.

Tipos de intervención

Cualquier técnica de estiramiento, antes o después del ejercicio, diseñada para prevenir o tratar el dolor muscular de aparición tardía, con la condición de que el estiramiento se realice inmediatamente antes o después de cualquier tipo de ejercicio.

Tipos de medidas de resultado

Medidas del dolor muscular (dolor) o de la sensibilidad (dolor a la palpación del músculo).

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS ESTUDIOS

Se hicieron búsquedas en el registro especializado del Grupo Cochrane de Lesiones Óseas, Articulares y Musculares (Cochrane Bone, Joint and Muscle Trauma Group) (12 abril 2006), Registro Cochrane Central de Ensayos Controlados (Cochrane Central Register of Controlled Trials) (*The Cochrane Library* 2006, Issue 2), MEDLINE (OVID WEB; 1966 hasta 16 mayo 2006), EMBASE (OVID WEB; 1988 hasta 16 mayo 2006), CINAHL (OVID WEB; 1982 hasta 16 mayo 2006), SPORTDiscus (OVID WEB; 1949 hasta 16 mayo 2006), PEDro - Physiotherapy Evidence Database (www.pedro.fhs.usyd.edu.au/ accessed 16 mayo 2006) y en listas de referencias de artículos.

Se usó la siguiente búsqueda específica por temas en MEDLINE (OVID WEB). Como se previó que sólo se identificaría un número pequeño de referencias, los resultados no se combinaron con una estrategia de búsqueda de ensayos. Esta estrategia se modificó ligeramente para su uso en otras bases de datos OVID.

1. stretch\$.tw.
2. flexib\$.tw.
3. Pliability/
4. (range adj3 motion).tw.
5. Range of Motion, Articular/
6. (warmup or warm-up or warm up or cooldown or cool-down or cool down).tw.
7. or/1-6
8. (sore\$ adj3 musc\$).tw.
9. DOMS.tw.
10. exp Muscle Contraction/
11. Muscle, Skeletal/
12. or/10-11
13. Pain/
14. and/12-13
15. or/8-9,14
16. and/7,15

En *The Cochrane Library* (versión CD) se utilizó la siguiente estrategia de búsqueda:

- #1. stretch*
- #2. flexib*
- #3. PLIABILITY single term (MeSH)
- #4. (range near motion)
- #5. (((((warmup or warm-up) or (warm next down)) or cooldown) or cool-down) or (cool next down))
- #6. ((((#1 or #2) or #3) or #4) or #5)
- #7. (sore* near musc*)
- #8. doms
- #9. MUSCLE CONTRACTION explode all trees (MeSH)
- #10. MUSCLE SKELETAL single term (MeSH)
- #11. (#9 or #10)
- #12. PAIN single term (MeSH)
- #13. (#11 and #12)

#14. (#7 or #8 or #13)

#15. (#6 and #14)

En PEDro, se realizaron dos búsquedas:

La primera búsqueda combinó los siguiente términos con "OR":
[in the Title/abstract field] stretch*, sore*, DOMS

La segunda búsqueda combinó los siguientes términos con "AND":

[in the Therapy field] stretching, mobilisation, manipulation, massage

[in the Subdiscipline field] sports

[in the Problem field] pain

MÉTODOS DE LA REVISIÓN

Selección de los ensayos

Los dos autores seleccionaron los resultados de la búsqueda de estudios potencialmente elegibles. Cuando los títulos y los resúmenes indicaron que un estudio era potencialmente elegible para su inclusión, se obtuvo una copia del informe. Los desacuerdos entre ambos revisores con respecto a la elegibilidad de los estudios se resolvieron mediante la discusión o, si era necesario, por una tercera persona.

Evaluación de la calidad metodológica

La calidad metodológica de los estudios se evaluó mediante una herramienta de evaluación de la calidad del Grupo Cochrane de Lesiones Óseas, Articulares y Musculares (Tabla 01). Dos revisores evaluaron de forma independiente la calidad del estudio de la manera expuesta. Los desacuerdos se resolvieron por discusión. Cuando fue necesario, se consultó con una tercera persona. Se previó que varios de los estudios incluidos serían estudios basados en el laboratorio que posiblemente no describirían los elementos relevantes para los ensayos clínicos. Al evaluarse con una herramienta diseñada para ensayos clínicos, estos estudios aparentemente poseen una metodología deficiente. No obstante, se consideró útil documentar hasta qué punto se ajustan a los modelos propuestos de diseño de ensayos clínicos.

Extracción de datos

Los datos acerca del dolor o de la sensibilidad de los grupos de estiramiento y de comparación se extrajeron de los informes con una proforma. Esta tarea la realizaron los revisores; de nuevo, cualquier desacuerdo se resolvió mediante discusión con una tercera persona. Se previó que ciertos estudios informarían los datos sobre el dolor y otros los datos sobre la sensibilidad. Algunos estudios informaron las puntuaciones brutas, mientras que otros informaron las puntuaciones de cambio o las puntuaciones ajustadas según la covarianza. También se previó que los resultados generalmente se medirían en una serie de momentos después del ejercicio. Cuando fue posible, se extrajeron los datos de cada uno de los momentos de la serie de intervalos de 12 horas después del ejercicio (6-17 horas, 18-29 horas, 30-41 horas, etc.). Solamente se registró un

resultado de cada estudio para cada momento. Cuando estuvieron disponibles varios resultados, se priorizaron los datos de dolor sobre los datos de sensibilidad. El orden de preferencia fue el siguiente: datos ajustados según la covarianza, puntuaciones de cambios y puntuaciones brutas. Cuando los estudios en el mismo sujeto (estudios en los cuales las extremidades de los participantes recibieron el tratamiento activo) o los estudios cruzados (cross over) (estudios en que cada participante estaba expuesto secuencialmente tanto al estiramiento como a las condiciones de control) no proporcionaron los cálculos de la varianza de las diferencias entre los tratamientos activos, o las correlaciones entre los resultados de dos tratamientos activos comparados (Elbourne 2002) la varianza de la diferencia entre los tratamientos activos se estimó asumiendo que los datos eran independientes. Elbourne 2002) the variance of the difference between conditions was estimated by assuming the data were independent.

Analysis

Pain and tenderness data were typically reported on 100 mm visual analogue scales or 10 point scales. To facilitate pooling, data were converted to a common 100-point scale. The effect of stretching was estimated from each study using the difference between mean pain levels in stretch and comparison groups. Where there was apparent qualitative homogeneity in participants, interventions and outcome measures, meta-analysis was considered. Meta-analysis was conducted using the RevMan Analysis program in Review Manager (RevMan 2003). The effects of stretching was described as a weighted mean difference. Data were inspected for statistical heterogeneity. As there was no evidence of heterogeneity of effect (Cochran Q, $P < 0.1$; Fleiss 1993), a fixed-effect model was used to pool findings across studies. Effects of pre- and post-exercise stretching were initially estimated separately but, as there was no evidence of heterogeneity, they were combined in a secondary analysis. A post-hoc analysis was conducted to obtain separate estimates from laboratory-based studies and the one community-based study. An additional post-hoc analysis was conducted to obtain separate estimates from studies of static stretch and the one study that used another method of stretching.

DESCRIPCIÓN DE LOS ESTUDIOS

The search retrieved 25 potentially eligible studies of which 10 were included (Buroker 1989; Dawson 2005; Gulick 1996; High 1989; Johansson 1999; Maxwell 1988; McGlynn 1979; Terry 1985; Wessel 1994a; Wessel 1994b). The titles or abstracts of a further four papers appeared potentially eligible but could not be retrieved (Costa 1997; Buckenmeyer 1998; Lin 1999; Lu 1992) and still await assessment.

Included studies

Participants of all included studies were young healthy adults (age less than 40 years or mean age less than 26 years); no studies investigated effects of stretching on muscle soreness in children or middle-aged or older adults. All but one of the

studies were carried out in laboratory settings and involved standardised exercise. The exception (Dawson 2005) investigated the effect of post-game stretching on muscle soreness in Australian rules football players.

Three studies examined the effect of stretching before exercise (High 1989; Johansson 1999; Wessel 1994a); the remaining seven studies investigated the effects of stretching after exercise. The stretch was of the knee extensor muscles (Buroker 1989; High 1989; Maxwell 1988; Terry 1985), hamstring muscles (Johansson 1999; Wessel 1994a; Wessel 1994b), ankle plantarflexor muscles (Buroker 1989), wrist extensor muscles (Gulick 1996), elbow flexor muscles (McGlynn 1979), or "legs and back" muscles (Dawson 2005). All but one of the studies examined the effects of static stretching; one study examined the effects of a PNF technique ("hold-relax"; Terry 1985). Two studies, both of stretching after exercise, involved repeated stretching sessions (Buroker 1989: 12 sessions; McGlynn 1979: 5 sessions). The duration of stretching applied in a single session ranged from 40 seconds (Terry 1985) to 600 seconds (Gulick 1996), with a median of 390 seconds.

In six studies (Buroker 1989; Dawson 2005; Gulick 1996; High 1989; Maxwell 1988; McGlynn 1979) participants were randomly allocated to stretch and control conditions. One of these (Dawson 2005) was a cross-over study in which each subject experienced both the stretch and control conditions. The remaining four studies (Johansson 1999; Terry 1985; Wessel 1994a; Wessel 1994b) stratified by participant and randomised legs to stretch and control conditions. Thus five studies (the single cross-over study and the four studies that compared right and left legs) provided paired comparisons. In all but two of these sufficient data were supplied to take account of the paired nature of the data. In the studies by Wessel and Wan (Wessel 1994a; Wessel 1994b) the estimates from an analysis which accounted for the paired nature of the data were less precise (Wessel 1994a) or had similar precision (Wessel 1994b) to estimates obtained by ignoring the paired nature of the data, so the data were treated as if they were independent. Data from the other two studies (Dawson 2005; Johansson 1999) were treated as independent. See 'Characteristics of included studies' for further details.

One study (Gulick 1996) reported only pooled data from all groups and another (Maxwell 1988) did not provide any data that could be used to calculate precision. (Both studies concluded stretching had no effect.) Consequently these studies did not contribute to the meta-analysis.

Excluded studies

Eleven studies were excluded (*see* 'Characteristics of excluded studies' table).

CALIDAD METODOLÓGICA

Table 02 summarises the methodological quality assessments. The reviewers were not always able to agree on how particular

items were rated; these items are marked as "No consensus" in Table 02. All included studies were apparently randomised. None of the studies described if the allocation schedule was concealed. There was no blinding in any studies: this is because it is difficult or impossible in studies of stretching to blind the person supervising the stretching exercises and the person doing the stretches and, as the outcome (soreness) must be self-reported, the assessor cannot be blinded. None of the studies clearly indicated that analysis was by intention to treat and in one study (Dawson 2005) analysis was explicitly not by intention to treat. Only one study explicitly reported completeness of follow up (Dawson 2005 reported data were available for 31 of 34 player-conditions), although two further studies (High 1989; Terry 1985) provided data that implied follow up was complete. It is likely that follow up was complete or nearly complete in most or all studies because the follow-up period was very short (three days or less) and outcome measures were not onerous.

RESULTADOS

One study (Gulick 1996) reported only pooled data from all groups and another (Maxwell 1988) did not provide any data that could be used to calculate precision. Consequently these studies did not contribute to the meta-analysis. (Both studies concluded stretching had no effect.) The following results are based on data from the remaining studies.

The mean effects of stretching reported in individual studies were too small to be of clinical relevance. There was a remarkable degree of consistency (homogeneity) of results across studies (I^2 for all pooled estimates was 0%). The pooled estimate was that pre-exercise stretching reduced soreness one day after exercise by, on average, 0.5 points on a 100-point scale (95% CI -11.3 to 10.3; 3 studies; Analysis 01.02). Post-exercise stretching reduced soreness one day after exercise by, on average, 1.0 points on a 100-point scale (95% CI -6.9 to 4.8; 4 studies; Analysis 02.02). Similar effects were evident between half a day and three days after exercise.

As there was no sign of statistical heterogeneity we pooled the pre-exercise and post-exercise studies. The pooled estimates are that pre- and post-exercise stretching reduces soreness, on average, by 0.9 points on a 100-point scale at one day (95% CI -6.1 to 4.2; 7 studies; Analysis 03.02), increases soreness by 1.0 points on a 100-point scale at two days (95% CI -4.1 to 6.2; 7 studies; Analysis 03.04) and decreases soreness by 0.3 points on a 100-point scale at three days (95% CI -6.8 to 6.2; 5 studies; Analysis 03.06).

Similar estimates of effects were obtained in the only study that tested PNF stretching. Terry 1985 showed the effect of PNF stretching was to reduce soreness by 1.1 points on a 100-point scale at both one and two days after exercise (95% CIs of -13.0 to 10.8; and -13.3 to 11.1 respectively). Also similar effects were obtained in the one study of stretching after sport. Dawson

2005 showed that stretching increased muscle soreness by 3.0 points on a 100-point scale (95% CI -7.1 to 13.1) at 15 hours and by 4.0 points (95% CI -5.2 to 13.2) at 48 hours after an Australian rule football match.

DISCUSIÓN

The evidence from randomised studies indicates that stretching soon before or soon after exercise does not lessen muscle soreness on subsequent days.

This conclusion is based on studies that rate poorly on conventional scales of study quality. None of the reviewed studies explicitly concealed allocation, none were blinded, and none explicitly analysed by intention to treat. Nonetheless there are some reasons to believe that the findings may not be seriously biased: First, there is a high degree of consistency across studies in estimates of the effect of stretching. Also, biases due to non-concealment, lack of blinding and failure to analyse by intention to treat typically produce exaggerated effects (Chalmers 1983; Colditz 1989; Moher 1998; Schulz 1995), yet this review found consistent evidence of near-zero effects. The high degree of consistency of estimates across studies suggests that alternative weightings (based, for example, on different approaches to estimating precision from studies that used within-subject designs) would produce very similar pooled estimates of effects.

All but one of the eligible studies were laboratory-based studies. These studies assessed whether supervised stretching reduced the soreness produced by standardised exercise involving eccentric contractions of a particular muscle group. Such studies can be considered to have an "explanatory" orientation because they tell us about what the effects of stretching could be when administered under ideal conditions. It might have been expected that the effects of stretching would be smaller in community settings. In community settings, unlike the laboratory settings of these studies, stretching is not usually supervised, so it may be carried out sub-optimally. Also, the everyday experience of muscle soreness may be of soreness in many muscle groups, and it may be difficult to effectively stretch all of the muscle groups that might become sore. These considerations suggest the effects of stretching might be smaller in community settings than in laboratory settings. However the estimates from nine laboratory-based studies and one community-based study suggest there are similar (near-zero) effects in both settings.

The practice of stretching before or after exercise may have been arisen because of the mistaken belief, prevalent in the 1960s and 1970s, that muscle soreness was due to muscle spasm (de Vries 1961). This view has since been discredited (Bobbert 1986). Contemporary beliefs about the mechanisms of muscle soreness do not suggest any means by which stretching before or after exercise could reduce the soreness that follows that exercise session. However if, as has been proposed, muscle

soreness is due to excessive elongation of some sarcomeres within muscle fibres (Proske 2001), it is conceivable that any intervention which increased the number of sarcomeres in series in muscle fibres, or which increased the length or compliance of tendons, could reduce sarcomere strains and lessen muscle damage associated with unaccustomed eccentric muscle contractions. This suggests the possibility that stretching may be more effective for people who have very short muscles, or if the stretching is repeated for weeks or months or years. To date, however, randomised trials have only examined the short-term effects of one or a few sessions of stretching, and no randomised trials have specifically investigated interactions between effects of stretching and flexibility.

The best available evidence indicates stretching does not reduce muscle soreness. However there are other justifications for stretching. Some evidence suggests that once muscle soreness has developed stretching may provide a transient relief of soreness (Reisman 2005): some people stretch to reduce risk of injury, others stretch to enhance athletic or sporting performance, and yet others stretch because it gives them a sense of well-being. The current review does not provide any evidence of an effect or otherwise of stretching on risk of injury, performance or well-being.

CONCLUSIONES DE LOS AUTORES

Implicaciones para la práctica

The available evidence from randomised trials carried out mainly in laboratory settings consistently suggests that stretching before or after exercise does not prevent muscle soreness in young healthy adults.

Implicaciones para la investigación

Arguably the findings of this review are clear enough that further research into the effects of stretching on muscle soreness is not necessary. We see some merit in this view. However, in our opinion it would be useful to conduct further trials of the effects of longer-term stretching programs, in community-based populations and for people with reduced flexibility.

AGRADECIMIENTOS

This review is based on an earlier "non-Cochrane" review conducted by Rob Herbert and Michael Gabriel and published in 2002 (Herbert RD, Gabriel M. *BMJ* 2002;325(7362):468-72). Through that earlier work Michael Gabriel indirectly contributed to the current review. His contribution is gratefully acknowledged. The authors thank Helen Handoll, Vicki Livingstone, Janet Wale, Gisela Sole and Lindsey Shaw for helpful comments on the review, and Lisa Harvey for assistance with data extraction.

POTENCIAL CONFLICTO DE INTERÉS

None known.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

Recursos externos

- No se suministraron las fuentes de financiación

Recursos internos

- University of Sydney AUSTRALIA

REFERENCIAS

Referencias de los estudios incluidos en esta revisión

Buroker 1989 {published data only}

Buroker KC, Schwane JA. Does postexercise static stretching alleviate delayed muscle soreness?. *Physician and Sportsmedicine* 1989;**17**(6):65-83.

Dawson 2005 {published data only}

Dawson B, Gow S, Modra S, Bishop D, Stewart G. Effects of immediate post-game recovery procedures on muscle soreness, power and flexibility levels over the next 48 hours. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2005;**8**(2):210-21.

Gulick 1996 {published data only}

Gulick DT, Kimura IF, Sitler M, Paolone A, Kelly JD. Various treatment techniques on signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *Journal of Athletic Training* 1996;**31**(2):145-52.

High 1989 {published data only}

High DM, Howley ET, Franks BD. The effects of static stretching and warm-up on prevention of delayed-onset muscle soreness. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 1989;**60**(4):357-61.

Johansson 1999 {published data only}

Johansson PH, Lindstr?, Sundelin G, Lindstr?. The effects of preexercise stretching on muscular soreness, tenderness and force loss following heavy eccentric exercise. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 1999;**9**(4):219-25.

Maxwell 1988 {published data only}

Maxwell S, Kohn S, Watson A, Balnave RJ. Is stretching effective in the prevention of or amelioration of delayed-onset muscle soreness?. In: Torode M, editor(s). *The athlete maximising participation and minimising risk*. Sydney: Cumberland College of Health Sciences, 1988:109-18.

McGlynn 1979 {published data only}

McGlynn GH, Laughlin NT, Rowe V. Effect of electromyographic feedback and static stretching on artificially induced muscle soreness. *American Journal of Physical Medicine* 1979;**58**(3):139-48.

Terry 1985 {published data only}

*Terry L. *Stretching and muscle soreness. An investigation into the effects of hold-relax stretch on delayed post-exercise soreness in the quadriceps muscle - a pilot study [thesis]*. Adelaide (Australia): South Australian Institute of Technology, 1985.

Terry L. Stretching and muscle soreness: an investigation into the effects of a hold-relax stretch on delayed post-exercise soreness in the quadriceps muscle: a pilot study [abstract]. *Australian Journal of Physiotherapy* 1987;**33**(1):69.

Wessel 1994a {published data only}

Wessel J, Wan A. Effect of stretching on the intensity of delayed-onset muscle soreness. *Clinical Journal of Sport Medicine* 1994;**4**(2):83-7.

Wessel 1994b {published data only}

Wessel J, Wan A. Effect of stretching on the intensity of delayed-onset muscle soreness. *Clinical Journal of Sport Medicine* 1994;**4**(2):83-7.

Referencias de los estudios excluidos de esta revisión

Abraham 1977

Abraham WM. Factors in delayed muscle soreness. *Medicine and Science in Sports* 1977;**9**(1):11-20.

Bale 1991

Bale P, James H. Massage, warmdown and rest as recuperative measures after short term intense exercise. *Physiotherapy in Sport* 1991;**13**(2):4-7.

de Vries 1966

de Vries HA. Quantitative electromyographic investigation of the spasm theory of muscle pain. *American Journal of Physical Medicine* 1966;**45**(3):119-34.

Jayaraman 2004

Jayaraman RC, Reid RW, Foley JM, Prior BM, Dudley GA, Weingand KW, et al. MRI evaluation of topical heat and static stretching as therapeutic modalities for the treatment of eccentric exercise-induced muscle damage. *European Journal of Applied Physiology* 2004;**93**(1-2):30-8.

Lightfoot 1997

Lightfoot JT, Char D, McDermott J, Goya C. Immediate postexercise massage does not attenuate delayed onset muscle soreness. *Journal of Strength and Conditioning Research* 1997;**11**:119-24.

Lund 1998

Lund H, Vestergaard-Poulsen, Kanstrup I-L, Sejrsen P. The effect of passive stretching on delayed onset muscle soreness, and other detrimental effects following exercise. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 1998;**8**:216-21.

Prentice 1982

Prentice WE. Electromyographic analysis of the effectiveness of heat or cold and stretching for inducing relaxation in injured muscle. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 1982;**3**(3):133-40.

Rahnama 2005

Rahnama N, Rahmani-Nia F, Ebrahim K. The isolated and combined effects of selected physical activity and ibuprofen on delayed-onset muscle soreness. *Journal of Sports Sciences* 2005;**23**(8):843-850.

Reilly 2002

Reilly T, Rigby M. Effect of an active warm-down following competitive soccer. In: Spinks W, Reilly T, Murphy A, editor(s). *Science and Football IV. Proceedings of the 4th World Congress of Science and Football; 1999 Feb 22-26; Sydney, NSW*. London: Routledge, 2002:226-9.

Rodenburg 1994

Rodenburg JB, Steenbeek, Schiereck P, Bar PR. Warm-up, stretching and massage diminish harmful effects of eccentric exercise. *International Journal of Sports Medicine* 1994;**15**(7):414-9.

Smith 1993

Smith LL, Brunetz MH, Chenier TC, McCammon MR, Houmard JA, Franklin ME, et al. The effects of static and ballistic stretching on delayed onset muscle soreness. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 1993;**1**:103-7.

Referencias de los estudios en espera de evaluación

Buckenmeyer 1998

Buckenmeyer P, Kokkinidis E, Machairidou M, Tsamourtas A. The effect of static stretching and cryotherapy on the recovery of delayed muscle soreness [Greek]. *Exercise & Society Journal of Sport Science (Komotini)* 1998;**(19)**:45-53.

Costa 1997

Costa MC, Cabral JG, Muniz GMA, Silva EF, Silva MG, Duarte JAR, et al. Effects of stretching after exercise on some indirect markers muscle damage. *9th European Congress on Sports Medicine; 1997 Sept 23-26; Porto, Portugal.* 1997:1.

Lin 1999

Lin WH. *The effects of massage, stretch and meloxicam on delayed onset muscle soreness [Masters thesis]*. Taiwan: National College of Physical Education and Sports Taoyuan, 1999.

Lu 1992

*Lu D, Fan JY, Qu Z. An immuno-electron microscopic study of the effect of acupuncture and static stretch on contractile structural alteration of skeletal muscle after strenuous exercise. *Sport Science (Beijing)* 1992;**(12)**(6):47-51.

Lu D, Fan JY, Qu Z. An immuno-electron microscopic study of the effect of acupuncture and static stretch on ultrastructural alteration of M-line of skeletal muscle after strenuous exercise. *Sports Science (Beijing)* 1992;**(12)**(6):52-9.

Lu D, Fan JY, Qu Z. An immuno-electron microscopic study of the effect of acupuncture and static stretch on ultrastructural alteration of Z-band in human skeletal muscle after strenuous exercise. *Sports Science (Beijing)* 1992;**(12)**(6):60-5.

Referencias adicionales

Balnave 1993

Balnave CD, Thomson MW. Effect of training on eccentric exercise-induced muscle damage. *Journal of Applied Physiology* 1993;**(75)**(4):1545-51.

Bobbert 1986

Bobbert MF, Hollander AP, Huijing PA. Factors in delayed onset muscle soreness of man. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1986;**(18)**(1):75-81.

Chalmers 1983

Chalmers TC, Celano P, Sacks HS, Smith H. Bias in treatment assignment in controlled clinical trials. *New England Journal of Medicine* 1983;**(309)**(22):1358-61.

Colditz 1989

Colditz GA, Miller JN, Mosteller F. How study design affects outcomes in comparisons of therapy. I: Medical. *Statistics in Medicine* 1989;**(8)**(4):441-54.

Cross 1999

Cross KM, Worrell TW. Effects of a static stretching program on the incidence of lower extremity musculotendinous strains. *Journal of Athletic Training* 1999;**(34)**:11-4.

de Vries 1961

de Vries HA. Prevention of muscular distress after exercise. *Research Quarterly* 1961;**(32)**:177-85.

Elbourne 2002

Elbourne DR, Altman DG, Higgins JPT, Curtin F, Worthington HV, Vail A. Meta-analyses involving cross-over trials: methodological issues. *International Journal of Epidemiology* 2002;**(31)**(1):140-9.

Feland 2001

Feland JB, Myrer JW, Merrill RM. Acute changes in hamstring flexibility: PNF versus static stretch in senior athletes. *Physical Therapy in Sport* 2001;**(2)**(4):186-93.

Fleiss 1993

Fleiss JL. The statistical basis of meta-analysis. *Statistical Methods in Medical Research* 1993;**(2)**:121-45.

Gleim 1990

Gleim GW, Stachenfeld NS, Nicholas JA. The influence of flexibility on the economy of walking and jogging. *Journal of Orthopedic Research* 1990;**(8)**:814-23.

Gleim 1997

Gleim GW, McHugh MP. Flexibility and its effects on sports injury and performance. *Sports Medicine* 1997;**(24)**:289-99.

Lieber 2002

Lieber RL, Friden J. Morphologic and mechanical basis of delayed-onset muscle soreness. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 2002;**(10)**(1):67-73.

Moher 1998

Moher D, Pham B, Jones A, Cook DJ, Jadad AR, Moher M, et al. Does quality of reports of randomised trials affect estimates of intervention efficacy reported in meta-analyses?. *Lancet* 1995;**(352)**(9128):609-13.

Proske 2001

Proske U, Morgan DL. Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *Journal of Physiology* 2001;**(537)**(2):333-45.

Reisman 2005

Reisman S, Walsh LD, Proske U. Warm-up stretches reduce sensations of stiffness and soreness after eccentric exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2005;**(37)**(6):929-36.

RevMan 2003

The Nordic Cochrane Centre. Review Manager (RevMan). 4.2 for Windows. Copenhagen: The Nordic Cochrane Centre, The Cochrane Collaboration 2003.

Schulz 1995

Schulz KF, Chalmers I, Hayes RJ, Altman DG. Empirical evidence of bias. Dimensions of methodological quality associated with estimates of treatment effects in controlled trials. *JAMA* 1995;**(273)**(5):408-12.

Shrier 2004

Shrier I. Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. *Clinical Journal of Sport Medicine* 2004;**(14)**(5):267-73.

Thacker 2004

Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, Kimsey CD. The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2004;**(36)**(3):371-8.

Weerakkody 2001

Weerakkody NS, Whitehead NP, Canny BJ, Gregory JE, Proske U. Large-fibre mechanoreceptors contribute to muscle soreness after eccentric exercise. *Journal of Pain* 2001;**(2)**(4):209-19.

Weldon 2003

Weldon SM, Hill RH. The efficacy of stretching for prevention of exercise-related injury: a systematic review of the literature. *Manual Therapy* 2003;**(8)**(3):141-50.

Wessel 1994

Wessel J, Wan A. Effect of stretching on the intensity of delayed-onset muscle soreness. *Clinical Journal of Sport Medicine* 1994;**(4)**(2):82-7.

Yeung 2003

Yeung EW, Yeung SS. Interventions for preventing lower limb soft-tissue injuries in runners. In: *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 4, 2003. 10.1002/14651858.CD001256.

Referencias de otras versiones de esta revisión

Herbert 2002

Herbert RD, Gabriel M. Effects of pre- and post-exercise stretching on

muscle soreness, risk of injury and athletic performance: a systematic review. *BMJ* 2002;**325(7362)**:468-72.

* *El asterisco señala los documentos más importantes para este estudio*

TABLAS

Characteristics of included studies

Study	Buroker 1989
Methods	Randomised (between subjects) design
Participants	23 participants (16 men and 7 women) aged 18-33 years with no known contraindications to exercise. None was highly physically trained and none were extremely active in the six weeks preceding the study.
Interventions	Control group (N = 8): no stretching. One stretch group 1 (N = 7): stretched left knee extensors after exercise. A second stretch group (N = 8): stretched left knee extensors and right plantarflexors after exercise. Stretches (10 30-second static stretches, each separated by 10 seconds rest, to noticeable tension or slight discomfort) were performed at 2-hour intervals for the first 24 hours and 4-hour intervals for the following 48 hours except that participants were allowed to sleep for 8 hours each night.
Outcomes	The following measures were taken on days 1, 2 and 3: 1. Soreness on a 0-6 scale (0 = no pain, light pain only on palpation, 4 = moderate pain, stiffness and/or weakness, especially on movement, 6 = severe pain limiting range of movement) 2. Force required to invoke tenderness (sum of measures at 9 sites) 3. Force required to invoke tenderness (highest value from 9 or 10 sites)
Notes	Data from the two stretch groups were pooled. Stretched after exercise. Soreness induced with 20 minutes of step-down exercise.
Allocation concealment	B - Unclear
Study	Dawson 2005
Methods	Randomised (within subjects, cross-over) design
Participants	17 semi-professional Australian rules football players.
Interventions	Stretch condition: 15 minutes of supervised gentle stretching of the legs and back. This involved "2-3 repeats of 30 s held stretches across several muscle groups and joints". Control condition: no recovery procedures.
Outcomes	The following measures were taken at 15 and 48 hours: 1. Soreness ("how do you feel today?") measured on a 1-7 scale anchored at "very, very good" and "very, very sore".
Notes	Part of a larger study in which each subject was exposed on 12 occasions, each separated by one week, to one of four interventions (control, stretch, pool walking, hot-cold regimen). Initial condition was allocated randomly and subsequent conditions by alternation. Stretch was before exercise. Soreness was induced by playing football. All participants underwent a "pool recovery program" on the two days following exercise.
Allocation concealment	B - Unclear
Study	Gulick 1996
Methods	Randomised (between subjects) design

Characteristics of included studies

Participants	?22 untrained participants randomly drawn from a larger sample of 35 men and 38 women aged 21 to 40 years.
Interventions	Stretch group (N ? 11): static stretches of the wrist extensor muscles to "end range" for 10 minutes soon after exercise. Control group (N ? 11): two placebo tablets after exercise and one further placebo tablet 24 hours later.
Outcomes	The following measures were taken 24, 48 and 72 hours after exercise: 1. On a 10 cm visual analogue scale anchored at "no soreness at all" and "soreness as bad as it could be" 2. Force required to invoke tenderness (sum of measures at 9 sites).
Notes	Part of a larger study in which subjects were randomised to seven interventions (control, stretch, anti-inflammatory drug, intense exercise, ice massage, herbal ointment). Stretch was after exercise. Soreness was induced by 15 sets of 15 isokinetic eccentric wrist extensor contractions.
Allocation concealment	B - Unclear
Study	High 1989
Methods	Randomised (between subjects) design
Participants	30 untrained participants (stretch group, 7 men and 7 women, mean age 19.4 years; control group, 8 men and 8 women, mean age 20.4 years)
Interventions	Stretch group: stretched the quadriceps muscles (5 stretches, twice each on each leg for 50 seconds) of both legs prior to exercise. Control group: did not stretch.
Outcomes	The following measures were taken at 24 hour intervals for 5 days: 1. Soreness on a 0-6 scale (0 = "absence of soreness", 6 = "most severe pain possible from soreness").
Notes	Part of a larger study in which subjects were randomised to four interventions (control, stretch, warm-up, warm-up and stretch). Stretch was before exercise. Soreness was induced by 80 up to minutes of step-down exercise.
Allocation concealment	B - Unclear
Study	Johansson 1999
Methods	Randomised (between legs) design
Participants	10 health female physiotherapy students (24 (SD 3) years, 62 (SD 3) kg, 169 (SD 5) cm), not taking anti-inflammatory medication, with no lower limb musculoskeletal symptoms, had not participated in weight training for more than 3 hours per week, and were not experiencing DOMS at the time of testing.
Interventions	Stretch leg: four 20-second "hamstring hurdle" stretches, with 20 second rests between stretches. Stretch intensity was sufficient to induce a strong feeling of stretch but not pain. Control leg: the hamstring muscles on the other side of the body were not stretched.
Outcomes	The following measures were taken 24, 48 and 96 hours after exercise: 1. Hamstring muscle soreness on a 100 mm visual analogue scale (0 = "no soreness", 100 = "worst possible soreness"). 2. Tenderness measured with an algometer at 5 locations.

Characteristics of included studies

Notes	Stretch was before exercise. Soreness was induced with 10 sets of 10 isokinetic knee flexor contractions.
Allocation concealment	B - Unclear
Study	Maxwell 1988
Methods	Randomised (between subjects) design
Participants	?14 female first-year college students randomly drawn from a larger sample of 20 participants aged 18-25 years (mean 19.4) and with varying histories of physical activity
Interventions	Stretch group (N ? 6): participants lay in prone with the hips in a neutral position. A static stretch was applied to the quadriceps to the point of discomfort and held for 15 seconds. Control group (N ? 6): participants did not stretch.
Outcomes	The following measures were taken 24, 48 and 72 hours after exercise: 1. Pain experienced in the quadriceps muscle whilst descending a flight of stairs rated on a 10 cm visual analogue scale anchored at 0 ("no pain") and 10 ("severe pain").
Notes	Stretch was after exercise. Soreness was induced with 15 minutes of step-down exercise.
Allocation concealment	B - Unclear
Study	McGlynn 1979
Methods	Randomised (between subjects) design
Participants	24 men aged 18-26 years who had not engaged in any systematic activity with their non-dominant arms in the past 30 days
Interventions	Stretch group (N ? 12): participants "hyperextended" the "forearm" for two minutes before releasing the stretch for one minute. This sequence was repeated four times each at 6, 25, 30, 49 and 54 hours after exercise. Control group (N ?12): participants did not stretch.
Outcomes	The following measures were taken 24, 48 and 72 hours after exercise: 1. Pain rated on a 30-point scale, where 0-10 was "mild" pain, 11-20 was "moderate" pain, and 21-30 was "severe" pain.
Notes	Part of a larger study in which subjects were randomised to three interventions (control, stretch, biofeedback). Strech was after exercise. Soreness was induced with eccentric elbow flexor exercises performed to failure.
Allocation concealment	B - Unclear
Study	Terry 1985
Methods	Randomised (between legs) design
Participants	30 healthy participants, 15 men and 15 women, aged between 18 and 35 years. The modal level of exercise was three times per week.
Interventions	Stretch (hold-relax) leg: participants lay prone with a wedge under the thigh and the knee was actively flexed as far as possible. Then the participant performed an isometric contraction against manual resistance for 4-6 seconds. This was followed by two seconds of relaxation and then an 8 second passive stretch. This was repeated 5 times. Control leg: the other leg was not stretched.

Characteristics of included studies

Outcomes	The following measures were taken on days 2 and 3: 1. "Pain" (or, variably, "pain, soreness or stiffness" or "soreness") experienced that day during functional movements rated on a scale of 0 ("no pain") to 7 ("unbearably painful").
Notes	Stretching was after exercise. Soreness was induced with 20 minutes of step-up and step-down exercise.
Allocation concealment	B - Unclear
Study	Wessel 1994a
Methods	Randomised (between legs) design
Participants	10 sedentary adults (5 women and 5 men) with no history of back or lower limb injury or disease, mean age 24.2 (SD 5.37), mean height 175.5 cm (SD 7.6) and mean mass 66.3 kg (8.9)
Interventions	Stretch leg: ten 60-second stretches of the hamstring muscles prior to exercise. Control leg: not stretched.
Outcomes	The following measures were taken at 12 hour intervals to 72 hours after exercise: 1. Pain on a 10 cm visual analogue scale while walking on an "even" surface.
Notes	Randomisation was by toss of a coin. Stretching was before exercise. Soreness was induced by 3 sets of 20 isokinetic eccentric knee flexor contractions.
Allocation concealment	B - Unclear
Study	Wessel 1994b
Methods	Randomised (between legs) design
Participants	10 sedentary adults (2 women and 8 men) with no history of back or lower limb injury or disease, mean age 25.2 (SD 3.36), mean height 171.2 cm (SD 7.29) and mean mass 61.3 kg (7.12)
Interventions	Stretch leg: ten 60-second stretches of the hamstring muscles after exercise. Control leg: not stretched.
Outcomes	The following measures were taken at 12 hour intervals to 72 hours after exercise: 1. Pain on a 10 cm visual analogue scale while walking on an "even" surface.
Notes	Randomisation was by toss of a coin. Stretching was after exercise. Soreness was induced by 3 sets of 20 isokinetic eccentric knee flexor contractions.
Allocation concealment	B - Unclear

Notas:

DOMS: delayed onset muscle soreness; secondSD: standard deviation?; approximatelyThe numbers of participants given in the Participants and Interventions columns are the number of participants who received the stretch or control intervention. Thus, in studies with three or more arms the number of participants given is less than the total number of participants in the study. In Gulick 1996, 73 participants were randomised to 7 groups but the size of each group is not given, so sample sizes are given as "?11". In Maxwell 1988, 20 participants were randomised to 3 groups but the size of each group is not given, so sample sizes are given as "?6". In McGlynn 1979, 36 participants were randomised to 3 groups but the size of each group is not given, so sample sizes are given as "?12".

Characteristics of excluded studies

Study	Reason for exclusion
Abraham 1977	Stretching occurred 24 hours after exercise; not clear if conditions (stretch/flex) were randomised.

Characteristics of excluded studies

Bale 1991	No stretch condition.
Jayaraman 2004	Stretching did not begin until 36 hours after exercise.
Lightfoot 1997	Plantarflexors were sore, but quadriceps and hamstring muscles were stretched (fails criterion of "stretching technique designed to prevent or treat delayed-onset muscle soreness").
Lund 1998	Not randomised (used historical controls).
Prentice 1982	Stretch combined with heat or cold; interventions 24 hours after exercise; did not measure soreness.
Rahnama 2005	Stretching combined with jogging and walking and submaximal concentric contractions.
Reilly 2002	Not clearly randomised; stretch combined with jogging and "shake-down".
Rodenburg 1994	Intervention was a combination of warm-up, stretch and massage.
Smith 1993	Compares effects of static and ballistic stretching.
de Vries 1966	Not randomised (compared before and after stretch).

TABLAS ADICIONALES

Table 01 Bone, Joint and Muscle Trauma Group methodological quality assessment tool

Item	Criterion
A	Was the assigned treatment adequately concealed prior to allocation? 2 = clearly yes (method did not allow disclosure of assignment). 1 = not sure (small but possible chance of disclosure of assignment or unclear). 0 = clearly no (quasi-randomised or open list/tables).
B	Were the outcomes of patients/participants who withdrew described and included in the analysis (intention to treat)? 2 = withdrawals well described and accounted for in analysis. 1 = withdrawals described and analysis not possible. 0 = no mention, inadequate mention, or obvious differences and no adjustment.
C	Were the outcome assessors blinded to treatment status? 2 = effective action taken to blind assessors. 1 = small or moderate chance of unblinding of assessors. 0 = not mentioned or not possible.
D	Were the treatment and control group comparable at entry? 2 = good comparability of groups, or confounding adjusted for in analysis. 1 = confounding small; mentioned but not adjusted for. 0 = large potential for confounding, or not discussed.
E	Were the participants blind to assignment status after allocation? 2 = effective action taken to blind participants. 1 = small or moderate chance of unblinding of participants. 0 = not possible, or not mentioned (unless double-blind), or possible but not done.
F	Were the treatment providers blind to assignment status? 2 = effective action taken to blind treatment providers. 1 = small or moderate chance of unblinding of treatment providers. 0 = not possible, or not mentioned (unless double-blind), or possible but not done.

Table 01 Bone, Joint and Muscle Trauma Group methodological quality assessment tool

G	Were care programmes, other than the trial options, identical? 2 = care programmes clearly identical. 1 = clear but trivial differences. 0 = not mentioned or clear and important differences in care programmes.
H	Were the inclusion and exclusion criteria clearly defined? 2 = clearly defined. 1 = inadequately defined. 0 = not defined.
I	Were the interventions clearly defined? (This item was optional) 2 = clearly defined interventions are applied with a standardised protocol. 1 = clearly defined interventions are applied but the application protocol is not standardised. 0 = intervention and/or application protocol are poorly or not defined.
J	Were the outcome measures used clearly defined? (by outcome) 2 = clearly defined. 1 = inadequately defined. 0 = not defined.
K	Were diagnostic tests used in outcome assessment clinically useful? (by outcome) 2 = optimal. 1 = adequate. 0 = not defined, not adequate.
L	Was the surveillance active, and of clinically appropriate duration? 2 = active surveillance and appropriate duration. 1 = active surveillance, but inadequate duration. 0 = surveillance not active or not defined.

Table 02 Quality of trials. Rows correspond to those in Table 01

Buroker 1989	Dawson 2005	Gulick 1996	High 1989	Johansson 1999	Maxwell 1988	McGlynn 1979	Terry 1985	Wessel 1994a	Wessel 1994b
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	No consensus	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	2	0	0	0	0	0	0	2	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	0	No consensus	1	2	0	2	2	0	0
2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

CARÁTULA

Titulo	Estiramiento para la prevención o la reducción del dolor muscular posterior al ejercicio
Autor(es)	Herbert RD, de Noronha M
Contribución de los autores	El protocolo de la actual revisión fue escrito por Rob Herbert. La obtención de datos, la extracción de datos, la evaluación de calidad, el análisis e interpretación de datos fueron realizados por Marcos de Noronha y Rob Herbert. Rob Herbert redactó la revisión. Marcos de Noronha formuló observaciones sobre los borradores y aprobó la versión final. Rob Herbert es el responsable de la revisión.
Número de protocolo publicado inicialmente	2004/1
Número de revisión publicada inicialmente	2007/4
Fecha de la modificación más reciente"	02 agosto 2007
"Fecha de la modificación SIGNIFICATIVA más reciente	02 agosto 2007
Cambios más recientes	El autor no facilitó la información
Fecha de búsqueda de nuevos estudios no localizados	16 mayo 2006
Fecha de localización de nuevos estudios aún no incluidos/excluidos	El autor no facilitó la información
Fecha de localización de nuevos estudios incluidos/excluidos	El autor no facilitó la información
Fecha de modificación de la sección conclusiones de los autores	El autor no facilitó la información
Dirección de contacto	A/Prof Robert Herbert School of Physiotherapy University of Sydney PO Box 170 Lidcombe 1825 NSW AUSTRALIA Teléfono: +612 9351 9380 E-mail: R.Herbert@fhs.usyd.edu.au Facsimile: +612 9351 9278
Número de la Cochrane Library	CD004577

Grupo editorial	Cochrane Bone, Joint and Muscle Trauma Group
Código del grupo editorial	HM-MUSKINJ

RESUMEN DEL METANÁLISIS

01 Estiramiento antes del ejercicio

Resultado	Nº de estudios	Nº de participantes	Método estadístico	Tamaño del efecto
01 Dolor en el día 0,5 (evaluado entre 6 y 17 horas después del ejercicio)			Diferencia de medias ponderadas (efectos fijos) IC del 95%	Totales no seleccionados
02 Dolor en el día 1 (evaluado entre 18 y 29 horas después del ejercicio)	3	70	Diferencia de medias ponderadas (efectos fijos) IC del 95%	-0.52 [-11.30, 10.26]
03 Dolor en el día 1,5 (evaluado entre 30 y 41 horas después del ejercicio)			Diferencia de medias ponderadas (efectos fijos) IC del 95%	Totales no seleccionados
04 Dolor en el día 2 (evaluado entre 42 y 53 horas después del ejercicio)	2	40	Diferencia de medias ponderadas (efectos fijos) IC del 95%	0.72 [-11.20, 12.64]
05 Dolor en el día 2,5 (evaluado entre 54 y 65 horas después del ejercicio)			Diferencia de medias ponderadas (efectos fijos) IC del 95%	Totales no seleccionados
06 Dolor en el día 3 (evaluado entre 66 y 77 horas después del ejercicio)	2	40	Diferencia de medias ponderadas (efectos fijos) IC del 95%	-2.50 [-15.82, 10.82]

02 Estiramiento después del ejercicio

Resultado	Nº de estudios	Nº de participantes	Método estadístico	Tamaño del efecto
01 Dolor en el día 0,5 (evaluado entre 6 y 17 horas después del ejercicio)	2	51	Diferencia de medias ponderadas (efectos fijos) IC del 95%	-0.47 [-6.05, 5.12]
02 Dolor en el día 1 (evaluado entre 18 y 29 horas después del ejercicio)	4	127	Diferencia de medias ponderadas (efectos fijos) IC del 95%	-1.04 [-6.88, 4.79]
03 Dolor en el día 1,5 (evaluado entre 30 y 41 horas después del ejercicio)			Diferencia de medias ponderadas (efectos fijos) IC del 95%	Totales no seleccionados
04 Dolor en el día 2 (evaluado entre 42 y 53 horas después del ejercicio)	5	158	Diferencia de medias ponderadas (efectos fijos) IC del 95%	1.12 [-4.63, 6.87]
05 Dolor en el día 2,5 (evaluado entre 54 y 65 horas después del ejercicio)			Diferencia de medias ponderadas (efectos fijos) IC del 95%	Totales no seleccionados

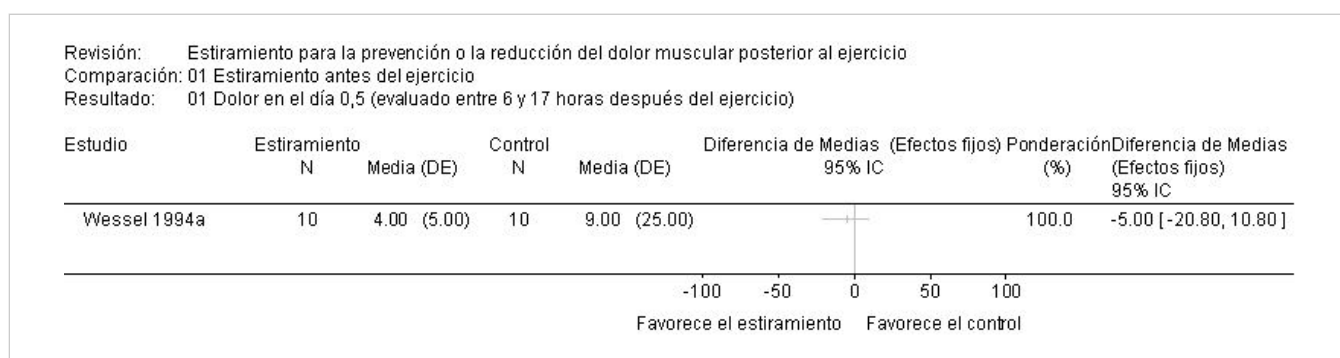
02 Estiramiento después del ejercicio				
06 Dolor en el día 3 (evaluado entre 66 y 77 horas después del ejercicio)	3	67	Diferencia de medias ponderadas (efectos fijos) IC del 95%	-0.03 [-7.49, 7.43]

03 Estiramiento antes o después del ejercicio				
Resultado	Nº de estudios	Nº de participantes	Método estadístico	Tamaño del efecto
01 Dolor en el día 0,5 (evaluado entre 6 y 17 horas después del ejercicio)	3	71	Diferencia de medias ponderadas (efectos fijos) IC del 95%	-0.97 [-6.24, 4.29]
02 Dolor en el día 1 (evaluado entre 18 y 29 horas después del ejercicio)	7	197	Diferencia de medias ponderadas (efectos fijos) IC del 95%	-0.93 [-6.05, 4.20]
03 Dolor en el día 1,5 (evaluado entre 30 y 41 horas después del ejercicio)	2	40	Diferencia de medias ponderadas (efectos fijos) IC del 95%	1.00 [-14.37, 16.37]
04 Dolor en el día 2 (evaluado entre 42 y 53 horas después del ejercicio)	7	198	Diferencia de medias ponderadas (efectos fijos) IC del 95%	1.04 [-4.14, 6.22]
05 Dolor en el día 2,5 (evaluado entre 54 y 65 horas después del ejercicio)	2	40	Diferencia de medias ponderadas (efectos fijos) IC del 95%	-0.75 [-13.25, 11.76]
06 Dolor en el día 3 (evaluado entre 66 y 77 horas después del ejercicio)	5	107	Diferencia de medias ponderadas (efectos fijos) IC del 95%	-0.28 [-6.79, 6.22]

GRÁFICOS Y OTRAS TABLAS

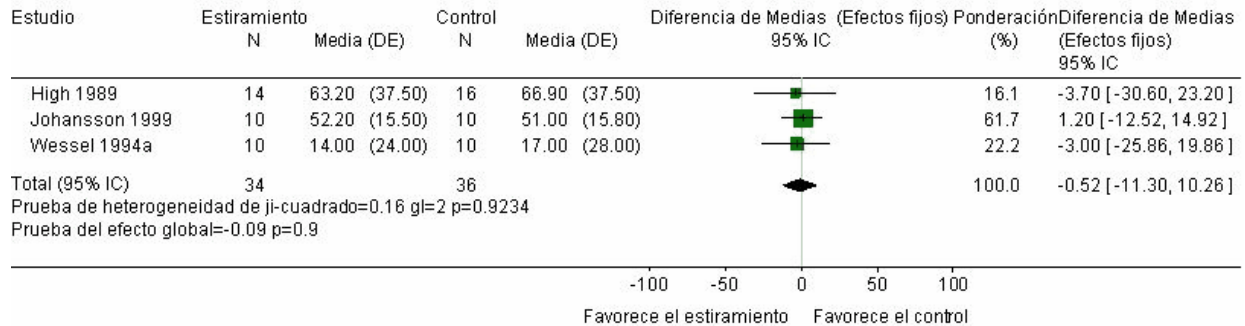
Fig. 01 Estiramiento antes del ejercicio

01.01 Dolor en el día 0,5 (evaluado entre 6 y 17 horas después del ejercicio)



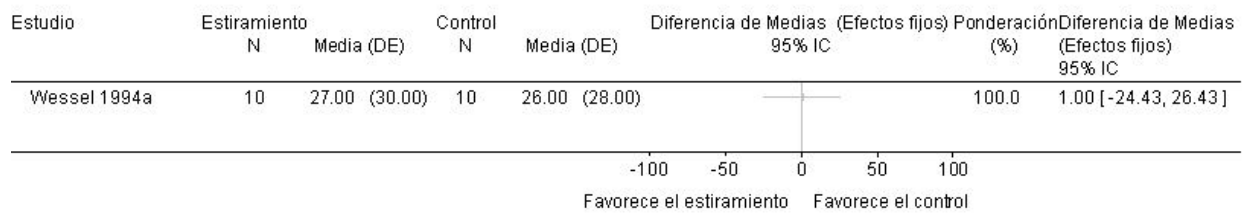
01.02 Dolor en el día 1 (evaluado entre 18 y 29 horas después del ejercicio)

Revisión: Estiramiento para la prevención o la reducción del dolor muscular posterior al ejercicio
 Comparación: 01 Estiramiento antes del ejercicio
 Resultado: 02 Dolor en el día 1 (evaluado entre 18 y 29 horas después del ejercicio)



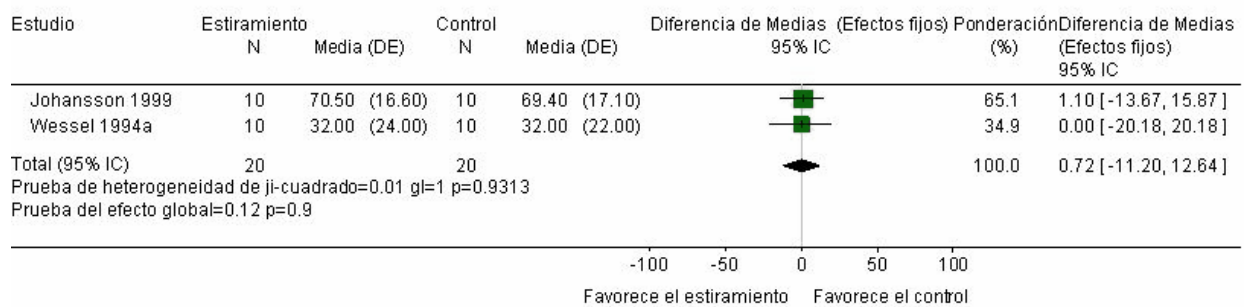
01.03 Dolor en el día 1,5 (evaluado entre 30 y 41 horas después del ejercicio)

Revisión: Estiramiento para la prevención o la reducción del dolor muscular posterior al ejercicio
 Comparación: 01 Estiramiento antes del ejercicio
 Resultado: 03 Dolor en el día 1,5 (evaluado entre 30 y 41 horas después del ejercicio)



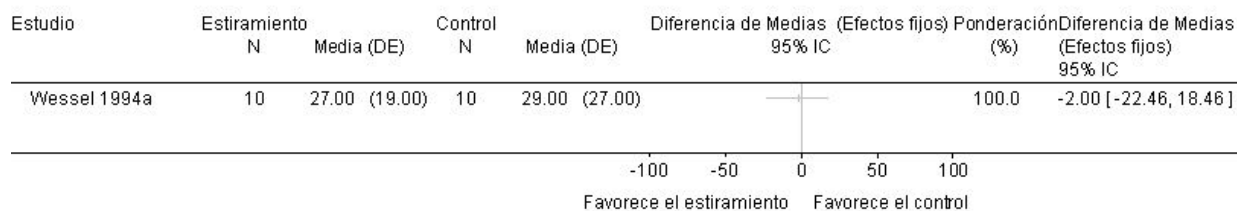
01.04 Dolor en el día 2 (evaluado entre 42 y 53 horas después del ejercicio)

Revisión: Estiramiento para la prevención o la reducción del dolor muscular posterior al ejercicio
 Comparación: 01 Estiramiento antes del ejercicio
 Resultado: 04 Dolor en el día 2 (evaluado entre 42 y 53 horas después del ejercicio)



01.05 Dolor en el día 2,5 (evaluado entre 54 y 65 horas después del ejercicio)

Revisión: Estiramiento para la prevención o la reducción del dolor muscular posterior al ejercicio
 Comparación: 01 Estiramiento antes del ejercicio
 Resultado: 05 Dolor en el día 2,5 (evaluado entre 54 y 65 horas después del ejercicio)



01.06 Dolor en el día 3 (evaluado entre 66 y 77 horas después del ejercicio)

Revisión: Estiramiento para la prevención o la reducción del dolor muscular posterior al ejercicio
 Comparación: 01 Estiramiento antes del ejercicio
 Resultado: 06 Dolor en el día 3 (evaluado entre 66 y 77 horas después del ejercicio)

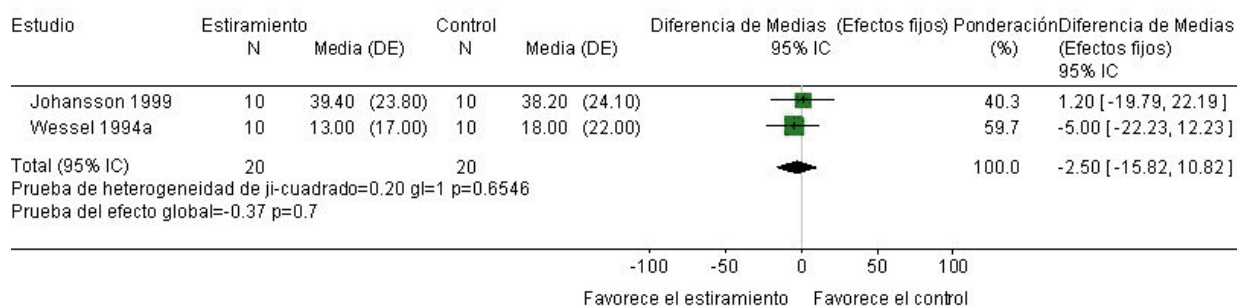
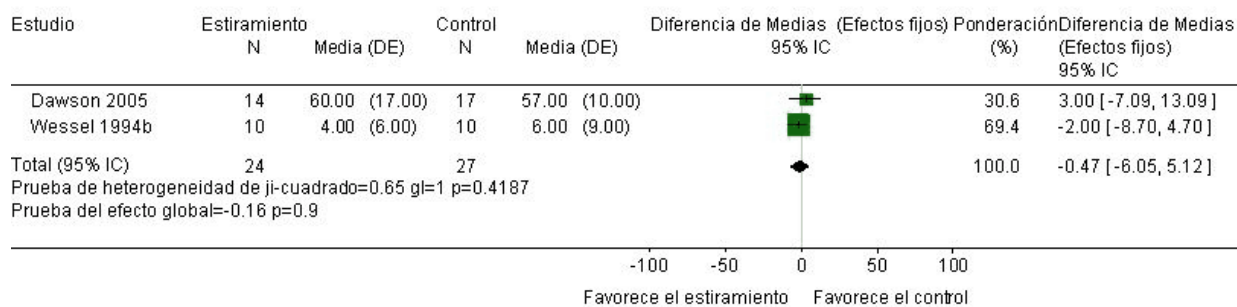


Fig. 02 Estiramiento después del ejercicio

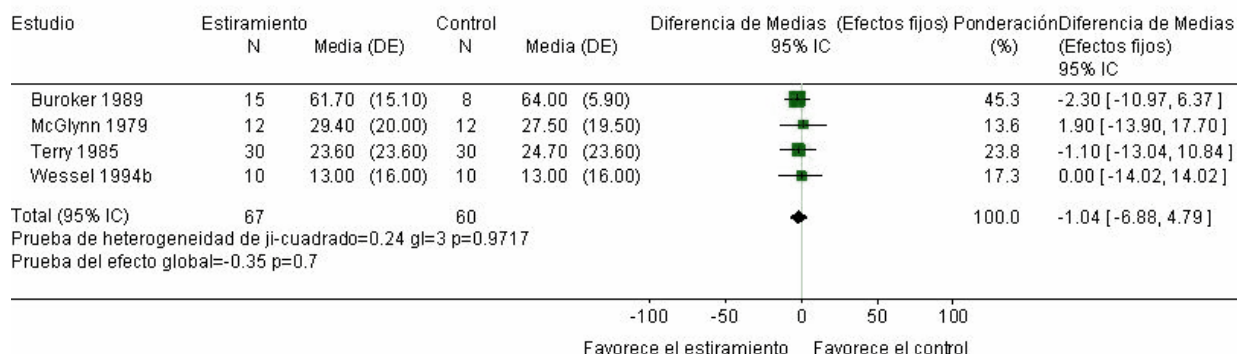
02.01 Dolor en el día 0,5 (evaluado entre 6 y 17 horas después del ejercicio)

Revisión: Estiramiento para la prevención o la reducción del dolor muscular posterior al ejercicio
 Comparación: 02 Estiramiento después del ejercicio
 Resultado: 01 Dolor en el día 0,5 (evaluado entre 6 y 17 horas después del ejercicio)



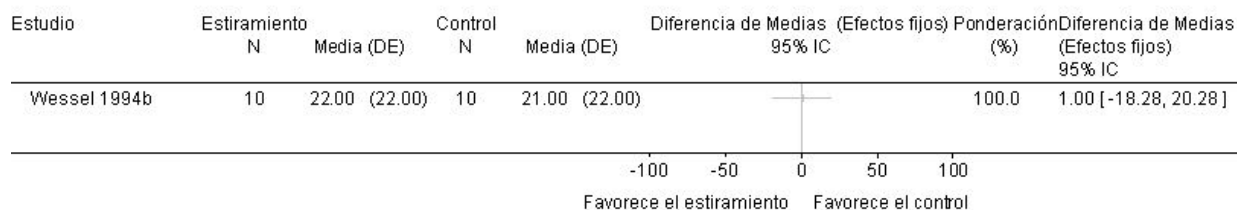
02.02 Dolor en el día 1 (evaluado entre 18 y 29 horas después del ejercicio)

Revisión: Estiramiento para la prevención o la reducción del dolor muscular posterior al ejercicio
 Comparación: 02 Estiramiento después del ejercicio
 Resultado: 02 Dolor en el día 1 (evaluado entre 18 y 29 horas después del ejercicio)



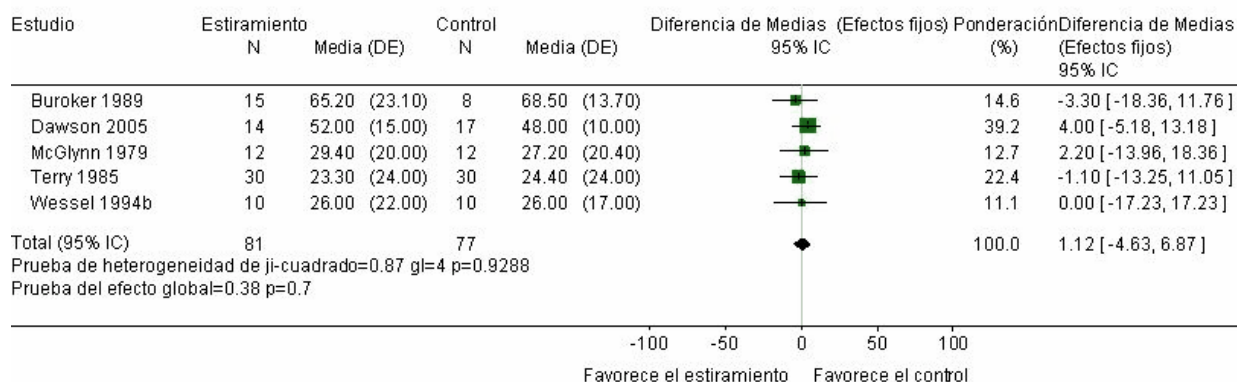
02.03 Dolor en el día 1,5 (evaluado entre 30 y 41 horas después del ejercicio)

Revisión: Estiramiento para la prevención o la reducción del dolor muscular posterior al ejercicio
 Comparación: 02 Estiramiento después del ejercicio
 Resultado: 03 Dolor en el día 1,5 (evaluado entre 30 y 41 horas después del ejercicio)



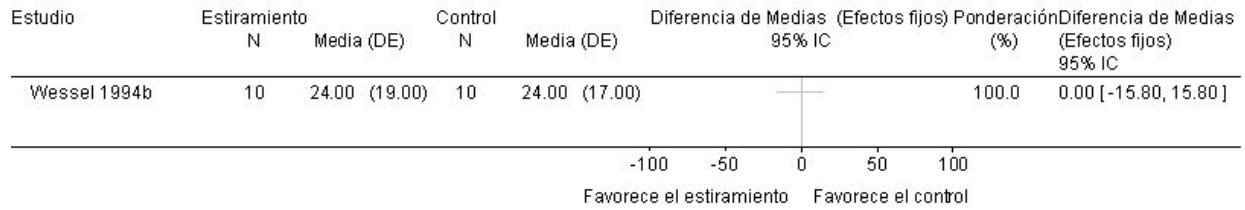
02.04 Dolor en el día 2 (evaluado entre 42 y 53 horas después del ejercicio)

Revisión: Estiramiento para la prevención o la reducción del dolor muscular posterior al ejercicio
 Comparación: 02 Estiramiento después del ejercicio
 Resultado: 04 Dolor en el día 2 (evaluado entre 42 y 53 horas después del ejercicio)



02.05 Dolor en el día 2,5 (evaluado entre 54 y 65 horas después del ejercicio)

Revisión: Estiramiento para la prevención o la reducción del dolor muscular posterior al ejercicio
 Comparación: 02 Estiramiento después del ejercicio
 Resultado: 05 Dolor en el día 2,5 (evaluado entre 54 y 65 horas después del ejercicio)



02.06 Dolor en el día 3 (evaluado entre 66 y 77 horas después del ejercicio)

Revisión: Estiramiento para la prevención o la reducción del dolor muscular posterior al ejercicio
 Comparación: 02 Estiramiento después del ejercicio
 Resultado: 06 Dolor en el día 3 (evaluado entre 66 y 77 horas después del ejercicio)

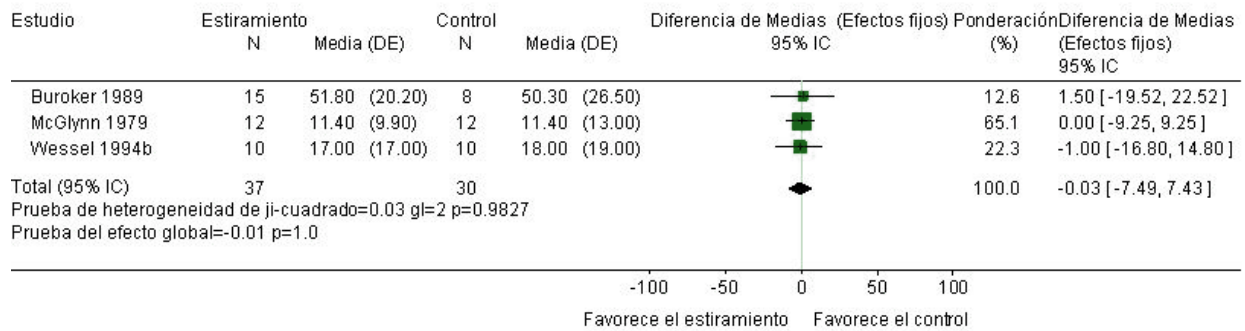
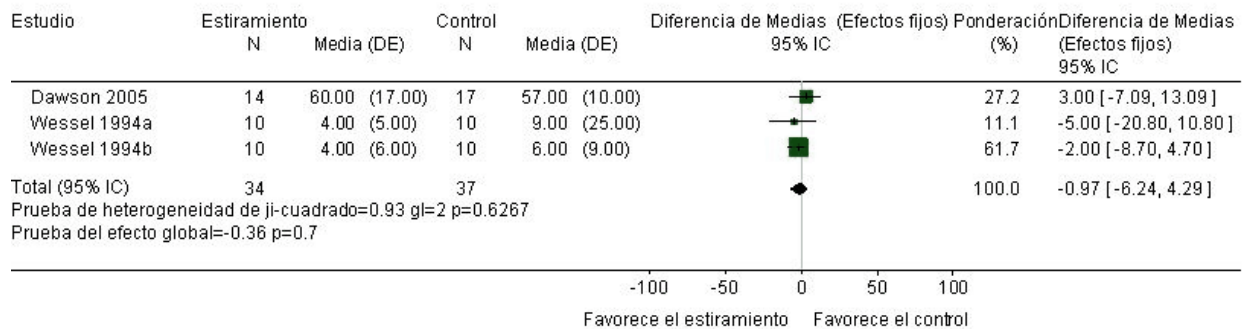


Fig. 03 Estiramiento antes o después del ejercicio

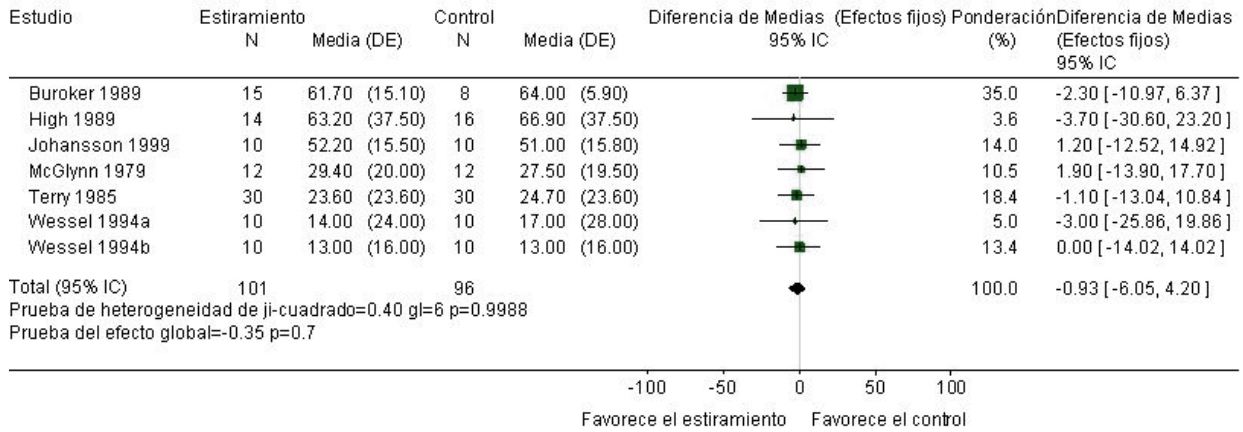
03.01 Dolor en el día 0,5 (evaluado entre 6 y 17 horas después del ejercicio)

Revisión: Estiramiento para la prevención o la reducción del dolor muscular posterior al ejercicio
 Comparación: 03 Estiramiento o antes o después del ejercicio
 Resultado: 01 Dolor en el día 0,5 (evaluado entre 6 y 17 horas después del ejercicio)



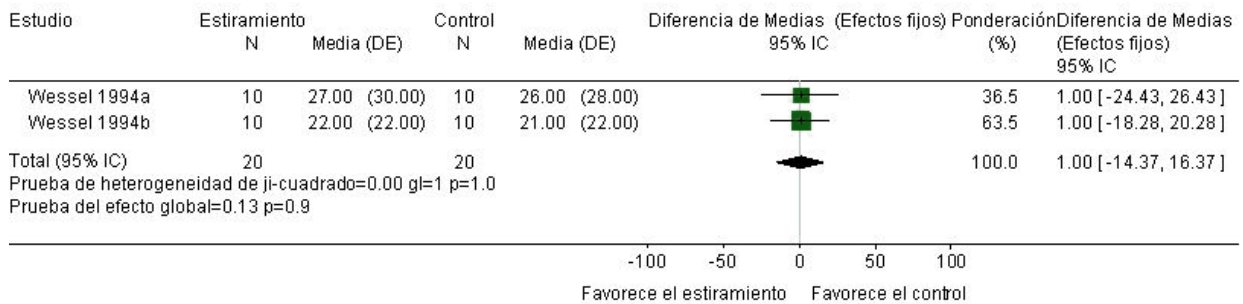
03.02 Dolor en el día 1 (evaluado entre 18 y 29 horas después del ejercicio)

Revisión: Estiramiento para la prevención o la reducción del dolor muscular posterior al ejercicio
 Comparación: 03 Estiramiento o antes o después del ejercicio
 Resultado: 02 Dolor en el día 1 (evaluado entre 18 y 29 horas después del ejercicio)



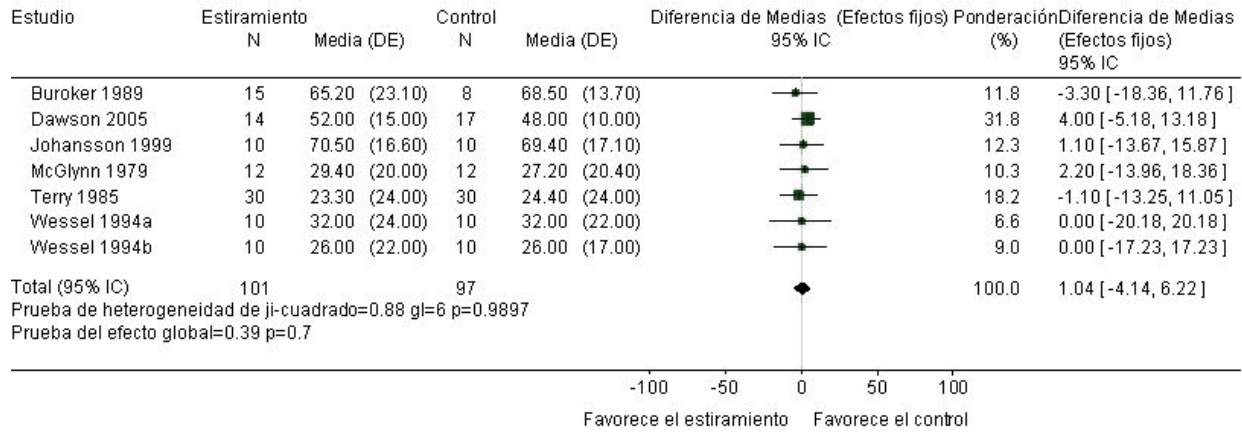
03.03 Dolor en el día 1,5 (evaluado entre 30 y 41 horas después del ejercicio)

Revisión: Estiramiento para la prevención o la reducción del dolor muscular posterior al ejercicio
 Comparación: 03 Estiramiento o antes o después del ejercicio
 Resultado: 03 Dolor en el día 1,5 (evaluado entre 30 y 41 horas después del ejercicio)



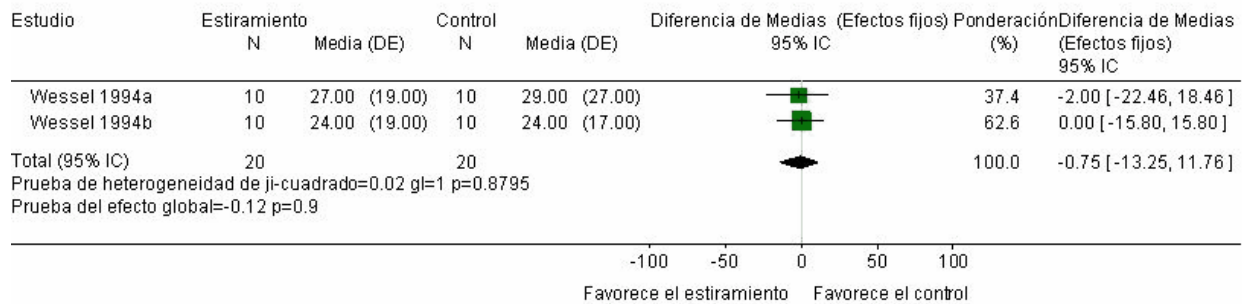
03.04 Dolor en el día 2 (evaluado entre 42 y 53 horas después del ejercicio)

Revisión: Estiramiento para la prevención o la reducción del dolor muscular posterior al ejercicio
 Comparación: 03 Estiramiento o antes o después del ejercicio
 Resultado: 04 Dolor en el día 2 (evaluado entre 42 y 53 horas después del ejercicio)



03.05 Dolor en el día 2,5 (evaluado entre 54 y 65 horas después del ejercicio)

Revisión: Estiramiento para la prevención o la reducción del dolor muscular posterior al ejercicio
 Comparación: 03 Estiramiento o antes o después del ejercicio
 Resultado: 05 Dolor en el día 2,5 (evaluado entre 54 y 65 horas después del ejercicio)



03.06 Dolor en el día 3 (evaluado entre 66 y 77 horas después del ejercicio)

Revisión: Estiramiento para la prevención o la reducción del dolor muscular posterior al ejercicio
 Comparación: 03 Estiramiento o antes o después del ejercicio
 Resultado: 06 Dolor en el día 3 (evaluado entre 66 y 77 horas después del ejercicio)

