

Tratamiento fisioterápico tras artroplastia total de hombro. Reeducación muscular guiada por electromiografía de superficie (Biofeedback)

Estela Martín Montoliú

Universidad Complutense de Madrid. Escuela de Enfermería, Fisioterapia y Podología.
Ciudad Universitaria, s/n 28040 Madrid
estelafisioterapeuta@hotmail.com

Tutoras

María de los Angeles Atín Arratibel
Raquel Valero Alcaide

Departamento de Medicina Física y Rehabilitación. Universidad Complutense de Madrid. Escuela de
Enfermería, Fisioterapia y Podología. Ciudad Universitaria, s/n 28040 Madrid
matin@enf.ucm.es
rvalero@med.ucm.es

Resumen: Intentamos evaluar mediante ensayo clínico aleatorizado y controlado la efectividad del tratamiento fisioterápico propuesto, teniendo en cuenta el tipo de prótesis humeral implantada, la técnica quirúrgica utilizada, y el estado de reparación de los tejidos blandos. Valoraremos los beneficios del EMG de superficie biofeedback en la recuperación funcional y sobre la incorporación a las Actividades de la Vida Diaria de los pacientes sometidos a prótesis total de hombro.

Palabras clave: Hombros-Prótesis-Fisioterapia. Músculos-Fisioterapia. Artroplastia-Fisioterapia

Abstract: We try to assess by means of a controlled and randomized clinical test, the effectiveness of the physiotherapy program, suggested according the type of total prosthesis implanted, surgical technique or soft tissue repair conditions, as well as assess the benefits of surface EMG and biofeedback treatment, over functional recovery and over Daily Life Activities of total shoulder replaced patients.

Keywords: Total shoulder prosthesis. Physiotherapy. Muscular training. Surface EMG biofeedback.

ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA

La artroplastia de hombro constituye una opción de tratamiento quirúrgico para una variedad de alteraciones de la articulación glenohumeral. El dolor intenso de hombro y en muchos casos la impotencia funcional invalidante asociada a la destrucción de las superficies glenohumorales ha planeado soluciones terapéuticas poco satisfactorias durante mucho tiempo como la artrodesis o la resección de la cabeza humeral. Con el paso de los años se han diseñado distintos tipos de prótesis que han modificado el porvenir de los pacientes afectados. Aún hoy, la implantación de una prótesis de hombro es una intervención quirúrgica restringida, cuyas indicaciones se plantean con gran prudencia⁽¹⁾.

Incidencia y prevalencia

Según el (CMBD) Conjunto Mínimo Básico de Datos del Ministerio de Sanidad y Consumo ⁽²⁾ de 1999 el Número total de personas intervenidas de artroplastia parcial o total fue de 1.206. Durante los años 1995 a 1997 ha habido un aumento progresivo de pacientes intervenidos de artroplastia total o parcial de hombro en España (pasando de 231 a 316 a 371). Este aumento en el número de procedimientos puede estar relacionado con el incremento en el porcentaje de población de edad avanzada y a la tendencia demográfica del envejecimiento en la población española.

En **prevalencia**, los diagnósticos que indicaron mayor número de sustituciones fueron los siguientes: artritis reumatoide, osteoartritis, fractura humeral, osteonecrosis y fractura escapular. 2/3 partes han sido mujeres, tal vez debido a la longevidad y a que el índice de afectación por enfermedades que indican la sustitución de hombro es muy superior al de los hombres. Sin embargo durante los 4 años estudiados en la población menor de 45 años, se observa un mayor número de casos en varones. Esta superioridad también se registra en términos relativos en el periodo comprendido entre 45 y 59 años. La explicación puede ser la intensa demanda articular que sufre el varón en este grupo de edad. En los grupos de población mayores de 45 años en valores absolutos predomina la sustitución en mujeres. Los diagnósticos de osteoartritis y fracturas son los más numerosos. Similares hallazgos de frecuencia se han encontrado en otros estudios próximos al mundo occidental⁽²⁾.

Según la revisión realizada por nosotros en el CMBD estatal del año 2005 y tomando como dato el GRD 219 correspondiente a Proc. Extr inf y húmero excluyendo cadera pié fémur edad >17 años sin complicaciones nos encontramos con 24.072 intervenciones, con una estancia media de 6,95 días.

En general las indicaciones de sustitución protésica total pueden concretarse en tres grupos diagnósticos principales: artrosis, artritis reumatoide y lesión traumática (fractura, fractura luxación). Otras indicaciones comunes incluirían los fracasos en cirugía reconstructiva, artropatía del manguito rotador y la osteonecrosis. Con menor

frecuencia la artritis séptica antigua, necrosis posradiación, hemofilias, otras enfermedades reumáticas, etc.^(3,4). En todo caso, además de la patología subyacente, el estado óseo humeral y glenoidal (fractura, osteoporosis, reabsorción del hueso subcondral), la integridad y función de las estructuras blandas periarticulares y en concreto de la musculatura del hombro, junto a la edad del paciente condicionarán, entre otros factores, la elección de la prótesis, la técnica quirúrgica y los resultados de la cirugía.

La primera artroplastia de hombro fue realizada en 1893 por Pean^(1,21). Posteriormente se realizaron artroplastias por interposición al igual que en la cadera; pero el desarrollo real de la prótesis de hombro se inició con Jean Judet en 1947 y después sobretudo con Neer^(10,11), que en 1951 crea la primera prótesis humeral simple de meta, que fue modificada en 1973 al agregarle una pieza glenoidea.

Actualmente se utilizan diferentes tipos de prótesis cuyo objetivo es el de garantizar la máxima estabilidad y movilidad de la articulación glenohumeral protésica. Así, disponemos de prótesis humerales simples, en las que el componente humeral se ha diseñado reproduciendo la superficie normal de la cabeza humeral, acoplándose a una glenoide estructuralmente conservada, en ellas la estabilidad y movilidad de la articulación protésica está condicionada por el estado de los componentes blandos periarticulares. Las prótesis totales constan de dos componentes humeral y glenoideo pudiendo agruparse en dos tipos semirrestringidas y restringidas⁽¹⁾. Las primeras también llamadas de recubrimiento o anatómicas, asemejan en su diseño a las superficies articulares normales, ofrecen gran movilidad y una menor estabilidad; pero precisan para su buen funcionamiento, como en el caso de las simples, estructuras cápsuloligamentarias y músculotendinosas intactas o reparadas. En este tipo de prótesis es esencial el estado del manguito de los rotadores⁽⁵⁾.

En caso de rotura total e irreparable del manguito de los rotadores, la elección se orienta hacia prótesis restringidas^(12,13), tipo invertidas, en las que el implante glenoideo esférico se articula con un implante humeral cóncavo, que ofrece una buena estabilidad pero una movilidad más limitada. En esta modalidad el centrado de la cabeza humeral es realizado por la prótesis y la elevación del miembro superior por el músculo deltoides. No producen, por tanto, excesiva tensión en partes blandas pero aumentan las presiones sobre los anclajes óseos en mayor medida que las de recubrimiento^(1,13).

El buen resultado de sustitución articular depende de varios factores, selección del paciente, técnica quirúrgica idónea, prevención de las complicaciones⁽³⁾ y un programa de rehabilitación individualizado e intensivo, en el que la colaboración del paciente resulta fundamental. Los beneficios de esta cirugía se valoran sobre su repercusión sobre el dolor, la movilidad articular y la capacidad para realizar actividades de la vida diaria^(1,2).

Es difícil comparar los resultados del tratamiento en distintos trabajos. En muchas ocasiones se mezclan en los estudios distintas patologías con distintos grados de afectación, distintos modelos de prótesis y distintos criterios de evaluación. Sin embargo, se puede considerar que se obtiene una remisión del dolor en un 90% de los pacientes^(4,11,23), aunque los datos se muestran más variables en cuanto a una mejoría en la movilidad articular mostrándose ésta más relacionada con la patología subyacente⁽⁶⁾. Así parecen lograrse mejores resultados en la artrosis y en la artritis reumatoide que en aquellos con indicación traumatológica^(14,1). En todo caso los resultados son referidos habitualmente en grados de amplitud articular, sin considerar los requerimientos funcionales de los movimientos de las extremidad superior sobre las actividades de la vida diaria^(15,16).

Aunque el tratamiento fisioterápico se ha demostrado esencial en la recuperación funcional del hombro tras artroplastia son limitadas las descripciones disponibles de los programas utilizados y en muchos casos resultan incluso poco justificadas^(7,20).

Revisión del tema

En general estos programas proponen ejercicios que se inician con movilidad pasiva para progresivamente incorporar el movimiento activo, y posteriormente ejercicios de estiramiento y reforzamiento^(7,8,9). Su objetivo es equilibrar la necesidad de mantener o lograr movilidad con la necesidad de permitir la adecuada curación de tejidos blandos; evitando por un lado la posible rigidez secundaria a la deficiente movilización y por otro las complicaciones de sobreesfuerzo sobre la estabilidad y la función asociadas a la alteración en la reparación de los tejidos⁽⁷⁾.

Un punto de controversia actual se refiere al momento en que se debe iniciar el tratamiento fisioterápico. Aunque la mayoría de los protocolos reflejados en la literatura médica comienzan el tratamiento a las 24-48 horas tras la cirugía^(7,18,19), otros autores refieren mejores resultados cuando el programa de fisioterapia difiere su inicio hasta pasadas 3 o 4 semanas desde la cirugía⁽¹⁹⁾.

El diseño de los protocolos de terapia, se basa en general, en el establecimiento de objetivos por fases - tiempo. Más recientemente se han publicado protocolos de fisioterapia cuyo diseño tiene en cuenta tanto la técnica quirúrgica, como el proceso de reparación normal de los tejidos biológicos (CLINICA CEMTRO)⁽⁷⁾. Estas observaciones permiten la programación de ejercicios de fisioterapia adaptados individualmente y que no interfieran negativamente en el proceso de cicatrización de los tejidos⁽²²⁾.

Además, cada día se destaca más el lugar preponderante de la reeducación neuromotriz entre las técnicas de tratamiento fisioterápico. En ellas la participación activa del paciente en el proceso es fundamental⁽³⁾. El logro de un centrado activo de la cabeza humeral y la recuperación del ritmo escapulo-humeral partiendo de una

posición escapular correcta se presentan como objetivos prioritarios⁽²²⁾. Un comportamiento motor que no tenga en cuenta estos principios generará desequilibrios tónicos, sobrecargas musculares, y tensiones en los anclajes protésicos que repercutirán negativamente en la función del hombro protésico y quizás en la supervivencia de la prótesis⁽²²⁾.

Distintos trabajos han abordado el papel de la electromiografía – biofeedback (EMG- BFB) como técnica de tratamiento complementario en las patologías que afectan al complejo articular del hombro. Se ha sugerido un efecto adicional cuando se utiliza con fisioterapia estándar en la recuperación del rango de amplitud de movimiento en el hombro hemipléjico⁽²⁴⁾. También se utiliza frecuentemente en los programas de rehabilitación para ayudar a los pacientes con dolor músculo-esquelético crónico en los que el dolor inhibe el movimiento y como técnica efectiva de estiramiento favoreciendo la relajación de la tensión muscular y el alivio de contracturas defensivas⁽²⁵⁾. Tras la revisión exhaustiva de la literatura científica no hay en el momento actual, al menos no consta en nuestro conocimiento, ninguna referencia sobre la utilidad de la técnica electromiográfica en el tratamiento fisioterápico tras artroplastia de hombro.

El biofeedback puede mostrarse útil para monitorizar la activación de músculos específicos y alertar al paciente sobre el sobreuso o la tensión excesiva en el curso de la reeducación que pueden llevar al desarrollo de dolor y limitación funcional. Facilita a su vez, que el paciente adquiera habilidades para sentir la tensión muscular e incorporar la relajación de grupos musculares no deseados en el desarrollo del movimiento⁽²⁶⁾. El biofeedback debería considerarse como una herramienta de aprendizaje útil para facilitar la readaptación progresiva del paciente a las actividades de la vida diaria propiciando programas cinéticos correctos y habilidades que permitan la inhibición de tensiones inapropiadas o excesivas durante las tareas rutinarias^(26,27).

Consultada la literatura y basándonos en las consideraciones previas señaladas, con este trabajo se pretende establecer un protocolo de intervención fisioterápica en las artroplastias totales de hombro teniendo en cuenta el tipo de prótesis utilizada, la técnica quirúrgica empleada y el estado de reparación de los tejidos blandos; y evaluar el beneficio complementario que la EMG – biofeedback aporta en la reeducación muscular de los pacientes sometidos a tratamiento fisioterápico y su readaptación a las actividades de la vida diaria.

HIPÓTESIS

La utilización de la fisioterapia estándar unida a los beneficios del EMG de superficie – biofeedback es más eficaz en la reeducación muscular, frente a otros tratamientos estándar de fisioterapia.

OBJETIVOS CONCRETOS

Objetivo general

Evaluar la efectividad del tratamiento fisioterápico propuesto y valorar los beneficios que aportan el control EMG - biofeedback, sobre la recuperación funcional y la calidad de vida del paciente.

Objetivo específico

Estudiar las repercusiones del tratamiento de fisioterapia sobre:

- Dolor (EVA).
- Balance articular (Goniometría⁽²⁸⁾).
- Balance Muscular (Daniels⁽²⁸⁾).
- Test de Constant⁽¹⁾.
- Simple Shoulder Test⁽¹⁵⁾ medida de los resultados funcionales de la prótesis de hombro.
- Capacidad funcional del miembro superior en AVD.
- Calidad de vida. Quality of Life Scale, QLS.

PLAN DE TRABAJO Y METODOLOGÍA

Metodología

Población de estudio: Son todos los pacientes intervenidos de artroplastia total.

Sujeto de estudio: Son los pacientes intervenidos de prótesis total de hombro derivados al servicio de Rehabilitación del Instituto Provincial de Rehabilitación y que cumplen los criterios para ser elegidos.

Diseño: Ensayo clínico y aleatorizado, controlado y simple ciego.

Tipo de investigación: Estudio experimental.

Variables: Se organizarán dos grupos: Artroplastia total + tratamiento estándar= grupo I y otro Artroplastia total + tratamiento guiado con EMG-de superficie – biofeedback = grupo II.

Tamaño de la muestra – Inclusión de los pacientes

Se incluirán en la muestra todos los pacientes que cumplan los criterios de inclusión durante el reclutamiento que se estima en tres años.

- **Criterios de inclusión**

- Cirugía de artroplastia total de hombro tipo Global.
- Cirugía de artroplastia total de hombro tipo Invertida.

- **Criterios de exclusión**

- Pacientes con parálisis posquirúrgica del nervio circunflejo.
- Pacientes con infección post quirúrgica.
- Pacientes cuyo estado general desaconseje la fisioterapia precoz posquirúrgica.
- Los que presenten patologías asociadas como la diabetes.
- Alteraciones cognitivas que impidan el cumplimiento de ordenes como demencias.
- Falta de motivación y colaboración por parte del enfermo.
- Pacientes portadores de marcapasos o dispositivos que puedan verse alterados por el uso de aparatos electrónicos.
- Pacientes que durante el tratamiento presenten cualquier proceso patológico que desaconseje o interrumpa su continuidad.
- Pacientes cuya amplitud articular y fuerza no haya sido evaluada en el preoperatorio.

Predeterminación del tamaño muestral

Se trata de encontrar una diferencia mínima relevante, prefijada entre dos medias que proviene de dos distribuciones. Se extraen dos muestras aleatorias y se calculan los valores de las medias x_1 y x_2 donde se encuentra la característica en estudio. La diferencia d esperada entre x_1 y x_2 deberá ser relevante y ajustada a expectativas razonables.

Las consideraciones relativas a la naturaleza de los riesgos alfa y beta y el porcentaje estimado de pérdidas se encuentran en la opción comparación de dos proporciones utilizando una sola muestra.

Para la predeterminación del tamaño muestral hemos tomado la variable principal que es el resultado medido en la Escala de Constant. Asumimos que el resultado en los pacientes incluidos en el grupo experimental obtendría una puntuación media de 90 puntos en la Escala de Constant y que los pacientes del grupo control obtendrían una puntuación de 60. Asumiendo que ambos grupos tendrían una desviación típica de 30 y para un riesgo de alfa 0,05 bilateral beta= 0,20 tamaño muestral mínimo necesario es de 17 pacientes por cada comparación entre pares.

Para asegurar un resultado, bajo las condiciones anteriores y para 2 grupos en estudio el tamaño muestral total que vamos a estudiar será de 34 pacientes.

El grupo al que se asigna a cada paciente se realizará mediante una tabla de números aleatorios.

Variables

- Variables dependientes
 - Variables clínicas y de coste.
- Variables dependientes
 - Dolor.
 - Amplitud articular.
 - Fuerza Muscular.
 - Capacidad funcional para AVD.
 - Calidad de vida.
- Variables independientes
 - Tipo de tratamiento.
- **Variables de control:** sociodemográficas y de pronóstico.
 - Edad.
 - Sexo.
 - Etiología.

Recogida y análisis de los datos

La recogida de datos se realizará en consultas sucesivas:

- En el preoperatorio: dolor, test de Constant, movilidad articular, capacidad funcional en AVD.
- En el postoperatorio, inicialmente antes de la aleatorización, durante la valoración del cumplimiento de los criterios de inclusión: dolor.
- En el alta clínica tras finalizar el tratamiento: dolor, test de Constant, movilidad articular, capacidad funcional de AVD.
- A los 6 meses y al año del alta médica: dolor, test de Constant, movilidad articular, capacidad funcional de AVD, calidad de vida.
- Los datos de exploración clínica y los resultados de las pruebas objetivas se recogerán en un cuestionario protocolizado, se introducirán en una base de datos (Microsoft Access) para su posterior tratamiento estadístico mediante el programa SPSS.
- Se realizará una valoración previa del paciente, abriendo una historia de fisioterapia donde se incluirán los resultados del Test post operatorio de

Constant⁽¹⁾ medida articular con el goniómetro(28)medidas de valoración muscular ⁽²⁸⁾ test analógico visual y test de Andersen para el dolor.

Análisis de los datos

Para el análisis de datos se contará con la ayuda del Departamento de Apoyo a la Investigación de la UCM.

Se realizará un análisis descriptivo de las condiciones basales de las variables control: desviación estándar y media en las variables cuantitativas y proporciones en las variables cualitativas, para valorar los cambios. Utilizaremos pruebas de contraste de hipótesis para analizar la comparabilidad inicial de los grupos después de realizar la asignación aleatoria. El análisis descriptivo lo complementaremos con un análisis de contraste de hipótesis sobre los cambios aparecidos a lo largo del seguimiento. En el caso de las variables cuantitativas utilizaremos el test de Student, y el test de Mc Nemar para las cualitativas. Realizaremos un análisis bivalente comparativo intergrupos de las variables consideradas de resultado. Utilizaremos también test de contraste de hipótesis tipo XI cuadrado. La estrategia de análisis seleccionada será por intención de tratar.

Dificultades y limitaciones del estudio

La imposibilidad de un estudio a doble ciego, que nos daría un nivel óptimo de Evidencia Científica Grado I. La naturaleza del control electromiográfico voluntario lo imposibilita. Al ser evidente para el paciente el tipo de intervención que se va a realizar se propone un estudio a simple ciego, es decir que el profesional que evalúa el resultado de la intervención sobre los pacientes, no conoce el grupo experimental/control al que fue asignado el paciente.

Procedimiento previo al reclutamiento de pacientes

Antes de asignar a un paciente en un grupo de estudio se realizarán las siguientes actividades:

- Valoración de los criterios de selección: Los criterios de inclusión y los de exclusión serán valorados por personal especializado en todos los pacientes intervenidos de artroplastia total de hombro.
- Todos los pacientes que puedan ser incluidos en el estudio serán informados sobre los objetivos del estudio. Se les entregará una hoja de información y de consentimiento informado. Además, se les confirmará la confidencialidad de sus datos de acuerdo a la Ley orgánica 15/99 del 13 de Diciembre de Protección de datos de carácter personal (LOPD).

- Evaluación inicial: Incluirá la valoración clínica del paciente y las exploraciones complementarias que el médico considere necesarias para valorar el estado de salud del paciente y la pertinencia y prescripción del tratamiento propuesto. Se recogerán los datos correspondientes a las variables de estudio.
- Asignación del paciente al grupo de intervención: Los pacientes seleccionados serán asignados de forma aleatoria a uno de los dos grupos de tratamiento.
- El profesional que realiza la asignación a los grupos y que mide las variables de estudio, será diferente al que realice la intervención fisioterápica. La asignación aleatoria será ciega para el evaluador pero no así para el paciente.

INSTALACIONES, INSTRUMENTACIÓN Y TÉCNICAS DISPONIBLES PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO

Instalaciones y técnicas de tratamiento

- El desarrollo del ensayo clínico se realizará en instalaciones del IPR.
- Los pacientes serán incluidos en el grupo de tratamiento estándar o en el tto guiado con EMG- biofeedback (26).
- Grupo 1. Artroplastia total+ tto estándar.
- Grupo 2. Artroplastia total+ tto con EMG de superficie biofeedback.
- El cronograma de intervención comenzará con una intervención fisioterápica precoz y progresará teniendo en cuenta el tipo de prótesis y respetando la técnica quirúrgica utilizada y los tiempos de reparación de tejidos blandos.

Instrumentos

- Test de Constant.
- Goniómetro. Valoración amplitudes articulares.
- Test de American Shoulder and Elbow Surgeons Assessment (ASES).
- Dinamómetro. Valoración fuerza muscular.
- Electromiógrafo, y electrodos de superficie, (Myomed 932, de dos canales) para controlar la activación muscular ⁽²⁶⁾.
- Cuestionarios estandarizados, para la valoración de AVD, Test de Barthel.
- Escala analógica del dolor (EVA). Test de ANDERSEN.
- Valoración de Calidad de Vida (Quality of Life Scale, Q.L.S.).
- Formulario Consentimiento Informado y Ley de Protección de Datos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Breton G, Guillemont JD, Bally D, Sevestre. Actualidades sobre la rehabilitación en las prótesis de hombro. Enciclopedia Médico Quirúrgica: E- 26-210- A- 12.

2. Conde JL, Castellote JM, Amate JM. Artroplastia Glenohumeral. Madrid: Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias; 2000. (Informe Técnico Interno).
3. Sabater Querol MT Artroplastia de hombro: una buena opción terapéutica. Med Reh. 2002; 15(1).
4. Ballesteros Masso R, Arroyo Salcedo G. Prótesis de ombro: revisión de conceptos Rev. Ortop. Traum. 1994;38 IB 234-243.
5. Craig EV Master en Cirugía Ortopédica.
6. Broardman ND. J Arthropl. 2001; 16(4).
7. Ordoñez López P, Sánchez JL. Fisioterapia en las prótesis de hombro Fisioterapia 2006; 28(1):7-16.
8. Maybach A, Shlegel TF Shoulder rehabilitation for the arthritic glenohumeral joint: preoperative and post operative considerations. Semin Arthroplasty. 1995; 6:279.
9. Brown DD, Friedman RJ. Postoperative rehabilitation following total shoulder arthroplasty. Orthop.Clin North Am. 1998; 29:535.
10. Neer CS, Brown TH, Mc Laughlin HL Fracture of the neck of the humerus with dislocation of the head fragment. Am J Surg. 1953; 85:252-258.
11. Neer CS, Watson KC, Stanton FJ. Recent experience in total shoulder replacement. J Bone Joint Surg. 1982; 64 A(3):319-337.
12. Baulot E, Grammont PM Grammont prosthesis in humeral head osteonecrosis indications-results . Acta Orthop. Belg. 1999; 65(Suppl 1):109-15.
13. Torrens C, Mora de Puy JM. Prótesis Invertida de hombro delta CTA. Nº Catálogo: 9072 78 032. Año 2002.
14. Rodríguez Piñeiro Duran M, Bringas Grande Rehabilitación y valoración funcional de la artroplastia de hombro. Rehabilitación (Madrid) 2000;34(2):153-158.
15. M. Medina Sanchez, J. Barrio Bernardo Rúa. Rehabilitación de las artroplastias de hombro. Rehabilitación (Madrid). 1997; 31:189-195.
16. Magermans DJ. Clin biomech. 2005; 20:591-599.
17. Hopkins HL, Smith HD. Terapia ocupacional. 8ª ed. Madrid: Panamericana; 2001.

18. Donatelli R. Fisioterapia de hombro. Barcelona: Jims; 1993.
19. Ferrer JM. Prótesis en fracturas de Húmero. En: II Simposium Internacional de Traumatología y Ortopedia Clínica CEMTRO. Madrid; 2003. p.20-2.
20. Turro M, Molins D. Artroplastia del hombro. Tratamiento fisioterápico. En: Lesiones traumáticas y degenerativas del miembro superior. Madrid: Escuela Universitaria de Fisioterapia de la ONCE; 1998. p. 15-8.
21. Lugli T. Artificial shoulder joint by pean (1893). The facts of an exceptional intervention and the prosthetic method. Clin Orthop 1978; 133:215-218.
22. Kapandji IA. Cuadernos de fisiología articular. Miembro superior. Madrid: Panamericana; 1997.
23. Ianotti JP Influence of preoperative factors on outcome of shoulder arthroplasty for glenohumeral osteoarthritis. J Bone Jt Surg. 2003:251-258.
24. Woodford H, Price C. Electromyography biofeed back. 2007 apr; 18(2):CD004585.
25. Neblett AR. Clinical Guide to surface EMG. App Psc and Biofeedback 2003; 28:2.
26. Gunnar Palmerud. J Electromyogr Kinesiol. 1998; 8:185-193.
27. Rittenhouse M. Consequences for rehabilitation robotics and biofeedback. J Biomech. 2006; 39.
28. Daniels L, Worthingham C, Pruebas funcionales musculares. Madrid: Interamericana McGraw-Hill; 1991.

Recibido: 19 septiembre 2009.
Aceptado: 11 febrero 2010.