

# Distribución de Grasa Total y Grasa Infiltrada en Cuádriceps Mediante Imagenología por Resonancia Magnética

F.A. López del Angel<sup>1</sup>, R. Malagón<sup>2</sup>, M.Cadena<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Universidad Autónoma Metropolitana- Iztapalapa, D.F, México.

<sup>2</sup> Centro Nacional de Investigación en Imagenología e Instrumentación Médica de la UAM-I ([www.ci3m.mx](http://www.ci3m.mx)), D.F. México.

<sup>3</sup> Adscripción al CI3M y al Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UAM-I, D.F, México

**Resumen**— México es uno de los países con mayor obesidad en el mundo. El problema es utilizar regiones de la composición corporal que tempranamente develen factores de riesgo para prevenir enfermedades cardiometabólicas. Un supuesto es que los niveles elevados de grasa intramuscular a nivel de cuádriceps están relacionados con resistencia a la insulina y varias alteraciones metabólicas. Así, el objetivo de este estudio es evaluar la distribución de grasa infiltrada en los cuádriceps en una población de 10 sujetos con una IMC > 30 kg/m<sup>2</sup> mediante imágenes de IRM. Los resultados tomando en cuenta una potencia estadística de 0.1 sugieren una diferencia entre la localización de la mayor cantidad de grasa infiltrada y de la grasa total a lo largo del cuádriceps.

**Palabras clave**— Cuádriceps, IRM, Grasa Infiltrada, Riesgo Cardiometabólico.

## I. INTRODUCCIÓN

La obesidad es un factor clave en la disminución de calidad de vida y salud. La grasa corporal por regiones caracteriza el riesgo cardiometabólico en forma temprana [1]. La premisa es que la grasa infiltrada en el músculo evidencia la disfunción del mismo. Esto al precipitar el ciclo de aumento de grasa, resistencia a la insulina y disfunción muscular. Estudios recientes han sugerido que es más importante la localización y tipo de tejido adiposo excedente, que simplemente la cantidad de tejido adiposo total en el cuerpo, en el aumento de las enfermedades metabólicas como la diabetes tipo II (DB II) [2].

Existen varios métodos para obtener estos valores que van desde la antropometría, las mediciones impedancimétricas, los estudios de absorción de rayos X (DEXA) y la imagenología ya sea por Tomografía Axial Computarizada (TAC) o Imagenología por Resonancia Magnética (IRM).[3]

El problema se encuentra en que varias de estas técnicas se basan en medidas indirectas que pueden producir interpretaciones erróneas en la distribución de la grasa infiltrada en el músculo. La técnica de IRM se considera como de referencia en estudios de la composición corporal. Esto porque permiten visualizar la grasa tanto visceral como subcutánea a manera de adiposidad central. Los estudios a nivel abdominal no son los más recomendables cuando se utiliza técnicas de ionización como DEXA o TAC por el riesgo sobre las gónadas. Así, un análisis de la composición

corporal a nivel cuádriceps ofrece una alternativa para estudiar los efectos de la infiltración de grasa para establecer finalmente una relación con resistencia a la insulina en sujetos obesos [4]. Sin embargo, primero debe evaluarse la distribución de grasa y músculo para correlacionarla con las medidas ya existentes. Todo para un mejor análisis del riesgo cardiometabólico. El impacto médico podría estar en detectar tempranamente el riesgo cardiometabólico, sugiriendo que la determinación exacta de la región donde se empieza a infiltrar la grasa es la región de actividad metabólica que está asociada a un daño. [5]

Así, el objetivo para demostrar la hipótesis de arriba es investigar mediante imágenes por IRM la distribución y zonas en los cuádriceps donde se localice la mayor cantidad de grasa e infiltración de la misma. La ejecución de un diseño experimental a nivel de estudio piloto en 10 sujetos (5 hombres y 5 mujeres) (n=10) como un paso exploratorio para la cuantificación del volumen y la distribución de la grasa total y grasa infiltrada en el cuádriceps en sujetos jóvenes obesos.

## II. METODOLOGÍA

El estudio se realizó bajo los siguientes criterios:

1. Sujetos voluntarios de una población universitaria. 5 hombres y 5 mujeres.

2. Selección de muestra poblacional:

a) *Criterios de Inclusión*: Sujetos con un índice de masa corporal mayor de 30 kg/m<sup>2</sup>. No tener implantes metálicos, marcapasos metálicos, clips para aneurismas o cualquier objeto de metal. Edad mayor a 18 años y menor de 30 años. Aceptar ser sujetos de observación mediante carta de consentimiento.

b) *Criterios de exclusión y rechazo*: Sujetos con claustrofobia durante el estudio de IRM. Peso mayor a 120 kg en hombres y mujeres, debido al peso máximo que soporta la camilla del equipo de IRM.

3. Medición de la grasa a nivel de cuádriceps por IRM Philips 3T. Posición supina para toma de imágenes empezando la adquisición de los cortes con una marca de 10 cm por encima del borde superior de la rótula.

Realce de imagen por secuencia spin-eco con supresión de agua, buscando realzar grasa. Cortes transversales con un FOV de 48 centímetros y una matriz de 512 x 512. Cortes con un espesor de 5 mm con separación de 0.5 mm entre cortes. Se abarcó una longitud de 11 cm con lo que se obtuvieron 20 cortes. [6]

La cuantificación de el área de grasa total e infiltrada se hizo a través de una segmentación de las imágenes de IRM empleando el programa ImageJ (NIH). El procesamiento fue el siguiente. [7]

1. Para la segmentación se abre la imagen original. Se va a realizar la segmentación y cuantificación subcutánea e intramuscular. Para esto primero se convierte la imagen en 8 bits, para cubrir los 256 niveles de gris que se requieren para caracterizar una imagen.

2. El filtrado y segmentación se realiza a través de la determinación del umbral de criterio de Huang.

3. Se aplica el plug in ABSnake, con un umbral de 3 y 10 iteraciones para segmentar por regiones y obtener una nueva imagen.

4. La imagen segmentada se convierte en una máscara. Se realiza la operación AND entre esta y la imagen principal y así se obtiene la grasa intramuscular separada del resto de la imagen.

5. El resultado de este procesamiento es una imagen binaria. Donde cada pixel representa el contenido de grasa infiltrada de todo un corte axial a nivel del cuádriceps. El valor de los pixeles se transforma en un valor de volumen en mm<sup>3</sup> de grasa, tomando el cuenta la matriz de 512 x 512, el ancho del corte de 5mm y el número total de pixeles. [8]

Una premisa de trabajo es asumir que cada corte del cuádriceps en un mismo individuo es independiente del corte anterior y posterior. Esto para poder realizar el estudio intra sujetos con un gran número de mediciones repetidas e independientes. Se asume un potencia estadística de 0.1 para determinar si existen diferencias significativas, tomando en cuenta la población pequeña (n=10) para el estudio piloto.

### III. RESULTADOS

La Figura 1 muestra una imagen de IRM típica que se obtiene en este estudio, la imagen es segmentada a partir de los resultados del filtro Huang y lo que se obtiene es una imagen binaria después de la aplicación del umbral. Se puede obtener la grasa total o solamente la infiltrada.

En la Figura 2. Se muestra la gráfica de distancia del cuádriceps desde el corte inicial (a 10 cm), hasta el último corte (a 24.5 cm) contra el volumen de grasa total medido en volumen.

En la Figura 3. Se graficó los mismos cortes contra la grasa infiltrada medida en volumen.

Las gráficas se obtuvieron a partir de la Tabla 1, donde se muestran los valores promedio para todos los datos

obtenidos de cada corte ya convertidos en un valor equivalente de volumen en milímetros cúbicos de grasa.



Figura 1. Segmentación manual de grasa total y grasa infiltrada utilizando umbral Huang y plug in ABSnake.

Tabla 1

Datos de Medición

Distancia en cm por encima del borde superior de la rodilla	Volumen en mm3 Grasa Total	Volumen en mm3 Grasa Infiltrada
10	73705	11945
10.55	74904	11789
11.1	76562	11383
11.65	77913	11100
12.2	79626	10833
12.75	81394	10631
13.3	83538	10503
13.85	85499	10545
14.4	87701	10611
14.95	90043	10138
15.5	92395	9654
16.05	95343	9452
16.6	97959	9119
17.15	100593	8896
17.7	103639	9122
18.25	106533	8961
18.8	110161	8972
19.35	113649	9043
19.9	117097	9316
20.45	120172	9480

Tabla 1. Datos de medición de la cuantificación de grasa total e infiltrada. Medida desde el primer corte a 10 cm por encima del borde superior de la rodilla hasta 20.45 cm.

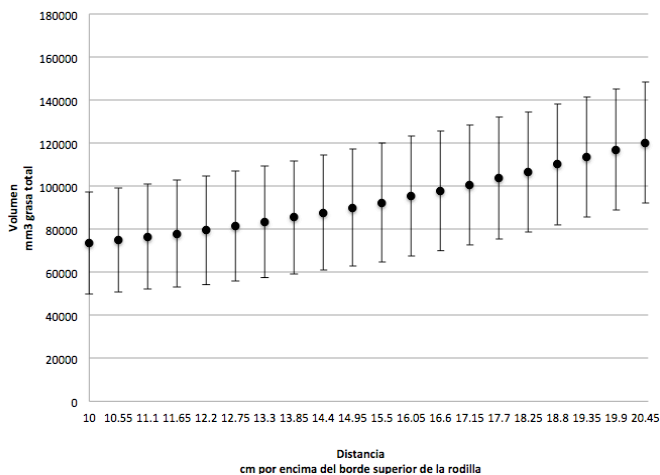


Figura 2. Grasa Total distancia vs volumen

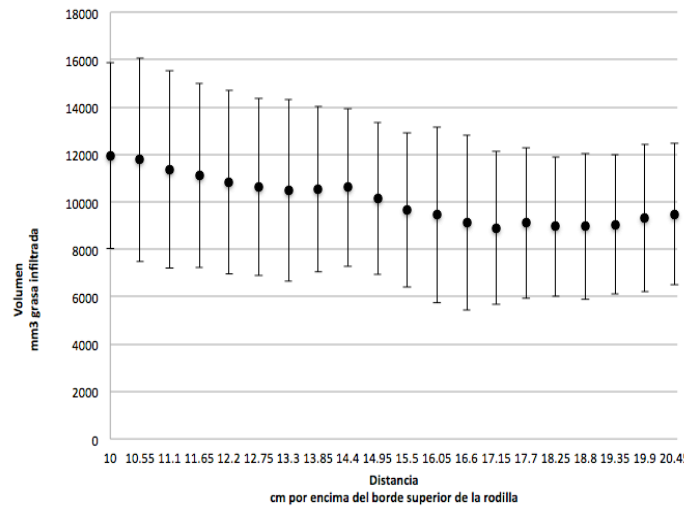


Figura 3. Grasa Infiltrada distancia vs volumen

#### IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que utilizando el algoritmo de segmentación empleado fue suficiente en un primer acercamiento para cuantificar y segmentar la grasa infiltrada de la grasa total.

Dadas las premisas de trabajo se puede decir que si existen diferencias significativas entre la distribución de una gráfica y otra.

Se puede observar que no existe una relación entre los valores observados para la estimación de grasa total e infiltrada. Es en la parte más proximal a la rodilla, donde se observa por una parte que es donde menos cantidad total de grasa se encuentra de todos los datos obtenidos, pero es ahí donde se encuentra la mayor cantidad de grasa infiltrada.

Esto nos habla que no necesariamente, donde existe una mayor concentración a nivel subcutáneo, es donde se encuentra la información importante sobre la infiltración de grasa.

#### V. CONCLUSIÓN

Tomando en cuenta la potencia estadística que se asumió, se acepta la posibilidad de traslape en la incertidumbre.

Los resultados sugieren que si hay diferencias aunque el tamaño de la población “n” no es suficiente para que la potencia estadística lo determine.

Ciertamente no es concluyente pero si sugiere una diferencia entre la localización de la mayor cantidad grasa infiltrada y total, para poder determinar la región donde se concentra la mayor información sobre grasa intramuscular que pueda llevar a un riesgo cardiometabólico.

El hallazgo parcial requiere más investigación con un cambio en el criterio del estudio, empezando con una mayor población “n”.

Se sugiere correlacionar este estudio con las mediciones de grasa abdominal e intra abdominal, con el fin de tener un patrón de referencia con una mejor correlación para evaluar el riesgo cardiometabólico.

Los resultados pueden servir como referencia a otras técnicas para poder efectuar diagnósticos precisos de obesidad.

#### RECONOCIMIENTOS

El autor Francisco Arturo López del Angel agradece la asesoría del Dr. Miguel Cadena Méndez por todo el apoyo brindado para poder realizar el proyecto. Se agradece al Dr. Joaquín Aspiroz Leehan por el apoyo en el procesamiento de los datos obtenidos. A los técnicos radiólogos del Centro Nacional de Investigación en Imagenología e Instrumentación Médica (CI3M) y al Comité Científico del CI3M por haber permitido llevar a cabo el proyecto dentro de sus instalaciones.

#### BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. Chen, et al. (2011) “Quantification of adipose tissue depots in the thigh with two-point Dixon imaging: effect of fitness level on adiposity in elderly women”. *Proc. Intl Soc Mag Reson Med*, vol 19: 271.
- [2] T. Lang, et al. (2010) “Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment.” *Osteoporos Int.*, 21: 543-559
- [3] D. L. Duren, et al. (2008), “Body composition methods: comparisons and interpretation.” *J. diabetes Sci. Technol.*, vol. 2, no. 6, pp. 1139–1146.
- [4] BH Goodpaster, et al. (2000) “Thigh adipose tissue distribution is associated with insuline resistance in obesity and in type 2 diabetes mellitus”. *Am J Clin Nutr*, 71:885-892
- [5] O. Addison, et al. (2014) “Intermuscular fat: a Review of the consequences and causes”. *Int J Endocr*, 1-11
- [6] D. Armao, et al, (2006) “Accurate Quantification of Visceral Adipose Tissue (VAT) Using Water- Saturation MRI and Computer Segmentation: Preliminary Results” *Journal of Magnetic Resonance Imaging* 23:736–741
- [7] M. Abramoff, et al. (2004). “Image processing with ImageJ, *Biophotonics International*” 11(7): 36 – 42.
- [8] R. Lerallut, et. Al (2011) “Segmentación Rápida y Automática de Imágenes de RM de Tejido Adiposo: Resultados Preliminares”. *Mem. IV Congreso Colombiano de Bioingeniería* 2011/09/22.