

## Artículo original

## Tenotomía y aponeurotomía percutánea (TAP) para la contractura de los flexores de rodilla en niños con parálisis cerebral espástica

De Pavía-Mota E,\* Neri-Gómez S,\* Reyes-Contreras G,\* Valencia-Posadas M\*\*

Centro de Rehabilitación Infantil Teletón Guanajuato

**RESUMEN.** La contractura de los músculos flexores de rodilla es frecuente en pacientes con parálisis cerebral espástica. El objetivo del estudio fue determinar si la tenotomía y aponeurotomía percutánea puede disminuir la contractura de los flexores de rodilla en niños con parálisis cerebral espástica. *Material y métodos:* De Enero a Diciembre de 2009 se realizó un estudio prospectivo de casos consecutivos en 24 niños con diagnóstico de parálisis cerebral espástica moderada a severa, que presentaban contractura de flexores de rodilla con ángulo poplíteo  $\geq$  a  $45^\circ$  y con escala de clasificación la función motora gruesa 4 o 5, intervenidos quirúrgicamente mediante tenotomía y aponeurotomía percutánea y evaluados durante 24 meses. Para el análisis de datos utilizamos análisis de varianza con un diseño factorial. *Resultados:* El promedio preoperatorio del ángulo poplíteo fue de  $83.48^\circ$  y al término del seguimiento fue de  $27.30^\circ$ , mejorando  $56.18^\circ$  ( $p < 0.01$ ). Encontramos diferencias estadísticamente significativas de todas las mediciones con respecto a la inicial. *Discusión:* Se describe la aponeurotomía percutánea en los músculos flexores de rodilla, que comparada con otros procedimientos ofrece los beneficios de la cirugía mínima invasiva, leve dolor postoperatorio, corta estancia hospitalaria –sin utilizar inmovilización durante todo el proceso– los niños regresaron a su programa de terapia en cinco días. *Conclusión:*

**ABSTRACT.** Knee flexor muscle contracture is frequent in patients with spastic cerebral palsy. The purpose of the study was to determine whether percutaneous tenotomy and aponeurotomy may decrease knee flexor contracture in children with spastic cerebral palsy. *Material and methods:* A prospective study of consecutive cases was conducted from January to December 2009 in 24 children with a diagnosis of moderate to severe spastic cerebral palsy who had knee flexor contracture with a popliteal angle  $\geq 45^\circ$  and a gross motor function classification scale of 4 or 5; they underwent percutaneous tenotomy and aponeurotomy surgery and were followed-up for 24 months. Variance analysis with a factorial design was used for data analysis. *Results:* The mean popliteal angle was  $83.48^\circ$  preoperatively and  $27.30^\circ$  by the end of the follow-up, with an improvement of  $56.18^\circ$  ( $p < 0.01$ ). Statistically significant differences were found in all measurements comparing them with the baseline values. *Discussion:* Percutaneous aponeurotomy of knee flexor muscles is described. Compared to other procedures it provides the benefits of minimally invasive surgery, mild post-operative pain, short hospital stay –without using immobilization during the entire process– and children returned to their therapy program within five days. *Conclusion:* Percutaneous tenotomy and aponeurotomy of knee flexors was shown to be a

Nivel de evidencia: IV

www.medigraphic.org.mx

\* Centro de Rehabilitación Infantil Teletón Guanajuato, México.

\*\* División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato.

Dirección para correspondencia:

Dr. Eugenio De Pavía Mota

Centro de Rehabilitación Infantil Teletón Guanajuato Av. Siglo XXI Núm. 1400, Colonia Predio Los Sauces, Irapuato, Guanajuato, México, C. P. 36547.

Tel: (462) 606 8687 ext. 8636 Fax: (462) 606 86 20

E-mail: drdepavia@yahoo.com, depavia@teleton-gto.org.mx

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/actaortopedica>

**La tenotomía y aponeurotomía percutánea de los flexores de rodilla demostró ser una buena alternativa para el tratamiento de la contractura de los flexores de rodilla en el paciente con parálisis cerebral espástica.**

**Palabras clave: rodilla, parálisis cerebral, tenotomía, limitación de movilidad.**

**good alternative for the treatment of knee flexor contracture in patients with spastic cerebral palsy.**

**Key words: knee, cerebral palsy, tenotomy, mobility limitation.**

## Introducción

La parálisis cerebral es el resultado de una lesión no progresiva del cerebro en desarrollo. La parálisis cerebral (PC) espástica se caracteriza por la hiperexcitabilidad de los reflejos tónicos de estiramiento y el aumento de tono muscular, ambos componentes del síndrome de la motoneurona superior.<sup>1,2</sup> En la espasticidad el aumento del tono muscular ocasiona cambios tanto en el propio músculo como en las estructuras adyacentes, que al crecer más lentamente que los huesos ocasionan las contracturas.<sup>3</sup> Se ha reportado una reducción de hasta 25% en el área de la fibra muscular espástica, sin anomalías estructurales en los sujetos con PC espástica;<sup>4</sup> las aponeurosis superficiales y profundas (los tendones internos de los músculos) determinan la longitud muscular, no la longitud de la fibra.<sup>5</sup>

La cirugía ortopédica está indicada en los pacientes con PC espástica severa para mejorar su postura, sedestación, movilización, higiene, manejo, así como para prevenir o disminuir deformidades y en lo posible ayudar al balance muscular. La contractura en flexión de la rodilla, entre otras, es frecuente en este tipo de pacientes, ocasionada principalmente por los isquiotibiales, que al ser biartrodiales, limitan en forma importante la extensión de la rodilla y reducen la lordosis lumbar al rotar la pelvis hacia adelante, obligando al niño a sentarse con cifosis lumbar compensatoria y las rodillas flexionadas, ya que al extenderlas ocasiona que se resbale de la silla constantemente.<sup>6</sup>

Se han descrito numerosas técnicas quirúrgicas<sup>6,7,8</sup> para mejorar la extensión de la rodilla en los pacientes con PC espástica, transferencia tendinosa de los isquiotibiales al cóndilo medial y lateral del fémur, avance de tendón rotuliano, capsulotomía posterior y osteotomía femoral de extensión, entre otras. Los mejores resultados se han observado con la tenotomía del semitendinoso y el *gracilis*, la aponeurotomía bajo visión directa en varios niveles del semimembranoso y bíceps femoral, seguidas de inmovilización muslo-podálica en máxima extensión de rodilla de 3 a 6 semanas dependiendo del autor.<sup>6,7,8,9,10,11</sup> Jones describe el mismo procedimiento, además de liberación proximal abierta de la banda aponeurótica del semimembranoso, inmovilizando por 3 semanas con buenos resultados.<sup>12</sup> Sin embargo, en la actualidad no hay un único procedimiento aceptado en su totalidad.

Con base en los reportes que indican la disminución de la longitud de la masa muscular, ésta depende de la aponeurosis,<sup>4,5</sup> no de los tendones o el músculo propiamente dicho, así como del fácil acceso de las aponeurosis y el semitendinoso a nivel subcutáneo; el abordaje mínimo invasivo mediante tenotomía y aponeurotomía percutáneas de los flexores de rodilla podría ser una técnica novedosa y factible en niños con PC espástica.

El objetivo de la presente investigación fue determinar si la tenotomía y aponeurotomía percutáneas (TAP) de los flexores mejoran la extensión de la rodilla en los pacientes con PC espástica severa.

## Material y métodos

Previo aprobación del Comité de Ética en la Investigación, se llevó a cabo un estudio prospectivo, de casos consecutivos, en 24 pacientes con PC espástica severa, operados de TAP de los flexores de rodilla durante el año 2009.<sup>13</sup>

Durante el estudio no hubo pérdidas de pacientes; todos presentaban un ángulo poplíteo igual o mayor a 45° y Escala de Clasificación de la Función Motora Gruesa (ECFMG) 4 o 5. Las 48 rodillas se midieron con un sólo goniómetro y por el mismo evaluador, anotando el ángulo poplíteo<sup>6</sup> en diferentes tiempos, preoperatorio (Pre), preoperatorio bajo anestesia (PreA), postoperatorio bajo anestesia (PoA), postoperatorio a las 2 y 6 semanas (Po2s, Po6s) y a los 6, 12 y 24 meses respectivamente (Po6m, Po12m y Po24m). Por lo que el número final de datos fue de 384.

Otros parámetros considerados para el análisis fueron: la edad (de 4 a 14 años), el peso previo a la cirugía, género y lado de la rodilla (derecha o izquierda).

Para evaluar las diferencias en el ángulo poplíteo se usó el análisis de varianza (ANDEVA) con un diseño factorial. La variable dependiente fue el ángulo poplíteo y los factores evaluados las 8 mediciones, género, ECFMG y el lado de la rodilla. La edad y el peso de los pacientes se evaluaron como covariantes.

Se usaron comparaciones múltiples de medias para evaluar las diferencias entre las mediciones con la prueba de Tukey. Todas las interacciones de primer grado fueron evaluadas y los datos analizados con el programa Statgraphics Plus V. 5.0.<sup>14</sup>

## El procedimiento quirúrgico

Con el paciente en decúbito supino, bajo anestesia general, se prepararon ambos miembros inferiores cubriendo al paciente de la cintura hacia arriba, dejando ambas piernas libres sobre sábana y campos estériles. El asistente flexionó la cadera a 90°, cero abducción, extendió la rodilla hasta el límite permisible. El cirujano registró entonces el ángulo poplíteo (segunda medición del estudio PreA), mientras esta posición se mantuvo, se palparon cuidadosamente las contracturas en la región distal y dorsal del muslo. Iniciando por la inserción distal del semitendinoso, con una hoja de bisturí número 11, se realizó incisión puntiforme directamente donde se palpó mejor el tendón, habitualmente de 2 a 3 cm proximal al pliegue poplíteo, mientras el ayudante mantuvo la tensión. Con movimientos pendulares se seccionó el tendón percutáneamente, logrando una mejoría inmediata en la extensión de rodilla (*Figura 1*).

A continuación se exploró el semimembranoso extendiendo la rodilla hasta el límite de la contractura, mediante palpación cuidadosa se determinó el punto de máxima tensión y ahí se puncionó la piel con el mismo bisturí, con movimientos pendulares, transversales al músculo, se seccionó la aponeurosis, hasta eliminar la tensión en este nivel. Se pudieron palpar otros puntos en este mismo músculo, ya que al ir liberando las contracturas y extendiendo más la rodilla, otras zonas se hicieron notorias, seccionando estas bandas de tensión aponeurótica en los sitios requeridos a través de incisiones percutáneas

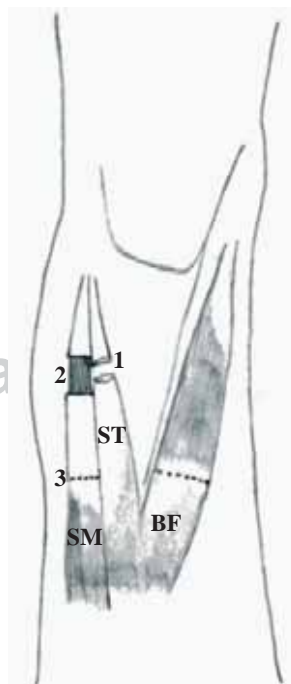


**Figura 1.** Tenotomía percutánea del semitendinoso.

(*Figura 2*). Llevando la pierna en abducción, se palpó el músculo recto interno, en donde también se presentaron contracturas aponeuróticas, mismas que se liberaron mediante aponeurotomía, con la misma incisión que se usó para el semimembranoso o en otro abordaje percutáneo. Por último, regresando la cadera a neutro con la rodilla en extensión máxima, se exploró el bíceps femoral, en



**Figura 2.** Diferentes abordajes percutáneos sobre el semimembranoso y recto interno (nótese la extensión lograda).



**Figura 3.**

Esquema donde ST: semitendinoso; SM: semimembranoso; BF: bíceps femoral; 1: tenotomía percutánea del ST; 2: aponeurotomía distal del SM; 3: nivel proximal de aponeurotomía del SM; la línea punteada en BF corresponde al nivel de aponeurotomía en caso que se requiera (ver texto).

la unión músculo-tendinosa y se seccionó la aponeurosis en este nivel si se consideró necesario dependiendo de la contractura. Se tomó la tercera medición en este momento (PoA).

La *figura 3* muestra un esquema donde el semitendinoso fue seccionado, con líneas punteadas los sitios donde la aponeurosis del semimembranoso y del bíceps femoral fue cortada. El procedimiento se hizo en este orden: semitendinoso, semimembranoso, recto interno y bíceps femoral.

Es importante señalar que la aponeurosis se seccionó superficialmente al músculo inmediatamente por debajo de la piel, de tal manera que el bisturí no penetró más de 5 mm en ningún caso, evitando daños a estructuras vasculares o nerviosas y conservando las fibras musculares.

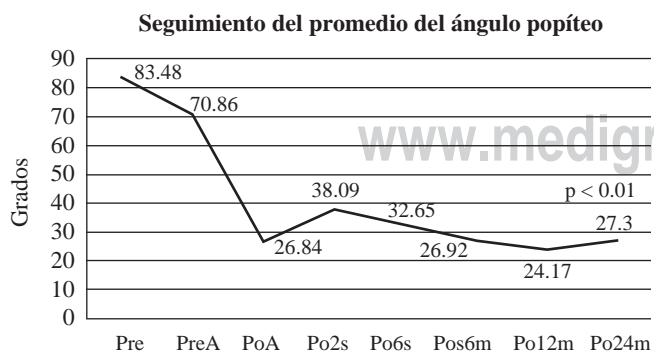
El sangrado fue escaso y cedió fácilmente con presión gentil, no usamos suturas, solamente tintura de Benjuí, microporo de 2 cm sobre las incisiones y una venda elástica de 5 cm cubriendo la zona.

No se tuvieron complicaciones durante el procedimiento o después de éste. Los pacientes fueron dados de alta del hospital al término del período de recuperación anestésica y tolerando la ingesta de líquidos. Se les recetó naproxeno-paracetamol en suspensión cada 8 horas durante los siguientes 3 días.

## Resultados

De los 24 niños operados, 19 fueron niños (80%) y 5 niñas (20%), con edad promedio de 6.7 años. Los promedios de las diferentes mediciones del ángulo poplíteo fueron: Pre 83.48°, PreA 70.86°, PoA 26.84°, Po2s 38.09°, Po6s 32.65°, Po6m 26.62°, Po12m 24.17° y Po24m 27.30°. Los resultados del análisis de varianza (*Tabla 1*) demostraron diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) entre el promedio de los ángulos de cada una de las medidas (tratamiento) con respecto a la inicial (preoperatoria). La diferencia entre la medición inicial y la final a los 24 meses fue altamente significativa ( $p < 0.01$ ) y el promedio de extensión obtenido fue de 56.18° (*Figura 4*).

Los resultados del análisis de varianza también mostraron que el peso de los niños, el tratamiento y la ECFMG



**Figura 4.** Muestra las medidas del ángulo poplíteo en grados, preoperatorio, preoperatorio bajo anestesia, seguimiento a las 2 y 6 semanas y a los 6, 12 y 24 meses (MS Office Excel).

fueron significativos ( $p < 0.01$ ), lo que indica que hubo diferencias en las medidas del ángulo poplíteo debido a estos tres efectos. Por ejemplo, la media del ángulo poplíteo para los niveles 4 y 5 de ECFMG fueron de 38.5° y 44.08° respectivamente, siendo estadísticamente diferentes. Sin embargo, las mediciones de los ángulos no fueron diferentes estadísticamente según la edad, el sexo o la rodilla del paciente ( $p > 0.05$ ). Por ejemplo, los promedios de los ángulos poplíteos para las rodillas derecha e izquierda fueron prácticamente iguales (41.41° *versus* 41.17°, respectivamente) (*Tabla 1*).

## Discusión

La contractura de los flexores de la rodilla en los pacientes espásticos ha sido estudiada desde hace años por la limitación funcional que ocasiona; en el paciente ambulante compromete la marcha y postura, mientras que en el dependiente compromete el sentado, la higiene, la postura y la movilización.<sup>6</sup>

Durante la consulta y exploración notamos al medir el ángulo poplíteo, la facilidad con que se palpaban las contracturas de los flexores de la rodilla, anatómicamente accesibles por vía percutánea. De acuerdo a las técnicas reportadas, los mejores resultados parecen ser aquellos donde se secciona la aponeurosis en diferentes niveles del semimembranoso, recto interno y bíceps femoral, con tenotomía del semitendinoso.<sup>6,7,8,9,10,11</sup>

El abordaje percutáneo de la aponeurosis de los flexores de la rodilla no se ha descrito y ofrece múltiples beneficios:

**Tabla 1. Análisis de varianza de los ángulos poplíteos promedio en niños con PC espástica operados de TAP.**

	Número de datos	Promedio en grados	Error estándar
Covariables			
Edad	384	NS	
Peso	384	**	
Tratamiento		**	
Pre	48	83.48 e	1.82
PreA	48	70.86 d	1.82
PoA	48	26.84 a	1.82
Po2s	48	38.09 c	1.82
Po6s	48	32.65 bc	1.82
Po6m	48	26.92 ab	1.82
Po12m	48	24.17 a	1.82
Po24m	48	27.30 a	1.82
Género		NS	
Niñas	80	42.01	0.71
Niños	304	40.57	1.46
ECFMG		**	
4	200	38.50	1.05
5	184	44.08	1.00
Lado de rodilla		NS	
Derecha	192	41.41	1.00
Izquierda	192	41.17	1.01

Error estándar; \*\* =  $p < 0.01$ ; \* =  $p < 0.05$ ; NS = no significativo ( $p > 0.05$ ). Las diferentes letras en el tratamiento indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ).

no suturas, menor tiempo quirúrgico, corta estancia hospitalaria; contrario a las técnicas hasta ahora descritas, sin inmovilización postoperatoria.

En los resultados no encontramos diferencias significativas del ángulo poplíteo con el género y el lado de la rodilla; tampoco con la edad, lo que concuerda con lo reportado por Dhawlikar<sup>9</sup> y Damron.<sup>11</sup> Las diferencias significativas se observaron en el grupo de ECFMG-5 con un promedio de 44.08° respecto al grupo ECFMG-4 con 38.5°; el peso también tuvo influencia en ángulo poplíteo (Tabla 1).

No hubo cambios en la ECFMG después de la cirugía, ya que ninguno de nuestros pacientes caminaba; sin embargo, los cambios observados al mejorar la extensión de las rodillas fueron en la lordosis lumbar y la rotación de la pelvis, mejorando el sentado.

Los logros obtenidos en la extensión de la rodilla son comparables al estudio realizado por Jones,<sup>12</sup> en donde se reportan 50° de ganancia promedio en extensión de la rodilla después de seccionar la aponeurosis proximal del semimembranoso, adicionalmente al alargamiento bajo visión directa de los flexores de rodilla; otros autores reportan en promedio 30° de ganancia en la extensión, aun a los 6 años.<sup>8,9,10,11</sup>

En este estudio el tiempo de hospitalización fue menor a 6 horas y el programa de terapia física continuó a partir del quinto día de la cirugía durante todo el período de seguimiento, con especial énfasis en la extensión de la rodilla, tanto en el centro de rehabilitación como en casa. No se usaron inmovilizadores postoperatorios, férulas u órtesis en ningún paciente.

La TAP fue útil para liberar las contracturas aponeuróticas en el grupo estudiado y en un futuro podría ser usada para otros grupos musculares. Comparado con otras técnicas descritas no hay inmovilización, además el riesgo y dolor son mínimos.

La tenotomía y aponeurotomía percutánea de los isquiotibiales son una buena alternativa en el tratamiento de la contractura en flexión de la rodilla en el niño espástico.

## Agradecimiento

El autor desea agradecer a la Enfermera Quirúrgica Maricela Hernández Flores, al Dr. Armando Aburto Casillas y al Dr. Javier Noyola, por su colaboración en este proyecto.

## Bibliografía

1. Herring JA: *Disorders of the brain*. In: Tachdjian's pediatric orthopedics. Vol. 2. 3rd ed. Philadelphia: W. B. Saunders; 2002.
2. Suso S, López S, Forés J, Ferreres A, Gutierrez-Carbonel P. Cirugía paliativa de la parálisis espástica en las extremidades superiores. *Rev Neurol* 2003; 37(5): 454-58.
3. Bleck EE: Management of the lower extremities in children who have cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am* 1990; 72: 140-44.
4. Rose J, Haskell WL, Gamble JG, Hamilton RL, Brown DA, Rinsky L: Muscle pathology and clinical measures of disability in children with cerebral palsy. *J Orthop Research* 1994; 12(6): 758-68.
5. Shortland AP, Harris CA, Gouch M, Robinson RO: Architecture of the medial gastrocnemius in children with spastic diplegia. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2002; 44: 158-63.
6. Reimers J: Contracture of the hamstrings in spastic cerebral palsy. A Study of Three Methods of Operative Correction. *J Bone Joint Surg Br* 1974; 56B(1): 102-9.
7. Beals R: Treatment of knee contracture in cerebral palsy by hamstring lengthening, posterior capsulotomy and cuadriceps mechanism shortening. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2001; 43: 802-5.
8. Banks H, Green W. The correction of equinus deformity in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am* 1958; 40: 1359-79.
9. Dhawlikar SH, Root L, Mann RL: Distal lengthening of the hamstrings in patients who have cerebral palsy. Long-term retrospective analysis. *J Bone Joint Surg Am* 1992; 74: 1385-91.
10. Hsu LC, Li HS: Distal hamstring elongation in the management of spastic cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 1990; 10: 378-81.
11. Damron T, Breed AL, Roecker E: Hamstring tenotomies in cerebral palsy: long-term retrospective analysis. *J Pediatr Orthop* 1991; 11: 514-19.
12. Jones S, Al Hussainy H, Ali F, et al: Distal hamstring lengthening in cerebral palsy: the influence of the proximal aponeurotic band of the semimembranous. *J Pediatr Orthop B* 2006; 15(2): 104-8.
13. Ley General de Salud. Diario Oficial de la Federación (26 de Enero de 1982).
14. Hulley S. *Diseño de la Investigación clínica*. Barcelona: Doyma; 1993.