



Relación entre la calidad seminal y los parámetros antropométricos en el varón

Relationship between semen quality and anthropometric parameters in males

AUTORES

- | | | |
|---|--|--|
| (1) Clara Piera-Jordán
[ORCID: 0009-0001-1967-1387] | (1) Cristina Tordera
[ORCID: 0009-0000-4993-163X] | (4) Jose Antonio Hurtado-Sánchez
[ORCID: 0000-0002-6363-2385] |
| (1) Verónica Serrano de la Cruz Delgado
[ORCID: 0000-0002-9463-1617] | (3) José Tuells
[ORCID: 0000-0003-1159-429X] | (4) Ana Zaragoza Martí
[ORCID: 0000-0001-8865-2326] |
| (2) Laura Prieto
[ORCID: 0009-0000-4094-0636] | (4) Laura Martín Manchado
[ORCID: 0009-0009-4889-4967] | |
| (1) M. Belén García Velert
[ORCID: 0009-0003-9895-969X] | (5) Miriam Sánchez-San Segundo
[ORCID: 0000-0003-2114-6503] | |

FILIACIONES

- | | |
|---|---|
| (1) Hospital de Dénia.
DENIA, ESPAÑA. | Universidad de Alicante.
ALICANTE, ESPAÑA. |
| (2) Hospital General Universitario de Villalba.
COLLADO VILLALBA, ESPAÑA. | (4) Departamento de Enfermería.
Facultad de Ciencias de la Salud.
Universidad de Alicante.
ALICANTE, ESPAÑA. |
| (3) Instituto de Investigación Sanitaria y Biomédica de Alicante (ISABIAL).
Departamento de Enfermería Comunitaria, Medicina Preventiva y Salud Pública, e Historia de la Ciencia. | (5) Departamento de Psicología de la salud.
Universidad de Alicante.
ALICANTE, ESPAÑA. |

FINANCIACIÓN

Los autores declaran que la investigación se llevó a cabo en ausencia de relaciones financieras que pudieran interpretarse como un posible conflicto de intereses.

CONTRIBUCIONES DE AUTORÍA

CONCEPTUALIZACIÓN, REVISIÓN Y SUPERVISIÓN DEL MANUSCRITO: A Zaragoza Martí, V Serrano de la Cruz Delgado, J Tuells, M Sánchez-San Segundo, JA Hurtado-Sánchez.

ANÁLISIS DE DATOS: L. Martín Manchado.

METODOLOGÍA, RECOPIACIÓN DE DATOS: L. Prieto, C Tordera, MB García Velert.

REDACCIÓN, EDICIÓN DEL MANUSCRITO: C. Piera-Jordán.

CORRESPONDENCIA

Ana Zaragoza Martí ana.zaragoza@ua.es
 Departamento de Enfermería. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Alicante. Carrer de San Vicente del Raspeig, s/n. CP 03690. San Vicente del Raspeig (Alicante). España.

CITA SUGERIDA

Piera-Jordán C, Serrano de la Cruz Delgado V, Prieto L, García Velert MB, Tordera C, Tuells J, Martín Manchado L, Sánchez-San Segundo M, Hurtado-Sánchez JA, Zaragoza Martí A. Relación entre la calidad seminal y los parámetros antropométricos en el varón. Rev Esp Salud Pública. 2025; 99: 2 de diciembre e202512080.

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses

RESUMEN

FUNDAMENTOS // Los problemas de infertilidad afectan al 15% de la población mundial, siendo la etiología masculina la causa de hasta en un 30% de los casos. La relación entre la infertilidad masculina y el estado nutricional sigue siendo poco concluyente, ya que la mayoría de los estudios se basan en el IMC, sin considerar otros parámetros en su evaluación. Es por ello que este trabajo buscó evaluar de forma integral la composición corporal masculina y su impacto en los parámetros seminales. El objetivo de nuestro estudio fue evaluar la relación entre la calidad seminal (seminograma) y el estado nutricional (índice de masa corporal, índice cintura-cadera y porcentaje de masa muscular, grasa y visceral).

MÉTODOS // Se reclutaron 117 hombres de parejas infértiles desde diciembre de 2021 hasta octubre de 2023 que acudieron a la consulta de Ginecología-Esterilidad en el Hospital de Dénia (España). Las variables antropométricas fueron recogidas mediante una exploración física y las clínicas con la realización de un seminograma. El análisis estadístico se llevó a cabo usando la prueba U de Mann-Whitney y modelos de regresión lineal.

RESULTADOS // Nuestro trabajo mostró una relación lineal directa y significativa ($p=0,027$) entre la circunferencia de la cadera y el volumen seminal. No se encontró asociación entre el resto de parámetros antropométricos y la calidad seminal.

CONCLUSIONES // Los resultados de este estudio sugieren que existe una asociación estadísticamente significativa positiva entre el volumen seminal y la circunferencia de la cadera, pero no encontramos asociación entre el resto de parámetros antropométricos y la calidad seminal.

PALABRAS CLAVE // Reproducción; Infertilidad; Calidad seminal; Parámetros antropométricos.

ABSTRACT

BACKGROUND // Infertility problems affect 15% of the world's population, with male factors accounting for up to 30% of cases. The relationship between male infertility and nutritional status remains inconclusive, as most studies rely on BMI without considering other parameters in their evaluation. Therefore, this study aimed to comprehensively assess male body composition and its impact on semen parameters. The aim of our study was to evaluate the relationship between seminal quality (seminogram) and nutritional status (body mass index, waist-hip index and percentage of muscle, fat and visceral mass).

METHODS // 117 men from infertile couples were recruited from December 2021 to October 2023 who attended the Gynecology-Esterility consultation at the Hospital of Dénia (Spain). Anthropometric variables were collected by physical examination and clinical variables by semen analysis. Statistical analysis was performed using the Mann-Whitney U test and linear regression models.

RESULTS // Our work showed a direct and significant linear relationship ($p=0.027$) between hip circumference and seminal volume. No association was found between the rest of anthropometric parameters and seminal quality.

CONCLUSIONS // The results of this study suggest that there is a statistically significant positive association between seminal volume and hip circumference, but we found no association between the rest of anthropometric parameters and seminal quality.

KEYWORDS // Reproduction; Infertility; Semen quality; Anthropometric parameters.

INTRODUCCIÓN

La investigación acerca de los problemas de infertilidad ha aumentado considerablemente en los últimos años dada su elevada prevalencia, ya que afecta a setenta millones de parejas en edad reproductiva en todo el mundo (1-3), lo que supone un 15% de la población mundial. Estas cifras son similares a las de Europa, que engloba al 16,5% de las parejas, así como en España, donde nos encontramos esta situación en casi el 20%. Ello supone, no solo un problema médico individual, sino una preocupación de Salud Pública con importantes implicaciones sociales y económicas. Concretamente en España, el gasto farmacéutico asociado a tratamientos de reproducción asistida se estimó en cerca de 98,7 millones de euros, con un coste medio por ciclo de inseminación artificial de 700€-1.000€ y de fecundación *in vitro* de 3.500€-5.000€. Además, este problema implica un desgaste emocional muy significativo, afectando considerablemente al bienestar mental e incluso físico de las parejas y pudiendo llegar a causar una estigmatización social (4-7).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que la infertilidad es una enfermedad del sistema reproductivo, definida como la incapacidad para conseguir una gestación clínica después de doce meses o más de coito regular no protegido (8). Al buscar la etiología que justifica la infertilidad, se estima que un 35% de los casos

se debe a causa femenina, un 30% a causa masculina, un 20% involucra a ambos sexos y en un 15% de los casos no se ha encontrado explicación (9).

En el caso masculino, el análisis del semen es la piedra angular de las pruebas de laboratorio para el examen de la infertilidad, ya que la etiología de ésta suele deberse a alteraciones en los parámetros espermáticos. Los valores del seminograma que se acepta actualmente como *normales* son los establecidos por la OMS en 2010 (10), donde se determina el volumen, la licuefacción, el pH, la concentración de espermatozoides, el número total de espermatozoides en el eyaculado, la movilidad, la morfología y la vitalidad. Se define como alteración en el volumen cuando éste es inferior a 1,5 ml (hipospermia) o una ausencia de eyaculado (aspermia). Una concentración de espermatozoides inferior a 15 millones/ml se tildaría como anormal y se denomina oligozoospermia, mientras que la ausencia total de espermatozoides tras la centrifugación es una azoospermia. Una alteración en la movilidad se define como astenozoospermia cuando existe un porcentaje inferior al 32% de espermatozoides con movilidad progresiva o inferior al 42% con cualquier tipo de movilidad (progresiva o no). Una morfología anormal (inferior al 4% de espermatozoides normales) se denomina teratozoospermia, mientras que una baja vitalidad (inferior al 54% de formas no teñidas) es una necrozoospermia.

Este artículo tiene una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional. Usted es libre de Compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato) bajo los siguientes términos: Atribución (debe darse el crédito apropiado, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo en cualquier manera razonable, pero no de alguna manera que sugiera que el licenciente lo respalda a usted o su uso); No comercial (no podrá utilizar el material con fines comerciales); Sin derivados (si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado); Sin restricciones adicionales (no puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros hacer cualquier cosa que la licencia permita).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Sin embargo, el seminograma no debe evaluarse de manera aislada, sino que se debe analizar en el contexto de una adecuada anamnesis y exploración física para descartar varicoceles u otras anomalías. Es importante que se realice una correcta entrevista para conocer antecedentes médicos como el síndrome de Kallman, aneuploidías o alteraciones cromosómicas, ya que se ha demostrado que la infertilidad masculina puede estar influenciada por factores de riesgo genéticos (11).

Además de los parámetros analíticos comentados, también resulta muy relevante conocer el estilo de vida como el patrón dietético, los hábitos tóxicos, la actividad física y el estado nutricional, ya que, en estudios recientes, se ha observado que seguir una dieta adecuada, como la mediterránea, mejora los parámetros del seminograma (12). Respecto a los hábitos tóxicos, como la ingesta de alcohol o el consumo de tabaco, se ha visto que puede afectar negativamente al volumen y la morfología normal del espermatozoide (13-14). Sin embargo, la evidencia científica disponible hasta el momento acerca del estado nutricional y la calidad seminal es ambigua (15-16). Es bien conocido por todos los efectos que la obesidad y el sobrepeso tienen sobre enfermedades crónicas, especialmente las cardiovasculares, con una alta morbilidad y mortalidad. Según la *Encuesta Europea de Salud en España* del año 2020, un 16,5% de hombres de dieciocho y más años padecen obesidad, mientras que un 44,9% padecen sobrepeso (17). Sin embargo, lo que ha ido creciendo en los últimos años es la evidencia acerca de que el sobrepeso y la obesidad en el varón están íntimamente relacionadas con la infertilidad, aunque los resultados son todavía inconsistentes (18-20).

Se conoce que la obesidad extrema o la presencia de altos niveles de hormonas presentes en el tejido adiposo podría jugar un papel importante en la infertilidad, alterando los valores del seminograma (21-22). En una cohorte de 10.655 hombres en Francia se mostró que el incremento del índice de masa corporal (IMC) se asoció de forma significativa con unos parámetros seminales desfavorables (23). Sin embargo, en una cohorte de 1.231 hombres chinos infértiles, no se hallaron marcadores asociados a la obesidad que se relacionarían significativamente con ninguno de los parámetros del semen (24). Lo mismo ocurrió en un estudio en Brasil, donde se analizó una cohorte de 118 individuos divididos en función del IMC y la circunferencia abdominal, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas entre el IMC y la circunferencia abdominal y los parámetros seminales (25).

Sin embargo, para estudiar el estado nutricional, no sólo hemos de conocer el IMC, sino que existen parámetros objetivos que se encargan de evaluarlo, como son la circunferencia de la cintura, la circunferencia de la cadera, el índice cintura-cadera, y la relación entre el porcentaje de masa grasa, muscular y visceral (26-29). En cambio, hasta la fecha, no existen estudios donde se evalúe el índice cintura-cadera y la relación entre el porcentaje de masa grasa, masa visceral y masa muscular con la calidad seminal.

Es por ello que el objetivo de nuestro estudio fue evaluar la relación entre la calidad seminal (seminograma) y el estado nutricional (IMC, índice cintura-cadera y porcentaje de masa muscular, grasa y visceral) tras reclutar a 100 hombres de parejas infértiles desde diciembre de 2021 hasta octubre de

2023. La hipótesis radica en ver si existe una correlación negativa entre una alteración de los parámetros antropométricos y la calidad seminal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño. Se realizó un estudio observacional descriptivo transversal de veinticuatro meses de duración que forma parte del *proyecto ROMA*, un proyecto de investigación cuyo objetivo es conocer la influencia de la dieta mediterránea y el estado nutricional en las técnicas de reproducción asistida de las parejas con problemas de infertilidad.

Muestra de estudio. Se incluyeron a los hombres que acudieron a la consulta de Ginecología-Esterilidad en el Hospital Marina Salud de Denia (España) por deseo genésico mayor a un año de evolución.

El tamaño muestral fue de 117 participantes, siendo el total de pacientes que pasaron por la Unidad de Reproducción Asistida del hospital y que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión. La selección de la muestra se llevó a cabo desde el 1 de diciembre de 2021 hasta el 30 de octubre de 2023.

Criterios de inclusión y exclusión:

Inclusión: Parejas entre dieciocho y cuarenta años y varón entre dieciocho y cincuenta y cinco años con ausencia de consecución de gestación tras doce meses de relaciones sexuales con coito vaginal sin empleo de métodos anticonceptivos, o tras seis meses si la mujer era mayor de treinta y cinco años.

Exclusión:

- i) Parejas con algún hijo vivo y sano.
- ii) Pacientes con esterilidad voluntaria.
- iii) Pacientes que tuvieran condiciones médicas documentadas que contraindicaran la gestación o el tratamiento de la esterilidad.
- iv) Pacientes con situación médica que interfirieran de forma grave sobre el desarrollo de la descendencia.
- v) Pacientes con imposibilidad para cumplir el tratamiento por motivos relacionados con la salud u otros motivos familiares o relacionados con el entorno social.
- vi) Existencia de situación documentada referida a cualquier otra circunstancia que pudiera interferir de forma grave sobre el desarrollo de la descendencia sometida a consideración de un comité de ética asistencial u órgano similar.

Variables e instrumentos.

Variables sociodemográficas: Se empleó un cuestionario específico para este estudio creado *ad hoc* en *Google Forms* para recopilar los datos sociodemográficos y de estilo de vida. Los datos sociodemográficos recogidos fueron: edad; género; nacionalidad.

Variables antropométricas: La determinación de las variables antropométricas se llevó a cabo por personal entrenado para ello empleando métodos estandarizados. El peso corporal

se midió en kilogramos (kg) utilizando una báscula digital validada clínicamente con impedancia, marca OMRON, modelo HBF-212-EW (Hoofddorp, Países Bajos). La talla se midió en centímetros (cm) empleando un metro vertical, con una precisión de 0,2 cm. Para calcular el IMC se utilizaron los datos del peso en kg y la talla en metros ($\text{IMC} = \text{peso} / \text{talla}^2$; es decir, kg/m^2). El IMC se categorizó empleando la clasificación actual de la OMS (IMC menor de 18,5=bajo peso; IMC entre 18,5 y 24,9=normopeso; IMC entre 25 y 29,9=sobrepeso; e IMC mayor de 30=obesidad) (30). Además, se determinaron el índice cintura-cadera, midiendo el perímetro de la cintura y de la cadera en centímetros (cm), empleando una cinta métrica inextensible, y se determinaron por triplicado, obteniendo posteriormente la media de las tres mediciones. El perímetro de la cintura se determinó por debajo de la caja torácica y por encima del ombligo, correspondiendo a la circunferencia más estrecha de la cintura. El perímetro de la cadera se recogió horizontalmente en la zona de máxima extensión de los glúteos. Con el resultado de ambos perímetros, se calculó el índice cintura-cadera ($\text{ICC} = \text{cintura} / \text{cadera}$) para determinar la presencia de riesgo cardiovascular (RCV), considerando patológico un valor ICC igual o superior a 0,85. Por otro lado, se empleó la misma báscula para determinar los valores de porcentaje de grasa corporal (PG), el de grasa visceral (PGV) y el de masa muscular (PMM). En función de su PG, se consideró exceso de masa grasa cuando los valores eran iguales o superiores a 33% (31); en función de su PGV, se consideró que un valor igual o superior a 7 también suponía RCV (32), y, finalmente, se consideró que valores de PMM inferiores

al 30% suponían insuficiente masa muscular (33).

Variables clínicas. La calidad seminal se evaluó a través del seminograma. La muestra se obtuvo por masturbación masculina, idealmente con un periodo de abstinencia eyaculatoria previo de tres a cinco días (34).

El análisis del semen se realizó siguiendo unos métodos estandarizados descritos en el *Manual de laboratorio para el examen y procesamiento del semen humano* de la OMS, de 2010 (35).

La OMS ha publicado unos valores de referencia que corresponden a la población fértil y representan el percentil 5 de la población para los parámetros medidos, derivado de un estudio de más de 1.900 hombres cuyas parejas tuvieron un tiempo de embarazo menor a doce meses. La anormalidad de los valores de referencia no implica esterilidad, ya que pueden lograr gestaciones de manera espontánea (36). Un único seminograma alterado no es sinónimo de infertilidad, ya que los resultados no son estáticos y pueden verse alterados por diferentes factores; es por ello que en estos casos debe repetirse la prueba para corroborar el resultado (37).

Los parámetros recogidos en el seminograma fueron pH, volumen seminal (ml), concentración de espermatozoides, número total de espermatozoides, y porcentaje de espermatozoides móviles, parámetro que además recoge los siguientes descriptores de movilidad y morfología espermática:

- i) Móviles progresivos (a+b).
- ii) Móviles no progresivos.

iii) Inmóviles.

iv) Vitalidad.

v) Morfología espermática.

Posteriormente se clasificó a los pacientes en función de sus resultados, en relación al volumen seminal. Se consideró un volumen seminal normal mayor o igual a 1,5 ml, considerándose **hipospermia** cuando el volumen eyaculado era menor a 1,5 ml y aspermia cuando había ausencia de volumen eyaculado. El pH seminal se consideró normal entre 7,2 y 8,0. Los valores de concentración de espermatozoides (millones/ml) se clasificaron por rangos: valores mayores o iguales a 15 millones/ml se consideraron como normales; menores a 15 millones/ml se consideraron como **oligozoospermia**; y en ausencia de espermatozoides como **azoospermia**. En cuanto el número total de espermatozoides, se consideraron como normales valores por encima o iguales de 39 millones de espermatozoides. En cuanto al porcentaje de motilidad lineal progresiva se consideraron como normales valores por encima o igual al 32%, mientras que valores inferiores correspondieron a astenospermia. En relación a la vitalidad, se consideraron como normales valores iguales o mayores al 58%, considerándose necrospermia si los valores eran inferiores a dicho valor. Por último, en relación a la morfología espermática, se consideraron como normales aquellos valores superiores al 4%, y teratozoospermia aquellos por debajo del 4%.

Procedimiento. Los pacientes fueron reclutados en la primera visita al departamento de Esterilidad de las Consultas Externas de Ginecología del Hos-

pital Marina Salud de Denia (España). A todas las parejas se les ofreció la posibilidad de participar en el estudio si cumplían los criterios de selección, y a las que aceptaron se les entregó la hoja de información del estudio y se les pidió que firmaran el consentimiento informado (CI) para participar en el mismo. Una vez firmado, se les indicó que respondieran a los cuestionarios de datos sociodemográficos. En el momento de la consulta se les facilitaron tabletas electrónicas para que pudieran acceder a los cuestionarios disponibles en un enlace de *Google Forms* creado *ad hoc* para este estudio, con un tiempo estimado para cumplimentar los cuestionarios de diez minutos. Las variables antropométricas fueron recogidas a través de una exploración física por parte del personal médico entrenado para ello. Mientras, las variables clínicas se obtuvieron a través de la realización de un seminograma, y en los casos que fuesen necesarios, se les citaba de nuevo para repetirlo en función de los resultados.

Análisis de datos. Una vez recabados todos los datos, se creó una base de datos única que incluía todas las variables objeto de estudio, a fin de facilitar su análisis. El análisis estadístico se llevó a cabo con el programa *SPSS v.25 para Windows (SPSS Inc, Chicago, EE.UU.)*. Se realizó un análisis descriptivo exploratorio mediante estadística univariable, considerando distribución de frecuencias, porcentajes y características de las variables según su escala de medida. Para la comparación de grupos en variables cuantitativas se empleó la prueba U de Mann-Whitney, dado que los datos no seguían una distribución normal. Cuando fue posible, se aplicaron modelos de regresión lineal simple para explorar asocia-

ciones entre variables continuas. Los resultados se expresaron con un intervalo de confianza (IC) del 95%, considerando $p < 0,05$ como estadísticamente significativo.

Consideraciones éticas. El estudio fue aprobado por el Comité Ético del Instituto de Investigación Sanitaria y Biomédica de Alicante (ISABIAL; CEIm:PI2021/113). A los pacientes se les informó sobre las características y objetivos del estudio, su participación voluntaria y su derecho a retirarse del mismo sin consecuencias. Posteriormente, se les solicitó que participaran y se obtuvieron los CI de toda la muestra.

RESULTADOS

La muestra ($n=117$) tuvo una edad media de 36,03 ($\pm 6,12$) años, con el 86,32% ($n=101$) de los participantes siendo de nacionalidad española. Respecto al resto de procedencias, había seis participantes colombianos (5,12%), dos de nacionalidad rumana (1,7%) y un varón procedente de cada uno de los siguientes países: Argentina; Perú; Venezuela; Bélgica; Portugal; Alemania; Bolivia; Italia. Cada uno de estos últimos representaba el 0,85%, respectivamente. Las variables antropométricas se muestran en la **TABLA 1**. El IMC promedio fue de 26,58 ($\pm 3,94$) kg/m^2 y se distribuyó de la siguiente manera: el 0,9% ($n=1$) presentaba infrapeso; el 36,8% ($n=43$), normopeso; el 42,7% ($n=50$), sobrepeso; y el 19,7% ($n=23$), obesidad. Esto indica que el 62,4% ($n=73$) tenía exceso de peso corporal. Además, el 51,3% ($n=60$) de los participantes presentaba una grasa corporal excesiva; el 63,2% ($n=74$), exceso de grasa visceral; el 35% ($n=41$), insuficiente masa muscular; y el 44,4% ($n=52$), un ICC excesivo.

Correlación entre la calidad seminal y los parámetros antropométricos. Los resultados del seminograma se detallan en la **TABLA 2**. Respecto a la calidad seminal, se encontró que el 36,8% ($n=43$) de la muestra presentaba una calidad seminal deficiente. Concretamente, de esos 43 varones, 14 presentaban hipospermia (11,9%), ocho teratozoospermia (6,83%), siete oligozoospermia (5,98%), seis astenozoospermia (5,12%), tres oligoastenozoospermia (2,56%), dos teratooligoastenozoospermia (1,71%), uno azoospermia (0,85%), uno oligoteratozoospermia (0,85%) y un último individuo presentaba astenoteratozoospermia (0,85%).

En la **TABLA 3** se presenta el análisis de la asociación entre el estado nutricional y la calidad seminal. Como puede observarse, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) respecto a los parámetros antropométricos entre aquellos sujetos con calidad seminal óptima y los que presentaron una calidad seminal deficiente. Tanto el peso como el IMC, el porcentaje de grasa corporal y visceral, la masa muscular y el ICC, así como las circunferencias de cintura y cadera, mostraron valores similares en los participantes con calidad seminal óptima y deficiente.

Correlación entre los parámetros seminales y los parámetros antropométricos. Por otro lado, se llevó a cabo un análisis individual de la asociación entre los parámetros del seminograma y el estado nutricional. Los resultados revelaron que no había asociaciones significativas, a excepción de una relación lineal directa y estadísticamente significativa ($p=0,027$) entre el volumen seminal y la circunferencia de la cadera, con un coeficiente de deter-

Tabla 1
Parámetros antropométricos de la muestra (n=117).

Parámetro antropométrico	Media (\pm DT)	Parámetro antropométrico	Media (\pm DT)
Peso (kg)	83,72 (\pm 14,06)	Masa muscular (%)	34,80 (\pm 5,31)
Talla (m)	1,77 (\pm 0,06)	Circunferencia cintura (cm)	94,51 (\pm 13,07)
IMC (kg/m ²)	26,58 (\pm 3,94)	Circunferencia cadera (cm)	106,12 (\pm 9,57)
Grasa corporal (%)	25,10 (\pm 8,19)	ICC	0,89 (\pm 0,09)
Grasa visceral (%)	9,31 (\pm 4,47)		

Los valores mostrados son promedios de valores de parámetros antropométricos (\pm la desviación típica).

Abreviaturas: Índice de masa corporal (IMC); Kilogramo (kg); Metro (m); Centímetro (cm); Índice cintura-cadera (ICC).

Tabla 2
Seminograma de la muestra (n=117).

Parámetro seminal	Media (\pm DT)	Parámetro seminal	Media (\pm DT)
pH semen	8,14 (\pm 0,66)	Móviles progresivos (%)	60,4 (\pm 52,6)
Volumen seminal (ml)	3,31 (\pm 1,59)	Móviles no progresivos (%)	5,57 (\pm 3,67)
Espermatozoides C (x10 ⁶)	99,1 (\pm 92,3)	Inmóviles (%)	38,1 (\pm 18,4)
Espermatozoides N (x10 ⁶)	293 (\pm 301,9)	Vitalidad espermática (%)	80,2 (\pm 16,2)
Espermatozoides móviles (%)	60,9 (\pm 18,6)	Morfología normal (%)	7,56 (\pm 4,89)

Los valores mostrados son promedios de valores del seminograma (\pm la desviación típica).

Abreviaturas: Mililitro (ml); Concentración (C); Número total (N).

Tabla 3
Asociación entre el estado nutricional de la muestra (n=117) y la calidad seminal.

Parámetros antropométricos	Calidad seminal óptima (n=74)	Calidad seminal deficiente (n=43)	p-valor
Peso (kg) ^(ns)	82,72 (\pm 12,85)	83,46 (\pm 14,45)	0,659
IMC (kg/m ²) ^(ns)	26,12 (\pm 3,68)	26,64 (\pm 4,10)	0,507
Grasa corporal (%) ^(ns)	24,00 (\pm 8,03)	25,59 (\pm 8,32)	0,331
Grasa visceral (%) ^(ns)	8,64 (\pm 4,99)	9,54 (\pm 4,12)	0,316
Masa muscular (%) ^(ns)	35,61 (\pm 5,23)	34,37 (\pm 5,41)	0,246
Circunferencia cintura (cm) ^(ns)	95,22 (\pm 13,24)	92,51 (\pm 12,69)	0,331
Circunferencia cadera (cm) ^(ns)	106,00 (\pm 10,22)	106,08 (\pm 8,68)	0,971
ICC ^(ns)	0,89 (\pm 0,09)	0,87 (\pm 0,08)	0,168

Los valores mostrados son promedios de valores de calidad seminal óptima o deficiente (\pm la desviación típica). Para la comparación entre los grupos (calidad seminal óptima frente a deficiente) se utilizó la prueba U de Mann-Whitney, dado que las variables no seguían distribución normal. Ninguna de las comparaciones alcanzó significación estadística ($p > 0,05$,^{ns}).

Abreviaturas: Índice de masa corporal (IMC); Índice cintura-cadera (ICC). **(ns)** No significativo.

minación (R^2) de 0,045. Aunque el R^2 fue relativamente bajo, esta asociación sugirió que aproximadamente el 4,5% de la variabilidad en el volumen seminal podía explicarse por la circunferencia de la cadera. Esto se refleja en el diagrama de dispersión [FIGURA 1], donde se observa cómo el volumen seminal tendía a aumentar con el incremento de la circunferencia de la cadera.

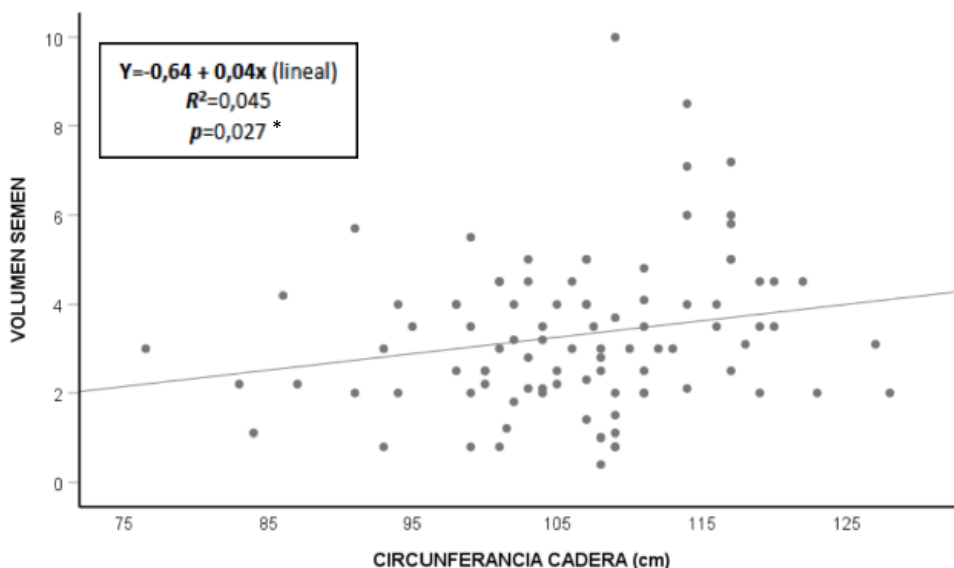
DISCUSIÓN

Este trabajo es el primer estudio científico que evalúa la relación entre la calidad seminal y el estado nutricional mediante el IMC, el porcentaje de masa grasa, visceral, muscular y la circunferencia de la cintura, la cadera y el índice cintura-cadera.

El principal hallazgo del presente trabajo refleja una asociación estadísticamente significativa entre el volumen seminal y la circunferencia de la cadera [FIGURA 1], observando un volumen seminal promedio mayor en aquellos sujetos con mayor circunferencia de la cadera. No se encuentran asociaciones estadísticamente significativas entre el resto de parámetros antropométricos de forma individual y la calidad seminal evaluada mediante el seminograma, ni tampoco diferencias entre una calidad seminal óptima o deficiente y el estado nutricional [TABLA 3].

Nuestros datos son coincidentes con una revisión sistemática publicada en 2010, en la que se incluyeron 31 estudios de diferentes países que buscaban una

Figura 1
Diagrama de dispersión: volumen seminal (ml) y circunferencia de la cadera (cm).



Nota: Se evaluaron diferentes modelos de ajuste (lineal, cuadrático, cúbico, logarítmico, exponencial y potencia) mediante estimación de curvas en SPSS. El modelo lineal simple presentó el mayor coeficiente de determinación ($R^2 = 0,045$; $p = 0,027$), por lo que se muestra en la figura.

asociación entre el IMC y los parámetros seminales estudiados, donde no encontraron evidencia de que valores de IMC por encima de lo normal influyeran en los parámetros espermáticos (38). En un estudio realizado en 2012, en el que se incluyeron 168 hombres que consultaron por infertilidad sin causa aparente, también observaron como no existía asociación entre el IMC y los parámetros convencionales del semen (39). De igual forma se describe en otro estudio transversal de 2013, donde se estudiaron a 511 pacientes sin encontrar una asociación estadísticamente significativa entre el IMC y los parámetros seminales (40), excepto con la morfología normal de los espermatozoides, que explicaremos más adelante. Estos hallazgos pueden resultar un poco contradictorios, ya que un elevado IMC se relaciona con menores niveles de testosterona, testosterona libre y SHGB (globulina fijadora de hormonas sexuales) a causa de una mayor conversión periférica en el tejido adiposo (41-44). Sin embargo, esto no produce una alteración en los parámetros seminales, aunque dichas hormonas sean las responsables de la espermatogénesis. Podemos explicar estos hallazgos debido a que, aunque la testosterona disminuye significativamente en hombres obesos, la testosterona libre no lo hace en la misma medida (45-46), además de que no existe evidencia de relación entre el IMC y la FSH. Por tanto, se puede decir que la espermatogénesis no está controlada de forma precisa por la regulación hormonal y se mantiene, hasta cierto punto, incluso en hombres obesos. Este hecho explicaría la falta de repercusión hormonal sobre la capacidad de formación de los espermatozoides.

Aunque nuestro estudio y una parte de la literatura descrita anteriormente

no han encontrado de forma general una asociación entre la antropometría y la calidad seminal, otros investigadores sí sugieren que la obesidad puede influir. En un estudio realizado por Cecilia Høst Ramlau-Hansen *et al.* en 2007 en el que se incluyeron más de 47.000 parejas, observaron un mayor riesgo de infertilidad particularmente en parejas donde ambos tenían sobrepeso (20). En este sentido, un estudio realizado en 2014 por Stéphanie Belloc *et al.* que estudió la influencia del IMC sobre las características seminales, y donde se incluyeron 10.665 hombres, se observó una relación estadísticamente significativa negativa entre el IMC con el volumen seminal, la concentración espermática, el recuento espermático total, la vitalidad y la motilidad a pesar de que todos los coeficientes fuesen débiles. Sin embargo, no encontró asociación entre el IMC y las formas normales (23). De forma más reciente, en 2024 se publicó un metanálisis que incluyó a 71.337 varones, donde se observó que aquellos con un IMC menor de 25, especialmente aquellos con obesidad, presentaban una reducción estadísticamente significativa en el volumen (0,24 ml), el número total de espermatozoides ($19,56 \times 10^6$), la motilidad total (2,21%), la motilidad progresiva (5,95%) y la motilidad normal (1,08%), respectivamente (47). Estos hallazgos se podrían explicar a través de la teoría del aumento de la temperatura intraescrotal en pacientes con sobrepeso/obesidad. Este hecho suele ocurrir en pacientes con IMC elevados, teniendo como consecuencia un aumento de especies reactivas de oxígeno y produciendo un daño irreparable en el ADN espermático. Este hecho sería capaz de producir una alteración en la homeostasis del ciclo espermatogénico; sin embargo, con el seminograma conven-

cional, que es la prueba que hemos utilizado para evaluar la calidad seminal en nuestro estudio, no sería suficiente para estudiar la capacidad fecundadora de estos pacientes (48-49).

Por otra parte, nuestro trabajo muestra una asociación positiva entre un parámetro antropométrico y otro seminal, concretamente una relación lineal directa y significativa ($p=0,027$) entre la circunferencia de la cadera y el volumen seminal.

Aunque la mayor parte de la literatura contrasta con este hallazgo, sí existe otro estudio donde se halló una correlación estadísticamente significativa positiva entre un parámetro antropométrico y otro seminal específico, en concreto entre el IMC y la morfología normal de los espermatozoides (40). Dicho trabajo establecía que valores de IMC por encima de lo normal se correlacionaban con un aumento de la morfología normal espermática ($p=0,024$). También, en un estudio observacional publicado por Qin *et al.* en China en el 2007, que incluyó a 990 hombres, encontraron que tener sobrepeso podría ser factor protector para tener una baja concentración de espermatozoides y un bajo número total de espermatozoides en comparación con tener un IMC normal, aunque no encontró asociación con el volumen seminal (50).

En cuanto a las limitaciones de este estudio, la principal es el tamaño muestral ($n=117$) que podría afectar a la representatividad de los datos obtenidos. En concreto, la asociación positiva que encontramos entre la circunferencia de la cadera y el volumen seminal ($p=0,027$) podría estar limitada tanto por el tamaño muestral como por tra-

tarse de un dato aislado que probablemente no justifique el potencial reproductivo del varón.

Además, nuestra población está formada por hombres que tienen problemas de fertilidad con su pareja, lo que puede resultar en una falta de validez externa, ya que lo ideal sería obtener un grupo control de varones fértiles. También resulta un factor limitante el uso del IMC como medida de grasa corporal, y no un indicador satisfactorio de la adiposidad. Esto es debido a que el IMC es el sistema estándar para clasificar la obesidad a nivel poblacional.

En conclusión, los resultados de este estudio sugieren que existe una asociación estadísticamente significativa positiva entre el volumen seminal y la circunferencia de la cadera, pero no encontramos asociación entre el resto de parámetros antropométricos y la calidad seminal. A pesar de que los trabajos disponibles en la literatura científica son escasos y heterogéneos, sí resulta evidente que la disminución del peso en pacientes con obesidad aporta un beneficio claro en cuanto a calidad de vida, reducción de enfermedades cardíacas o accidentes cerebrovasculares, entre otros (51). Es importante la realización de futuros estudios que nos ayuden a despejar las dudas acerca de este tema, con un mayor tamaño muestral, comparando la muestra con varones fértiles para una mejor validez externa, aumentando los marcadores del estado nutricional y en los que se aborden otros factores que puedan influir en la relación entre el IMC y la calidad seminal como son el estilo de vida, los hábitos tóxicos, la realización de ejercicio físico, el estado de salud psicológico o, incluso, el papel que la cirugía bariátrica pueda tener en estos pacientes. ©

BIBLIOGRAFÍA

1. Bablok L, Dziadecki W, Szymusik I, Wolczynski S, Kurzawa R, Pawelczyk L, Jedrzejczak P, Hanke W, Kaminski P, Wielgos M. *Patterns of infertility in Poland-Multicenter study*. Neuro Endocrinol Lett. 2011, 32, 799-804.
2. Agarwal A, Mulgund A, Hamada A, Chyatte MR. *A unique view on male infertility around the globe*. Reprod Biol Endocrinol. 2015, 13, 37. doi: <https://doi.org/10.1186/s12958-015-0032-1>
3. Salas-Huetos A, Bullo M, Salas-Salvado J. *Dietary patterns, foods and nutrients in male fertility parameters and fecundability: A systematic review of observational studies*. Hum Reprod Update. 2017, 23, 371-389. doi: <https://doi.org/10.1093/humupd/dmx006>
4. Ayuso L, García-Cuesta S. *Documento de Consenso sobre Natalidad y Salud Reproductiva en España: Hoja de ruta para una reproducción saludable y planificada*. Sociedad Española de Fertilidad; 2023.
5. Cox CM, Thoma ME, Tchangalova N, Mburu G, Bornstein MJ, Johnson CL, Kiarie J. *Infertility prevalence and the methods of estimation from 1990 to 2021: a systematic review and meta-analysis*. Hum Reprod Open. 2022 Nov 12;2022(4):hoac051. doi: <https://doi.org/10.1093/hropen/hoac051>
6. Feng J, Wu Q, Liang Y, Liang Y, Bin Q. *Epidemiological characteristics of infertility, 1990-2021, and 15-year forecasts: an analysis based on the global burden of disease study 2021*. Reprod Health. 2025 Feb 19;22(1):26. doi: <https://doi.org/10.1186/s12978-025-01966-7>
7. Lorente MR, Hernández J, Antoñanzas F. *Pharmaceutical costs of assisted reproduction in Spain*. Clin Drug Investig. 2013 Nov;33(11):789-794. doi: <https://doi.org/10.1007/s40261-013-0123-8>
8. Zegers-Hochschild F, Adamson GD, de Mouzon J, Ishihara O, Mansour R, Nygren K, Sullivan E, Vanderpoel S. *International Committee for Monitoring Assisted Reproductive Technology (ICMART) and the World Health Organization (WHO) revised glossary of ART terminology, 2009*. Fertil Steril vol. 92,5 (2009): 1520-1524. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2009.09.009>
9. Leaver RB. *Male infertility: An overview of causes and treatment options*. Br J Nurs. 2016, 25, 35-40. doi: <https://doi.org/10.12968/bjon.2016.25.18.S35>
10. World Health Organization (WHO). *WHO laboratory manual for the examination and processing of human semen*, 5th ed. Switzerland: WHO; 2010.
11. Taylor P, Kohn JR, Owen CR, Matthew Coward R. *The Prevalence of Y-chromosome Microdeletions in Oligozoospermic Men: A Systematic Review and Meta-analysis of European and North American Studies*. Eur Urol. vol. 76,5 (2019): 626-636. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2019.07.033>
12. Piera-Jordan Clara Á, Prieto L, Serrano de la Cruz V, Zaragoza A, García MB, Tordera C, Sánchez-SanSegundo M, Hurtado-Sánchez JA, Tuells J, Martín L. *Influence of the Mediterranean diet on seminal quality-a systematic review*. Front Nutr. vol. 11 1287864. 15 Feb. 2024. doi: <https://doi.org/10.3389/tnut.2024.1287864>
13. Ricci E, Al Beitawi S, Cipriani S, Candiani M, Chiaffarino F, Viganò P, Noli S, Parazzini F. *Semen quality and alcohol intake: a systematic review and meta-analysis*. Reprod Biomed online. Vol. 34,1 (2017): 38-47. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2016.09.012>
14. Bundhun PK, Janoo G, Bhurtu A, Teeluck AR, Soogund MZ, Pursun M, Huang F. *Tobacco smoking and semen quality in infertile males: a systematic review and meta-analysis*. BMC public health. vol. 19,1 36. 8 Jan. 2019, doi: <https://doi.org/10.1186/s12889-018-6319-3>
15. Arab A, Rafie N, Mansourian M, Miraghajani M, Hajianfar H. *Dietary patterns and semen quality: a systematic review and meta-analysis of observational studies*. Andrology. 2018 Jan;6(1):20-28. doi: <https://doi.org/10.1111/andr.12430>
16. Cao LL, Chang JJ, Wang SJ, Li YH, Yuan MY, Wang GF, Su PY. *The effect of healthy dietary patterns on male semen quality: a systematic review and meta-analysis*. Asian J Androl. 2022 Sep-Oct;24(5):549-557. doi: <https://doi.org/10.4103/aja.202252>
17. *Encuesta Europea de Salud en España 2020*. INE-Ministerio de Sanidad. 2020.
18. Sallmen M, Sandler DP, Hoppin JA, Blair A, Baird DD. *Reduced fertility among overweight and obese men*. Epidemiology. 2006;17(5):520-523. doi: <https://doi.org/10.1097/01.ede.0000229953.76862.e5>
19. Nguyen RH, Wilcox JA, Skjaerven R, Baird DD. *Men's body mass index and infertility*. Hum Reprod. 2007; 22(9):2488-2493. doi: <https://doi.org/10.1093/humrep/dem139>

- 20.** Ramlau-Hansen CH, Thulstrup AM, Nohr EA, Bonde JP, Sørensen TIA, Olsen J. *Subfecundity in overweight and obese couples*. Hum Reprod. 2007;22(6):1634-1637. doi: <https://doi.org/10.1093/humrep/dem035>
- 21.** Budak E, Fernández M, Bellver J, Cervero A, Simon C, Peller A. *Interactions of the hormones leptin, ghrelin, adiponectin, resistin and PYY3-36 with the reproductive system*. Fertil Steril. 2006; 85: 1563-1581. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2005.09.065>
- 22.** Chavarro J, Toth T, Wright D, Meeker J, Hauser R. *Body mass index in relation to semen quality, sperm DNA integrity, and semen reproductive hormonal levels among men attending an infertility clinic*. Fertil Steril. 2010; 93: 2222-2231. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2009.01.100>
- 23.** Belloc S, Cohen-Bacrie M, Amar E, Izard V, Benkhalifa M, Dalléac A, De Mouzon J. *High body mass index has a deleterious effect on semen parameters except morphology: results from a large cohort study*. Fertil Steril. 2014;102(5):1268-1273. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2014.07.1212>
- 24.** Lu JC, Jing J, Dai JY, Zhao AZ, Yao Q, Fan K, Wang GH, Liang YJ, Chen L, Ge YF, Yao B. *Body mass index, waist-to-hip ratio, waist circumference and waist-to-height ratio cannot predict male semen quality: a report of 1231 subfertile Chinese men*. Andrologia. 2015;47(9):1047-1054. doi: <https://doi.org/10.1111/and.12376>
- 25.** Christofolini J, Barros RA, Ghirelli-Filho M, Christofolini DM, Bianco B, Barbosa CP. *Is there any relation between anthropometric indices and decrease in seminal parameters?* Einstein (Sao Paulo). 2014 Jan-Mar;12(1):61-65. doi: <https://doi.org/10.1590/s1679-45082014ao2781>
- 26.** Shen DC, Shieh SM, Fuh MT, Chen YD. *Comparison of the effects of differences in ratio of waist to hip girth and body mass index on carbohydrate metabolism in Chinese females*. Horm Metab Res. 1990;22(10):533-536. doi: <https://doi.org/10.1055/s-2007-1004965>
- 27.** Visscher TL, Seidell JC, Molarius A, van der Kuip D, Hofman A, Witteman JC. *A comparison of body mass index, waist-hip ratio and waist circumference as predictors of all-cause mortality among the elderly: the Rotterdam study*. Int J Obes Relat Metab Disord. 2001;25(11):1730-1735. doi: <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801787>
- 28.** Feldstein CA, Akopian M, Olivieri AO, Pinto-Kramer A, Nasi M, Garrido D. *A comparison of body mass index and waist-to-hip ratio as indicators of hypertension risk in an urban Argentine population: a hospital-based study*. Nutr Metab Cardiovasc Dis. 2005;15(4):310-315. doi: <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2005.03.001>
- 29.** Nyamdorj R, Qiao Q, Söderberg S, Pitkaniemi J, Zimmet P, Shaw J, Alberti G, Nan H, Uusitalo U, Pauvaday V, Chitson P, Tuomilehto J. *Comparison of body mass index with waist circumference, waist-to-hip ratio, and waist-to-stature ratio as a predictor of hypertension incidence in Mauritius*. J Hypertens. 2008;26(5):866-870. doi: <https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e3282f624b7>
- 30.** World Health Organization. *Health topics: body mass index-BMI* [Internet]. Disponible en: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bm>
- 31.** Gallar M. *Nutrición clínica del adulto*. Publicacions Universitat D'Alacant. 2019.
- 32.** Soto A, García JL, Arias MJ, Leirós R, Del Álamo Alonso A, Pérez MR. *Síndrome metabólico y grasa visceral en mujeres con un factor de riesgo cardiovascular [Metabolic syndrome and visceral fat in women with cardiovascular risk factor]*. Nutr Hosp. 2017; 34(4):863-868. doi: <https://doi.org/10.20960/nh.1085>
- 33.** Gómez-Cabello A, Vicente G, Vila-Maldonado S, Casajús JA, Ara I. *Envejecimiento y composición corporal: la obesidad sarcopénica en España [Aging and body composition: the sarcopenic obesity in Spain]*. Nutr Hosp. 2012; 27(1):22-30.
- 34.** Lotti OF, Maggi M. *Ultrasound of the male genital tract in relation to male reproductive health*. Hum Reprod Update. 2015; 21(1):56-83. doi: <https://doi.org/10.1093/humupd/dmu042>
- 35.** World Health Organization (WHO). *WHO laboratory manual for the examination and processing of human semen*, 5th ed. Switzerland: WHO; 2010
- 36.** Cooper TG, Noonan E, Von Eckardstein S, Auger J, Baker HW, Behre HM, Haugen TB, Kruger T, Wang C, Mbizvo MT, Vogelsong KM. *World Health Organization reference values for human semen characteristics*. Hum Reprod Update. 2010; 16(3):231-245. doi: <https://doi.org/10.1093/humupd/dmp048>
- 37.** Poland ML, Moghissi KS, Giblin PT, Ager JW, Olson JM. *Variation of semen measures within normal men*. Fertil Steril. 1985; 44(3):396-400. doi: [https://doi.org/10.1016/s0015-0282\(16\)48866-7](https://doi.org/10.1016/s0015-0282(16)48866-7)

- 38.** MacDonald AA, Herbison GP, Showell M, Farquhar CM. *The impact of body mass index on semen parameters and reproductive hormones in human males: a systematic review with meta-analysis.* Hum Reprod Update. 2010 May-Jun;16(3):293-311. doi: <https://doi.org/10.1093/humupd/dmp047>
- 39.** Mormandi EA, Otero P, Bertone AL, Calvo M, Astarita G, Kogovsek N, Levalle O. *Aumento del peso corporal y calidad seminal: una asociación controvertida [Body weight increase and quality of semen: a controversial association].* Endocrinol Nutr. 2013 Jun-Jul;60(6):303-307. Spanish. doi: <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2013.01.006>
- 40.** Macdonald AA, Stewart AW, Farquhar CM. *Body mass index in relation to semen quality and reproductive hormones in New Zealand men: a cross-sectional study in fertility clinics.* Hum Reprod. 2013 Dec;28(12):3178-3187. doi: <https://doi.org/10.1093/humrep/det379>
- 41.** Pasquali R. *Obesity and androgens: facts and perspectives.* Fertil Steril. 2006 May;85(5):1319-1340. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2005.10.054>
- 42.** Cabler S, Agarwal A, Flint M, du Plessis SS. *Obesity: modern man's fertility nemesis.* Asian J Androl. 2010 Jul;12(4):480-489. doi: <https://doi.org/10.1038/bja.2010.38>
- 43.** Hammoud A, Gibson M, Peterson CM, Meikle AW, Carrell D. *Impact of male obesity on infertility: a critical review of the current literature.* Fertil Steril. Vol. 90, Issue 4, 2008. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2008.08.026>
- 44.** Giagulli VA, Kaufman JM, Vermeulen A. *Pathogenesis of the decreased androgen levels in obese men.* J Clin Endocrinol Metab. 1994 Oct;79(4):997-1000. doi: <https://doi.org/10.1210/jcem.79.4.7962311>
- 45.** Isidori AM, Caprio M, Strollo F, Moretti C, Frajese G, Isidori A, Fabbri A. *Leptin and androgens in male obesity: evidence for leptin contribution to reduced androgen levels.* J Clin Endocrinol Metab. 1999 Oct;84(10):3673-3680. doi: <https://doi.org/10.1210/jcem.84.10.6082>
- 46.** Álvarez-Castro P, Sangiao-Alvarellos S, Brandón-Sandá I, Cordido F. *Función endocrina en la obesidad [Endocrine function in obesity].* Endocr Nutr. 2011; doi: <https://doi.org/10.1016/j.ENDONU.2011.05.015>
- 47.** Yingxin L, Yi L, Changkui O, Ruijun X, Tingting L, Zhong Z, Likun L, Zheng Y, Sihan H, Ziquan L, Huang S, Yong-Gang D, Wang Q, Zhang X, Liu Y. *Association between body mass index and semen quality: a systematic review and meta-analysis.* Int J Obes (Lond). 2024 Jul 13. doi: <https://doi.org/10.1038/s41366-024-01580-w>
- 48.** Traish AM, Feeley RJ, Guay A. *Mechanisms of obesity and related pathologies deficiency and endothelial dysfunction may be the link between obesity and erectile dysfunction.* FEBS J. 2009;276:5755-5767. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1742-4658.2009.07305.x>
- 49.** Hammoud OH, Gibson M, Peterson CM, Hamilton BD, Carrell DT. *Obesity and male reproductive potential.* J Androl. 2006; 27:619-626. doi: <https://doi.org/10.2164/jandrol.106.000125>
- 50.** Qin DD, Yuan W, Zhou WJ, Cui YQ, Wu JQ, Gao ES. *Do reproductive hormones explain the association between body mass index and semen quality?* Asian J Androl. 2007 Nov;9(6):827-834. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1745-7262.2007.00268.x>
- 51.** Mohammadian N, Khashayar P, Shahrestanaki E, Kelishadi R, Mohammadpoor S, Heidari-Beni M, Esmaili Z, Tabatabaei-Malazy O, Qorbani M. *Normal Weight Obesity and Cardiometabolic Risk Factors: A Systematic Review and Meta-Analysis.* Front Endocrinol (Lausanne). 2022 Mar 24;13:857930. doi: <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.857930>