

## Experimental

# Validez de la fórmula del volumen de un elipsoide para establecer el volumen de la cavidad abdominal en un modelo experimental en ratas



## *Validity of the volume of an ellipsoid formula to establish the volume of the abdominal cavity in an experimental model in rats*

Héctor Avendaño-Peza (1), Mariela García-Bravo (1), Andrea Monter (1), Antonio Espinosa de los Monteros (1)

Departamento de Cirugía Plástica, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

### Resumen

En el contexto de la reconstrucción de la pared abdominal por defectos complejos es apropiado medir con precisión el volumen de la cavidad abdominal, ya que su relación con el volumen herniado tiene impactos pronósticos y terapéuticos, a la vez que algunas terapias adyuvantes emergentes tienen como propósito incrementar dicho volumen.

Recientemente se ha propuesto emplear la fórmula del volumen de un elipsoide para establecer el volumen de la cavidad abdominal. Por otro lado, en el contexto de la cirugía de pared abdominal, algunas modalidades terapéuticas se estudian en modelos experimentales antes de ser desarrolladas en humanos. El propósito de este estudio ha sido el de establecer la validez del empleo de dicha forma en la estimación del volumen de la cavidad abdominal.

Se estudiaron 60 ratas. Se obtuvo el volumen de las vísceras calculado mediante el método de inmersión en un recipiente con líquido (VCA1), el volumen de un molde de yeso de la cavidad abdominal vacía (VCA2) y el volumen a partir de la fórmula del volumen de un elipsoide (VCA3). Los volúmenes fueron significativamente mayores en ratas hembra que en ratas macho. Hubo correlación positiva entre los tres grupos. El VCA3 fue significativamente menor que los VCA1 y VCA2. Para obtener el VCA en un modelo experimental en ratas hay que multiplicar el resultado obtenido a partir de la fórmula del volumen de un elipsoide por 1.22. La cavidad abdominal no es un elipsoide perfecto. Es conveniente establecer un método que permita calcular el VCA en humanos con precisión y sencillez.

### Abstract

In the setting of abdominal wall reconstruction for ventral hernia repair, it is appropriate to precisely measure the abdominal cavity volume, because it has prognostic and therapeutic impact. Also, some emerging adjuvant therapies have the purpose of increasing this volume.

Recently, the use of the formula for the volume of an ellipsoid has been proposed to calculate the abdominal cavity volume. On the other hand, some therapeutic modalities undergo experimental research before being practiced in humans. The objective of this study was to assess if the formula for the volume of an ellipsoid is a reliable method to accurately assess the abdominal cavity volume in an experimental model.

Sixty Wistar rats were studied (30 female, 30 male). We calculated the volume of all the visceral content with an immersion method (VCA1), the volume of a plaster cast obtained from the empty abdominal cavity (VCA2), and the volume provided by the formula for the volume of an ellipsoid (VCA3). All volumes were significantly higher in female rats compared to male rats. There was a positive correlation between all three groups. VCA3 was significantly lower than both VCA1 and VCA2. In order to obtain the real VCA in this experimental model, the volume provided by the formula for the volume of an ellipsoid has to be multiplied by a factor of 1.22. The abdominal cavity is not a perfect ellipsoid. It is convenient to develop a reliable method that can calculate the abdominal cavity volume with precision and ease.

Recibido: 14/05/2017

Aceptado: 15/05/2017

#### Palabras clave:

Reconstrucción de pared abdominal;  
volumen de cavidad abdominal

#### Key words:

Abdominal wall reconstruction;  
abdominal cavity volume

\* Autor para correspondencia. Departamento de Cirugía, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Vasco de Quiroga, 15. Colonia Sección 16. Tlalpan. CP 14000. Ciudad de México (México). Teléfono: +525529558691

Correo electrónico: aedlms@hotmail.com

2255-2677/© 2017 Sociedad Hispanoamericana de Hernia. Publicado por Arán Ediciones, S.L. Todos los derechos reservados.

<http://dx.doi.org/10.20960/rhh.44>

## Introducción

Las hernias ventrales se dan después del 10 % de las laparotomías<sup>1</sup>. La mayor proporción de ellas se consideran simples, pero existe un subgrupo de pacientes que se presenta con hernias complejas. La estimación del volumen de la cavidad abdominal (VCA) se ha vuelto rutinaria entre los cirujanos que realizan reconstrucciones de pared abdominal. Una de las razones es que la relación entre el volumen herniado y el VCA representa uno de los criterios que define el grado de complejidad de los defectos<sup>2</sup>. Por otra parte, algunas terapias que se encuentran bajo estudio tienen como propósito incrementar el VCA, y su grado de impacto debe medirse de forma exacta. En el año 2010, Tanaka propuso que el VCA se obtuviera a partir de las medidas de los ejes cefalocaudal (CC), laterolateral (LL) y anteroposterior (AP) del abdomen, empleando la fórmula del volumen de un elipsoide<sup>3</sup>.

Muchos de los protocolos de experimentación en cirugía de pared abdominal se efectúan en modelos animales, particularmente en ratas, debido a las similitudes que guardan con la anatomía abdominal humana. Ni en las ratas ni en los humanos la cavidad abdominal tiene una forma elipsoidal perfecta, ya que existen lordosis y xifosis en diferentes grados y proporciones a lo largo de la columna vertebral, y los músculos de la pared abdominal posterior no siguen un contorno curvo, sino irregular, debido a cierta sobreposición ventral de los músculos psoas con respecto a los cuadrado lumbares.

El propósito de este estudio fue evaluar el grado de correlación y diferencias que existen entre la obtención del VCA mediante métodos físicos directos y mediante la fórmula del volumen de un elipsoide en un modelo experimental en ratas.

## Material y métodos

Este estudio fue aprobado por el comité de ética institucional con la referencia CINVA CEX-1408-13/14-1 para ser llevado a cabo en el Departamento de Cirugía Experimental, bajo el cuidado de especialistas autorizados y con conocimientos técnicos en el trato digno y respetuoso a los animales de bioetario, de acuerdo con lo establecido en los artículos 42, 43, 44, 45bis, 46 y 47 de la Ley de Protección a los Animales del Distrito Federal vigente al momento de la realización del estudio. Sesenta ratas Wistar (30 hembras y 30 machos), con peso de entre 450 y 600 g, se estudiaron de forma idéntica de la siguiente manera: bajo anestesia general, todos los órganos de la cavidad abdominal fueron retirados a través de una incisión en la línea media, incluyendo el segmento caudal del esófago (separado al nivel del hiato esofágico), el estómago, el intestino, el recto (separado al nivel del piso pélvico), el bazo, el páncreas, el hígado, la vesícula biliar, la vía biliar, los riñones, las glándulas suprarrenales, los uréteres, la vejiga, la vena cava, la aorta, los vasos ilíacos comunes, los vasos iliolumbares, las glándulas seminales en ratas macho y el útero en ratas hembras. Este procedimiento dejó la cavidad abdominal vacía (figura 1).

El volumen de todo el contenido de la cavidad abdominal se midió directamente mediante el método de inmersión en un recipiente con líquido, y se denominó VCA1. A continuación, las ratas fueron sacrificadas de acuerdo con lo establecido en los artículos

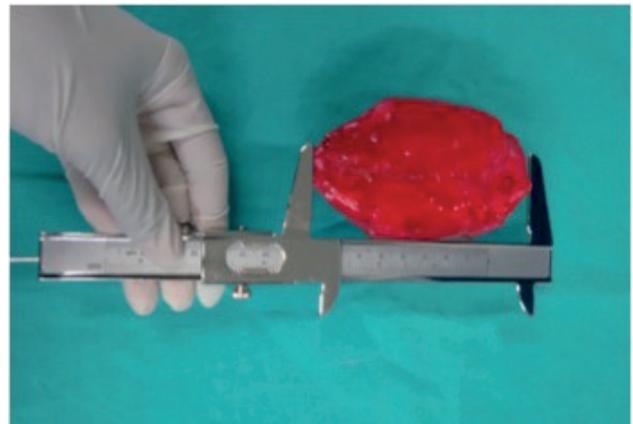


**Figura 1.** Modelo experimental con la cavidad abdominal vacía.

50, 51, 52 y 53 de la Ley de Protección a los Animales del Distrito Federal vigente al momento de la realización del estudio.

La pared abdominal se cerró con material de sutura continuo y se inyectó yeso líquido en una cantidad idéntica a la obtenida como VCA1. Este yeso se dejó fraguar hasta obtener un molde sólido y se retiró de la rata. Este molde sólido de yeso fue lavado y sellado con acrílico en aerosol, y su volumen fue medido directamente mediante el método de inmersión en un recipiente con líquido, denominándolo VCA2 (figura 2).

A continuación, se midieron los ejes CC, LL y AP de los mol-



**Figura 2.** Molde de yeso, medido en sentido cefalocaudal.

des de yeso, y fueron transferidos a la fórmula del volumen de un elipsoide, de la siguiente forma:

$$VCA3 = 4/3 \times \pi \times a/2 \times b/2 \times c/2$$

donde  $a$  es el eje CC,  $b$  es el eje LL y  $c$  es el eje AP.

Todos los datos fueron analizados con SPSS 23 (IBM, EE. UU.). Todos los volúmenes se expresaron en promedio  $\pm$  desviación estándar. El grado de correlación entre grupos se analizó mediante el coeficiente de correlación, estableciendo un nivel significativo cuando el valor de  $r^2$  fue mayor a 0.25. Las diferencias entre los grupos se analizaron con la prueba  $t$  de Student para variables independientes, estableciendo un nivel de significancia cuando el valor de  $p$  fue menor a 0.05.

## Resultados

Se estudiaron exitosamente sesenta ratas (30 hembras y 30 machos). El VCA1 fue significativamente mayor en ratas hembra que en ratas macho (133 +/- 18 mL frente a 109 +/- 12 mL;  $p < 0.0001$ ). Los VCA1 y VCA2 promedio fueron de 121 +/- 19 mL y 119 +/- 22 mL, respectivamente ( $p = 0.7$ ). El VCA3 promedio fue de 98 +/- 18 mL, que fue significativamente menor que el ACV1 y el ACV2 ( $p < 0.0001$  en ambos). Existieron correlaciones positivas entre todos los grupos ( $r^2 = 0.87$  entre VCA1 y VCA2,  $r^2 = 0.71$  entre VCA1 y VCA3 y  $r^2 = 0.74$  entre VCA2 y VCA3). Cuando VCA3 se multiplicó por un factor de 1.22, no hubo diferencias en VCA3 comparado con VCA1 y con VCA2 ( $p = 0.4$  y  $p = 0.8$ , respectivamente).

## Discusión

La determinación del VCA es de suma importancia en el subgrupo de pacientes con hernias ventrales complejas. En el año 2014, Slater publicó los resultados de una encuesta realizada a cirujanos expertos en el manejo de hernias de pared abdominal, con el fin de describir criterios que definieran el grado de complejidad de los defectos<sup>2</sup>. En su reporte, una relación entre el volumen herniado y el VCA igual o mayor al 20 % se consideró un criterio de complejidad<sup>2</sup>. En el contexto de la reconstrucción de pared abdominal existen terapias adyuvantes que tienen por objeto incrementar el VCA, tales como el neumoperitoneo, progresivo preoperatorio, los expansores tisulares y la toxina botulínica<sup>4,5</sup>. Con el objeto de estudiar los grados de impacto que estos métodos –y otros por venir– pueden tener, es necesario establecer métodos que permitan medir el VCA con precisión. En el campo de la pared abdominal, algunos métodos y dispositivos se han estudiado en modelos experimentales, antes de ser llevados al humano.

Un método que empíricamente ha sugerido el cálculo del VCA es el publicado por Tanaka, quien sugiere aplicar la fórmula del volumen de un elipsoide<sup>3</sup>. Esta fórmula consiste en multiplicar  $4/3$  de pi ( $\pi$ ) por cada uno de los radios de los tres ejes del elipsoide.

No obstante, las cavidades abdominales no son elipsoides perfectos. Tanto en las cavidades abdominales de la rata como en las del ser humano y otros mamíferos existen una serie de lordosis y xifosis vertebrales con distinto grado de angulación y longitud, que evitan que la forma sea la de un elipsoide perfecto. Igualmente, la superficie muscular posterior de la pared abdominal no sigue una curvatura «suave» como lo hace la superficie anterior, ya que los músculos psoas tienen una disposición más anterior que los cuadratos lumbares.

Con el objeto de evaluar terapias a nivel experimental en ratas, el propósito de nuestro estudio fue validar si es que, en efecto, la

fórmula del volumen de un elipsoide puede usarse para conocer el VCA con precisión en estos animales. Si existió una correlación positiva entre el volumen obtenido con la fórmula y el volumen real determinado mediante un método de inmersión en un recipiente con líquido (es decir, a más volumen real, más volumen obtenido con la fórmula, y viceversa). No obstante, la fórmula subestimó el volumen real, arrojando resultados significativamente inferiores. En este modelo experimental, para obtener con precisión el VCA, hubo que multiplicar el resultado obtenido mediante dicha fórmula por un factor de 1.22, ya que las irregularidades en la forma de la cavidad abdominal (particularmente en su superficie posterior) hacen que se albergue un 22 % más volumen que el que sería si su forma fuera la de un elipsoide perfecto. Por lo tanto, al realizar estudios experimentales en ratas que tengan por objetivo medir el VCA, antes o después de una intervención, la fórmula que ha de aplicarse será:

$$VCA = 1.22 \times 4/3 \times \pi \times a/2 \times b/2 \times c/2$$

Y dado que  $1.22 \times 4/3 \times \pi$  es igual a 5.11, la fórmula simplificada sería:

$$VCA = 5.11 \times a/2 \times b/2 \times c/2$$

O bien:

$$VCA = 8/5 \times \pi \times a/2 \times b/2 \times c/2$$

Debido a que la cavidad abdominal humana tampoco es un elipsoide perfecto, en el futuro habrá que elaborar estudios que nos permitan establecer un método que consiga calcular el VCA humano con precisión y, a la vez, con sencillez.

## Bibliografía

1. Lee Hu Nho R, Mege D, Ouaisi M, Sielezneff I, Sastre B. Incidence and prevention of ventral incisional hernia. *J Visc Surg.* 2012;149:e3-e14.
2. Slater NJ, Montgomery A, Berrevoet F, et al. Criteria for definition of a complex abdominal wall hernia. *Hernia.* 2014;18:7-17.
3. Tanaka EY, Yoo JH, Rodrigues Jr AJ, Utiyama EM, Birolini D, Rasslan S. A computerized tomography scan method for calculating the hernia sac and abdominal cavity volume in complex large incisional hernia with loss of domain. *Hernia.* 2010;14:63-69.
4. Alam NN, Narang SK, Pathak S, Daniels IR, Smart NJ. Methods of abdominal wall expansion for repair of incisional herniae: a systematic review. *Hernia.* 2016;20:191-199.
5. Bueno-Lledó J, Torregrosa A, Ballester N, et al. Preoperative progressive pneumoperitoneum and botulinum toxin type A in patients with large incisional hernia. *Hernia.* 2017;21:233-243.