

AMECRA @ONLINE

GACETA ELECTRÓNICA

Asociación Mexicana de Cirugía Reconstructiva, Articular y Artroscopia, A.C.

Edición 8 / Enero 2023



 www.amecra.org.mx



CONSEJO DIRECTIVO 2022 - 2024

Presidente

Dr. Carlos Gustavo Portillo Rinas

Secretario

Dr. Víctor Hugo Aguirre Rodríguez

Tesorera

Dra. Navid Guadalupe Rodríguez Ávila

Comité Científico

Dr. René de la Rosa Figueroa

Comité de Ingresos y Credencialización

Dr. Pablo Fernández Somellera

Comité Difusión

Dr. Luis Antonio Núñez García

Coordinador Redes Sociales y Multimedia

Dr. Jesús Ignacio Cardona Medina

Comité Editorial

Dr. Fernando Hernández Pérez

Representante Internacional

Dr. Antonio Manuel Ortega Basulto

Comité Finanzas

Dr. Raúl Mendoza Medina

Coordinador de Recursos Alta especialidad

Dr. Humberto González Ugalde

Coordinación Trabajos Libres

Dr. Ariel de la Rosa Guerrero

Comité Trabajos Libres

Dr. Jaime Arellano Vázquez

Comité Trabajos Libres

Dr. Francisco Javier Rodríguez Bustos

COORDINACIÓN EDITORIAL GACETA AMECRA ONLINE

Dra. Anell Olivos Meza

Dr. José Félix Vilchez Cavazos

CADERA

Dr. Antonio Porthos Salas Pérez

PEQUEÑAS ARTICULACIONES (PIE Y TOBILLO)

Dr. Francisco Rodríguez Bustos

HOMBRO

Dr. Alberto Guevara Álvarez

RODILLA

Dr. José Clemente Ibarra

DISEÑO Y CREACIÓN

Dr. Antonio Manuel Ortega Basulto

CONTENIDO

Mensaje del Presidente	2
Lineamientos para envío de manuscritos para publicar en gaceta amecra	3
Infografía	7
Tips & Tricks en la Reducción de las luxaciones Acromioclaviculares sin uso de guía Artroscópica	
Artículo internacional	8
Pectoralis major and pectoralis minor transfer for irreparable subscapularis tendon tears	
Caso clínico	16
Ruptura del Pectoral mayor y menor	
Artículo Nacional	26
Clinical Results of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Synthetic Graft versus Autologous Tendons at 12 follow-up months	
Artículo Nacional	34
Implante de meniscos sintéticos de poliuretano adicionados con células troncales mesenquimales en la mejora del efecto condroprotector a 12 meses.	
Congresos Nacionales e Internacionales	41



Asociación Mexicana de Cirugía Reconstructiva Articular
y Artroscopía A.C.

Boulevard Puerta de Hierro, 5150 int 305-A Colonia Plaza Corporativo,
Zapopan, Jalisco. C.P. 45116

Teléfono: (33) 3611-3334

E-Mail: secretaria@amecra.org.mx

amecra.org.mx

MENSAJE DEL PRESIDENTE

Con la llegada de este nuevo 2023, sabemos que viene un año lleno de retos. Por ese compromiso, la Mesa Directiva se encuentra trabajando para poder realizar un gran número de eventos académicos, incluido nuestro congreso anual XXVII CONGRESO INTERNACIONAL AMECRA 2023, del 31° de mayo al 3 de junio en la ciudad de Monterrey, Nuevo León.

Para este evento, se está preparando un programa académico del muy alto nivel, esperando que el atractivo contenido científico sea del agrado de todos y que esté a la altura sus expectativas. Además, no podrá faltar la participación de nuestras Sociedades Hermanas, así como la presencia de prestigiados profesores tanto nacionales como internacionales para interactuar y debatir sobre los avances de nuestra especialidad.

Nuestro compromiso es grande y necesitamos a todos ustedes para lograrlos. Por esto, los invitamos a participar con nosotros en los eventos virtuales que ofreceremos en 2023, así como al XXVII CONGRESO INTERNACIONAL AMECRA 2023. Deseamos que después de tanto tiempo que estuvimos a distancia y virtualidad, que nuestro segundo Congreso presencial después de la pandemia sirva, como un lugar para los reencuentros. Y que ese clima de amistad y proximidad facilite el intercambio de conocimiento y la búsqueda de la excelencia tanto en lo científico como en lo social.

De igual forma, queremos desearles a cada uno de ustedes que el comienzo de este 2023 les traiga felicidad y mucho éxito en todos los ámbitos.

DR. CARLOS GUSTAVO PORTILLO RINAS
PRESIDENTE AMECRA 2022-2024





INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

La Gaceta AMECRA recibe artículos originales y reporte de casos en los que se aporten nuevos avances o conocimientos sobre un tema particular en cirugía reconstructiva articular y artroscopia. La investigación experimental o de observación debe seguir el formato IMRYD (introducción, materiales y métodos, resultados y discusión).

1. ARTICULO ORIGINAL:

Título: El título del manuscrito debe ser claro, preciso y conciso, e incluir toda la información necesaria para determinar el alcance del artículo. Un buen título es el primer punto de acceso al contenido del artículo y facilita su recuperación en las bases de datos y los motores de búsqueda. Los títulos no pueden superar las 15 palabras. Deben evitarse las palabras ambiguas, la jerga y las abreviaturas, así como su separación mediante puntos o su división en partes

Autoría:

Deben incluir nombres completos, afiliación y por orden de participación. Una vez sometida la lista de autores, sólo bajo notificación de todos los autores mediante documento firmado, se podrán anexar o eliminar autores.

Se recomienda que la autoría se base en los siguientes cuatro criterios:

1. Contribuciones sustanciales a la concepción o el diseño del trabajo, o la adquisición, el análisis o la interpretación de los datos del trabajo
2. Redacción del trabajo o la revisión crítica del contenido intelectual importante
3. La aprobación final de la versión para su publicación
4. El acuerdo de asumir la responsabilidad de todos los aspectos del trabajo al comprometerse a que sean investigadas y debidamente resueltas todas las preguntas relacionadas con la exactitud o la integridad de cualquier parte del trabajo

Resumen y palabras clave: El resumen es la segunda aproximación a un artículo y deberá permitir a los lectores determinar su relevancia y decidir si desean leer el texto completo.

Los artículos de investigación original o las revisiones sistemáticas deben ir acompañados

de un resumen estructurado de no más de 250 palabras, divididas en las siguientes secciones:

a) objetivos,

b) métodos, c) resultados y d) conclusiones. En el resumen no se debe incluir información o conclusiones que no aparezcan en el texto principal; debe escribirse en tercera persona y no debe contener notas a pie de página, abreviaturas desconocidas o citas bibliográficas. Se deben incluir 5 palabras clave en orden alfabético que tengan relación objetiva con el manuscrito

Cuerpo del manuscrito: Los artículos de investigación originales y las revisiones sistemáticas se organizan habitualmente según el formato de IMRYD (introducción, materiales y métodos, resultados y discusión).

Si bien puede ser necesario utilizar subapartados a lo largo de todo el cuerpo del trabajo, por lo general no es necesario titular el párrafo que encabeza el cuerpo del trabajo como “Introducción”, dado que habitualmente este título se suele eliminar en el proceso de corrección de estilo. Sin embargo, debe exponerse claramente el objetivo del artículo al final de la introducción.

Los apartados “Resultados y “Discusión” pueden incluir distintos subapartados. En el caso de las “Conclusiones”, apartado que debe incluirse al final del de “Discusión”, estas pueden identificarse mediante un subapartado.

Referencias Bibliográficas: Las citas son esenciales para el manuscrito y deben ser pertinentes y actuales (de preferencia menor a 5 años de publicados). Las citas son útiles para señalar la fuente original de los conceptos, métodos y técnicas a los que se haga referencia y que hayan sido resultado de investigaciones, estudios o experiencias anteriores. También sirven para respaldar los datos y las opiniones expresadas por el autor y proporcionan al lector la información bibliográfica necesaria para consultar las fuentes primarias.

Tablas: En las tablas se presentan información generalmente numérica en una disposición de valores sistemática y ordenada en filas y columnas. La presentación debe ser de fácil comprensión para el lector de modo que **complemente, pero no duplique, la información del texto**. Las tablas deben citarse en el cuerpo del texto, pero anexarse al final del manuscrito en un formato editable (preferentemente, un archivo de Excel) y no como objetos extraídos de otros archivos. Cada tabla debe contener un título breve, pero completo. Los encabezamientos de las columnas también deberán tener la mayor brevedad posible e indicar la unidad de medida o la base relativa (porcentaje, tasa, índice, etc.).

Figuras y gráficos: Las figuras incluyen gráficos, diagramas, dibujos de líneas y fotografías. Se puede recurrir a ellas para poner de relieve tendencias o mostrar comparaciones de forma clara y exacta. Las figuras deberán ser fáciles de comprender y deberán añadir información en lugar de repetir información anterior del texto o las tablas. Las leyendas deben ser breves, sin dejar por ello de ser completas. Las figuras deben referirse en el cuerpo del manuscrito y enviarse por separado en su formato original editable, de acuerdo con las normas de los programas informáticos más comunes (Excel, Power Point, Open Office)

Las abreviaturas de las unidades no se colocan en plural (por ejemplo: “5 km”, no “5 kms”) ni van seguidas de punto (“10 ml”, no “10 ml.”), excepto al final de una oración.

2. REPORTE DE CASO:

Presentación de casos clínicos que describan patologías poco comunes o tratamientos quirúrgicos novedosos. La relevancia de estos reportes debe radicar en el diagnóstico, tratamiento o pronóstico de la enfermedad presentada. Idealmente el diagnóstico debe haberse realizado utilizando el estándar de oro para dicha enfermedad o con evidencia suficiente para descartar otros diagnósticos. En caso de presentar imágenes clínicas que comprometan la identidad del paciente, se debe anexar el formulario de consentimiento informado. El resumen no debe ser mayor a 150 palabras; debe incluir sintaxis de objetivo principal, reporte de caso, discusión y conclusiones. De la misma forma se pueden agregar 5 palabras claves que se identifiquen con el contenido del caso presentado.

COMENTARIOS ADICIONALES

Una vez leídos los lineamientos y que se haya asegurado que su manuscrito cumple con todos los requisitos solicitados, puede enviarlo a los siguientes correos: administracion@amecra.org.mx, olivosomeza.anell@yahoo.com

Agradecemos mucho su interés en publicar en nuestra GACETA y estamos haciendo un esfuerzo para disminuir los tiempos de aprobación de los trabajos que publicaremos.

1. El primer paso después de la recepción de su trabajo es la “revisión de los editores”, en donde se examinan aspectos formales de los requisitos solicitados, por lo que un trabajo puede ser rechazado por incumplimiento en las características de presentación. Asimismo, el texto puede ser devuelto al autor para que revise y corrija la redacción o para que, en caso necesario, condense el texto, corrija la redacción y suprima o adicione cuadros, ilustraciones y anexos. El autor de correspondencia dispondrá de 10 días naturales para realizar estas correcciones.
2. Una vez aprobado por los editores, el trabajo será enviado al arbitraje y se comunicará al autor corresponsal por escrito, vía correo electrónico, quien dispondrán de un plazo máximo de 20 días naturales para realizar las modificaciones o declinar la publicación de su trabajo.
3. Al recibirse el manuscrito corregido por los autores, se les enviará una notificación en la que se les informará en qué fecha y volumen se publicará el trabajo.

ESTILO DEL MANUSCRITO

Los manuscritos deberán redactarse con un procesador de texto a doble espacio, en una sola columna y en la fuente Times New Roman o Arial, tamaño 12 puntos.

- Tipo de archivos: El formato preferente para texto y cuadros es Word
- Figuras y fotografías: JPG o JPEG
- Estilo de referencias bibliográficas: apegadas al estilo de referencias con forme a las guías Vancouver. La lista debe ponerse en orden numérico de acuerdo al orden de la cita en el texto.

Preparación del manuscrito

- El texto debe estar justificado
- Sólo debe utilizarse negritas en el título y subtítulos.
- Sólo debe utilizarse cursivas en palabras en otro idioma
- Máximo de palabras: 3500 para artículo original y 2,500 para reporte de caso
- La descripción de figura deberá anexarse al final del documento

Elaboración:

Dra. Anell Olivos Meza, Coordinación Editorial

Dr. José Félix Vilchez Cavazos, Coordinación Editorial

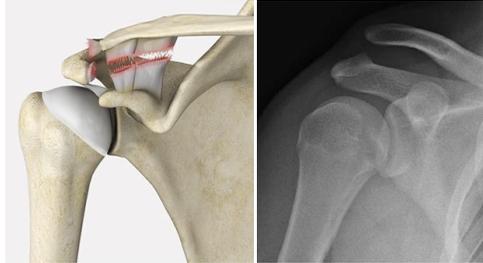
Dr. Carlos Gustavo Portillo Rinas, Presidente

Noviembre 2022



Tips & Tricks en la Reducción de las Luxaciones Acromioclaviculares sin uso de guía Artroscópica

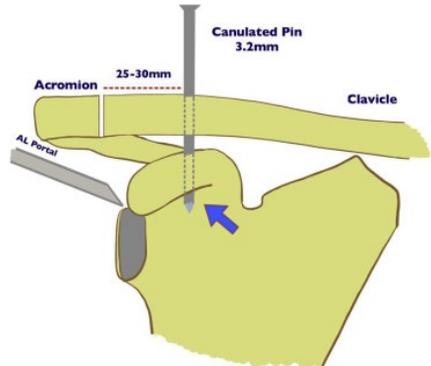
Dra. Anell Olivos Meza



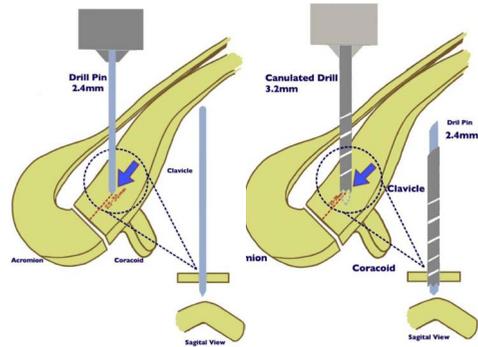
Ruptura de los ligamentos coracoclaviculares (conoide, trapezoide) y/o acromioclaviculares

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212628721001225>

Video: Arthroscopy Techniques 2021

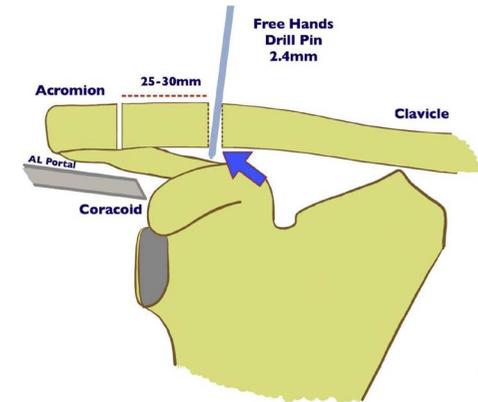
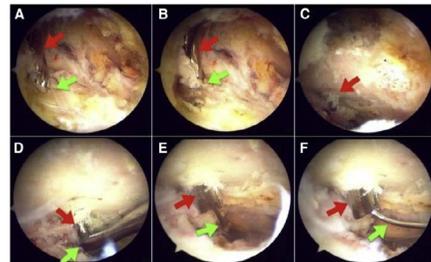


Incisión 25-30 mm mediales a la articulación AC



- 1) Perforar la clavícula con el "pin guía" (2.4mm)
- 2) Perforar la clavícula con la "broca canulada" (3.2 mm)

Una vez perforada la coracoides por el "pin guía", se pasa la broca canulada 3.2 mm a visión artroscópica directa



Dentro del túnel de 3.2 mm se introduce el "pin guía", este orificio de mayor tamaño, permite ubicar a "manos libres" el punto exacto en donde queremos que se perfora la coracoides

- A Perforación de la clavícula con el pin guía
- B Colocación del pin guía en la cortical superior de la coracoides (axila)
- C Paso del pin guía en la cortical inferior de la coracoides
- D Protección del paso del pin guía en la coracoides con una cucharilla artroscópica
- E Paso de la broca canulada (3.2 mm) en cortical superior e inferior de la coracoides
- F Introducción del alambre de nitinol a través de la guía canulada que atraviesa la clavícula y la coracoides



olivosmeza.anell@yahoo.com

Surgical Techniques

Oper Orthop Traumatol
<https://doi.org/10.1007/s00064-021-00760-5>
 Received: 19 June 2021
 Revised: 22 October 2021
 Accepted: 26 October 2021

© The Author(s), under exclusive licence to
 Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von
 Springer Nature 2022

Editor

Ulrich Bosch, Hannover

Illustrator

Rüdiger Himmelhan, Mannheim



Pectoralis major and pectoralis minor transfer for irreparable subscapularis tendon tears

José Fernando Sánchez Carbonel¹ · Maximilian Hinz¹ · Christian Lozano² · Benjamin Daniel Kleim¹ · Andreas B. Imhoff¹ · Sebastian Siebenlist¹

¹ Department of Orthopedic Sports Medicine, Technical University of Munich, Munich, Germany

² Clínica Angloamericana, Lima, Peru

Abstract

Objective: Irreparable rotator cuff injuries in young patients with moderate to high levels of physical activity remain a challenging pathology for shoulder surgeons. Irreparable anterior rotator cuff injuries require treatment that seeks to restore the dynamic anterior forces of the glenohumeral joint. Among surgical treatment options, transfer of the pectoralis major and minor muscle, have shown good functional outcomes. This technique attempts to reproduce the vector of the subscapular muscle in cases with irreparable tear. Restoration of the dynamic external and internal couple forces to maintain the humeral head in the center of rotation.

Indications: Pectoralis major transfer (PMA): Irreparable subscapularis tendon (SSC) tear in active patients without osteoarthritis. Pectoralis minor transfer (PMI): Irreparable superior SSC tear with concomitant irreparable supraspinatus tendon (SSP) tear in active patients with no osteoarthritis.

Contraindications: Primary osteoarthritis Samilson grade C, cuff tear arthropathy Hamada III–V, infection, axillary nerve palsy, older patients with low physical demand, combination with irreparable SSP/infraspinatus tendon (ISP) tear for PMA or combination with irreparable ISP tear for PMI.

Surgical technique: General anesthesia and beach-chair position with the arm freely mobile in an arm holder. Deltopectoral approach. Exposure of the humeral head and confirmation of the irreparability of the subscapularis tendon. PMA: Detachment of the tendon to be transferred from the humeral insertion, blunt anatomic dissection medially. Exposure of the conjoined tendon and coracoid process. PMI: Detachment of the tendon with an osteotomy at the coracoid process. Passing the PMA or PMI tendon under the conjoined tendon. The PMA tendon is fixed in a 2-row configuration, the PMI in a single row with suture anchors to the lesser tuberosity.

Postoperative management: Shoulder abduction sling (30°) for 6 weeks. Assisted range-of-motion (ROM) exercises with abduction/adduction 60–0–0°, internal/external rotation free–0–0° for 6 weeks. Free active ROM exercises after 6 weeks, muscle strengthening after 12 weeks.

Results: The pectoralis major and minor transfer shows an improvement in strength and range of motion in young active patients and an improved Constant score (CS) in long-term follow-up examinations.

Keywords

Pectoralis major muscle · Pectoralis minor muscle · Transfer · Irreparable rotator cuff tear · Irreparable subscapularis tear



Scan QR code & read article online

Surgical Techniques

Surgical techniques describing PMa transfer	Complete PMa	Upper 2/3	Upper 1/2
<i>Subcoracoidal</i>	Galatz et al. 2003 [8]	Resch et al. 2000 [21]	–
<i>Ventral to the CT</i>	Jost et al. 2003 [12]	Elhassan et al. 2008 [3]	Miller et al. 2005 [17]

PMa Pectoralis major, *CT* Conjoint tendon

Introductory remarks

The range of motion of the glenohumeral joint is controlled by a complex group of muscles which have different vectors regarding their respective tensile forces [1]. The balance between the different forces leads to a harmonious movement of the joint without pain [24]. When this balance is disrupted, this results in a reduced range of motion (ROM) and progressive pain. Rotator cuff injuries are a frequent pathology that debilitate the patient in carrying out their daily activities. Every complete rupture of the rotator cuff tendons should be repaired in the acute phase in order to rapidly restore the function of the glenohumeral joint [10].

Large rotator cuff lesions that are diagnosed late or are not repaired in the first weeks after rupture have a high risk of becoming irreparable [7, 9]. Signs such as fatty infiltration (Goutallier >2 [9]) or the degree of retraction (Patte = 3 [20]) are predictors for an injury that will not be possible to repair. Patients older than 65 years, who are diagnosed with an irreparable cuff tear, are preferably treated with the implantation of a reverse prosthesis to eliminate pain and give adequate mobility to the glenohumeral joint so that daily activities can be carried out with rapidly recovery rate in comparison to the pectoralis tendon transfer [16].

On the other hand, irreparable rotator cuff tears in young patients require a joint preserving solution. For these patients, the chronic tear of the tendon does not allow them to perform their physical daily activities and leads to progressive pain. For anterior rotator cuff tears which are irreparable, the transfer of pectoralis major muscle (PMa) or pectoralis minor muscle (PMi) has been established. The postoperative functional scores after a PMa or PMi transfer in active young patients are good

and patients report a high level of satisfaction in comparison with the pre-operative state [8, 17, 21]. This technique attempts to reproduce the vector of the subscapular (SSC) muscle in cases where this is irreparably torn. In this way PMa/PMi transfer can provide a pain-free glenohumeral movement, thus, maintaining the quality of life of the patient and enabling them to return to work and sporting activities.

Over the years, the pectoralis major tendon transfer technique has been modified by different authors with respect to the width of the tendon to be transferred as well as the path and resulting vector of the tendon fibers (■ Table 1). When the tendon fibers are transferred posterior rather than anterior to the conjoint tendon (CT), as described by Resch, they can reproduce the original vector of the subscapularis tendon with greater similarity [8, 21]. This procedure is carried out using the sternal and abdominal fibers of PMa, which are located in the upper 2/3 of the dorsal part of its humeral tendinous insertion (■ Fig. 1). In our department, we prefer the PMa transfer by Resch, which is subsequently described step by step.

For an irreparable tear of only the superior part of the subscapularis tendon, Paladini et al. described the pectoralis minor (PMi) transfer technique [19]. Before its use was modified for superior SSC tears, this technique was first described by Wirth and Rockwood [25] for irreparable anterior rotator cuff tears. PMi transfer has been shown to lead to satisfactory functional outcomes with a significant reduction in pain at short-term follow-up [19].

Surgical principle and objective

Restoration of the dynamic external and internal “force couple” to keep the humeral head in a physiological position

and to enable a pain-free full range of motion.

Advantages

- Interposition of soft tissue between the humeral head and the coracoid process (following subcoracoidal transfer)
- Anterior stabilization of the glenohumeral joint
- Improved active internal rotation

Disadvantages

- Risk of injury to the musculocutaneous nerve
- Risk of coracoid fracture (PMi)

Indications

- Pectoralis major transfer (PMa): Irreparable (sub)total SSC tear in active patients without osteoarthritis
- Pectoralis minor transfer (PMi): Irreparable tear of the upper portion of the SSC, with or without involvement of the SSP, in active patients without osteoarthritis

Contraindications

- Primary osteoarthritis (Samilson C)
- Cuff arthropathy (Hamada > II)
- Infection
- Concomitant irreparable SSP/ISP tear (PMa)
- Concomitant irreparable ISP tear (PMi)
- Axillary nerve palsy
- Older patients with low physical demand
- “Stiff” shoulder

Patient information

- General risks of surgery
- Risk of infection
- Long rehabilitation phase requiring good compliance
- Risk of injury to the musculocutaneous nerve
- Risk of rupture/failure of the muscle/tendon transfer
- Risk of coracoid fracture (PMi)

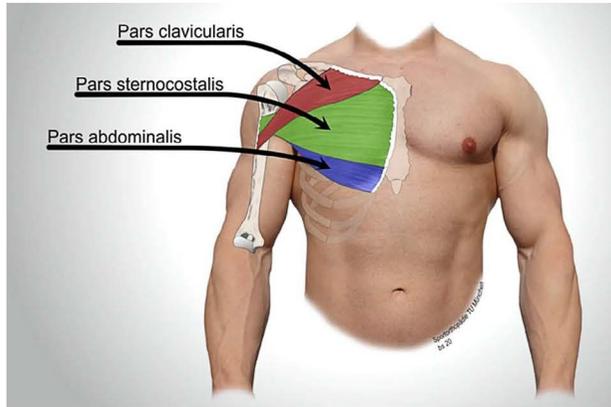


Fig. 1 ◀ Anatomical division of the origins of the pectoralis major. From [11]. With permission from © Hinz M. et al., CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>)

Preoperative work up

- Standard X-rays (anteroposterior [AP], lateral and axillary view)
 - Acromiohumeral distance (Hamada classification)
 - Static anterior migration of the humeral head
- Magnetic resonance imaging (MRI)
 - Classification of SSC rupture (Fox/Romeo [6] or Lafosse [15])
 - Staging of fatty infiltration (Goutallier [9])
 - Staging of muscle atrophy (Thomazeau [23])
 - Supraspinatus and infraspinatus status and viability of combined repair
 - Cartilage wear
- Computed tomography (CT) scan
 - Glenoid type (Walch [2])
 - Glenoid retroversion
 - Grade of osteoarthritis

Instruments and implants

- Strong nonresorbable sutures (e.g., Fibrewire, Arthrex, Naples, FL, USA)
- Drill
- Standard instruments for open shoulder surgery
- Two double-loaded suture anchors

Anesthesia and patient positioning

- General anesthesia
- Shallow beach chair (30° angle at the hip and knees)
- The arm is mobile and held by a support arm

Surgical Techniques

Surgical technique

(▣ Figs. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14)



Fig. 2 ◀ The patient is placed in the supine position with the upper body inclined at a 30° angle (shallow beach chair position)

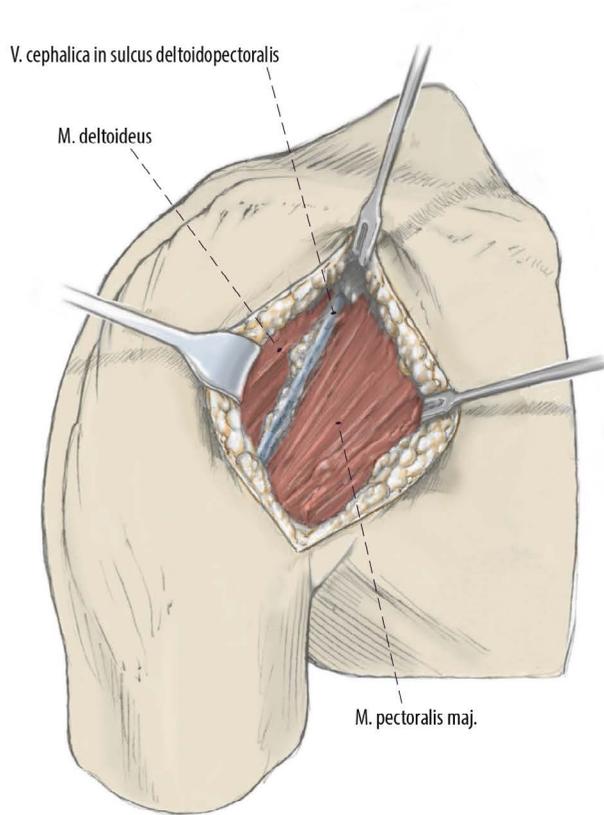


Fig. 3 ▲ A deltopectoral approach is used to expose the proximal humerus. Blunt dissection of the cephalic vein, which is retracted laterally

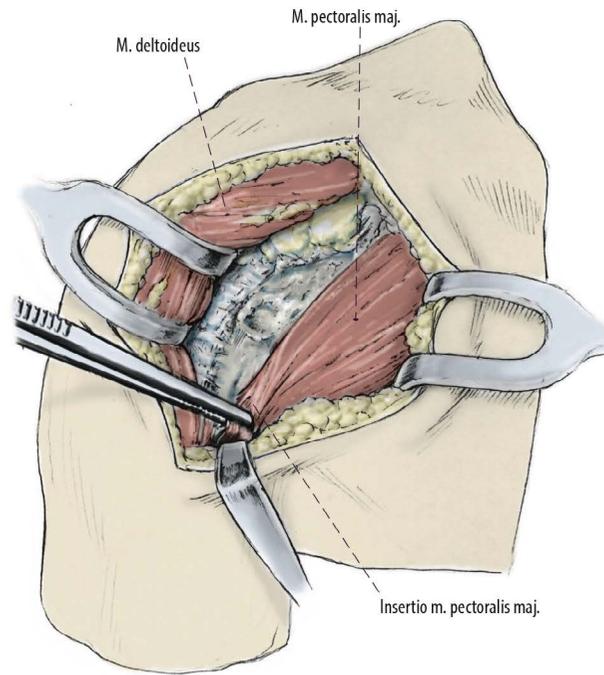


Fig. 4 ▲ Blunt dissection under the deltoid muscle to remove any adhesences for better mobilization. After confirmation of the irreparability of the anterior cuff tear mobilization and identification of the PMA and PMI. Adapted from [26]

PMa transfer

(▣ Figs. 5, 6, 7, 8, 9, 10)

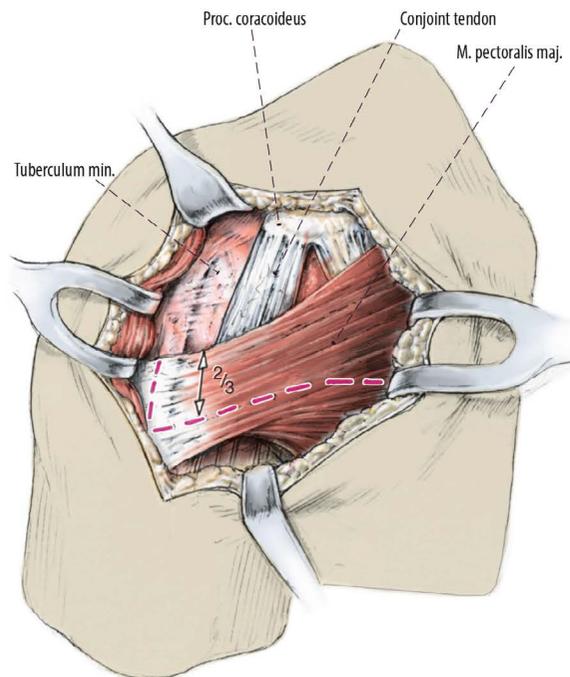


Fig. 5 ◀ Dissection between the sternal and clavicular head of the PMA. The sternal and abdominal heads of the PMA are isolated and then detached subperiosteally with a 10 mm chisel. *Red separated lines:* Dissection pattern. Adapted from [26]

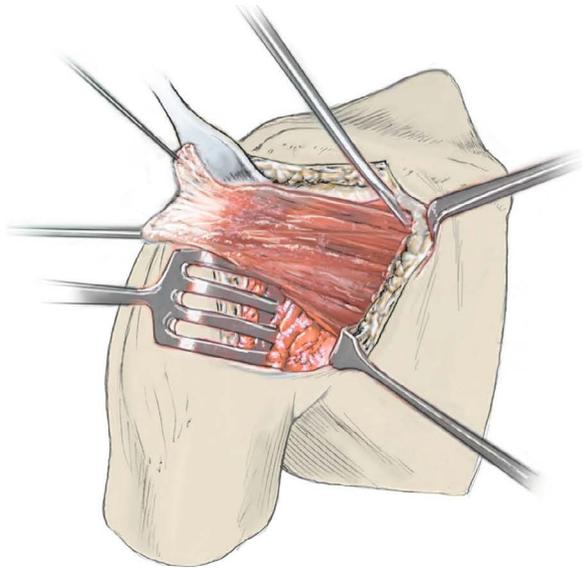


Fig. 6 ▲ Harvesting of the upper 2/3 of the PMa tendon and medial release (approximately 8 cm medially) using blunt dissection

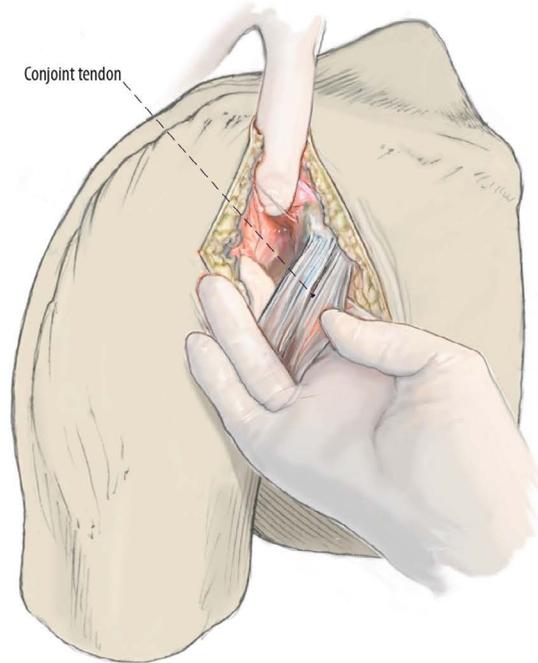


Fig. 7 ▲ Preparation of the coracoid process and exposure of the conjoint tendon. CAVE: Prepare the musculocutaneous nerve to avoid over-tension after the tendon transfer

Pectoralis minor transfer [19, 25]

(■ Figs. 11, 12, 13)

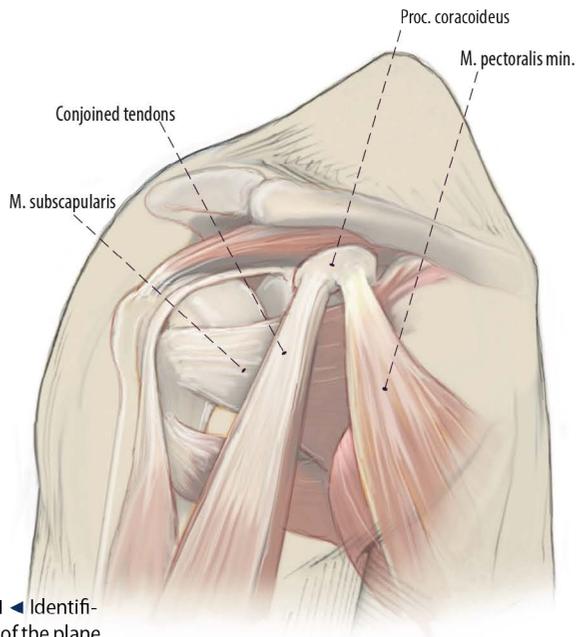


Fig. 11 ◀ Identification of the plane between pectoralis minor and the conjoint tendon and release of any adhesions to develop this plane. Demarcation of the PMi insertion before osteotomy of the coracoid process here

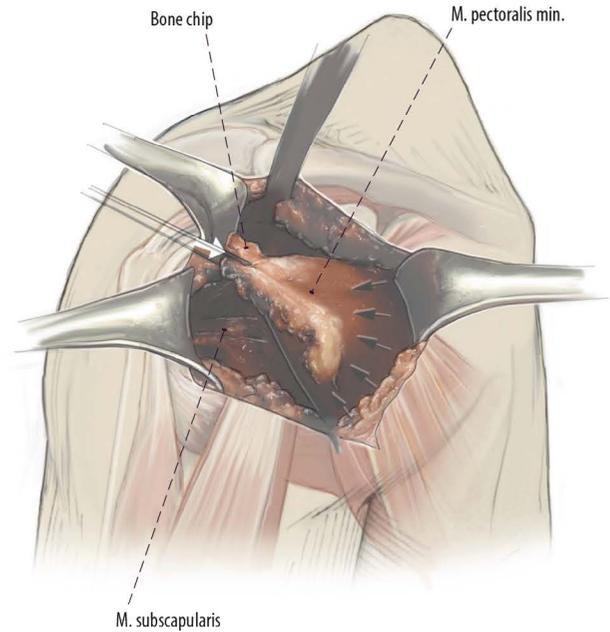


Fig. 12 ◀ Detachment of pectoralis minor from the coracoid process with a bone chip (*white arrow*) and medial release of the muscle

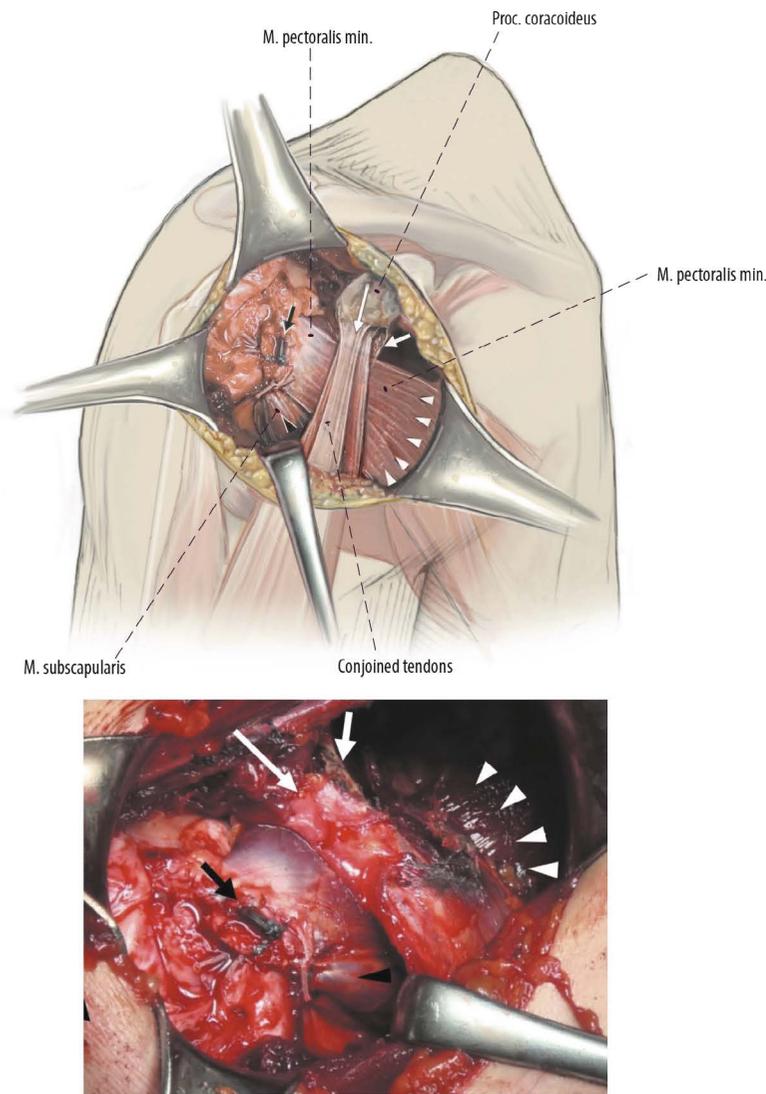


Fig. 13 ▲ Passing the PMi beneath the conjoined tendon and the coracoid process. Fixation of the tendon in a single-row technique (*white arrowheads* muscle belly of the pectoralis minor, *short white arrow* point from which the tendon has been removed, *long white arrow* coracoid process). Converge the inferior subscapularis and the transferred pectoralis minor with two free sutures (*black arrow* transposition of the pectoralis minor on the lesser tuberosity; *black arrowhead* residual muscle belly of the injured subscapularis)

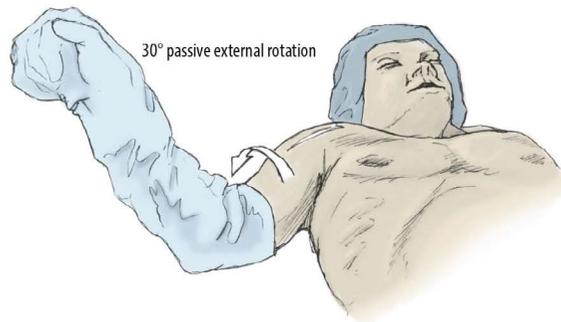


Fig. 14 ◀ 1. Evaluation and confirmation of free external rotation of up to 30° without tension. 2. Closure of the deltopectoral interval and subcutaneous tissue with resorbable sutures. 3. Wound closure. Adapted from [26]

Special surgical considerations

- CAVE: no more than 10 cm of medial dissection because of the risk of interruption of arterial supply and consequent necrosis of the PMA
- Depending on the tension of the musculocutaneous nerve, proximal dissection/release is recommended to avoid nerve injury.

Postoperative management

- Orthosis with 30° of abduction and slight internal rotation for 6 weeks
- Physiotherapy with assisted range-of-motion (ROM) exercises with abduction/adduction: 60–0–0°, flexion/extension: 90–0–0°, internal rotation/external rotation: free–0–0° for 6 weeks.
- Free active ROM exercises after 6 weeks.
- Muscle strengthening (resistance training) after 12 weeks.

Errors, hazards, complications

- Infection
- Rupture or avulsion of the transferred tendon
- Musculocutaneous nerve lesion
- Re-rupture of concomitant tendon repairs (e.g., SSP/ISP) if undertaken
- Coracoid fracture (PMi)

Results

A recent systematic review including 195 shoulders treated with PMA transfer [22] shows significant improvement in mean Constant score from 37.8 ± 6.8 pre-operatively to 61.3 ± 6.5 post-operatively, significant strength improvement, improved forward elevation and considerable pain relief. Several different techniques were included: splitting vs. transferring the entire tendon or passing the tendon over vs. under the conjoint tendon. The technique proposed by Resch et al. [21], in which the superior half to two thirds of the PMA is dissected and consecutively passed underneath the conjoined tendon, may reproduce a more subscapularis-like force vector than the transfer performed above the conjoined tendon [14]. This may explain a higher Constant score in patients

treated with a subcoracoid transfer than in patients with a supracoracoid transfer [22].

For the aforementioned reasons, PMA tendon transfer is performed subcoracoid in our own practice. However, care must be taken when passing the PMA tendon deep to the conjoined tendons because the musculocutaneous nerve may be put under tension. This may occur in cases where the PMA tendon is bulky or because of anatomical variances of the musculocutaneous nerve. The point of entrance of the musculocutaneous nerve into the coracobrachial muscle varies and usually occurs 5 cm (3–8 cm) distally to the coracoid process [5]. Therefore, subcoracoid PMA tendon transfer should only be performed under visualization of the musculocutaneous nerve. Occasionally, reducing the bulk of the PMA tendon to be transferred may be necessary to avoid stress on the nerve because transient neuropraxia of the musculocutaneous nerve has been reported [8, 13, 18]. Overall, both the subcoracoid and supracoracoid PMT transfer lead to good-to-excellent results at long-term follow-up [4, 18]. Our results of PMA after a minimum follow-up of 6 months were very promising. The mean glenohumeral abduction was 75° and active flexion 80°, respectively. With special regards to internal rotation, patients showed no difference in strength in comparison to the contralateral side. However, 4 patients showed a positive belly press test. All patients reached a minimum of 60° of external rotation. At the time of the last consultation these patients showed a high level of satisfaction with normal daily activities. There were no cases of failure of the transferred PM tendon and no neurological complications.

In selected cases of anterosuperior tears involving the upper two-thirds of the subscapularis tendon (grade III lesions by the classification system proposed by Lafosse et al. [15]) combined with a complete supraspinatus tear and radiological evidence of fatty degeneration as well as retraction of both muscles, PMi tendon transfer leads to a satisfactory functional outcome. A study of 27 patients with a mean follow-up of 31 months after PMi tendon transfer showed that active for-

ward flexion (from 127 to 177°) and the Constant score (by 41 points) improved significantly in comparison with preoperative values [19].

Corresponding address

M.D. José Fernando Sánchez Carbonel

Department of Orthopedic Sports Medicine, Technical University of Munich
Ismaninger Str. 22, 81675 Munich, Germany
jose.sanchez@mri.tum.de

Declarations

Conflict of interest. J.F. Sánchez Carbonel, M. Hinz, C. Lozano, B.D. Kleim, A. Imhoff and S. Siebenlist declare that they have no competing interests.

For this article no studies with human participants or animals were performed by any of the authors. All studies performed were in accordance with the ethical standards indicated in each case.

References

1. Ackland DC, Pandy MG (2009) Lines of action and stabilizing potential of the shoulder musculature. *J Anat* 215(2):184–197. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2009.01090.x>
2. Bercik MJ, Kruse K, Yalizis M, Gauci M-O, Chaoui J, Walch G (2016) A modification to the Walch classification of the glenoid in primary glenohumeral osteoarthritis using three-dimensional imaging. *J Shoulder Elbow Surg* 25(10):1601–1606. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2016.03.010>
3. Elhassan B, Ozbaydar M, Massimini D, Diller D, Higgins L, Warner JJP (2008) Transfer of pectoralis major for the treatment of irreparable tears of subscapularis: Does it work? *J Bone Joint Surg Br* 90(8):1059–1065. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.90B8.20659>
4. Ernstbrunner L, Wieser K, Catanzaro S, Agten CA, Fornaciari P, Bauer DE et al (2019) Long-term outcomes of pectoralis major transfer for the treatment of irreparable subscapularis tears: results after a mean follow-up of 20 years. *J Bone Joint Surg Am* 101(23):2091–2100. <https://doi.org/10.2106/JBJS.19.00172>
5. Flatow EL, Bigliani LU, April FW (1989) An anatomic study of the musculocutaneous nerve and its relationship to the coracoid process. *Clin Orthop* 244:166–171
6. Fox JA, Noerdlinger MA, Romeo AA (2002) Arthroscopic subscapularis repair. *Oper Tech Orthop* 12(3):209–217. <https://doi.org/10.1053/otor.2002.36291>
7. Fuchs B, Weishaupt D, Zanetti M, Hodler J, Gerber C (1999) Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff: assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging. *J Shoulder Elbow Surg* 8(6):599–605. [https://doi.org/10.1016/S1058-2746\(99\)90097-6](https://doi.org/10.1016/S1058-2746(99)90097-6)
8. Galatz LM, Connor PM, Calfee RP et al (2003) Pectoralis major transfer for anterior-superior subluxation in massive rotator cuff insufficiency.

J Shoulder Elbow Surg 12(1):1–5. <https://doi.org/10.1067/mse.2003.128137>

9. Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC (1994) Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop* 304:78–83
10. Hantes ME, Karidakis GK, Vlychou M, Varitimidis S, Dailiana Z, Malizos KN (2011) A comparison of early versus delayed repair of traumatic rotator cuff tears. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 19(10):1766–1770. <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1396-1>
11. Hinz M, Kleim BD, Mayr F, Imhoff AB, Siebenlist S (2021) Acute rupture of the pectoralis major muscle at the musculotendinous junction: case report of a rare injury and literature review. *Unfallchirurg*. <https://doi.org/10.1007/s00113-021-00997-6>
12. Jost B, Puskas GJ, Lustenberger A, Gerber C (2003) Outcome of pectoralis major transfer for the treatment of irreparable subscapularis tears. *J Bone Joint Surg Am* 85(10):1944–1951. <https://doi.org/10.2106/00004623-200310000-00012>
13. Klepps SJ, Goldfarb C, Flatow E, Galatz LM, Yamaguchi K (2001) Anatomic evaluation of the subcoracoid pectoralis major transfer in human cadavers. *J Shoulder Elbow Surg* 10(5):453–459. <https://doi.org/10.1067/mse.2001.117125>
14. Konrad GG, Sudkamp NP, Kreuz PC et al (2007) Pectoralis major tendon transfers above or underneath the conjoint tendon in subscapularis-deficient shoulders. An in vitro biomechanical analysis. *J Bone Joint Surg Am* 89(11):2477–2484. <https://doi.org/10.2106/JBJS.F.00811>
15. Lafosse L, Jost B, Reiland Y, Audebert S, Toussaint B, Gobeze R (2007) Structural integrity and clinical outcomes after arthroscopic repair of isolated subscapularis tears. *J Bone Joint Surg Am* 89(6):1184–1193. <https://doi.org/10.2106/JBJS.F.00007>
16. Matthews CJ, Wright TW, Farmer KW, Struk AM, Vasilopoulos T, King JJ (2019) Outcomes of primary reverse total shoulder arthroplasty in patients younger than 65 years old. *J Hand Surg Am* 44(2):104–111. <https://doi.org/10.1016/j.jhbsa.2018.11.008>
17. Miller BS, Joseph TA, Noonan TJ, Horan MP, Hawkins RJ (2005) Rupture of the subscapularis tendon after shoulder arthroplasty: diagnosis, treatment, and outcome. *J Shoulder Elbow Surg* 14(5):492–496. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2005.02.013>
18. Moroder P, Schulz E, Mitterer M, Plachel F, Resch H, Lederer S (2017) Long-term outcome after pectoralis major transfer for irreparable anterosuperior rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 99(3):239–245. <https://doi.org/10.2106/JBJS.16.00485>
19. Paladini P, Campi F, Merolla G, Pellegrini A, Porcellini G (2013) Pectoralis minor tendon transfer for irreparable anterosuperior cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 22(6):e1–e5. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2012.12.030>
20. Patte D (1990) Classification of rotator cuff lesions. *Clin Orthop* 254:81–86
21. Resch H, Povacz P, Ritter E, Matschi W (2000) Transfer of the pectoralis major muscle for the treatment of irreparable rupture of the subscapularis tendon. *J Bone Joint Surg Am* 82(3):372–382. <https://doi.org/10.2106/00004623-200003000-00008>
22. Shin JJ, Saccomanno MF, Cole BJ, Romeo AA, Nicholson GP, Verma NN (2016) Pectoralis major transfer for treatment of irreparable subscapularis

- tear: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 24(6):1951–1960. <https://doi.org/10.1007/s00167-014-3229-5>
23. Thomazeau H, Boukobza E, Morcet N, Chaperon J, Langlais F (1997) Prediction of rotator cuff repair results by magnetic resonance imaging. *Clin Orthop* 344:275–283
24. Vidt ME, Santago AC, Marsh AP, Hegedus EJ, Tuohy CJ, Poehling GG et al (2018) Modeling a rotator cuff tear: individualized shoulder muscle forces influence glenohumeral joint contact force predictions. *Clin Biomech (Bristol Avon)* 60:20–29. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2018.10.004>
25. Wirth MA, Rockwood CA (1997) Operative treatment of irreparable rupture of the subscapularis. *J Bone Joint Surg Am* 79(5):722–731. <https://doi.org/10.2106/00004623-199705000-00012>
26. Hackl W, Wambacher M, Kralinger F et al (2007) Pectoralis-major-Transfer bei chronischer Subscapularisinsuffizienz. *Operat Orthop Traumatol* 19:433–441. <https://doi.org/10.1007/s00064-007-1026-5>
27. Braun S, Minzlaff P, Imhoff A (2012) Die sub-pectorale Tenodese der langen Bizepssehne bei Pathologien der langen Bizepssehne und des Pulley-Systems. *Oper Orthop Traumatol* 24:479–485. <https://doi.org/10.1007/s00064-012-0178-3>

Transfer von Pectoralis major und Pectoralis minor bei irreparabler Subscapularissehnenruptur

Operationsziel: Irreparable Verletzungen der Rotatorenmanschette bei jungen, körperlich mäßig bis sehr aktiven Patienten sind nach wie vor eine Herausforderung für Schulterchirurgen. Irreparable Verletzungen der vorderen Rotatorenmanschette erfordern eine Behandlung, die auf die Wiederherstellung der dynamischen anterioren Kräfte des Glenohumeralgelenks abzielt. Unter den chirurgischen Therapieoptionen hat der Transfer des M. pectoralis major und minor gute funktionelle Ergebnisse gezeigt. Mit dieser Technik wird versucht, den Vektor des M. subscapularis bei einer irreparablen Ruptur zu reproduzieren.

Indikationen: Pectoralis major (PMA): irreparable SCC(Subscapularis)-Ruptur bei aktiven Patienten ohne Arthrose. Pectoralis minor (PMi): irreparable superiore SSC-Ruptur in Kombination mit einer irreparablen SSP(Supraspinatus)-Ruptur bei aktiven Patienten ohne Arthrose.

Kontraindikationen: Primäre Arthrose Samilson Grad C, Rotatorenmaschettendefektarthropathie Hamada III–V, Infektion, N.-axillaris-Parese, ältere Patienten mit geringer körperlicher Beanspruchung, Kombination mit irreparabler SSP/ISP(Infraspinatus)-Ruptur für PMA oder Kombination mit irreparabler ISP-Ruptur für PMi.

Operationstechnik: Intubationsnarkose und Beach-Chair-Lagerung mit frei beweglichem Arm im Armhalter. Deltoideopektoraler Zugang. Darstellung des Humeruskopfes und Bestätigung der Irreparabilität der Subscapularissehne. PMA: Ablösung der zu übertragenden Sehne vom Humerusansatz, stumpfe anatomische Dissektion nach medial. Freilegung von „conjoined tendon“ und Processus coracoideus. PMi: Ablösung der Sehne mit einer Osteotomie am Processus coracoideus. Verschieben der PMA- bzw. der PMi-Sehne unter die „conjoined tendon“. Die PMA-Sehne wird in einer 2-reihigen Konfiguration fixiert, die PMi-Sehne einreihig mit Nahtankern am Tuberculum minus.

Weiterbehandlung: Schulterabduktionsschlinge (30°) für 6 Wochen. Assistierte Bewegungsübungen (ROM) mit Abduktion/Adduktion 60–0–0°, Innen-/Außenrotation frei-0–0° für 6 Wochen. Freie, aktive ROM-Übungen nach 6 Wochen, Kräftigung der Muskulatur nach 12 Wochen.

Ergebnisse: Der Transfer von PMA und PMi führt bei jungen, aktiven Patienten zu einer Verbesserung von Kraft und Bewegungsumfang sowie zu einem Constant-Score (CS) in langfristigen Nachuntersuchungen.

Schlüsselwörter

M. pectoralis major · M. pectoralis minor · Transfer · Irreparable Rotatorenmanschettenruptur · Irreparable Subscapularissehnenruptur

Ruptura del Pectoral mayor y menor

José Sánchez Carbonel^{1,2}, Andreas Imhoff¹

¹Department of Orthopedic Sports Medicine, Technical University of Munich, Munich, Germany

²Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú.

Resumen

El PMA y el PMi difieren entre sí en muchos aspectos, a pesar de la localización muy cercana que tienen los dos. Mientras una lesión traumática indirecta es más común en la ruptura de PMA, la avulsión de PMi ha sido documentado más a menudo como consecuencia de una lesión por traumatismo directo. A pesar de la baja actividad del PMA en los movimientos cotidianos, la satisfacción estética y los resultados funcionales del paciente son significativamente mejores con el tratamiento quirúrgico frente al tratamiento conservador. Por otro lado, los pacientes tratados de forma conservadora después de una ruptura de PMi no tienen restricciones funcionales y, por lo tanto, están satisfechos con la terapia no quirúrgica. Las opciones quirúrgicas para las rupturas de PMA pueden ser divididas en 3 terapias principales, la sutura transósea (STO), el anclaje de sutura (AS) y el botón uni o bicortical (BUC o BBC). Debido a la falta de cantidad de estudios, aún no se ha identificado un procedimiento estándar a la fecha actual.

Palabras clave: pectoral mayor, pectoral menor, cirugía de hombro, rotura del tendón pectoral, cirugía ortopédica deportiva

Abstract

The PMA and PMi differ from each other in almost every aspect, despite the very close localization that the two have. While indirect traumatic injury is more common in PMA rupture, it is more often documented in PMi avulsion via direct trauma injury. Despite the low activity of the PMA during everyday movements, the patient's cosmetic satisfaction and functional results are significantly better with surgical treatment compared to conservative treatment. On the other hand, the conservatively treated patients after a PMI rupture have no functional restrictions and are therefore satisfied with the non-surgical therapy. The surgical options for PMA ruptures are often explained in 3 main therapies, the transosseous suture, the suture anchor and the uni- or bicortical button. Due to the lack of number of studies, a standard procedure has not yet been identified at the current date.

Keywords: Pectoralis major, Pectoralis Minor, Shoulder Surgery, Pectoralis tendon tear, Sports medicine surgery

Introducción

En los últimos años se ha observado un aumento significativo de las rupturas del Pectoral mayor (PMa) [3, 6], lo que no se puede observar en el número de rupturas documentadas del Pectoral menor (PMi). Hasta la fecha, solo se han reportado 9 casos en la literatura [5, 11-15, 27, 30]. En el caso de las lesiones del PMi, el síntoma principal es el déficit de potencia [16], lo cual, en comparación con las rupturas documentadas del PMi, no representa el problema, sino el dolor anterior del hombro [30]. La literatura muestra varias opciones terapéuticas para las rupturas de PMa y PMi, las cuales se resumen en este artículo.

Ruptura aguda del pectoral mayor

Epidemiología

Debido al gran interés en el entrenamiento con pesas, que ha aumentado significativamente en los últimos 30 años, las lesiones en el PMA se han documentado con mayor frecuencia [6, 10]. Según la literatura, los pacientes masculinos entre 20 y 40 años son el grupo de personas más frecuentemente afectado [7]. En un estudio de ElMaraghy et al. El 83% de los 365 casos identificados de rupturas de PMA ocurrieron sin traumatismo directo y el 46% de los casos durante el entrenamiento de fuerza [6]. En particular, tales lesiones también se encuentran en el entorno militar, donde los militares más jóvenes en particular muestran un mayor riesgo de lesiones del PMA [1].

Anatomía

El PMA se divide en 2 láminas tendinosas. El segmento anterior consta de la porción clavicular, que se origina en la clavícula medial y se inserta en la cara ventral de la zona de inserción tendinosa. Los segmentos 6 y 7 se originan de la 5ta y 6ta costilla como también de la fascia de los músculos abdominales oblicuo externo y transverso, por lo que esta sección profunda también es documentada como pars abdominalis. Este segmento junto a la pars sternocostalis forman las fibras posteriores más profundas en la zona de inserción tendinosa [8]. (Figura 1)

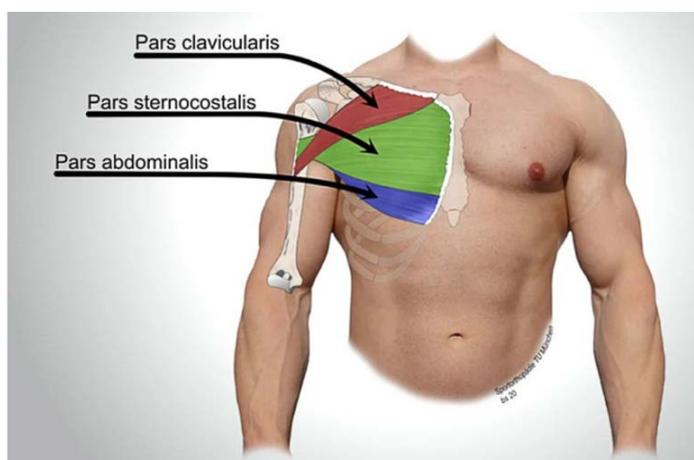


Fig.1: Segmentos del PMA[8]

Mecanismo de lesión

El alargamiento excéntrico o la abducción forzada en rotación externa del músculo pueden provocar una ruptura aguda del PMA [28]. Las lesiones en la zona de origen suelen ser debidas a un traumatismo directo. Por el contrario, un trauma indirecto es responsable de una ruptura de la porción tendinosa [22] PMUP, middle portion, PMMP, and lower portion, PMLP. Las fibras de la porción esternal se alargan al máximo durante las actividades que involucran abducción, rotación externa y extensión de 30° del húmero, lo que pone la inserción del tendón inferior en un riesgo muy alto de lesión [26, 28].

Las rupturas completas ocurren con más frecuencia que las lesiones parciales y, según el metaanálisis de Bak et al., representan el 91% de todas las rupturas de PMA. La avulsión del tendón en la inserción humeral es la localización más frecuente de estas lesiones [10].

Exámen clínico

En el examen físico, hay un chasquido audible y un dolor pronunciado en el área anterior del hombro después de una contracción excéntrica del músculo [3]. En el caso de un evento agudo, se debe prestar atención a la equimosis amplia y aumento de volumen significativa [4]. Durante la inspección y palpación, es importante comparar ambas siluetas de la axila anterior para descartar un contorno patológico [3]. La aducción contra resistencia o presionar ambas manos frente al tórax es útil para identificar la asimetría de los contornos [20]. (Figura 2)



Fig. 2 [29] Maniobra del "orador"

Clasificación

La clasificación actual de rupturas fue desarrollada por ElMaraghy et al. [6]. Para la cual se deben tener en cuenta los siguientes criterios: el tiempo de la lesión en relación con el diagnóstico, la localización de la lesión y las dimensiones del tendón lesionado.

Si la lesión tiene menos de 6 semanas, se considera aguda. En cambio, una ruptura mayor a 6 semanas se considera crónica [6]. La lesión crónica del PMA debe distinguirse de la ruptura aguda debido a la probable necesidad de una disección amplia del tendón o el uso adicional de un injerto [21]. La clasificación de los desgarros se puede simplificar en 3 localizaciones según la relevancia quirúrgica de la siguiente manera: (1) origen o zona muscular, (2) en o entre la unión musculo-tendinosa y la inserción del tendón, y (3) avulsión óseo-tendinosa en el húmero [6]. (Tabla 1)

Localización de la lesión	Tratamiento
Origen muscular Ruptura intramuscular	Conservador
Transición musculo-tendinosa Ruptura intratendinosa Inserción de tendón	Quirúrgico (AS, STO, BUC, BBC)
Avulsión ósea	Quirúrgico (Fijación ósea)

Tabla 1.

Terapia recomendada según la localización del desgarró. AS: Ancla de sutura, STO: Sutura transósea, BUC-BBC: Botón uni-, bicortical

Terapia conservadora

El núcleo del manejo conservador consiste en reposo, hielo, control del hematoma, analgésicos y uso de ortesis en posición de aducción y rotación interna [20]. La decisión de utilizar una terapia no quirúrgica depende de cada paciente. Los pacientes con contusiones musculares, rupturas parciales de tendones, lesiones de musculares o rupturas completas de tendones, que no son deportistas ni físicamente activos en la vida cotidiana, pueden ser tratados de forma conservadora sin ningún problema [2, 7]. Dependiendo de la tolerancia al dolor, los ejercicios pasivos se pueden iniciar de inmediato. El entrenamiento activo, así como activo con apoyo debe llevarse a cabo en el transcurso de las siguientes 6 semanas [20]. Después de la recuperación total de la movilidad y la fuerza, se puede considerar el regreso a los deportes de contacto después de 6 meses [19].

Opciones de terapia quirúrgica

Se debe considerar un procedimiento quirúrgico para rupturas completas o ciertas rupturas parciales, como una avulsión del segmento esternal [18]. Es importante documentar la edad del paciente y las exigencias deportivas. Aunque el PMA no se utiliza para las actividades cotidianas, la reconstrucción quirúrgica ofrece a los jóvenes deportistas mejores resultados en cuanto a fuerza, estética, satisfacción y regreso al deporte [3].

Varias terapias están actualmente disponibles para la reinserción del PMA. Las siguientes técnicas de reconstrucción son las más utilizadas: la sutura transósea (STO) a través de un orificio perforado o un túnel óseo, el anclaje de sutura (AS) y el botón uni o bicortical (BUC, BBC) [8, 29]. Se debe considerar una aumentación con aloinjerto o un autoinjerto dependiendo de la calidad del tendón (grado de retracción e integridad) [21]. (Fig. 3)

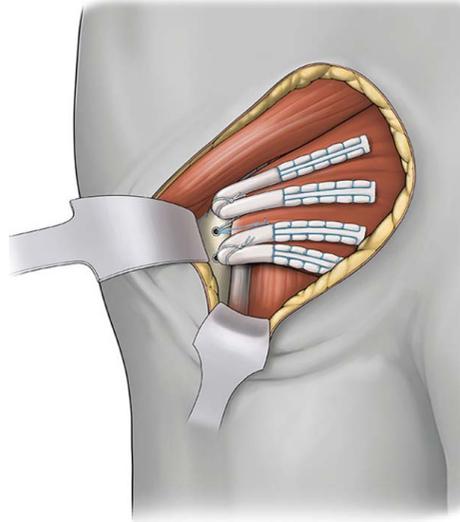


Fig. 3[21]. Aumento con aloinjerto o autoinjerto en retracción crónica del PMa.

Ancla de sutura

Para la reparación con AS, primero se retira el tejido blando y se prepara la zona de inserción. Se colocan dos o 3 anclas de sutura, cada uno con 2 suturas no absorbibles precargadas, en la inserción del PMa. Se pasa un cabo de cada sutura a través del tendón de manera entrelazada y se fija a su cabo libre [20, 29]. (Fig. 4a, 5c-d)

Botón uni- o bicortical

Para la técnica de reparación tendinosa con BUC o BBC la zona de inserción del PMa es de igual manera. Un BUC se puede precargar con una o dos suturas no absorbibles de alta resistencia. Se realizan tres perforaciones unicorticales de 3,2 mm espaciados uniformemente sobre la inserción, con una distancia de al menos 1 cm entre los orificios de perforación. Después de avanzar a través de la primera cortical, el botón se gira. Después de colocar todos los botones, se pasa un cabo de cada sutura a través del tendón y se fija al cabo libre. [29] (Fig. 4b, Fig. 5a-b)

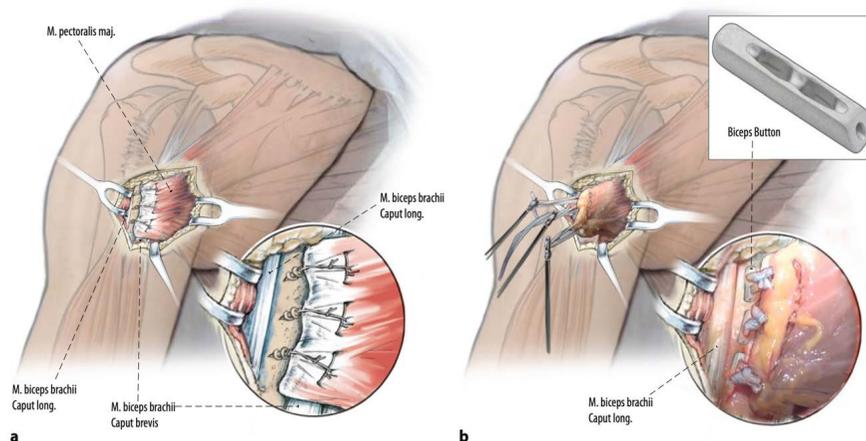


Fig. 4 [29] a. Reparación con AS b. Reparación con BUC



Fig. 5 [29] a-b. Reparación con BUC c-d. Reparación con AS

Sutura transósea

Para la STO, se hace una ventana ósea vertical de 5 cm lateral al surco bicipital sobre la inserción del PMA. A continuación, se perforan cuatro orificios de 2 mm espaciados uniformemente a 1 cm lateral de la ventana ósea. Se pasan tres suturas no absorbibles a través del tendón. A continuación, se ingresan las suturas través de la ventana ósea y se retiran por los orificios perforados anudándose sobre el hueso [24].

Ruptura aguda del pectoral menor

Epidemiología

Hasta la fecha se han documentado 9 casos de lesiones de PMi que, a diferencia de las rupturas de PMA, suelen estar asociadas a traumatismo directo [15]. Zvijac et al. documentaron 2 de estos casos, en los cuales 2 jugadores de fútbol desarrollaron un dolor anterior de hombro inespecífico tras un impacto directo durante una maniobra defensiva y en los que el diagnóstico solo fue posible tras un estudio de imágenes mediante una resonancia magnética (RMN; [30]).

Anatomía

El PMi tiene un contorno triangular, se origina en las costillas 3 a 5 y se inserta en la cara superior de la coracoides y medial al tendón conjunto [23] transfer of the pectoralis major and minor muscle, have shown good functional outcomes. This technique attempts to reproduce the vector of the subscapular muscle in cases with irreparable tear. Restoration of the dynamic external and internal couple forces to maintain the humeral head in the center of rotation. \nINDICATIONS: Pectoralis major transfer (PMA. (Fig. 6) El PMi se localiza en un nivel más profundo que el PMA y forma la pared anterior de la axila [25]. Mientras que el PMA rota el brazo medialmente y ejerce un efecto de aducción sobre el húmero, el PMi tiene una función específica sobre la movilidad y la estabilización de la escapula (protracción e inclinación anterior) [22]PMUP, middle portion, PMMP, and lower portion, PMLP.

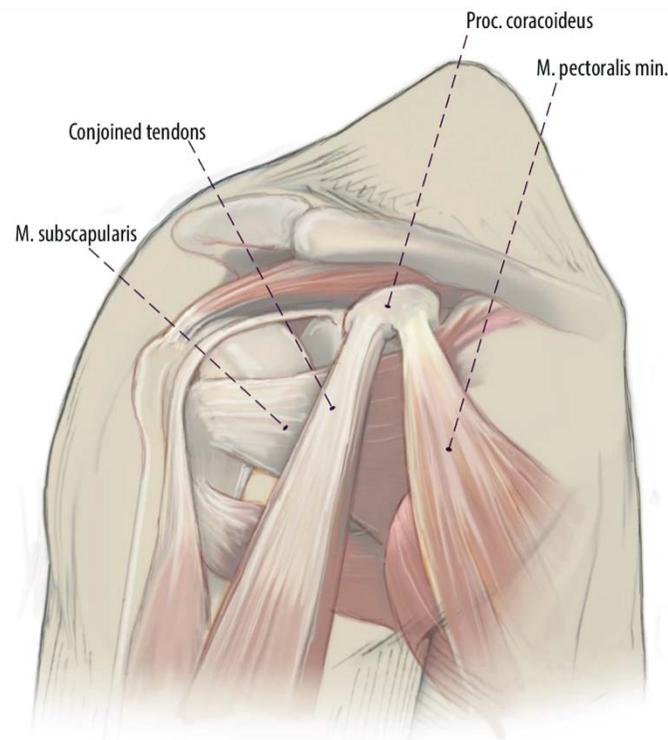


Fig. 6[23]transfer of the pectoralis major and minor muscle, have shown good functional outcomes. This technique attempts to reproduce the vector of the subscapular muscle in cases with irreparable tear. Restoration of the dynamic external and internal couple forces to maintain the humeral head in the center of rotation.\nINDICATIONS: Pectoralis major transfer (PMA. Anatomía del PMi. Inserción medial en el coracoides en relación con el “Tendón conjunto”

Mecanismo de lesión

Debido a la cantidad de casos documentados, no se puede identificar claramente un mecanismo específico. No obstante, la mayoría de los 9 casos publicados hasta el momento han sido causados por trauma directo [5, 11, 13, 15, 30]. Estas rupturas fueron el resultado de un impacto directo en el hombro, rotación externa forzada con el brazo en abducción o extensión forzada del brazo con el hombro en flexión, que ocurrieron durante un partido de fútbol o hockey. Además, se han reportado lesiones atraumáticas así como una ruptura como resultado de un mecanismo de fatiga por contracción excéntrica del músculo y cargas dinámicas repetitivas [12, 14, 27]

Diagnóstico

Una anamnesis detallada es fundamental para el diagnóstico. En particular, debe aclararse la localización exacta del traumatismo. Se debe realizar un examen clínico específico, la palpación de la coracoides y una resonancia magnética para obtener información más precisa del PMi como también para excluir una localización atípica de la inserción del tendón o una lesión conjunta del PMA.

Típico en todos estos casos es el dolor a la palpación en la zona de la coracoides y la movilidad reducida con dolor y/o fuerza reducida [13]. A 90° y 150° de abducción horizontal existe una

tensión significativa en el PMi [9]. Por esta razón, se puede observar dolor durante la extensión y rotación externa del brazo, lo que puede ser útil para el diagnóstico [11].

El estudio de imagen de elección para diagnosticar una ruptura de PMi es la RMN. Las imágenes de RMN T1 axial, sagital y coronal del hombro son decisivas para esto. La resonancia magnética axial en T2 muestra un edema secundario alrededor de la coracoides medial, que se extiende hacia la región muscular [13].

Terapia

En los casos documentados, solo se ofreció como terapia el tratamiento no quirúrgico. En pacientes con lesión traumática se realizó el tratamiento conservador según el síndrome de Poland. Zvijac recomienda este tratamiento, con el que en los jugadores profesionales se pudieron obtener buenos resultados luego de 3 a 4 semanas [30]. Los pacientes recibieron 4 semanas de fisioterapia y terapia manual con entrenamiento neuromuscular para estabilizar la escápula [11, 15, 30]. Es importante explicarle al paciente que puede quedar una ligera reducción de la fuerza del PMi. Sin embargo, no hay una reducción significativa de la fuerza en la función global de la articulación del hombro, a pesar de que se documentó una reducción de la fuerza del 20-30% en la aducción horizontal en la ausencia congénita de PMi según lo descrito por Cybex [13, 17].

Conclusión para la práctica clínica

1. Las lesiones en el origen del PMA suelen ser el resultado de un traumatismo directo.
2. Por el contrario, un traumatismo indirecto suele ser responsable de una rotura del tendón.
3. Las lesiones del tendón PMA se localizan con mayor frecuencia en la inserción humeral.
4. En el examen clínico, suele haber un chasquido audible y un dolor pronunciado en el área anterior del hombro después de una contracción excéntrica del músculo.
5. El manejo conservador de la ruptura del PMA consiste en reposo, hielo, control del hematoma, analgésicos y uso de una ortesis en aducción y rotación interna.
6. Las siguientes técnicas son las más utilizadas en la reconstrucción: sutura transósea, ancla de sutura y botón uni o bicortical.
7. La resonancia magnética (RMN) es el estudio de imagen de elección para diagnosticar una ruptura del pectoral menor (PMi).
8. Se pudieron mostrar buenos resultados después de la terapia conservadora para la ruptura del PMi en jugadores profesionales de fútbol y hockey después de 3 a 4 semanas.

Literatura

1. Balazs GC, Brelin AM, Donohue MA et al (2016) Incidence Rate and Results of the Surgical Treatment of Pectoralis Major Tendon Ruptures in Active-Duty Military Personnel. *Am J Sports Med* 44:1837–1843. <https://doi.org/10.1177/0363546516637177>
2. Butt U, Mehta S, Funk L, Monga P (2015) Pectoralis major ruptures: a review of current management. *J Shoulder Elbow Surg* 24:655–662. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.10.024>

3. de Castro Pochini A, Ejnisman B, Andreoli CV et al (2010) Pectoralis major muscle rupture in athletes: a prospective study. *Am J Sports Med* 38:92–98. <https://doi.org/10.1177/0363546509347995>
4. Chiavaras MM, Jacobson JA, Smith J, Dahm DL (2015) Pectoralis major tears: anatomy, classification, and diagnosis with ultrasound and MR imaging. *Skeletal Radiol* 44:157–164. <https://doi.org/10.1007/s00256-014-1990-7>
5. Colazo JM, Saade J, Partovi S et al (2018) Isolated traumatic pectoralis minor tendon tear in a young adult diagnosed with MRI. *Radiology Case Reports* 13:1053–1057. <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2018.04.015>
6. ElMaraghy AW, Devereaux MW (2012) A systematic review and comprehensive classification of pectoralis major tears. *J Shoulder Elbow Surg* 21:412–422. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2011.04.035>
7. Haley CA, Zacchilli MA (2014) Pectoralis major injuries: evaluation and treatment. *Clin Sports Med* 33:739–756. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2014.06.005>
8. Hinz M, Kleim BD, Mayr F et al (2021) [Acute rupture of the pectoralis major muscle at the musculotendinous junction : Case report of a rare injury and literature review]. *Unfallchirurg*. <https://doi.org/10.1007/s00113-021-00997-6>
9. J U, M N, K F et al (2017) Shoulder horizontal abduction stretching effectively increases shear elastic modulus of pectoralis minor muscle. *Journal of shoulder and elbow surgery*. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2016.12.074>
10. K B, Ea C, Ij H (2000) Rupture of the pectoralis major: a meta-analysis of 112 cases. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*. <https://doi.org/10.1007/s001670050197>
11. Kalra K, Neri B (2010) Isolated pectoralis minor tendon tear in a professional ice hockey player--radiographic findings and presentation. *Skeletal Radiol* 39:1251–1253. <https://doi.org/10.1007/s00256-010-1034-x>
12. KUTLAY Ö (2016) Isolated Spontaneous Pectoralis Minor Tendon Rupture in a Patient with Chronic Renal Failure. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası* 69:117–120. https://doi.org/10.1501/Tipfak_00000000929
13. Li X, Gorman MT, Dines JS, Limpisvasti O (2012) Isolated tear of the pectoralis minor tendon in a high school football player. *Orthopedics* 35:e1272-1275. <https://doi.org/10.3928/01477447-20120725-33>
14. Loske S, Taha ME, Carstens C et al (2021) Isolated Pectoralis Minor Tendon Rupture with Subclavian Vein Thrombosis. *Case Rep Orthop* 2021:8865592. <https://doi.org/10.1155/2021/8865592>
15. Mehallo CJ (2004) Isolated tear of the pectoralis minor. *Clin J Sport Med* 14:245–246; discussion 247. <https://doi.org/10.1097/00042752-200407000-00009>
16. Merolla G, Paladini P, Artiaco S et al (2015) Surgical repair of acute and chronic pectoralis major tendon rupture: clinical and ultrasound outcomes at a mean follow-up of 5 years. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 25:91–98. <https://doi.org/10.1007/s00590-014-1451-y>
17. Mysnyk MC, Johnson DE (1991) Congenital absence of the pectoralis muscles in two collegiate wrestling champions. *Clin Orthop Relat Res*:183–186

18. Petilon J, Ellingson CI, Sekiya JK (2005) Pectoralis Major Muscle Ruptures. *Operative Techniques in Sports Medicine* 13:162–168. <https://doi.org/10.1053/j.otsm.2005.10.004>
19. Potter BK, Lehman RA, Doukas WC (2006) Pectoralis major ruptures. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 35:189–195
20. Provencher MT, Handfield K, Boniquit NT et al (2010) Injuries to the pectoralis major muscle: diagnosis and management. *Am J Sports Med* 38:1693–1705. <https://doi.org/10.1177/0363546509348051>
21. Ritsch M (2018) Operative Behandlung der chronischen Pectoralis-major-Ruptur. *Oper Orthop Traumatol* 30:398–409. <https://doi.org/10.1007/s00064-018-0577-1>
22. Rodríguez-Ridao D, Antequera-Vique JA, Martín-Fuentes I, Muyor JM (2020) Effect of Five Bench Inclinations on the Electromyographic Activity of the Pectoralis Major, Anterior Deltoid, and Triceps Brachii during the Bench Press Exercise. *Int J Environ Res Public Health* 17:E7339. <https://doi.org/10.3390/ijerph17197339>
23. Sánchez Carbonel JF, Hinz M, Lozano C et al (2022) Pectoralis major and pectoralis minor transfer for irreparable subscapularis tendon tears. *Oper Orthop Traumatol* 34:45–54. <https://doi.org/10.1007/s00064-021-00760-5>
24. Schepsis AA, Grafe MW, Jones HP, Lemos MJ (2000) Rupture of the pectoralis major muscle. Outcome after repair of acute and chronic injuries. *Am J Sports Med* 28:9–15. <https://doi.org/10.1177/03635465000280012701>
25. Standring S, Borley NR, Gray H (2008) *Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice*, 40th ed., anniversary ed. Churchill Livingstone/Elsevier, Edinburgh
26. Travis RD, Doane R, Burkhead WZ (2000) Tendon ruptures about the shoulder. *Orthop Clin North Am* 31:313–330. [https://doi.org/10.1016/s0030-5898\(05\)70150-4](https://doi.org/10.1016/s0030-5898(05)70150-4)
27. Vance DD, Qayyum U, Jobin CM (2019) Rare Isolated Pectoralis Minor Tear from a Non-contact Injury: Case Report and Review of the Literature. *Case Reports in Orthopedics* 2019:e3605187. <https://doi.org/10.1155/2019/3605187>
28. Wolfe SW, Wickiewicz TL, Cavanaugh JT (1992) Ruptures of the pectoralis major muscle. An anatomic and clinical analysis. *Am J Sports Med* 20:587–593. <https://doi.org/10.1177/036354659202000517>
29. Wurm M, Imhoff AB, Siebenlist S (2018) Surgical repair of acute pectoralis major muscle ruptures. *Oper Orthop Traumatol* 30:390–397. <https://doi.org/10.1007/s00064-018-0557-5>
30. Zvijac J, Zikria B, Bemden A (2009) Isolated tears of pectoralis minor muscle in professional football players: a case series. *American journal of orthopedics (Belle Mead, NJ)* 38:145–7

Clinical Results of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Synthetic Graft versus Autologous Tendons at 12 follow-up months

Luis Olivares Ulloa¹, Anell Olivos Meza², Norma Olivos-Garcés³, Stephania Casco-Sánchez¹
Hospital MAC Puebla¹, Hospital Médica Sur², Médica Ángeles³

ABSTRACT

Introduction: The anterior cruciate ligament (ACL) injury is one of the most common knee conditions. The “Gold standard” for the treatment of ACL injuries continues to be autograft reconstruction. We have sought to find new techniques for reconstruction, reducing the morbidity of the donor area, these techniques are performed with a variety of synthetic materials. **Methods:** Ten patients were included & divided into 2 groups (semitendinosus autograft vs semitendinosus reinforced with synthetic polyester ligament). Clinical scores were compared between groups at 12 months. **Results:** Patients with mixed graft did not have significant difference over isolated semitendinosus. **Conclusion:** The reinforcement of thin semitendinosus autografts (< 7mm diameter) with polyester ligaments to reconstruct ACL injuries improves significantly the clinical results after 12-months of surgery at the same level that semitendinosus grafts does without short term complications as effusion, synovitis or infection showing adequate biocompatibility in joints. **Key words:** ACL reconstruction, synthetic grafts, polyester ligaments, synthetic ligaments, ACL grafts

INTRODUCTION

The anterior cruciate ligament (ACL) injury is one of the most common knee conditions.¹ It causes anterior and lateral rotational instability of the knee, it is estimated that annually one of every 3,000 people presents an ACL tear, in the United States 100,000-400,000 ACL reconstructions are performed per year, with good clinical results in more than 70% from the patients.²⁻⁴

There are multiple techniques, both open and arthroscopic for ACL repair among which are the bone-tendon-bone, semitendinosus autograft repair, dynamic interligamentary stabilization, improved repair with “BEAR” bridge, the use of “internal brace” and suture anchors.^{2,6,7} The “gold standard” for the treatment of ACL injuries continues to be autograft reconstruction with some adverse effects related to taking the graft.⁵ Therefore, it has sought to find new techniques for reconstruction, reducing the morbidity of the donor area, these techniques are performed with a variety of synthetic materials.⁸⁻¹¹ Recently, the use of synthetic materials for ACL repair has become popular; such as the use of JewelACL™ (Neoligaments, Leeds, England) which is a polyester prosthesis that can be used with or without an additional tissue graft.¹² Currently there is a diversity of opinions and preferences about each surgical procedure.⁴ Among the techniques used in ACL repair, one of the grafts with the greatest diffusion is

the use of quadruple semitendinosus. The advantages of this technique are that the postoperative period is less painful and the return to activity is faster, in addition to the preservation of the extensor apparatus.² In this study, we compared the clinical outcomes between arthroscopic repair using an autologous ipsilateral semitendinosus tendon graft and the results with arthroscopic repair using an autologous graft reinforced with JewelACL™ synthetic graft.

METHODS

Ten patients with primary ACL reconstruction (ACL-R) were included; one group was treated with semitendinosus autograft and the second group underwent to semitendinosus autograft reinforced with synthetic JewelACL. The use of both techniques for ACL reconstruction was proposed to all skeletally mature patients. In 5 cases JewelACL™ graft was used to increase the diameter of thin semitendinosus autografts.

Surgical technique

The procedure of both techniques was performed under regional anesthesia; each surgical intervention was performed by the same surgeon (AOM). In all cases, ACL reconstruction was performed with an arthroscopically assisted technique through the medial portal (Fig.1). The harvesting of autografts was performed as Olivos-Meza described (Arthroscopy Tech 2020). In cases where synthetic JewelACL™ was used for reinforcement the ends of the semitendinosus tendon sutures (previously prepared) are passed through the JewelACL™, pulling the tendon inside (Fig. 2).

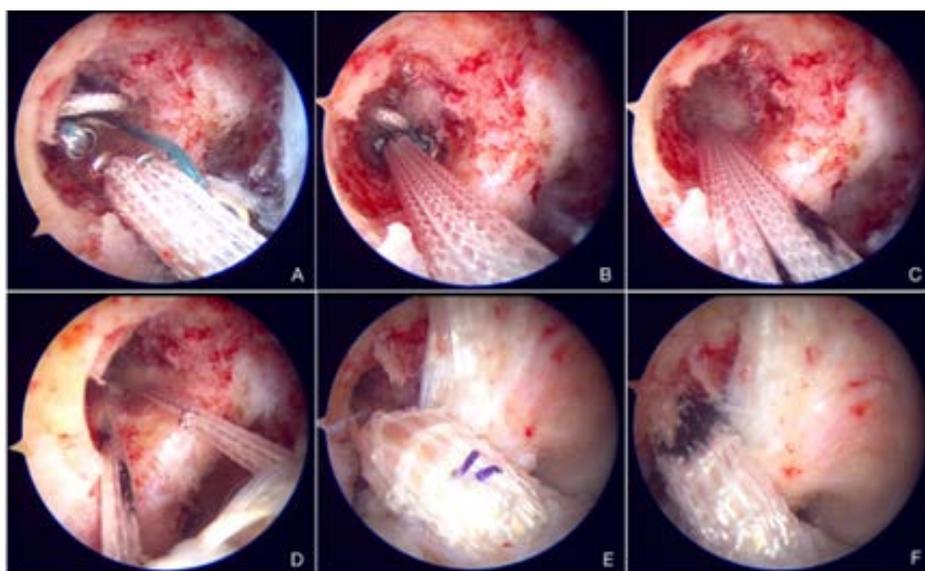


Fig. 1 Passing of a reinforced mixed graft by medial portal technique. The femoral fixation was performed with cortical suspensory system.

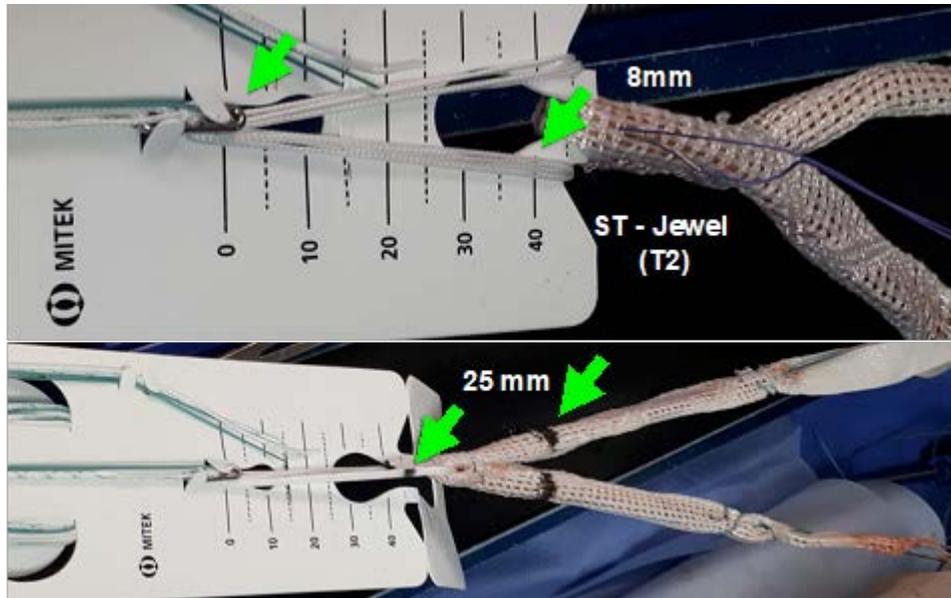


Fig 2 Preparation of reinforced graft. The autologous semitendinosus is introduced into the sleeve of the JewelACL and folded in two limbs. We prefer to put some stitches to keep in place the sutures of the cortical fixation system.

Then places the graft in the native ACL footprint of the femur and tibia. The tibial tunnel was created using a cannulated drill that matches the diameter of the graft. The tibial guide was tilted 55 ° relative to the tibial plateau. The femoral drill was then introduced through the tunnel at 90° of knee flexion, and the half femoral tunnel was drilled under arthroscopic control to a depth of 35 to 40 mm (Fig. 1-C). Then the synthetic ligament was introduced and fixed to the femur employing a femoral-cortical fixation system suspensory (Fig. 1-A & 1-B) and tibia using a bioabsorbable interference screw. Concomitant pathologies as chondral lesions or meniscal injuries were also treated.

Evaluation

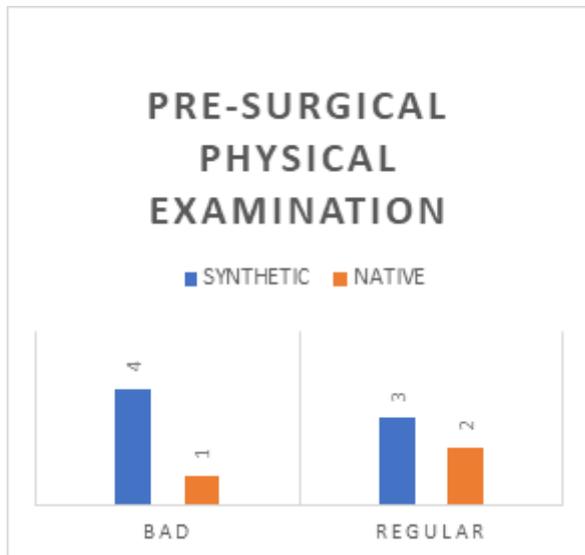
All patients were clinically evaluated for pain, swelling, stability, and arches of motion in the first 3 months after surgery. The exploration of the pre and postoperative arches of mobility is reported as bad (0-30 °), fair (0-70 °), good (0-120 °). Post-surgical stability of the knee was measured with the KT-100 arthrometer (Medmetric Corporation, California, USA) that measures anteroposterior displacement in millimeters. The clinical evaluation was obtained using the scales: KOOS, Kujala, Tegner-Lysholm, IKDC.

Statistical analysis

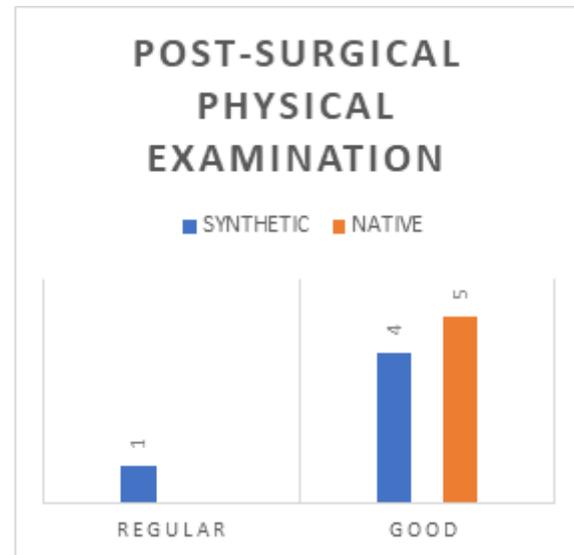
Statistical analysis was performed using the IBM SPSS Statistics 20 Software. The arithmetic mean (\bar{x}) and standard deviation (SD) were calculated for the age of the patients, as well as for the results of the pre-and postsurgical scales: KOOS, Kujala, Tegner-Lysholm, IKDC 2000. For intragroup comparison of postoperative status values, the Chi2 test was used. Differences were considered significant if $p < 0.005$.

RESULTS

A total of 10 were included (5 autologous semitendinosus vs 5 reinforced with a synthetic JewelACL™ type ligament). Eighty percent were men while 20% were women with a mean age of 27.6 years (SD 6.92). The minimum age was 16 years and the maximum age was 38 years. Sixty percent of the knees were right while 40% were left ones. During the 12-month follow-up, no complications related to infections, joint effusion, symptoms of synovitis, or failure of reconstruction were found in any of the groups. Both groups presented a physical examination with pre-surgical arches of mobility reported as poor - fair (Graph 2) improving to regular or good after ACL surgical reconstruction (Graph 3).



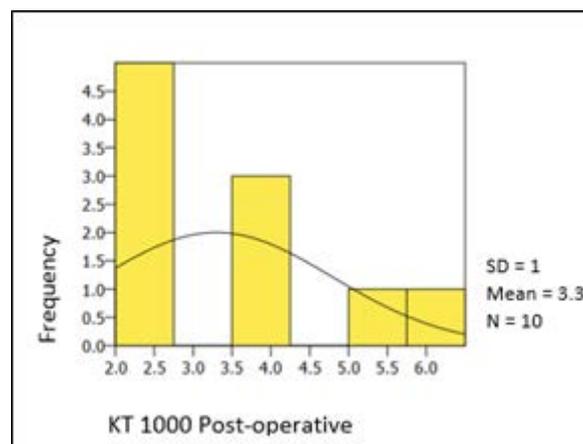
Graph 2. Pre-surgical physical examination



Graph 3. Post-surgical physical examination

Arthrometer evaluation

The post-surgical KT-1000 arthrometer measurement at 12 months on average was 4mm with the use of JewelACL™ and 2.6mm in case of isolated reconstruction with semitendinosus (Graph 3).



Graph 5. Postoperative KT 1000 measurement

Clinical scores

Both groups presented similar results when assessing the postsurgical status using the KOOS, Kujala, Tegner-Lysholm, IKDC scales. No statistically significant difference was found in the clinical evolution between both groups ($p > 0.05$) (Table 1).

Score	Graft	12-months	<i>p</i>
Tegner	ST	93 (± 8.09)	0.43
	Mixed	77.8 (± 20.62)	
Kujala	ST	91.6 (± 3.21)	0.33
	Mixed	76 (± 12.21)	
KOOS	ST	90.4 (± 4.39)	0.54
	Mixed	78.2 (± 17.38)	
IKDC	ST	84.62 (± 3.88)	0.35
	Mixed	64.88 (± 15.34)	
KT1000	ST	2.6 (± 1.34)	0.079
	Mixed	4 (± 1.41)	

Tab. 1 Clinically significant improvement was observed in both groups when compared pre-op values, however, although semitendinosus grafts reached higher scores at 12-months, no significant difference was found.

DISCUSSION

Although first-line treatment of anterior cruciate ligament (ACL) injury most often uses tendon grafts, the optimal graft material remains controversial, regardless of the graft tissue selected.¹³ Historically, the use of synthetic prostheses for ACL reconstruction shows encouraging primary results, with lower complication rates and good postoperative recovery. However, after follow-ups longer than 10 years, most were discontinued due to high rates of long-term complications (reconstruction failure and reactive synovitis).^{12,13}

Currently, artificial ligaments of the Neoligaments™ brand have been incorporated into clinical practice.¹² Due to its recent appearance, there is a small number of studies that specifically compare the use of isolated semitendinosus graft in contrast to the use of JewelACL™ as a reinforcement added to the semitendinosus graft, for ACL reconstruction.

The semitendinosus graft is usually of high quality, maintains excellent vitality, and allows easy rehabilitation, with little pain, multiple works show the same stability as HTH. Among the disadvantages that have been attributed to this graft, we can mention lower resistance and sometimes thin grafts.² Krupa et. to the. concludes that in postoperative patients after ACL reconstruction with a synthetic graft, in the short term it reduces anterior and anterolateral translation, as well as rotational instability of the tibia concerning the femur. The short-term clinical results of patients after ACL reconstruction, with the use of a synthetic graft, are very satisfactory. In follow-up studies up to 2 and a half years, they have revealed adequate evolution with few complications. In contrast, the 10-year follow-up shows subjective lack of satisfaction in half of the patients, so the literature suggests not considering the ligament system as a base graft for primary ACL reconstruction and rather treating it as an alternative graft in special cases.^{1,13} In our study we agree with the satisfactory results of the patients, it is necessary to continue with longer follow-up to detail the rate of complications in our patients, but we can agree with the literature that the use of reinforcement with a synthetic graft is necessary in special cases in which the native graft obtained is insufficient. The reinforcement with a synthetic graft can be an alternative to increase the quality of deficient grafts. Previous studies have shown that synthetic materials improve graft strength and stability immediately after reconstruction, reducing damage to the donor site and eliminating the potential for disease transmission as in allogeneic grafts.^{12,13,17}

Li and Chen present a systematic review where they examined the safety and efficacy of synthetic ligament devices used in ACL reconstruction evaluating the rate of synthetic ligament failure, as well as complications surrounding these events, such as joint effusion and synovitis. The highest failure rate was for Dacron (33.6%) and the lowest was 9.8% for the Trevira graft. The effusion and synovitis data reported are Gore-Tex. (27.6%), Leeds-Keio first generation (7.2%), Dacron (6.3%), and Kennedy LAD (4.7%).¹⁸ Due to these failure and complication rates, some of these devices were discontinued. Currently, there are materials such as LARS and Leeds-Keio II, which have lower complication rates.¹⁸ Newman et al. reported a 2.5% complication rate in the short and medium-term follow-up with the isolated use of the synthetic tendon, which is comparable to the failure rate achieved in ACL reconstruction of the tendon with a semitendinosus.^{11,16} Synovitis as a potential complication is likely to occur in the medium and long term.¹¹ Therefore, it is necessary to carry out studies with a greater number of patients with the use of JewelACL™, to corroborate the possible adverse effects, since it may be a competitive graft with those currently used.

Mulford et. to the. concludes that the use of the synthetic graft can be considered in a patient who requires rapid recovery and understands the potential risk of failure. It also describes that the recovery time to achieve the final goal is shorter in the LARS group compared to autograft.¹⁷ In our group of patients we did not find significant difference in recovery at the end of the 1-year follow-up, both presented favorable evolution rates.

CONCLUSION

The reinforcement of thin semitendinosus autografts (< 7mm diameter) with polyester ligaments to reconstruct ACL injuries improves significantly the clinical results after 12-months of surgery at the same level that semitendinosus grafts does without short term complications as effusion, synovitis or infection showing adequate biocompatibility in joints.

ACKNOWLEDGEMENTS

We express our gratitude to BR Medical Mexico and to Hospital Medica Sur for the supporting of this study.

REFERENCES

1. Satora, W., Królikowska, A., Czamara, A. & Reichert, P. Synthetic grafts in the treatment of ruptured anterior cruciate ligament of the knee joint. *Polym. Med.* 47, 55–59 (2017).
2. Dr. Roberto D. Yañez, Dr. Diego D. Ocaranza, DRLD Choice of graft in anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Rev. Argentina Artrosc.* 17, 199–204 (2010).
3. Ayala-Mejías, JD, García-Estrada, GA & Alcocer Pérez-España, L. Anterior cruciate ligament injuries. *Acta ortopédica Mex.* 28, 57–67 (2014).
4. Martín, JV, Haro, JAC & Campos, FF Reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Trauma* 19, 22–38 (2008).
5. Malahias, M. et al. A Narrative Review of Four Different New Techniques in Primary Previous Cruciate Ligament Repair: “Back to the Future” or Another Trend? (2018).
6. Barclay, F., Leunda, J., Carvallo, J., Rey-Rodriguez, J. & Marangoni, L. Anterior Cruciate Ligament - Anatomy and Basic Sciences applied to Surgical Technique. *Anterior Cruciate Ligament - Anatomy and Basic Sciences Apl. to the Surgical Technique.* 16, 40-47 (2009).
7. Malahias, M., Chytas, D., Nakamura, K., Raoulis, V. & Yokota, M. A narrative review of four different new techniques in primary repair of the anterior cruciate ligament: “Back to the future” or another trend? 0, (2018).
8. Legnani, C., Ventura, A., Terzaghi, C., Borgo, E. & Albisetti, W. Reconstruction of the anterior cruciate ligament with synthetic grafts. A review of the. 465–471 (2010).
9. Dargel, J. et al. Biomechanics of the anterior cruciate ligament and implications for surgical reconstruction. *Strateg. Trauma Limb Reconstr.* 2, 1–12 (2007).
10. Parchi PD, Ciapini G, Pagliarlunga C, GM Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with LARS Artificial Ligament — Clinical Results after a Long-Term Follow-Up. *Joints* 6, 76–79 (2018).
11. Newman, SDS, Atkinson, HDE & Willis-Owen, CA Anterior cruciate ligament reconstruction with the ligament augmentation and reconstruction system: A systematic review. *Int. Orthop.* 37, 321–326 (2013).
12. Chen, S., Chen, T., Wan, F., Jiang, J. & Feller, JA Synthetic Ligaments for ACL Reconstruction. *Controversies in the Technical Aspects of ACL Reconstruction: An Evidence-Based Medicine Approach* (eds. Nakamura, N., Zaffagnini, S., Marx, RG & Musahl, V.) 333–341 (Springer Berlin Heidelberg, 2017). doi: 10.1007/978-3-662-52742-9_31.
13. Krupa, S., Królikowska, A. & Reichert, P. Postoperative Knee Joint Stability Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using the Ligament Advanced Reinforcement System. *Polyim. Med.* 46, 155-161 (2016).

14. Xiros. *The Tissue Graft Sparing Device for Previous Cruciate Ligament Reconstruction*.
15. Hamido, F. et al. *The Knee The use of the LARS artificial ligament to augment a short or undersized ACL hamstrings tendon graft*. *Knee* 18, 373–378 (2011).
16. Tiefenboeck, TM et al. *Clinical and functional outcome after anterior cruciate ligament reconstruction using the LARSTM system at a minimum follow-up of 10 years*. *Knee* 22, 565–568 (2015).
17. Mulford, JS & Chen, D. *Anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review of polyethylene terephthalate grafts*. *ANZ J. Surg.* 81, 785-789 (2011).
18. Li, H. & Chen, S. *Biomedical coatings on polyethylene terephthalate artificial ligaments*. *J. Biomed. Mater. Res. A* 103, 839-845 (2015).

TRAVELLING FELLOWSHIP

Se abre la convocatoria para becas viajeras a Asia-Pacífico.

Postulaciones disponibles **desde el 02 de enero hasta el 1 de marzo de 2023**

Periodo de beca viajera: **22 de junio al 9 de julio 2023**

Las condiciones y requerimientos esenciales para postular son:

- Tener 42 años o menos
- Mínimo de 3 años de experiencia en la subespecialidad
- Inglés fluido
- Ser miembro activo SLARD con membresía al día
- Capacidad de realizar presentaciones científicas en inglés
- Pasaporte con vigencia mayor a 6 meses de la fecha de regreso
- Vacuna COVID-19: Tener esquema completo de vacunación.
- Completar el formulario de postulaciones:
<https://forms.gle/YZtr5T4B2sQ7EN2PA>

El Comité de Becas Viajeras de SLARD evaluará los resultados finales a fin de realizar la selección final de 3 becarios.

Cualquier duda o consulta escriba a secretaria@slard.org



Implante de meniscos sintéticos de poliuretano adicionados con células troncales mesenquimales en la mejora del efecto condroprotector a 12 meses.

Olivos-Meza A^{1*}, Murguía-González LA², Pérez-Jiménez FJ², Olivos-Díaz B³, Ibarra C¹

Ortopedia y Traumatología, Artroscopia y Lesiones Deportivas, Hospital Médica Sur, CDMX¹

Artroscopia y Lesiones Deportivas, Instituto Nacional de Rehabilitación, CDMX²

Facultad de Veterinaria, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX³

RESUMEN

Introducción: Un alto número de lesiones complejas de meniscos suelen requerir meniscectomía como tratamiento, mostrando resultados favorables en un corto plazo, pero con un alto riesgo de desarrollar osteoartritis temprana. El uso de meniscos sintéticos tiene como objetivo el retrasar la instauración de la OA temprana. **Objetivo:** Evaluar el efecto condroprotector del implante de menisco sintético con y sin células a 12 meses. **Metodología:** 17 pacientes fueron manejados con sustituto meniscal sintético solo o adicionado con células troncales mesenquimales (CTM) y se evaluaron los resultados clínicos y el efecto protector del cartílago adyacente a los 12 meses de operados. **Resultados:** En el mapeo t2 tibial para el grupo de CTM los valores aumentaron discretamente a los 9 meses, pero volvieron a los valores iniciales a los 12 meses ($p > 0,05$), mientras que en los implantes acelulares la tendencia fue claramente a disminuir de 3 m a 12m. En el fémur las diferencias fueron mínimas entre grupos, aumentando a los 12 meses en CTM (47.8 ± 3.4) comparado los meniscos acelulares (45.3 ± 4.9) ($p > 0.05$). **Conclusión:** La adición de CTM a los meniscos sintéticos no mostró ninguna ventaja en la protección del cartílago adyacente al implante de menisco a 12 meses ($p > 0.05$).

Palabras clave: Implante meniscal, sustituto meniscal, meniscectomía, células mesenquimales, rodilla.

INTRODUCCIÓN

La rodilla es una de las articulaciones con mayor índice de lesión. En el 15 % de todas las lesiones de rodilla, uno de los meniscos está afectado.^{1,2} Existe una tasa de coincidencia del 40% de lesiones meniscales en aquellos con artrosis de rodilla. Además, las personas que se han sometido previamente a una meniscectomía parcial o total corren el riesgo de desarrollar artrosis en el futuro.³

El menisco desempeña un papel fundamental en la transmisión de las carga al cartílago y al hueso subcondral.⁴ Después de la meniscectomía, el área de contacto se reduce en un 40 % en el compartimento medial y hasta un 52 % en el lateral.^{5,6} Las lesiones del menisco ocurren

por traumas de la rodilla y frecuentemente se asocian con ruptura del LCA, o espontáneamente como resultado del debilitamiento estructural debido al envejecimiento y desgaste.^{7,8} Las estrategias de reparación permiten la preservación del tejido meniscal cuando la ruptura no es compleja y se localiza en el área vascular.⁹ Sin embargo, un gran número de lesiones complejas no pueden repararse y, por lo general, requieren una meniscectomía parcial. Se observan resultados favorables a corto plazo tras la meniscectomía parcial; sin embargo, se ha informado el riesgo de OA temprana debido a la ausencia de menisco.¹⁰ Baratz et al. encontraron que después de la meniscectomía medial total hay una disminución en el área de contacto intraarticular de aproximadamente 75 % y la presión de contacto máxima aumenta en aproximadamente un 235 %. Se encontraron resultados comparables en un estudio de Ahmed y Burke.^{4,11} Otros autores informaron sobre un estudio clínico a largo plazo con un seguimiento a 21 años después de una meniscectomía total en comparación con controles pareados, estos coinciden con los estudios biomecánicos conduce a evidencia radiográfica de artrosis con un riesgo relativo de 14.12. Varios estudios a largo plazo muestran que la meniscectomía parcial tratada con sustitutos meniscales puede retrasar la degeneración meniscal así como la osteoartritis temprana, pero no prevenirla.¹³ En el seguimiento de 136 pacientes después de una meniscectomía parcial por lesiones meniscales aisladas, a los 8.5 años de seguimiento presentaron una tasa de re-operación del 22.8 %, mientras que en el 53 % se encontraron cambios radiográficos sugestivos de osteoartritis en comparación con solo el 22 % en la rodilla de control no afectada.¹⁴

Los sustitutos meniscales se han utilizado para aliviar los síntomas en pacientes que se sometieron a una meniscectomía parcial.^{15,16} El objetivo de estos implantes es proporcionar una mejor funcionalidad del menisco, reducir el nivel de dolor en pacientes jóvenes y retrasar el desarrollo de OA. La sustitución del andamio meniscal por poliuretano (Actifit®) ha demostrado ser un tratamiento eficaz, reduciendo significativamente el dolor y la función de los pacientes a corto y medio plazo.^{17,18} El objetivo del presente estudio es comparar la capacidad condroprotectora de los meniscos enriquecidos con células troncales mesenquimales (CTM) comparada con los implantes sin células 12 meses de seguimiento.

MÉTODOS

Se realizó un estudio prospectivo, longitudinal, comparativo y analítico en donde se incluyeron 17 pacientes con meniscectomía parcial y/o subtotal sintomático (>25%) con edades entre 18 y 50 años. Se excluyeron pacientes con OA, antecedentes de artritis séptica, hipersensibilidad a algún componente del implante (Actifit®) o al factor estimulante de colonias de granulocitos (Filgrastim), el cual se utilizó para realizar una movilización de CTM de la médula ósea al torrente circulatorio. Los pacientes se dividieron en dos grupos: implante de poliuretano enriquecido células (IC) e implante de poliuretano acelular (IA).

1. Movilización de células madre mesenquimales

Los pacientes en el grupo con células recibieron una inyección subcutánea diaria de 300 mcg de G-CSF 3 días consecutivos, al día 4, se obtuvo una muestra de sangre periférica para obtener por aislamiento de células CD90+. Una vez aisladas, se tomó la fracción leucocitaria y se cultivaron durante 2 semanas. Posterior a esto un total de 20x10⁶ de células CD90+ se sembraron en el andamio de poliuretano dejándose 48 horas en incubadora a 37°C.

2. Procedimiento quirúrgico

Los procedimientos se realizaron bajo anestesia regional, se realizó la artroscopia de rodilla de rutina para identificar las lesiones asociadas. Todos los casos fueron realizados por el mismo cirujano (AOM). En el momento de la cirugía, se remodelaron los restos del remanente meniscal, dejando bordes rectos y estables para recibir el menisco sintético. El tamaño del defecto se midió por artroscopia y posteriormente el implante se cortó a un tamaño 10 mm más grande que el tamaño del defecto (Fig. 1B & 1C). Después de colocar el implante en la articulación a través de una cánula de 10 mm (Fig. 1E), se suturó a la cápsula y a los bordes nativos del menisco (Fig. 1F). Se utilizó sutura no reabsorbible (técnica all inside) para cuernos posteriores (Smith & Nephew, dispositivo Fast-fix), sutura reabsorbible PDS (técnica inside-out) con dispositivo protector de menisco (Arthrex) para corregir defectos en el cuerpo del menisco, y técnica de afuera hacia adentro para defectos del asta anterior (sutura PDS). Después de la sutura del andamio, se observó sangrado en la interfase menisco-andamio. El estado de las superficies del cartílago se evaluaron con el sistema de puntuación ICRS en el fémur y la tibia. En los pacientes que recibieron implante de poliuretano acelular, el sustituto meniscal se abrió directamente en el quirófano sin recibir ningún procedimiento.

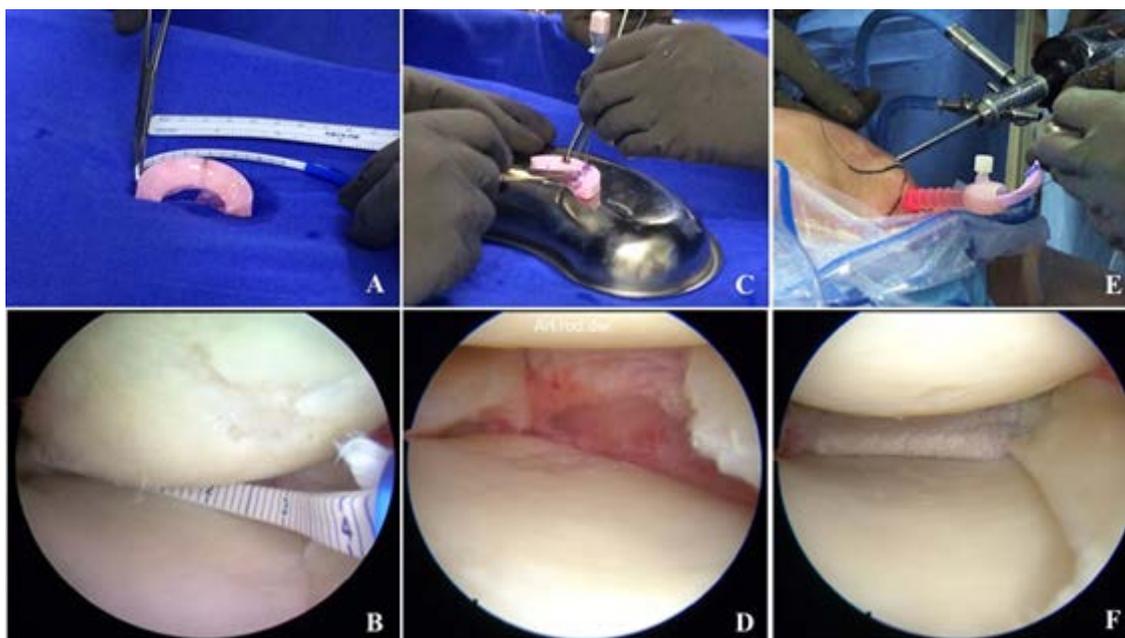


Fig. 1 Medición y corte del implante al tamaño de la zona post-menisectomizada. Con una regla artroscópica contenida en el kit del actifit, se mide el tamaño de la zona menisectomizada posterior al desbridamiento de los bordes y el anillo (A-B). El corte se realiza con un bisturí del #10 (C) y se prefiere que sea 10 mm mayor al tamaño estimado por artroscopia (B-D). El implante de menisco se introduce por una cánula artroscópica (E), se acomoda con el gancho palpador en el lecho de la menisectomía (F) y se fija con suturas todo dentro (all-inside) en el anillo capsular y en los bordes de menisco nativo

3. Rehabilitación post-operatoria

Todos los pacientes usaron rodillera mecánica de 0 a 90° de flexión durante 6 semanas con un apoyo diferido 2 semanas y posteriormente progresar el apoyo a total durante la 3ª y 4ª semana.

4. Evaluaciones post-operatorias

Para evaluar el efecto protector del cartílago con el implante del menisco sintético, se realizaron resonancias magnéticas con mapeo-t2 a los 3, 6, 9 y 12 meses, mientras que la eficacia clínica se valoró mediante aplicación de escalas de rodilla a los mismos meses de seguimiento.

5. Análisis estadístico

Los datos se analizaron con SPSS v22 (IBM®, Armonk, NY, EE. UU.) con un análisis estadístico descriptivo para variables demográficas en ambos grupos y una evaluación intragrupo para el mapeo-t2 usando un análisis de varianza de dos vías por Test de Friedman para muestras pareadas.

RESULTADOS

Un total de 17 pacientes fueron incluidos (13 hombres y 4 mujeres) con una edad promedio de 36 años (± 7.6 , rango 21-47). Los hombres tuvieron más meses de post-menisectomizados, al igual que recibieron un implante de mayor tamaño comparado con las mujeres (Tab. 1).

Grupo	N	Género	Edad	Meses de menisectomía	Menisectomía/ Género	Tamaño del implante	Reconstrucción LCA	Lesión de cartílago
Con células	11 (64.7%)	H (63.6%) M (36.4%)	37.6 ± 8.2	14.2	H (22.2 \pm 21.7) M (14 \pm 6.16)	35 mm	18.2 %	8 (72.7%)
Sin células	6 (35.3%)	H (100%)	33.1 ± 5.9	31.8		55 mm	66.7 %	2 (33.3%)
p			0.26	0.09	0.48	0.8	0.04	0.11

Tab. 1 Resultados demográficos y de lesiones asociadas entre grupos tratados

Tab. 1 Un 64% de los pacientes recibieron un menisco sintético enriquecido con células troncales mesenquimales y en su mayoría fueron hombres (63.6%). Solo se observó diferencia significativa a favor del grupo con células respecto al número de casos asociados a reconstrucción de LCA y de reparación de lesiones de cartílago (Fig. 2).



Fig. 2 Segunda vista artroscópica. A-B) Persistencia de las suturas colocadas durante el implante, no se observó alteración en la claridad de la superficie articular adyacente (C). Algunos implantes tuvieron una ruptura moderada (G) que requirió remodelación y/o estabilización con sutura, mientras que otro porcentaje de casos tenían lesiones condrales asociadas que se trataron en el mismo procedimiento artroscópico (H).

Calidad del cartílago después del implante de menisco

No hubo diferencia significativa entre ambos tratamientos al evaluar el mapeo-t2 al ajustarlo por edad, talla y meses de post-menisectomizados. Los valores del tiempo de relajación del agua en la meseta tibial en los pacientes tratados con células, aumentaron significativamente a los 9 meses, sin embargo, a los 12 meses redujeron a valores muy similares a los reportados a los 3 meses (43.3 ± 4.2 vs 43.3 ± 3.3 , $p > 0.05$). Los pacientes transplantados con menisco sintético sin células redujeron significativamente el tiempo de relajación del agua en la meseta tibial de los 3 (45.2 ± 6.1) a los 12 (41.4 ± 4.1) meses.

DISCUSIÓN

Las lesiones no tratadas del menisco desestabilizan progresivamente la articulación de la rodilla y, en última instancia, conducen a cambios osteoartroticos degenerativos. Por lo tanto, la conservación y regeneración del menisco sigue siendo esencial para mantener la integridad funcional de la articulación de la rodilla.^{21,22} El reemplazo parcial de menisco parece tener un efecto beneficioso significativo para aliviar el dolor, mejorar la función de la rodilla y retrasar el deterioro del cartílago articular.²³ Hay un gran interés en la adición de células troncales para mejorar la integración y la calidad del tejido a sustituir en el implante de sustitutos meniscales.^{24,25} Estos involucran un andamio meniscal enriquecido con células troncales que modularán la formación de un tejido similar al del menisco. Estudios han demostrado la regeneración del menisco utilizando un andamio sembrado en modelos de rata, conejo y cerdo.²⁵⁻²⁸ El último estudio demostró una mejora sustancial en la curación del menisco en comparación con los controles, que esencialmente no exhibieron curación.

En este estudio, se evaluó si el uso del menisco sintético de poliuretano enriquecido con CTM obtenidas de sangre periférica mejoraría la capacidad para preservar la condición del cartílago articular adyacente al implante mediante la determinación del tiempo de relajación del agua en mapeo-t2. En nuestros resultados clínicos, encontramos que el reemplazo de menisco, ya sea solo o con la adición de CTM, logra una mejora significativa y alentadora en los resultados clínicos de los pacientes en comparación con los valores previos a la cirugía ($p < 0.05$). Sin embargo, al comparar los resultados clínicos entre grupos al final de los tratamientos no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$).

Verdonk et al.¹⁹ demostraron que efectivamente el implante de poliuretano debe ser estudiado más a fondo y durante más tiempo para demostrar su funcionalidad en toda su extensión y veracidad más allá del medio plazo. Sin embargo, independientemente de los resultados observados en algunos estudios publicados, especialmente considerando los de Bulgheroni²⁰ y Leroy¹⁵ que describen cómo con el tiempo el implante se ve afectado en su morfología y por ende en sus dimensiones, lo verdaderamente preocupante es que eventualmente estos efectos conducen a una falta de capacidad de cobertura que puede tener tanto la superficie articular femoral como tibial y eventualmente redirigir la articulación hacia un desgaste que conduce progresivamente a la osteoartrosis. Es importante señalar que los resultados de estos estudios nunca han sido concluyentes y por tanto la propia falta de publicaciones con las características adecuadas ha llevado a la comunidad médico-científica a abandonar la inclinación hacia este tipo de tratamientos. En nuestros resultados, se puede considerar estrictamente que, como se informó anteriormente, el implante de poliuretano muestra resultados no concluyentes con la adición de células madre mesenquimales sobre Actifit® solo en clínica y mapeo t2 a los 12 meses.

CONCLUSIONES

El implante de poliuretano mantiene valores de mapeo t2 normales en el cartílago adyacente a los 12 meses. La adición de MSC no mostró ninguna ventaja en la protección del cartílago articular sobre los andamios acelulares. La mejoría clínica es significativa desde el preoperatorio hasta los 12 meses en ambos grupos sin un beneficio significativo en los implantes enriquecidos con CTM.

REFERENCES

1. Majewski M, Susanne H, Klaus S. *Epidemiology of athletic knee injuries: A 10-year study. The Knee* 2006;13:184-8.
2. Vrancken AC, Buma P, van Tienen TG. *Synthetic meniscus replacement: a review. International orthopaedics* 2013;37:291-9.
3. Oosthuizen CR, Takahashi T, Rogan M, et al. *The Knee Osteoarthritis Grading System for Arthroplasty. The Journal of arthroplasty* 2018.
4. Ahmed AM, Burke DL. *In-vitro measurement of static pressure distribution in synovial joints--Part I: Tibial surface of the knee. Journal of biomechanical engineering* 1983;105:216-25.
5. Ihn JC, Kim SJ, Park IH. *In vitro study of contact area and pressure distribution in the human knee after partial and total meniscectomy. International orthopaedics* 1993;17:214-8.
6. Shoemaker SC, Markolf KL. *The role of the meniscus in the anterior-posterior stability of the loaded anterior cruciate-deficient knee. Effects of partial versus total excision. The Journal of bone and joint surgery American volume* 1986;68:71-9.
7. Lind M, Menhert F, Pedersen AB. *The first results from the Danish ACL reconstruction registry: epidemiologic and 2 year follow-up results from 5,818 knee ligament reconstructions. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA* 2009;17:117-24.
8. Binfield PM, Maffulli N, King JB. *Patterns of meniscal tears associated with anterior cruciate ligament lesions in athletes. Injury* 1993;24:557-61.
9. Rubman MH, Noyes FR, Barber-Westin SD. *Arthroscopic repair of meniscal tears that extend into the avascular zone. A review of 198 single and complex tears. The American journal of sports medicine* 1998;26:87-95.
10. Dhollander A, Verdonk P, Verdonk R. *Treatment of Painful, Irreparable Partial Meniscal Defects With a Polyurethane Scaffold: Midterm Clinical Outcomes and Survival Analysis. The American journal of sports medicine* 2016;44:2615-21.
11. Baratz ME, Fu FH, Mengato R. *Meniscal tears: the effect of meniscectomy and of repair on intraarticular contact areas and stress in the human knee. A preliminary report. The American journal of sports medicine* 1986;14:270-5.
12. Roos H, Lauren M, Adalberth T, Roos EM, Jonsson K, Lohmander LS. *Knee osteoarthritis after meniscectomy: prevalence of radiographic changes after twenty-one years, compared with matched controls. Arthritis and rheumatism* 1998;41:687-93.
13. Fauno P, Nielsen AB. *Arthroscopic partial meniscectomy: a long-term follow-up. Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 1992;8:345-9.

14. Shriram D, Praveen Kumar G, Cui F, Lee YHD, Subburaj K. Evaluating the effects of material properties of artificial meniscal implant in the human knee joint using finite element analysis. *Scientific reports* 2017;7:6011.
15. Leroy A, Beaufils P, Faivre B, Steltzlen C, Boisrenoult P, Pujol N. Actifit((R)) polyurethane meniscal scaffold: MRI and functional outcomes after a minimum follow-up of 5 years. *Orthopaedics & traumatology, surgery & research : OTSR* 2017;103:609-14.
16. Faivre B, Bouyarmane H, Lonjon G, Boisrenoult P, Pujol N, Beaufils P. Actifit(R) scaffold implantation: Influence of preoperative meniscal extrusion on morphological and clinical outcomes. *Orthopaedics & traumatology, surgery & research : OTSR* 2015;101:703-8.
17. Gelber PE, Petrica AM, Isart A, Mari-Molina R, Monllau JC. The magnetic resonance aspect of a polyurethane meniscal scaffold is worse in advanced cartilage defects without deterioration of clinical outcomes after a minimum two-year follow-up. *The Knee* 2015;22:389-94.
18. Schuttler KF, Haberhauer F, Gesslein M, et al. Midterm follow-up after implantation of a polyurethane meniscal scaffold for segmental medial meniscus loss: maintenance of good clinical and MRI outcome. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA* 2016;24:1478-84.
19. Verdonk P, Beaufils P, Bellemans J, et al. Successful treatment of painful irreparable partial meniscal defects with a polyurethane scaffold: two-year safety and clinical outcomes. *The American journal of sports medicine* 2012;40:844-53.
20. Bulgheroni P, Bulgheroni E, Regazzola G, Mazzola C. Polyurethane scaffold for the treatment of partial meniscal tears. Clinical results with a minimum two-year follow-up. *Joints* 2013;1:161-6.
21. Arnold MP, Hirschmann MT, Verdonk PC. See the whole picture: knee preserving therapy needs more than surface repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20(2):195-6.
22. Cook JL. The current status of treatment for large meniscal defects. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;(435):88-95.
23. Rodkey WG, DeHaven KE, Montgomery WH 3rd et al. Comparison of the collagen meniscus implant with partial meniscectomy. A prospective randomized trial. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90:1413 – 26.
24. Angele P, Johnstone B, Kujat R, et al: Stem cell based tissue engineering for meniscus repair. *J Biomed Mater Res A* 2008;85(2):445-455.
25. Dutton AQ, Choong PF, Goh JC, Lee EH, Hui JH: Enhancement of meniscal repair in the avascular zone using.
26. Izuta Y, Ochi M, Adachi N, Deie M, Yamasaki T, Shinomiya R: Meniscal repair using bone marrow-derived mesenchymal stem cells: Experimental study using green fluorescent protein transgenic rats. *Knee* 2005;12(3):217-223. 671.
27. Kang SW, Son SM, Lee JS, et al: Regeneration of whole meniscus using meniscal cells and polymer scaffolds in a rabbit total meniscectomy model. *J Biomed Mater Res A* 2006;78(3):659-671.
28. Lu HD, Cai DZ, Wu G, Wang K, Shi DH: Whole meniscus regeneration using polymer scaffolds loaded with fibrochondrocytes. *Chin J Traumatol* 2011;14(4):195-204.

CONGRESOS

Nacionales e Internacionales 2023



AMECRA

XXVII

CONGRESO
INTERNACIONAL

AMECRA
2023

31 MAYO AL **3 JUNIO**
CINTERMEX
MONTERREY, NUEVO LEÓN



WWW.AMECRA.ORG.MX

GACETA ELECTRÓNICA
AMECRA @ONLINE

Asociación Mexicana de Cirugía Reconstructiva, Articular y Artroscopia, A.C.



*Asociación Mexicana de Cirugía
Reconstructiva Articular y Artroscopia A.C.*

Boulevard Puerta de Hierro, 5150 int 305-A
Colonia Plaza Corporativo, Zapopan, Jalisco.
C.P. 45116

Teléfono: (33) 3611-3334

E-Mail: secretaria@amecra.org.mx

amecra.org.mx