

Efecto de la disminución del índice de masa corporal sobre la calidad seminal

Effect of Decreasing Body Mass Index Seminal Quality

Jennifer Puerta-Suárez¹

Alejandra M. Gómez-Gutiérrez¹

Walter D. Cardona-Maya^{1*}

¹Universidad de Antioquia. Facultad de Medicina. Departamento de Microbiología y Parasitología, Grupo Reproducción. Medellín, Colombia.

*Autor para la correspondencia: wdario.cardona@udea.edu.co

RESUMEN

El estilo de vida saludable incluye una alimentación saludable, un peso adecuado y en casos de exceso de peso, su pérdida. Estos son nuevos factores asociados a la fertilidad. Se presenta el caso de un voluntario fértil aparentemente sano que se sometió a un régimen de pérdida de peso. Con el propósito de evaluar el efecto de la pérdida de peso sobre la calidad seminal se realizó un análisis retrospectivo de los parámetros seminales convencionales y funcionales según los lineamientos establecidos en el Manual de análisis seminal de la Organización Mundial de la Salud. Los parámetros seminales evaluados fueron: volumen seminal, concentración espermática, concentración espermática total, movilidad, viabilidad, potencial de membrana mitocondrial e índice de fragmentación del ADN. La reducción del índice de masa corporal (19 %) incrementó los parámetros espermáticos: volumen seminal (400 %), concentración espermática (96 %), concentración espermática total (220 %), viabilidad (38 %), movilidad (122 %), potencial de membrana mitocondrial (40 %) y además disminuyó el índice de fragmentación del ADN en un 71 %. A partir de estas observaciones se infiere

que la obesidad está inversamente relacionada con la calidad seminal. Los resultados obtenidos en este caso nos inducen a recomendar que los hombres con sobrepeso y obesidad deben perder peso con el fin de mejorar su calidad seminal.

Palabras clave: obesidad; sobrepeso; fertilidad; semen; espermatozoides.

ABSTRACT

Healthy lifestyle includes healthy diet, adequate weight and in cases of excess weight, its loss. These are new factors associated with fertility. We present the case of an apparently healthy fertile volunteer who underwent a weight loss regimen. In order to evaluate the effect of weight loss on seminal quality, a retrospective analysis of the conventional and functional seminal parameters was carried out according to the guidelines established in the Manual of Seminal Analysis of the World Health Organization. Semen parameters evaluated were seminal volume, sperm concentration, total sperm concentration, mobility, viability, mitochondrial membrane potential, and DNA fragmentation index. The reduction of the body mass index (19 %) increased the sperm parameters: seminal volume (400 %), sperm concentration (96 %), total sperm concentration (220 %), viability (38 %), mobility (122 %), mitochondrial membrane potential (40 %) and decreased the DNA fragmentation rate by 71 %. From these observations, it is inferred that obesity is inversely related to seminal quality. The results obtained in this case lead us to recommend overweight and obese men should lose weight in order to improve their seminal quality.

Keywords: obesity; overweight; fertility; semen; sperm.

Recibido: 23/07/2018

Aceptado: 05/09/2018

INTRODUCCIÓN

El estilo de vida adoptado en el siglo XXI trajo consigo un problema de gran magnitud: el sobrepeso. Esta condición se presenta cuando el índice de masa corporal (IMC) es superior a 25 kg/m² o cuando hay un exceso de grasa almacenado en el tejido adiposo. Un adulto se considera en sobrepeso cuando su índice de masa corporal (IMC) se encuentre entre 25 y 29,9 kg/m² y es obeso cuando el IMC es mayor a 30 kg/m².⁽¹⁾

En la denominada era de la información, la obesidad es una epidemia mundial que va en aumento⁽²⁾ y acarrea consecuencias adversas para la salud, como la hipertensión, las enfermedades cardiovasculares, la diabetes tipo 2, la osteoartritis, la enfermedad de la vesícula biliar, el asma y otras afecciones respiratorias crónicas, así como múltiples neoplasias malignas⁽³⁾ que incrementan el costo de vida y la carga de enfermedad a un sistema de salud con crecientes problemas estructurales y económicos.

La principal causa de la obesidad es el incremento en el consumo de alimentos con alta cantidad de calorías, la disminución del tiempo que se ocupa en actividades físicas, el incremento de actividades sedentarias como ver televisión, el uso de dispositivos electrónicos, e inclusive alteraciones en la calidad y duración del descanso.⁽⁴⁾

Las consultas por infertilidad no son ajenas al problema de la obesidad. Si bien entre 30 % y 40 % de las causas de infertilidad son atribuidas al factor masculino, la obesidad y otras alteraciones metabólicas podrían estar relacionadas con la infertilidad masculina.^(5,6,7,8) A la fecha, se ha relacionado la obesidad con una mala calidad seminal^(3,9,10) e incluso se ha evidenciado que la pérdida de peso en obesos se asocia con mejoramiento de la calidad seminal.⁽¹¹⁾ *Donkin y otros* reportaron en 2016 la variación en el epigenoma espermático después de que los voluntarios fueron sometidos a una cirugía bariática, demostrando que el efecto de la obesidad sobre la calidad seminal es reversible.⁽¹²⁾

Se ha postulado que la obesidad afecta negativamente la fertilidad masculina por varios mecanismos, entre los que se incluyen: incremento del riesgo de disfunción eréctil, alteraciones hormonales, disminución de la calidad espermática, e incluso aumento en la temperatura testicular por la ganancia de peso corporal, lo que puede alterar la espermatogénesis y afectar la integridad del ADN espermático.⁽¹³⁾

Por lo tanto, el objetivo del presente reporte de caso es evaluar el efecto de la pérdida de peso sobre la calidad seminal en un voluntario fértil aparentemente sano.

PRESENTACIÓN DE CASO

Voluntario de 37 años, con fertilidad probada, aparentemente sano sin antecedentes de enfermedades crónicas, no consume cigarrillo, drogas alucinógenas ni alcohol. Durante los últimos cuatro años ha participado en diversas investigaciones sobre calidad seminal realizadas en el Grupo Reproducción de la Universidad de Antioquia, Medellín. El individuo participó voluntariamente en el estudio y se obtuvo su consentimiento informado antes de ingresar al estudio.

En el último año, el voluntario inició un proceso decidido voluntariamente de control de ingesta de calorías, con el objetivo de perder peso y reducir su IMC (tabla 1).

Tabla 1. Seguimiento del índice de masa corporal del voluntario

Fecha	IMC	Clasificación
Mayo de 2013	36,11	Obesidad de clase II
Agosto de 2013	36,73	Obesidad de clase II
Septiembre de 2013	36,73	Obesidad de clase II
Enero de 2017	29,94	Sobrepeso
Marzo de 2017	29,00	Sobrepeso
Agosto de 2017	29,00	Sobrepeso

El individuo describió que su ingesta usual era elevada en alimentos fritos, productos de panadería, productos comerciales de paquetes, comidas rápidas y carnes frías y reducida en leguminosas, frutas y verduras. Además, reportó la ingesta de cereales, plátanos y tubérculos, leches, carnes, dulces y aceites insaturados y de acuerdo con su apreciación el consumo era suficiente.

El cambio alimentario que el voluntario realizó implicó una reducción en la ingesta de la mayoría de los grupos de alimentos (cereales, plátanos y tubérculos, lácteos, leguminosas, frutas, grasas, dulces), excepto de las carnes que se mantuvo igual y de las verduras que aumentó. El voluntario además reportó la disminución de la ingesta de alimentos fritos, carnes frías, productos de panadería, comidas rápidas y productos comerciales de paquetes.

El presente reporte es el resultado del análisis de seis muestras de semen obtenidas por masturbación después de tres días de abstinencia sexual (mayo 2013, agosto 2015; septiembre 2015; enero 2017; marzo 2017 y agosto 2017). Las muestras fueron y analizadas según los lineamientos establecidos en el Manual de análisis seminal de la Organización Mundial de la Salud (OMS).^(14,15,16)

Parámetros seminales convencionales

Se realizó evaluación de los parámetros seminales convencionales de acuerdo a lo establecido por la OMS⁽¹⁴⁾ y la concentración espermática se determinó empleando la cámara de *Makler*.⁽¹⁷⁾

Brevemente, el volumen seminal se cuantificó pesando en una balanza el frasco colector de semen con la muestra seminal y restando el peso del volumen del frasco colector previamente pesado, asumiendo la densidad del semen igual a la del agua (1g= 1mL).⁽¹⁴⁾

La movilidad espermática se determinó mediante el recuento de 10 μ L de semen en un microscopio de luz con objetivo de 40X, clasificando los espermatozoides en tres tipos de movilidad:

- tipo I, espermatozoides móviles que se desplazan,
- tipo II espermatozoides móviles que no se desplazan,
- tipo III, espermatozoides inmóviles.

Finalmente, la viabilidad se determinó mezclando 10 μ L de semen y 10 μ L de eosina-Y (*Sigma-Aldrich, San Louis, MO, USA*) en un portaobjetos y clasificando los espermatozoides que excluyan el colorante como vivos. Tanto para la cuantificación de

la movilidad como para la viabilidad se realizaron recuentos por duplicado de al menos 200 espermatozoides.

Parámetros seminales funcionales

La evaluación de los parámetros funcionales se realizó mediante citometría de flujo. Los resultados de las citometrías de cada parámetro funcional fueron analizados utilizando el programa *FlowJo 7.6 (Tree Star, Inc. Oregon, USA)*.

Detección del potencial de membrana mitocondrial espermática

Se empleó la doble tinción con yoduro de propidio y DIOC 6, brevemente, se incubaron 1×10^6 espermatozoides con 0,25 mg/mL de yoduro de propidio (*IP, Molecular Probes® Inc, OR, USA*) y 3,3 dihexiloxacarbocianina (*DIOC6, 10 nM, Molecular Probes®*) a 37 °C/30 minutos, luego de un lavado centrifugando los espermatozoides a 300 g/5 minutos, el sedimento fue resuspendido en PBS.⁽¹⁸⁾

Determinación de la integridad de la membrana espermática

Se incubaron 1×10^6 espermatozoides con 0,25 mg/mL de IP y 1 μM de Sybr 14 a 37 °C/30 minutos; luego de un lavado por centrifugación a 300 g/5 minutos, se resuspendió el sedimento en PBS.⁽¹⁸⁾

Análisis de la lipoperoxidación de la membrana espermática

Se incubaron 1×10^6 espermatozoides con 5 μM de 4 BODIPY C11 a 37 °C/30 minutos, se realizó un lavado por centrifugación a 300 g/5 minutos y los espermatozoides fueron resuspendidos en PBS.⁽¹⁹⁾

Evaluación de los niveles intracelulares de especies reactivas de oxígeno en los espermatozoides

Un millón de espermatozoides se incubaron con 1 μ M de DCFH-DA y 0,25mg/mL de IP a 37 °C/5 minutos; posteriormente se realizaron 3 lavados por centrifugación a 300 g/5 minutos y el sedimento fue resuspendido en PBS.⁽¹⁸⁾

Detección de la integridad de la cromatina espermática

Cinco millones de espermatozoides fueron resuspendidos en buffer TNE y justo antes de leer la muestra en el citómetro se adicionaron 200 μ L de solución detergente ácida y 30 segundos después, la solución de naranja de acridina.^(18,20,21,22)

Análisis de los resultados obtenidos

El voluntario presentó una disminución total en el IMC de 19 % asociado al programa de consumo controlado de calorías el último año. Adicionalmente, reportó los resultados paraclínicos el 31 de enero de 2017: Colesterol total 163 mg/dL, colesterol HDL 61 mg/dL, triglicéridos 49 mg/dL, glicemia en ayunas 100 mg/dL, hemoglobina glicada 4,8 %, y promedio estimado de glicemia en los últimos 3 meses de 91 mg/dL.

Aunque no se realizó un análisis cuantitativo de la ingesta de calorías y nutrientes, es posible deducir que el cambio en el peso corporal obedeció al cambio en la ingesta. La descripción inicial de ingesta alimentos es compatible con una ingesta alta de calorías, grasa total, grasa saturada y sodio, y reducida en fibra dietética, ácido fólico, vitamina C, caroteno, magnesio y potasio. A partir de la descripción de ingesta de leches, carnes rojas, pollo y cereales variados, es posible que la ingesta de nutrientes como proteína, calcio, hierro y zinc fuera probablemente adecuada.

Por la reducción tan importante en la ingesta de todos los grupos de alimentos, se puede deducir que el aporte calórico se redujo ostensiblemente. Si bien el cambio alimentario pudo implicar un cambio positivo para la salud, producto de una reducción en la ingesta de grasas totales, grasa saturada y sodio, también vale la pena mencionar que la reducción en la variedad y cantidad de alimentos pudo haber implicado una reducción

no apropiada de carbohidratos y calcio, además del empeoramiento en la ingesta de vitamina C, carotenos, fibra dietética, ácido fólico y ácidos grasos esenciales.

Aunque el voluntario hizo un intento por mejorar la calidad de su dieta por medio de las ensaladas, el número de porciones y la cantidad aparentemente fue insuficiente. Como la ingesta de carnes se mantuvo, podría pensarse que la ingesta de nutrientes como hierro y zinc pudo mantenerse.

El análisis de la calidad seminal realizado durante las cinco participaciones del voluntario en las investigaciones del Grupo Reproducción, concomitantemente a la reducción del 19 % de IMC, mostró una notable mejoría de los parámetros seminales: el volumen seminal se incrementó en 400 %, la concentración espermática en 96 %, la concentración espermática total en 220 %, la movilidad total en 121 %, la viabilidad en 38 %, el potencial de membrana mitocondrial en 40 % y el índice de fragmentación del ADN se redujo a 71 % (Fig.).

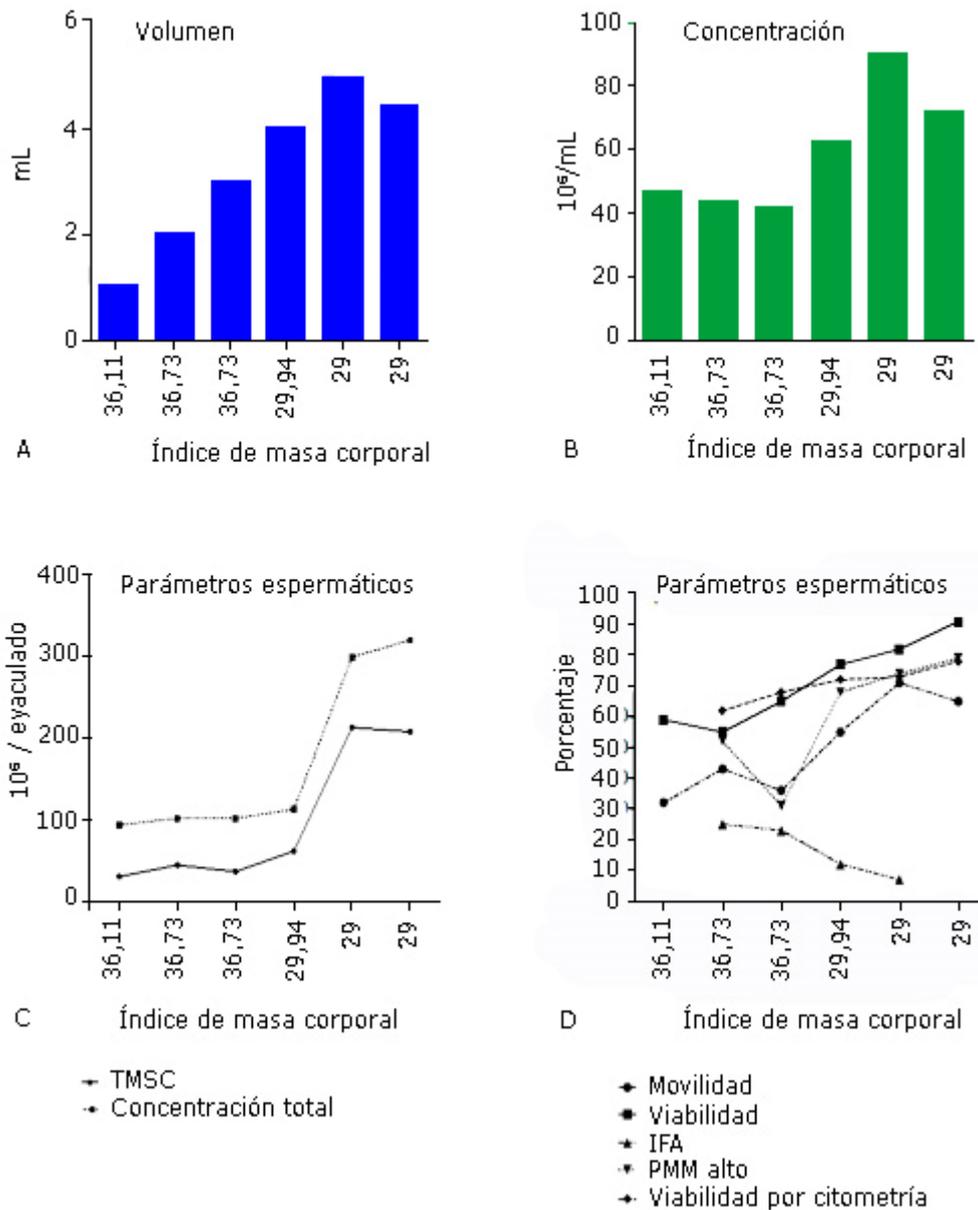


Fig. - Seguimiento de los parámetros espermáticos convencionales y funcionales del voluntario.

DISCUSIÓN

Pocos estudios han reportado la relación entre los parámetros seminales y el (IMC) y los resultados presentados en este reporte permiten postular que existe una mejoría cuantitativa y cualitativa de la gametogénesis asociada a la pérdida de peso.

Se han propuesto varios mecanismos con el propósito de relacionar la obesidad y la infertilidad,⁽⁸⁾ entre ellos: hipogonadismo, apoptosis testicular inducida por calor o hipoxia y alteraciones endocrinas, y es claro que al menos en tres de ellas la pérdida de peso podría ser una opción viable de tratamiento.

En un estudio de *Thomsen y otros*,⁽¹³⁾ se evaluó la influencia del IMC sobre la calidad espermática en 612 hombres infértiles sometidos a técnicas de reproducción asistida en Dinamarca, sin observar diferencias estadísticamente significativas en cuanto a los parámetros espermáticos convencionales, al índice de fragmentación del ADN ni en el éxito en las tasas de fertilización en las técnicas de reproducción asistida.⁽¹³⁾ Resultados similares fueron reportados por *Chavarro JE y otros*,⁽³⁾ en 2010, reportaron que espermatozoides con alto daño en el ADN son más numerosos en hombres obesos que en hombres con peso normal aunque no se encontró relación con los parámetros seminales convencionales: la concentración espermática, la movilidad y la morfología.

Un estudio publicado por *Stewart y otros*⁽¹⁰⁾ demostró que los hombres fértiles obesos (IMC > 30) parecen haber reducido la función testicular debido a que presenten menor concentración espermática y menores niveles de inhibina B, testosterona y globulina fijadora de hormonas sexuales que los hombres con IMC normal. Sin embargo, los investigadores afirman que es necesario determinar si la adiposidad perjudica la espermatogénesis o si es la función testicular reducida la que favorece la deposición de grasa.

De otro lado, recientemente *Oostingh y otros*,⁽²³⁾ publicaron un artículo en el cual reportan una asociación positiva entre consumir una dieta saludable y la buena calidad seminal, apoyando la idea que las asesorías preconcepcionales sobre el consumo de una dieta saludable debe ser un factor importante durante la consulta de la pareja.

Existen múltiples trabajos^(1,2) en los cuales se intenta comparar la calidad seminal entre diferentes grupos de individuos y se buscan alternativas que permitan mejorarla, como el incremento de la frecuencia eyaculatoria (IFE),^(24,25,26) la selección de espermatozoides mediante lavados,⁽²⁷⁾ la práctica de deportes⁽²⁸⁾ y en el presente reporte de caso, se postula la pérdida de peso en un individuo obeso como una posible alternativa de mejoramiento de la calidad seminal, lo cual podría estar asociada con una mayor probabilidad de embarazar en caso de pacientes infértiles con obesidad.

En la literatura se postula que el IMC se relaciona directamente con los niveles de estradiol e inversamente con los niveles de testosterona total y los niveles de globulinas de unión a hormonas sexuales,⁽³⁾ lo que podría explicar la alteración en la gametogénesis en individuos obesos.

Se ha reportado que el volumen del eyaculado disminuye cuando aumenta el IMC,⁽³⁾ en el presente reporte se encontró un incremento de 400 % en el volumen del eyaculado posterior a una disminución de 19 % en el IMC del voluntario.

Muchos de los efectos negativos de la obesidad, son atribuidos a la acumulación de grasa abdominal, la que a su vez ha sido asociada con aumento de la grasa visceral. Tal como lo muestra *Faure y otros* en 2014, la grasa abdominal podría ser un indicador de la calidad seminal. Estos investigadores reportaron que la reducción de la grasa abdominal después de varios meses de implementación de cambios en el estilo de vida condujo a una reducción en la fragmentación del DNA.⁽²⁹⁾ En el presente caso no se registró la circunferencia de cintura del voluntario, pero éste reportó que la pérdida de peso, se acompañó de la reducción de la talla de su ropa/vestimenta, lo que permite considerar una reducción en el perímetro de la cintura e indirectamente una reducción de la grasa abdominal, que puede contribuir a disminuir la fragmentación del DNA encontrada en el voluntario.

El conocimiento acerca de cómo la calidad de la dieta puede influenciar el potencial reproductivo de un hombre es escaso, pero empiezan a aparecer reportes en la literatura que dan información sobre como nutrientes específicos pueden afectar la calidad seminal. Uno de los nutrientes que ha recibido atención es la grasa dietaria. Un estudio conducido por *Attaman y otros* en 2012, mostró que el total de grasa ingerida, especialmente de grasa saturada, fue negativamente asociado con la concentración y el conteo total de espermatozoides. Por su parte la morfología fue positivamente asociada con la ingesta de ácidos grasos Omega-3.⁽³⁰⁾

Como se mencionó previamente, en este reporte de caso no fue posible hacer un análisis cuantitativo de la ingesta de nutrientes del voluntario, pero a partir de los reportes descriptivos que proporcionó, es posible considerar que el cambio en la calidad de la grasa ingerida, especialmente la reducción en la ingesta de grasa saturada, haya tenido

un efecto positivo en la calidad seminal, contribuyendo en el mejoramiento encontrado en parámetros como concentración y morfología espermática.

De otro lado, el zinc es un componente importante del fluido prostático, el cual representa entre el 25 % y 30 % del volumen del eyaculado. El papel del zinc en el fluido prostático está relacionado con el proceso de licuefacción. En el eyaculado se liberan semenogelinas que junto al fibrinógeno forman el coágulo seminal, este proceso protege a los espermatozoides mientras el semen es depositado en la vagina, pero impide su movilidad.

El fluido seminal prostático también contiene calicreínas, entre las que se encuentra la calicreína 3 (KLK3) o antígeno prostático. Durante el proceso de licuefacción se inicia la transferencia del zinc de las semenogelinas a las calicreínas debido a la alta afinidad de este compuesto con estas últimas moléculas. Esto permite liberar a los espermatozoides del coágulo, por tanto la movilidad espermática depende de estas interacciones moleculares e indirectamente de la concentración adecuada de zinc.⁽³¹⁾ Las altas concentraciones de zinc del fluido prostático también parecen tener efecto inhibitorio en el crecimiento de múltiples microorganismos como *Escherichia coli*, *Chlamydia trachomatis*, *Candida albicans* y *Trichomonas vaginalis*.⁽³²⁾

Las observaciones realizadas en esta presentación de caso ratifican relacionar inversamente la obesidad con la calidad seminal. Por lo tanto, este trabajo apoya la necesidad de sugerir a los hombres con índice de masa corporal en sobrepeso y obesidad elevados perder peso con el fin de mejorar su calidad seminal y de esta forma aumentar la probabilidad de alcanzar el éxito reproductivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation presented at the World Health Organization, June 3–5, 1997, Geneva, Switzerland. Geneva, Switzerland: WHO; 1997.
2. Haslam DW, James WP. Obesity. Lancet. 2005;366:1197-209. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)67483-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)67483-1)

3. Chavarro JE, Toth TL, Wright DL, Meeker JD, Hauser R. Body mass index in relation to semen quality, sperm DNA integrity, and serum reproductive hormone levels among men attending an infertility clinic. *Fertil Steril*. [en línea]. 2010;93(7):2222-31. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2009.01.100>
4. Heymsfield SB, Wadden TA. Mechanisms, Pathophysiology, and Management of Obesity. *N Engl J Med* [en línea]. 2017;376:254-66. Disponible en:
<https://doi.org/10.1056/NEJMra1514009>
5. Nguyen RH, Wilcox AJ, Skjaerven R, Baird DD. Men's body mass index and infertility. *Hum Reprod* [en línea]. 2007;22:2488-93. Disponible en:
<https://doi.org/10.1093/humrep/dem139>
6. Ramlau-Hansen CH, Thulstrup AM, Nohr EA, Bonde JP, Sorensen TI, Olsen J. Subfecundity in overweight and obese couples. *Hum Reprod* [en línea]. 2007;22(6):1634-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/humrep/dem035>.
7. Sallmen M, Sandler DP, Hoppin JA, Blair A, Baird DD. Reduced fertility among overweight and obese men. *Epidemiology* [en línea]. 2006;17(5):520-3. Disponible en:
<https://doi.org/10.1097/01.ede.0000229953.76862.e5>
8. Phillips KP, Tanphaichitr N. Mechanisms of obesity-induced male infertility. *Expert Rev Endocrinol Metab* [en línea]. 2010;5(2):229-51. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.1586/eem.09.65>
9. Hofny ER, Ali ME, Abdel-Hafez HZ, Kamal Eel D, Mohamed EE, Abd El-Azeem HG, et al. Semen parameters and hormonal profile in obese fertile and infertile males. *Fertil Steril* [en línea]. 2010;94:581-4. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2009.03.085>
10. Stewart TM, Liu DY, Garrett C, Jorgensen N, Brown EH, Baker HW. Associations between andrological measures, hormones and semen quality in fertile Australian men: inverse relationship between obesity and sperm output. *Hum Reprod* [en línea]. 2009;24:1561-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/humrep/dep075>

11. Hakonsen LB, Thulstrup AM, Aggerholm AS, Olsen J, Bonde JP, Andersen CY, et al. Does weight loss improve semen quality and reproductive hormones? Results from a cohort of severely obese men. *Reprod Health* [en línea]. 2011;8:24. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/1742-4755-8-24>
12. Donkin I, Versteyhe S, Ingerslev LR, Qian K, Mehta M, Nordkap L, et al. Obesity and Bariatric Surgery Drive Epigenetic Variation of Spermatozoa in Humans. *Cell Metab* [en línea]. 2016;23:369-78. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cmet.2015.11.004>
13. Thomsen L, Humaidan P, Bungum L, Bungum M. The impact of male overweight on semen quality and outcome of assisted reproduction. *Asian J Androl* [en línea]. 2014;16:749-54. Disponible en: <https://doi.org/10.4103/1008-682X.125398>
14. World Health Organization. World Health Organization laboratory manual for the examination and processing of human semen. World Health Organization: Geneva, Switzerland; 2010.
15. Cardona Maya W. Manual de procesamiento de semen humano de la Organización Mundial de la Salud-2010. *Actas Urol Esp*. 2010;34:577-8.
16. Cardona Maya W. Límite inferior de referencia-nuevos valores de referencia en el análisis seminal. *Medicina & Laboratorio*. 2014;20:93-4.
17. Cardona-Maya W, Berdugo J, Cadavid A. Comparación de la concentración espermática usando la cámara de Makler y la cámara de Neubauer. *Actas Urol Esp*. 2008;32:443-5.
18. Mayorga-Torres BJ, Cardona-Maya W, Cadavid A, Camargo M. Evaluación de los parámetros funcionales espermáticos en individuos infértiles normozoospermicos. *Actas Urol Esp*. 2013;37:221-7.
19. Aitken RJ, Wingate JK, De Iuliis GN, McLaughlin EA. Analysis of lipid peroxidation in human spermatozoa using BODIPY C11. *Mol Hum Reprod*. 2007;13:203-11. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/molehr/gal119>
20. Gil-Villa AM, Cardona-Maya W, Agarwal A, Sharma R, Cadavid A. Role of male factor in early recurrent embryo loss: do antioxidants have any effect? *Fertil Steril*. 2009;92:565-71. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2008.07.1715>

21. Gil-Villa AM, Cardona-Maya W, Agarwal A, Sharma R, Cadavid A. Assessment of sperm factors possibly involved in early recurrent pregnancy loss. *Fertil Steril* [en línea]. 2010;94:1465-72. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2009.05.042>
22. Rodríguez E, Gil-Villa AM, Aguirre-Acevedo DC, Cardona-Maya W, Cadavid AP. Evaluación de parámetros seminales no convencionales en individuos cuyas parejas presentan muerte embrionaria temprana recurrente: en busca de un valor de referencia. *Biomedica* [en línea]. 2011;31:100-7. Disponible en: <https://doi.org/10.7705/biomedica.v31i1.340>
23. Oostingh EC, Steegers-Theunissen RP, de Vries JH, Laven JS, Koster MP. Strong adherence to a healthy dietary pattern is associated with better semen quality, especially in men with poor semen quality. *Fertil Steril* [en línea]. 2017;107:916-923. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2017.02.103>
24. Mayorga-Torres BJ, Camargo M, Agarwal A, du Plessis SS, Cadavid AP, Cardona Maya WD. Influence of ejaculation frequency on seminal parameters. *Reprod Biol Endocrinol* [en línea]. 2015;13:47. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12958-015-0045-9>
25. Mayorga-Torres JM, Agarwal A, Roychoudhury S, Cadavid A, Cardona-Maya WD. Can a Short Term of Repeated Ejaculations Affect Seminal Parameters? *J Reprod Infertil*. 2016;17:177-83.
26. Lalinde Acevedo PC, Carvajal A, Cardona Maya WD. La eyaculación frecuente mejora la morfología espermática: reporte de caso. *Urol Col* [en línea]. 2017;26:65-70. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.uroco.2016.10.007>
27. Lalinde Acevedo PC, Cardona Maya WD. Selección espermática in vitro: espermatozoides con mejores características funcionales. *Urol Col* [en línea]. 2017;26:26-33. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.uroco.2016.04.007>
28. Lalinde-Acevedo PC, Mayorga-Torres BJM, Agarwal A, du Plessis SS, Ahmad G, Cadavid AP, et al. Physically active men show better semen parameters than their sedentary counterparts. *Int J Fertil Steril* [en línea]. 2017;11:156-165. Disponible en: <https://doi.org/10.22074/ijfs.2017.4881>

29. Faure C, Dupont C, Baraibar MA, Ladouce R, Cedrin-Durnerin I, Wolf JP, et al. In subfertile couple, abdominal fat loss in men is associated with improvement of sperm quality and pregnancy: a case-series. PloS one. 2014;9(2):e86300. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0086300>
30. Attaman JA, Toth TL, Furtado J, Campos H, Hauser R, Chavarro JE. Dietary fat and semen quality among men attending a fertility clinic. Human Reproduction. 2012;27(5):1466-74.
31. Verze P, Cai T, Lorenzetti S. The role of the prostate in male fertility, health and disease. Nature Reviews Urology [en línea]. 2016;13(7):379-86. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/humrep/des065>
32. Wilson M. Bacteriology of humans: an ecological perspective: John Wiley & Sons; 2009.

Conflictos de intereses: Los autores no declaran tener conflictos de intereses.