



Uso de la tomografía en el estudio de grupos musculares en alteraciones osteoarticulares de tobillo y pie

González-Ballesteros A¹, Salazar-Palomeque JR², González-Vergara C³

Resumen

INTRODUCCIÓN: la resonancia magnética y el ultrasonido son los métodos de estudio convencionales por imagen más especializados en la exploración de alteraciones musculoesqueléticas; sin embargo, el papel de la tomografía en este campo es fundamental en la evaluación de alteraciones osteoarticulares.

MATERIAL Y MÉTODOS: se realizó el análisis de 75 estudios de tomografía de tobillo y pie, realizados en el Servicio de Tomografía Computada y Ultrasonido en el periodo de marzo a diciembre del 2015.

RESULTADOS: de los estudios analizados 75% fueron hombres y 25% mujeres, con una edad media de 32 años (con un rango que va desde los 5 hasta los 86 años), con un periodo de evolución de dos meses. Se encontraron alteraciones importantes en volumen muscular por atrofia grasa muscular en región posterior, anterolateral y músculos intrínsecos y extrínsecos del pie por diversas causas.

CONCLUSIONES: el médico radiólogo debe familiarizarse con el análisis y descripción para incluir en su informe de tomografía los cambios advertidos en el volumen muscular, que si bien no reflejan las características tisulares sí muestran cambios en el volumen frente a las limitaciones funcionales ya sean completas o parciales, lo que impacta al ciclo de la marcha siendo de utilidad al equipo multidisciplinario que no solo se incluye al especialista en cirugía ortopédica sino al médico rehabilitador y a otras especialidades afines no quirúrgicas, para efectos de intervenciones que permitan la ganancia de fuerza y volumen muscular para poder retomar las actividades de la vida diaria.

PALABRAS CLAVE: tomografía computada, volumen muscular, atrofia grasa muscular, músculos intrínsecos y extrínsecos del pie, limitaciones funcionales.

¹Facultad Mexicana de Medicina de la Universidad La Salle. Hospital Ángeles Mocel.

²Profesor Adjunto del Curso de Alta Especialidad en Imagenología del Sistema Musculoesquelético. Adscrito al Servicio de Tomografía Computada y Ultrasonido, INR LGII.

³Radiología Hospital Ángeles Mocel, Jefe de Educación Médica. Gelati 29-409, Col. San Miguel de Chapultepec, 11850, Ciudad de México.

Recibido: 3 de mayo 2017

Aceptado: 5 de septiembre 2017

Correspondencia

Armando González-Ballesteros
armando_gb@hotmail.com

Este artículo debe citarse como

González-Ballesteros A, Salazar-Palomeque JR, González-Vergara C. Uso de la tomografía en el estudio de grupos musculares en alteraciones osteoarticulares de tobillo y pie. Anales de Radiología México 2017;16(3):206-217.



Anales de Radiología México 2017 Jul;16(3):206-217.

Use of tomography in the study of muscle groups in osteoarticular alterations of ankle and foot.

González-Ballesteros A¹, Salazar-Palomeque JR², González-Vergara C³

Abstract

INTRODUCTION: magnetic resonance and ultrasound are the most specialized conventional image study methods used to explore musculoskeletal alterations; however, the role of tomography in this field is fundamental in evaluating osteoarticular alterations.

MATERIAL AND METHODS: we conducted an analysis of 75 ankle and foot tomographies, taken in the Computerized Tomography and Ultrasound service in the period March to December 2015.

RESULTS: of the studies analyzed, 75% were men and 25% women, with a mean age of 32 years (in a range of 5 to 86 years), with a 2-month period of evolution. Significant alterations in muscle volume were found due to fatty muscle atrophy in posterior and anterolateral regions and intrinsic and extrinsic muscles of the foot with various causes.

CONCLUSIONS: the radiologist must be familiar with analysis and description to include in the tomography report changes detected in muscle volume which, while they do not reflect tissue characteristics, do show changes in volume resulting from functional impairment, whether complete or partial, which affect the walking cycle and can be useful to the multidisciplinary team, which includes not only the orthopedic surgeon, but also specialists in rehabilitation and other related non-surgical fields, for the purpose of interventions which can help the patient gain muscle strength and volume and eventually resume everyday activities.

KEYWORDS: computerized tomography; muscle volume; fatty muscle atrophy; intrinsic and extrinsic muscles of the foot; functional impairment

Correspondence

Armando González-Ballesteros
armando_gb@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades y los traumatismos que afectan al tobillo y al pie, generadores de discapacidades, son considerados en la actualidad como un grave problema de Salud Pública debido a

su frecuencia, así como a su impacto y trascendencia por las posibles secuelas relacionadas y limitación de las actividades de la vida diaria. La importancia del estudio por imagen de una lesión del aparato locomotor no radica únicamente en la descripción anatómica, sino en los cambios

como resultado de las limitaciones funcionales del individuo y sus posibles secuelas.¹

La masa muscular muestra un rápido cambio de volumen por la influencia de múltiples factores, ya sean funcionales, nutricionales, genéticos, vasculares, hormonales, etcétera. En el contexto de las alteraciones osteoarticulares del pie que generan discapacidades, un periodo de desuso o limitación funcional deriva en una pérdida de volumen y consecuentemente de fortalecimiento, seguido de atrofia grasa de uno o varios músculos de un compartimento o de varios compartimentos.

La resonancia magnética y el ultrasonido son los métodos de estudio por imagen convencionales más utilizados para la exploración de alteraciones musculoesqueléticas por su gran capacidad de contraste tisular; sin embargo, el papel de la tomografía en este campo es fundamental para la evaluación de alteraciones osteoarticulares, teniendo como ventaja su facilidad para adquisición de regiones anatómicas extensas en poco tiempo y su bajo costo en comparación con la resonancia, sin la limitante de ser operador dependiente como el ultrasonido.

Si bien la tomografía del campo osteoarticular tiene como objetivo principal la evaluación de la arquitectura ósea, y frecuentemente los informes radiológicos se limitan a hablar de ello, la evaluación de los volúmenes musculares permite hacer consideraciones acerca del impacto funcional de una lesión para la bipedestación y cualquiera de las fases del ciclo de la marcha. Esto cobra relevancia debido a que la ganancia de masa muscular, tras un programa de rehabilitación, es un indicador de éxito y aunque la valoración clínica de los grupos musculares se realiza de manera cotidiana, algunos de los músculos o grupos musculares por su disposición y la sinergia de otros grupos escapan al examen objetivo de manera clínica; su análisis por imagen

seccional, específicamente mediante tomografía, puede ser también un indicador de relevancia funcional de una lesión osteoarticular y de éxito de un programa de rehabilitación.

El propósito de este estudio es describir los cambios en el volumen de los compartimentos musculares de la pierna y del pie, en pacientes con alteraciones osteoarticulares crónicas, y su impacto funcional en las distintas fases del ciclo de la marcha.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un diseño descriptivo, transversal, en el que incluyeron 75 estudios de tomografía de tobillo y pie realizados en el Instituto Nacional de Rehabilitación LGII en el periodo de marzo a diciembre del 2015; referidos de los servicios de deformidades neuromusculares del pie y de traumatología. Todos los casos contaban con reporte rutinario dictado por un médico radiólogo. El método de muestreo fue por conveniencia. Se excluyeron aquellos pacientes con lesiones agudas menores de dos meses de evolución.

Los estudios de tomografía de tobillo y pie fueron obtenidos por medio de equipo con multicortes de 64 detectores marca General Electric® (modelo *LightSpeed VCT*). Se colocó un dispositivo de madera en escuadra donde se ubicaron ambos pies sobre sus puntos de apoyo (normales o anormales) para acercar la imagen a las características funcionales del pie (**Figura 1**). Los factores que se utilizan para la obtención de la imagen de tomografía computada de tobillos y pies de rutina se describen en el **Cuadro 1**.

Se obtuvieron imágenes transversales con espesor de 2.5 mm bajo algoritmo de reconstrucción de hueso, a partir de las cuales se consiguieron dos series de reconstrucción prospectiva, ambas con espesor de corte de 0.625 mm (vóxel isotrópico), una de ellas bajo algoritmo de reconstrucción

Cuadro 1. Parámetros técnicos para la obtención de imagen de tomografía de tobillo y pie con un tomógrafo

Colimación (mm)	64 x 40 mm
Grosor de corte/intervalo de reconstrucción (mm)	2.5/2.5
Kilovoltaje (KV)	120
Miliamperaje (mA)	250
Factor de paso (<i>pitch</i>)	0.984
Tiempo de rotación (s)	0.6
Matriz	512 x 512

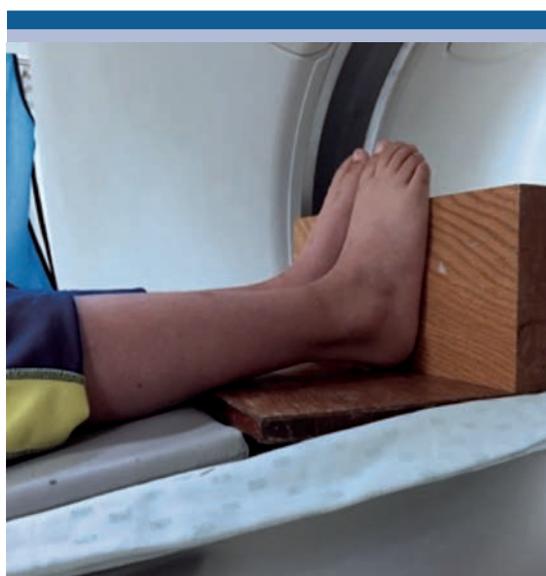


Figura 1. Posicionamiento con apoyo (sin carga fisiológica) para exploración de tobillos y pies. Servicio de Tomografía Computada y Ultrasonido, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, 2015.

para hueso y la otra para tejido blando; la primera de éstas para realizar reformateos multiplanos y la segunda para representación volumétrica.

La imagen obtenida se procesó en la estación de trabajo de la plataforma *AW VolumeShare 2*, de (también General Electric®) utilizando la serie de reconstrucción prospectiva de 0.625 mm bajo

algoritmo de hueso para los reformateos multiplanos tanto coronales como sagitales y la que se reconstruyó bajo algoritmo de tejido blando para la reconstrucción volumétrica (3D). Así se obtuvieron 6 series diferentes para cada estudio:

1. Axiales, algoritmo de hueso, espesor de 5 mm.
2. Axiales, algoritmo de hueso, espesor de 0.625 mm.
3. Axiales, algoritmo de tejido blando, espesor de 0.625 mm.
4. Reconstrucción multiplanos coronal, algoritmo de hueso, espesor de 3 mm.
5. Reconstrucción multiplanos sagital, algoritmo de hueso, espesor de 3 mm.
6. Representación volumétrica (3D).

Cada estudio fue evaluado por un médico radiólogo certificado como especialista en imagenología osteoarticular y con experiencia de cinco años. Él categorizó el grado de pérdida de volumen muscular utilizando la escala de Swash² modificada por los autores que se describe a continuación:

- Grado 1: músculo de área y atenuación normales. Sin densidades de grasa intra- ni extramuscular.
- Grado 2: músculo de área reducida, contornos anormalmente claros, con focos de menor atenuación en su espesor correspondientes a densidades de grasa menores de 50% del volumen compartimental actual.
- Grado 3: músculo con múltiples áreas de baja atenuación, con distribución

en parche, por densidades de grasa que conforman más de 50% del volumen compartimental actual.

- Grado 4: músculo de baja atenuación generalizada y de tamaño reducido, "músculo fantasma".

Utilizando los reformateos multiplano se aplicó una interfaz para la obtención de un mapeo de color por agrupación de intervalos de densidades, por medio del cual se analizaron los cambios en el volumen y densidad de los compartimentos de la pierna y de los músculos intrínsecos del pie. Los compartimentos y músculos que se calificaron con la escala de Swash modificada fueron.^{3,4}

Músculos extrínsecos del pie:

- Compartimento anterior de la pierna
- Compartimento lateral de la pierna
- Compartimento posterior, división profunda, de la pierna
- Compartimento posterior, división superficial, de la pierna

Músculos intrínsecos del pie:

- Músculo abductor del quinto dedo
- Músculo flexor corto de los dedos
- Músculo abductor del primer dedo
- Músculo cuadrado plantar

Para los músculos extrínsecos del pie el corte de referencia para realizar la evaluación fue en

nivel del plano axial, donde se obtuvo el mayor perímetro transversal; para los músculos intrínsecos del pie se utilizó un corte coronal a nivel del sustentáculo del astrágalo (**Figura 2**). A su vez, se clasificaron las diferentes etiologías de la lesión osteoarticular, el tiempo de evaluación y el motivo de solicitud del estudio.

Cabe destacar que la realización de los estudios fue bajo estricto cuidado de las normas de seguridad radiológica, tal y como se establece en la Normal Oficial Mexicana NOM-SSA-229. Se contó siempre con forma del consentimiento informado institucional y se mantuvo la confidencialidad de los datos de cada sujeto de estudio (incluido este trabajo). Se realizó una base de datos en el programa Excel®, Office 2015 (Microsoft®) y para el análisis estadística descriptiva de cada variable utilizando medidas de frecuencia.

RESULTADOS

De los 75 participantes 52 (69.3%) fueron hombres; la edad media fue de 32 (DE 6.3 años) en un rango de los 5 a los 86 años (**Cuadro 2**). De todos los casos 26 (34.6%) fueron afectación bilateral y el resto unilateral. En relación con la etiología 41 (54%) fueron secuelas por fractura traumática, 22 (29%) pie plano o coalición tarsal y 7 (9%) tenían antecedente de pie equino varo aducto congénito bajo tratamiento correctivo, tanto ortésico como quirúrgico. El resto de los casos incluyeron otras alteraciones como la artropatía neuropática de Charcot, síndrome do-

Cuadro 2. Distribución de sexo y edad de la muestra

N=75 (100%)	
Sexo	Hombres 52 (69.3) Mujeres 23 (30.7)
Edad media	32 años (DE 6.3 años)
Rango	5-86 años

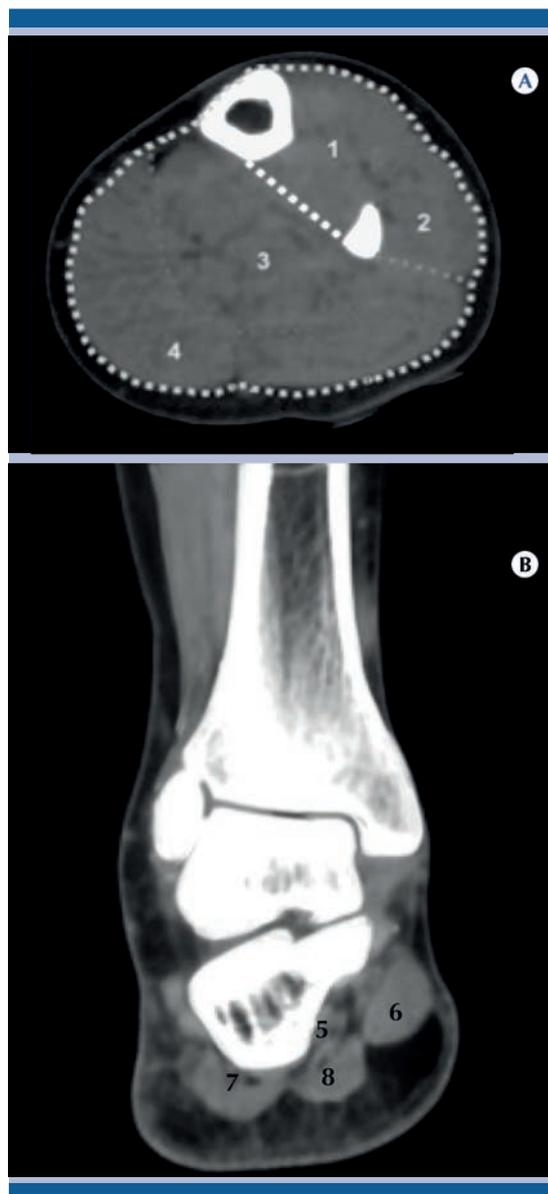


Figura 2. A) Cortes de referencia para el estudio de los volúmenes musculares. Izquierda: corte axial en nivel de mayor perímetro transversal de la pierna: 1: compartimento anterior; 2: compartimento lateral; 3: compartimento posterior, división profunda; 4: compartimento posterior, división superficial. Izquierda: reformateo coronal, a nivel del sustentáculo, B) 5: músculo abductor del quinto dedo; 6: músculo flexor corto de los dedos; 7: músculo abductor del primer dedo; 8: músculo cuadrado plantar. Servicio de Tomografía Computada y Ultrasonido, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, 2015.

loroso regional idiopático, distrofias musculares y poliomielitis, pero su frecuencia fue escasa (**Cuadro 3**).

En el grupo de lesiones postraumáticas destacó la afectación de la división superficial del compartimento posterior (97%), que corresponde al tríceps sural, seguida de la división profunda del mismo compartimento (78%); hubo también afectación del compartimento anterior (63%). El grado de afectación es más variado en la división superficial del compartimento posterior aunque solo un caso tuvo grado 4; los compartimentos anterior y lateral solo muestran pérdida de volumen muscular grado 1 o 2 (**Cuadro 4**). La

Cuadro 3. Distribución por etiología de los casos estudiados

Fractura traumática	54%
Pie plano y/o coalición tarsal	29%
Pie equino varo aducto congénito	9%
Otros	6%

Cuadro 4. Frecuencia de afectación de compartimentos de los músculos extrínsecos del pie y del grado de pérdida de volumen muscular en cada uno de ellos, en los casos secundarios a fractura traumática

Compartimento muscular afectado	N (%) 41 (100)	Pérdida de volumen muscular	N (%)
Anterior	26 (63)	Grado 1	18 (69)
		2	8 (31)
		3	0
		4	0
Lateral	6 (14.6)	Grado 1	5 (83)
		2	1 (17)
		3	0
		4	0
Posterior profundo	32 (78)	Grado 1	26 (81)
		2	3 (9.5)
		3	3 (9.5)
		4	0
Posterior superficial	40 (97.5)	Grado 1	4 (10)
		2	15 (37.5)
		3	20 (50)
		4	1 (2.5)

principal afección de los músculos intrínsecos del pie se presentó en los músculos cuadrado plantar (56%) y abductor del quinto dedo (29.2%) (**Cuadro 5**).

En el grupo de afectación por pie plano/coalición tarsal la afectación de los músculos del compartimento posterior de la pierna fue igualmente predominante (división profunda y superficial 10 y 22%, respectivamente) (**Cuadro 6**); sin embargo los grados de afectación fueron menores en comparación con el grupo anterior. Destaca también la frecuencia de afectación del compartimento lateral de la pierna (peroneos), siendo de 12%. En este grupo los músculos intrínsecos del pie muestran un patrón de pérdida de volumen con predominio de los músculos abductores del primero y del quinto dedos (**Cuadro 7**).

Para el grupo de pie equino varo aducto, así como para los casos de origen neuromuscular, el patrón de distribución fue irregular con afectación de

Cuadro 5. Frecuencia de afectación de los músculos intrínsecos del pie y del grado de pérdida de volumen muscular en cada uno de ellos, en los casos secundarios a fractura traumática

Compartimento muscular afectado	N (%) 41 (100)	Pérdida de volumen muscular	N (%)
Músculo abductor del quinto dedo	12 (29.2)	Grado 1	10 (83.3)
		2	2 (16.7)
		3	0
		4	0
Músculo flexor corto de los dedos	2 (4.8)	Grado 1	2 (100)
		2	0
		3	0
		4	0
Músculo cuadrado plantar	4 (9.7)	Grado 1	3 (75)
		2	1 (25)
		3	0
		4	0
Músculo abductor del primer dedo	23 (56)	Grado 1	18 (78.2)
		2	5 (21.8)
		3	0
		4	0

Cuadro 6. Frecuencia de afectación de compartimentos de los músculos extrínsecos del pie y del grado de pérdida de volumen muscular en cada uno de ellos en los casos secundarios a pie plano, coalición tarsal o ambas cosas

Compartimento muscular afectado	N (%) 22(100)	Pérdida de volumen muscular	N (%)
Anterior	8 (36.3)	Grado 1	6 (75)
		2	2 (25)
		3	0
		4	0
Lateral	12 (54.5)	Grado 1	12 (100)
		2	0
		3	0
		4	0
Posterior profundo	10 (45.4)	Grado 1	6 (60)
		2	4 (40)
		3	0
		4	0
Posterior superficial	22 (100)	Grado 1	2 (9)
		2	18 (82)
		3	2 (9)
		4	0

Cuadro 7. Frecuencia de afectación de los músculos intrínsecos del pie y del grado de pérdida de volumen muscular en cada uno de ellos en los casos secundarios a pie plano, coalición tarsal o ambas cosas

Compartimento muscular afectado	N (%) 22 (100)	Pérdida de volumen muscular	N (%)
Músculo abductor del quinto dedo	18 (82)	Grado 1	16 (88)
		2	2 (12)
		3	0
		4	0
Músculo flexor corto de los dedos	2 (9)	Grado 1	2 (100)
		2	0
		3	0
		4	0
Músculo cuadrado plantar	20 (91)	Grado 1	14 (70)
		2	5 (22.7)
		3	1 (7.3)
		4	0
Músculo abductor del primer dedo	12 (54.5)	Grado 1	7 (41.6)
		2	5 (58.4)
		3	0
		4	0

todos los compartimentos entre grados 3 y 4, lo que es característico de estas alteraciones por el grado de denervación. En la **Figura 3** se hace

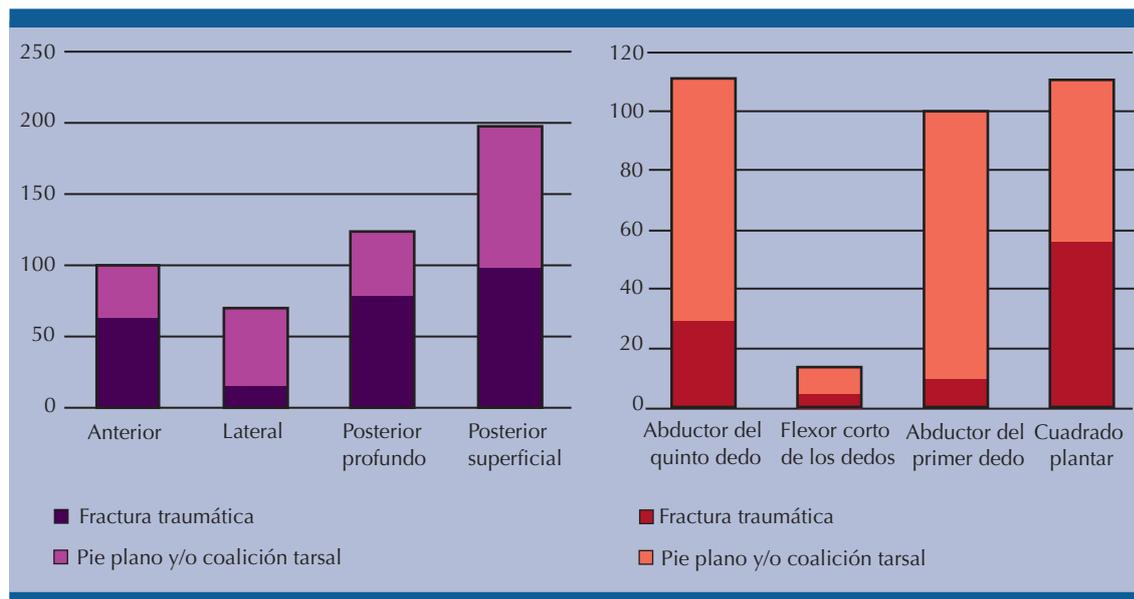


Figura 3. Comparación de la frecuencia de afectación, por compartimentos de músculos extrínsecos (izquierda) e intrínsecos (derecha) del pie, en el grupo de origen postraumático y en el grupo de pie plano o coalición tarsal.

una comparación de la frecuencia de afectación de los músculos extrínsecos y los intrínsecos del pie, en el grupo de afectación por fractura traumática y por pie plano y coalición tarsal; en la gráfica de músculos extrínsecos se puede ver como la lesión de músculos extrínsecos, por frecuencia, es mayor en los casos de fractura, a excepción del compartimento anterior donde la afectación es más frecuente en el grupo de lesión por pie plano, coalición tarsal, o ambas cosas. La **Figura 3** (derecha) muestra como en los casos de afectación por pie plano y coalición tarsal la pérdida de volumen de los músculos intrínsecos del pie es predominante.

DISCUSIÓN

De acuerdo con el sistema de tensión miofascial de Hodge los músculos extrínsecos del pie son músculos oligoarticulares cuya contribución principal es el equilibrio y su contribución es escasa para la estabilidad de los huesos del pie;

los músculos intrínsecos son músculos locales cuya contribución principal es mantener la estabilidad segmentaria,⁵ es decir, las relaciones articulares durante el movimiento, limitando los movimientos articulares y con disminución del impacto secundario al estrés.

En los casos de fractura traumática, cuyo periodo de evolución fue mayor de dos meses, destaca la pérdida de volumen de los músculos extrínsecos en comparación con los intrínsecos, lo que supone que las limitaciones funcionales y el periodo de desuso restringe (parcial o totalmente) la carga y la bipedestación, principalmente, más que la conservación de las relaciones articulares de los huesos del pie, ya que ante la falta de carga las relaciones articulares serán preservadas por las estructuras osteocapsuloligamentarias (estabilizadores estáticos); en este grupo puede haber afectación de todos los compartimentos de los músculos extrínsecos e intrínsecos (**Figuras 4 y 5**), sin embargo, destaca la afectación del posterior,

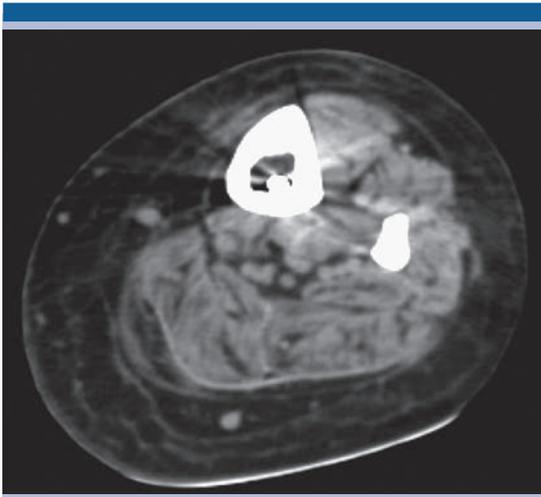


Figura 4. Pérdida de volumen muscular difuso con cambios por atrofia grasa y afectación de todos los compartimentos (grado 2, Swash), lo que denota limitación funcional en todas las etapas de la fase de apoyo en el ciclo de la marcha. Es posible ver artefacto por clavo centromedular en tibia como tratamiento por fractura y con inmovilización. Servicio de Tomografía Computada y Ultrasonido, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, 2015.

tanto la división superficial como la profunda en comparación con el resto. Ello indica que la limitación funcional para el ciclo de la marcha será para la flexión plantar, lo que es fundamental para el desplante del paso, lo que requiere un gran trabajo del músculo tríceps sural y de los flexores largos del primer dedo y de los dedos, donde los grados de pérdida de volumen pueden ser desde el grado 1 al grado 3.

En el pie plano o coalición tarsal se reconoce la incompetencia de mecanismos de estabilidad de los huesos del pie para conservar la alineación, así como la amplitud de los arcos plantares que son importantes para el impacto de la carga durante la marcha.⁶ En este grupo la afectación de los músculos extrínsecos fue menor en comparación con el grupo por fractura traumática, a excepción del compartimento anterior donde el predominio fue mayor con grados de pérdida de

volumen 1 y 2; esto puede ser explicado por la contribución del músculo peroneo largo para el mantenimiento de la estabilidad y amplitud de los componentes del arco plantar longitudinal (**Figura 6**) y aunque hay afectación del resto de los compartimentos el grado de pérdida de volumen dependerá del grado de limitación funcional figura. Por otro lado, la afectación de los músculos intrínsecos del pie es notablemente mayor que en el grupo de lesiones por fractura traumática, con predominio de los músculos abductores del primer y quinto dedos; esto refleja la incompetencia de estas estructuras para el mantenimiento de la estabilidad del arco plantar durante el ciclo de la marcha, especialmente para el desplante de los dedos, lo que requiere de una fuerza de trabajo importante para el desplazamiento del peso corporal (**Figuras 7 y 8**); es



Figura 5. En comparación con el pie derecho en el izquierdo existen cambios por osteopenia, así como disminución de volumen y cambios en la densidad por atrofia grasa en los músculos intrínsecos del pie (grado 2, Swash), en un paciente con antecedente de fractura del astrágalo. Servicio de Tomografía Computada y Ultrasonido, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, 2015.

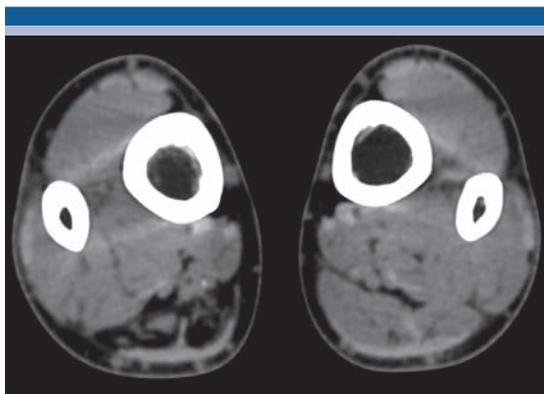


Figura 6. Asimetría de los tejidos blandos por pérdida de volumen muscular en la pierna derecha con afectación selectiva de la porción superficial del compartimento posterior (grado 3, Swash), lo que resulta en una limitación a la flexión plantar y así a la tercera etapa de la fase de apoyo que corresponde a la fase de carga en los dedos. Servicio de Tomografía Computada y Ultrasonido, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, 2015.

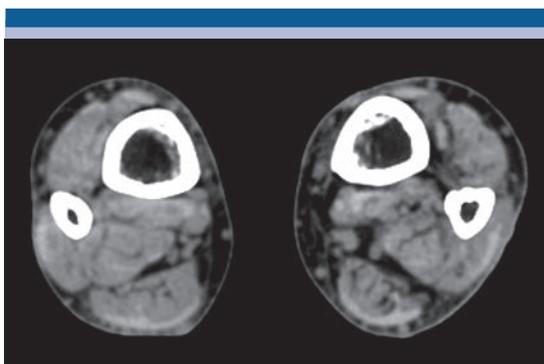


Figura 7. Pérdida de volumen muscular a nivel del compartimento anterior de la extremidad pélvica izquierda en comparación con extremidad pélvica contralateral. Servicio de Tomografía Computada y Ultrasonido, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, 2015.

bien sabido que la contracción de los músculos intrínsecos del pie durante el ciclo de la marcha se da en 30% del tiempo de duración del paso, sin embargo, en el caso del pie plano éste se presenta al 16%; una vez que se estableció la

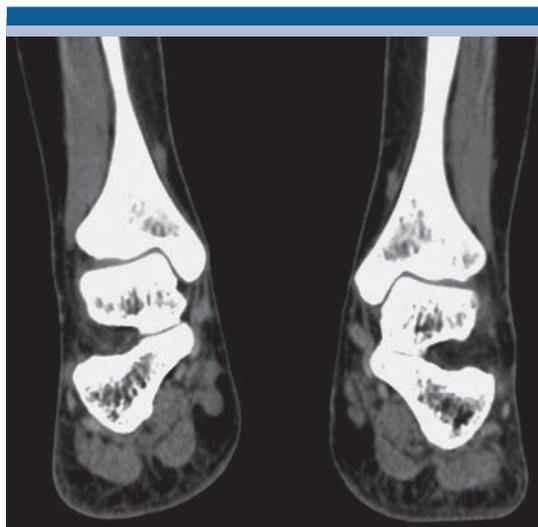


Figura 8. Asimetría a nivel de los músculos intrínsecos, menor volumen en el pie izquierdo, músculo abductor del primer dedo del pie ipsilateral atrófico. Servicio de Tomografía Computada y Ultrasonido, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, 2015.

pérdida de volumen la contracción temprana de estos músculos se verá disminuida y por lo tanto progresará el grado de deformidad asociado con el pie plano o con la coalición tarsal.

Otras causas de pérdida de volumen muscular con menor frecuencia en la serie de estudios revisados incluyeron las alteraciones neuromusculares, como el pie equino varo aducto congénito, que según sea la causa, el grado de afectación o el tratamiento recibido y el éxito del programa de rehabilitación, será la severidad de la pérdida de volumen al momento del estudio (**Figura 9**). Para otras condiciones con mayor afectación clínica como mielomeningocele, artrogriposis y secuelas de poliomielitis, entre otras, el grado de afectación será irregular con predominio del grado IV (**Figura 10**). Siempre que se asigne un grado IV de pérdida de volumen muscular se considerará de origen neuromuscular hasta demostrar otro origen.

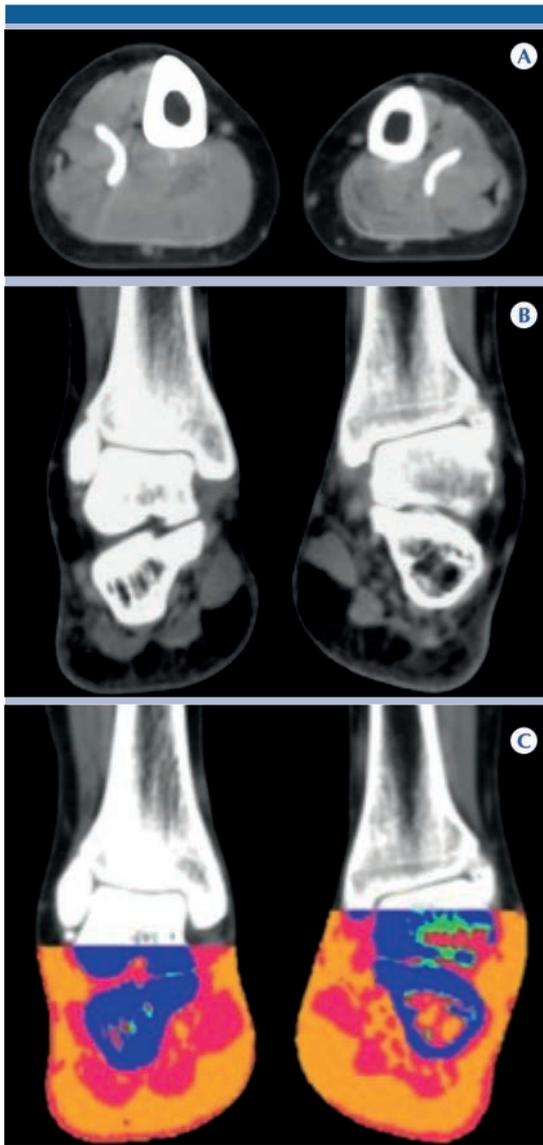


Figura 9. Mujer de 16 años, antecedente de pie equino varo aducto. **A)** Tomografía de tobillos, corte axial en piernas. Se aprecia asimetría por pérdida de volumen muscular en la pierna izquierda (grado 1, Swash) con afectación de todos los compartimentos. **B-C).** Reformateo coronal: deformidad en varo del retropié izquierdo y cambios en el volumen y densidad de la masa de los músculos intrínsecos del pie (grado 1, Swash) Abajo: los cambios antes mencionados resaltan con la aplicación del mapeo de color. Servicio de Tomografía Computada y Ultrasonido, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, 2015.

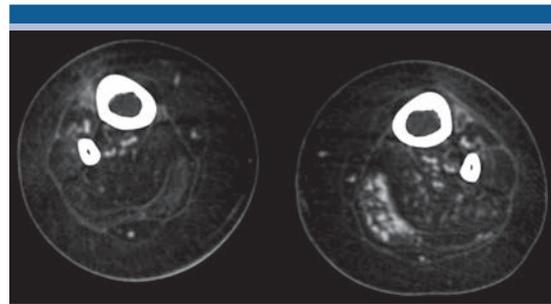


Figura 10. Ausencia casi total de masa muscular en ambas piernas, con extensa infiltración grasa como resultado de denervación en un paciente con antecedente de mielomeningocele (grado 4, Swash). Servicio de Tomografía Computada y Ultrasonido, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, 2015.

CONCLUSIONES

El estudio de los músculos intrínsecos y extrínsecos del pie permite al médico radiólogo proporcionar información acerca de los cambios advertidos en el volumen muscular, que si bien no reflejan las características tisulares sí muestran modificaciones frente a las limitaciones funcionales ya sean completas o parciales, lo que impacta, en la estabilidad de los arcos plantares del pie y en el equilibrio, al ciclo de la marcha. Por ello deben hacerse consideraciones de las relaciones funcionales y no solo descripciones topográficas, considerando el posible impacto en la biomecánica de la locomoción; esto, además, es de utilidad para el equipo multidisciplinario que no solo incluye al especialista en cirugía ortopedia sino al médico rehabilitador y otras especialidades afines no quirúrgicas, para efecto de intervenciones que permitan la ganancia de fuerza, volumen muscular y como indicadores de éxito del programa de rehabilitación. Por su naturaleza descriptiva este estudio permite generar nuevas preguntas de investigación acerca de la asociación de los grados de pérdida de volumen muscular y la evolución clínica, el tiempo de evolución o los distintos tipos de fractura y el tratamiento recibido, para trabajos futuros.



REFERENCIAS

1. Al Kapandji. "Fisiología Articular". Tomo 2. 6ª Edición. Editorial Médica Panamericana. MALOINE. Madrid, 2015. pp: 210-217, 272 y 273.
2. Michael Swash, Martin M. Brown, Chandra Thakkar. CT Muscle Imaging and the Clinical Assessment of Neuromuscular Disease. *Muscle & Nerve*. 1995;18:708-714.
3. Klaus-Peter Valerius, Astrid Frank, Bernard C. Kolster, Christine Hamilton, Enrique Alejandro Lafont, Roland Kreutzer. "El Libro de los Músculos. Anatomía, Función, Exploración". 5ª. Edición, Ed. Med. Panamericana. Alemania, 2013. pp. 3-8.
4. Alessandro Castriota-Scanderberg, Bruno Dallapiccola. Abnormal Skeletal Phenotypes: From Single Signs to Complex Diagnoses. Chapter 7, "Feet". Springer. Germany, 2005. pp. 455-458.
5. Roger A. Mann, Andrew Haskell. Michael J. Coughlin, Charles L. Saltzman. "Pie y Tobillo". Capítulo 1, "Biomecánica del pie y el tobillo". Marbán. Madrid, 2011. pp. 2-7.
6. Ana Cotta, Elmano Carvalho, Antonio Lopes da-Cunha-Júnior, Júlia Filardi Paim, Monica M. Navarro, Jaquelin Valicek, Miriam Melo Menezes, Simone Vilela Nunes, Rafael Xavier Neto, Reinaldo Issao Takata, Antonio Pedro Vargas. "Common Recessive Limb Girdle Muscular Dystrophies Differential Diagnosis: Why and How?". *Arq Neuropsiquiatr* 2014;72(9):721-734.