

Impacto del índice de masa corporal en la función ovárica y pronóstico reproductivo en los tratamientos de reproducción asistida

Impact of body mass index on ovarian function and reproductive prognosis in assisted reproduction treatment

Cabrera M.¹, Boeykens G.², Milocco N.², Maximino S.², Azcoaga R.³, Cagliaris L.⁴, Orsaria R.⁴, Knuttzen R.⁴.

¹ Directora Médica, Centro de Medicina Ginecológica y Fertilidad HAVVA, Paraná, Entre Ríos.

² Médica/ Staff de planta, Centro de Medicina Ginecológica y Fertilidad HAVVA, Paraná, Entre Ríos.

³ Director de Laboratorio, Centro de Medicina Ginecológica y Fertilidad HAVVA, Paraná, Entre Ríos.

⁴ Bqcas del Laboratorio, Centro de Medicina Ginecológica y Fertilidad HAVVA, Paraná, Entre Ríos.

RESUMEN

Pregunta de estudio: ¿Existe una asociación entre el IMC > 25 kg/m², la función ovárica, la reserva ovárica y/o los resultados reproductivos en mujeres que realizan tratamientos de fertilidad asistida?

Lo que ya se sabe: Existe una asociación entre la pérdida de fertilidad y valores elevados de FSH basal y disminuidos de la HAM. La obesidad y el sobrepeso podrían estar asociados a cambios en las concentraciones de estas hormonas generando resultados subóptimos en los TRA.

Diseño del estudio: Estudio trasversal, analítico.

Materiales y Métodos: Materiales y Métodos

Se incluyeron 23 mujeres de entre 25 a 38 años de edad, que presentaban un IMC > 25 kg/m² y 26 mujeres del mismo rango etario con un IMC < 25 kg/m², sin factor masculino asociado a su diagnóstico de infertilidad, que realizaron un TRA en la Clínica HAVVA, Paraná, Entre Ríos; entre enero de 2022 y junio de 2023. Se analizaron

ABSTRACT

Study question: *Is there an association between BMI >25 kg/m², ovarian function, ovarian reserve, and/or reproductive outcomes in women undergoing assisted fertility treatments?*

What is already known: *There is an association between fertility loss and elevated basal FSH and decreased AMH levels. Obesity and overweight could be associated with changes in the concentrations of these hormones generating suboptimal results in ART.*

Study design: *Cross-sectional, analytical study.*

Materials and Methods: *The study included 23 women aged 25 to 38 with a BMI > 25 kg/m² and 26 women of the same age range with a BMI < 25 kg/m²; all without male factor associated to their infertility diagnosis, who underwent ART at HAVVA Clinic in Paraná, Entre Ríos; between January 2022 and June 2023. The values of AMH (ng/ml), basal FSH (UI/L) were analyzed as indicators of ovarian function and*

los valores de HAM (ng/ml) y FSH basal (UI/L) como parámetros indicadores de la función y reserva ovárica y el % de fertilización y % de llegada a blastocistos como indicadores de eficacia del TRA y se buscó su asociación con el IMC.

Resultados: Las mujeres presentaron, en promedio, valores de HAM y FSH basal dentro de los rangos de normalidad (media: 2,2 ng/ml y 6,99 UI/L, respectivamente). Si bien no se observó una asociación entre un IMC>25 y los distintos parámetros analizados, se pudo constatar que esta población con alto BMI presentó porcentajes de fertilización y de llegada a blastocistos por debajo de los esperados para considerar al tratamiento como óptimo (media: 78,17% y 47,83%, respectivamente). No se observó correlación de tipo lineal entre el valor del IMC y los valores de los parámetros analizados.

Limitaciones del estudio: Las limitaciones principales de este estudio incluyen el reducido tamaño de la muestra, la falta de consideración de otros factores predictores de falla ovárica y el solo uso del IMC >25 kg/m² como indicador de sobrepeso y/o obesidad, sin considerar la influencia de factores como el porcentaje de masa muscular y grasa.

Implicancias de los hallazgos: Estos resultados ponen en evidencia la necesidad del trabajo multidisciplinario con terapeutas y nutricionistas como estrategia para optimizar los resultados obtenidos durante los tratamientos de fertilización.

Palabras clave: tratamientos de reproducción asistida, índice de masa corporal, FSH, hormona antimülleriana, sobrepeso, obesidad.

reserve, and the % of fertilization and % of blastocyst formation were considered as indicators of ART efficacy. The association of these parameters with BMI was also investigated.

Main results: *On average, patients exhibited normal values for AMH and basal FSH (mean: 2.2 ng/ml and 6.99 IU/L, respectively). While no association was observed between BMI > 25 kg/m² and the various analyzed parameters, it was noted that this population showed fertilization and blastocyst formation percentage values below the expected percentages to consider the treatment as optimal (78.17% and 47.83%, respectively). No correlation was observed between the BMI and the values of the parameters analyzed in our cohort of women.*

Limitations: *The main limitations of this study include the small sample size, the lack of consideration of other predictors of ovarian failure and the only use of BMI >25 kg/m² as an indicator of overweight or obesity, without considering the influence of factors like the percentage of muscle mass.*

Wider implications of the findings: *The results observed here highlight the need for a multidisciplinary approach with therapists and nutritionists as a strategy in order to optimize the results obtained during fertilization treatments.*

Key words: *Assisted reproduction treatments, body mass index, FSH, antimüllerian hormone, overweight, obesity.*

Introducción

La infertilidad constituye un desafío clínico significativo en la atención reproductiva contemporánea. La comprensión de los factores que alteran la función ovárica normal se ha vuelto, en consecuencia, esencial para el diagnóstico y manejo eficaz de la infertilidad femenina.

Es sabido que la pérdida de la fertilidad se encuentra íntimamente ligada a un desbalance de factores fisiológicos y endócrinos^{1,2}. En este contexto, se ha observado una asociación estrecha entre la pérdida de fertilidad y cambios en las concentraciones de la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona antimülleriana (HAM), así como también una calidad comprometida de los ovocitos, presumiblemente debido al aumento del estrés oxidativo y al daño del ADN, así como a la reducción metabólica y meiótica³⁻⁵.

Aunque las condiciones que involucran la anovulación y las alteraciones en las gonadotropinas son multifactoriales, hay algunos factores que parecieran tener un mayor impacto en esta desregulación^{1,6-7}. Uno de estos es el sobrepeso y la obesidad. La relación entre fertilidad y sobrepeso/obesidad es compleja. Los distintos estudios realizados hasta el momento no lograron definir de manera exacta cómo es que el sobrepeso impacta en la reducción de las tasas de fertilidad, la calidad de los ovocitos y la receptividad endometrial⁸⁻¹⁰.

Por otro lado, además de los efectos inherentes del sobrepeso sobre la calidad ovocitaria y el endometrio, la obesidad también se vio asociada a resultados subóptimos en los tratamientos de reproducción asistida (TRA)¹¹⁻¹⁴. En primer lugar, las mujeres con obesidad tienen una menor respuesta a la estimulación ovárica junto con una duración de la inducción de la ovulación más prolongada lo que lleva a

aumentar la dosis de gonadotropinas, disminuir los niveles máximos de estradiol, el número de folículos maduros y el número de ovocitos recuperados, y aumentar la tasa de cancelación del ciclo¹⁵⁻¹⁶. También se vio que, durante los TRA, en las pacientes obesas existe una menor probabilidad de ovulación utilizando citrato de clomifeno, requiriendo dosis más altas de gonadotropinas y desarrollando un menor número de folículos¹⁷.

El sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud¹⁸. El índice de masa corporal (IMC) es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad en los adultos¹⁹⁻²⁰. Se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros (kg/m²). En el caso de los adultos, la OMS define el sobrepeso y la obesidad como se indica a continuación: sobrepeso: IMC igual o superior a 25 kg/m²; obesidad: IMC igual o superior a 30²¹.

Sobre la base de revisión de antecedentes, se plantea la hipótesis de que las mujeres de entre 25 a 38 años que presentan un IMC mayor a 25 kg/m², al realizar un TRA, pueden presentar una función ovárica alterada con valores disminuidos de HAM y elevados de FSH basal, que se asocian a una mala calidad ovocitaria, baja tasa de fertilización y pobre desarrollo embrionario.

En función de la hipótesis, el objetivo del trabajo es evaluar si un IMC mayor a 25 kg/m² en mujeres entre 25 a 38 años afecta negativamente el TRA, generando una disminución en los valores de HAM y aumento de FSH basales asociados a una falla ovárica; correlacionando, además, con mala calidad ovocitaria, tasa de fertilización y desarrollo embrionario.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio: Estudio trasversal analítico.

Pacientes: Se incluyeron 23 mujeres de entre 25 a 38 años de edad que presentaban un IMC mayor a 25 kg/m² y 26 mujeres del mismo rango etario pero con un IMC < 25 kg/m², sin factor masculino asociado a su diagnóstico de infertilidad, que realizaron un TRA en la Clínica HAVVA, Paraná, Entre Ríos; entre enero de 2022 y junio de 2023.

Recolección de datos: Se recolectaron los datos clínicos de edad y el IMC. También se tomaron los valores de HAM (ng/ml) y FSH basal (UI/L) como parámetros indicadores de la función y reserva ovárica, considerándose alterados los niveles de HAM menor a 1 ng/ml y de FSH mayor a 8 UI/L.

Con respecto a los parámetros asociados al Laboratorio de Reproducción asistida, se recabaron los datos de porcentaje de fertilización y de llegada a blastocistos (%) como indicadores de eficacia del TRA. Se consideraron como resultados de fertilización subóptimos valores por debajo al 80% para el caso del porcentaje de fertilización y menores al 60% para el porcentaje de llegada a blastocisto, siguiendo los criterios referenciados en el último Consenso de Viena²².

Análisis de datos: El análisis estadístico se realizó utilizando el software GraphPad Prism (versión 8.0.2). Las variables

cuantitativas se describen con la media, su desvío estándar (SD) y valores máximo y mínimo. Para comparar las medias entre grupos, dada la distribución no normal de las variables se utilizó el test de Mann-Whitney. Para los análisis de correlación se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman para variables no paramétricas. Se consideró estadísticamente significativo una $p < 0,05$. En todos los casos para determinar si las variables poseían o no distribución normal se utilizó la prueba de Shapiro–Wilk.

RESULTADOS

Las 23 mujeres incluidas presentaron una edad promedio de 34 años. De ellas, el 22% presentó un valor de HAM menor a 1 ng/ml de manera aislada mientras que un 31% tenía niveles de FSH basal mayor a 8 UI/L de manera aislada. Llamativamente, solo el 12,5% de las mujeres presentaron ambos parámetros alterados.

En la Tabla 1 se muestran los parámetros estadísticos promedio de la población de estudio.

Al analizar los valores de ambas hormonas se observa que la población de mujeres con IMC > 25 kg/m² presenta, en conjunto, valores dentro del rango de normalidad, siendo los valores promedios de 2,2 ng/ml para la HAM y de 6,99 UI/L para la FSH basal. Por otro lado, no se encontraron diferencias estadísticamente

Tabla 1. Valores promedio de los parámetros de interés analizados para la población de estudio (n=23)

Parámetro (unidad)	Media	SD	Mínimo	Máximo
HAM (ng/ml)	2,21	1,34	0,20	4,70
FSH basal (UI/L)	6,99	1,97	1,90	10,00
Nº ovocitos M2	5,61	3,51	1,00	14,00
% de fertilización	78,17	19,67	43,00	100
% de blastocistos	47,83	31,98	0,00	100

significativas en los valores medios de estas hormonas respecto a los valores que presentó el grupo de mujeres con IMC < 25 kg/m² [p=0,27 (HAM) y p=0,78 (FSH b), Mann Whitney Test] (Gráfico 1).

Por otro lado, tampoco se encontró una asociación estadísticamente significativa entre presentar un IMC > 25 kg/m² y el % de fertilización (p=0,76; Mann Whitney Test) o el % de llegada a blastocisto (p=0,28; Mann Whitney Test) (Gráfico 2). Independientemente a esto, se constató que ambos parámetros presentaron entre las mujeres con un IMC > 25 kg/m², en

promedio, valores por debajo de los porcentajes esperados para considerar al tratamiento como óptimo (78,17% y 47,83%, respectivamente) (Tabla 1).

Finalmente, no se pudo constatar la existencia de una correlación de tipo lineal entre el valor del IMC y un aumento proporcional en los valores de ninguno de los parámetros analizados en nuestra cohorte de mujeres (HAM: p=0,73 r= -0,09; FSH: p=0,51 r= -0,17; % de fertilización: p=0,27 r=-0,29 y % de llegada a blastocisto: p=0,33 r=0,26; Spearman Test) (Gráfico 3).

Gráfico 1. Asociación entre el IMC y los valores de (a) HAM y (b) FSH.

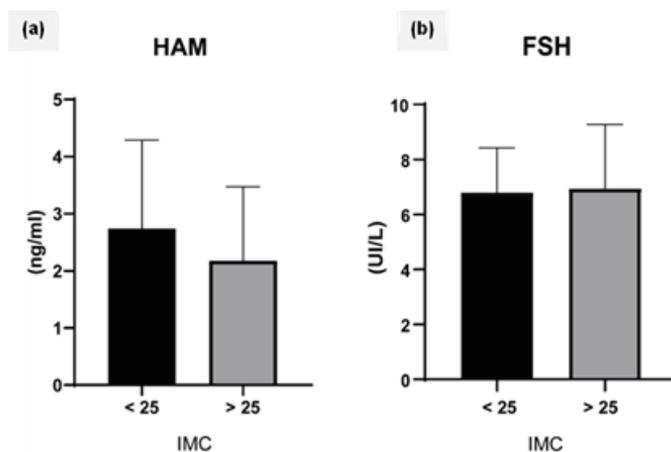


Gráfico 2. Asociación entre el IMC y los parámetros de laboratorio de fertilidad: (a) tasa de fertilización y (b) tasa de llegada a blastocistos.

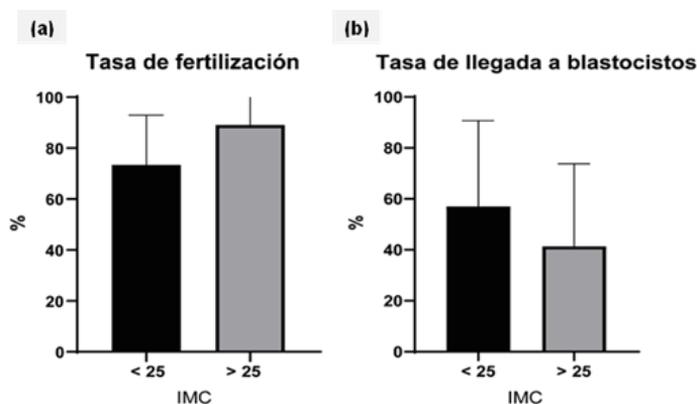
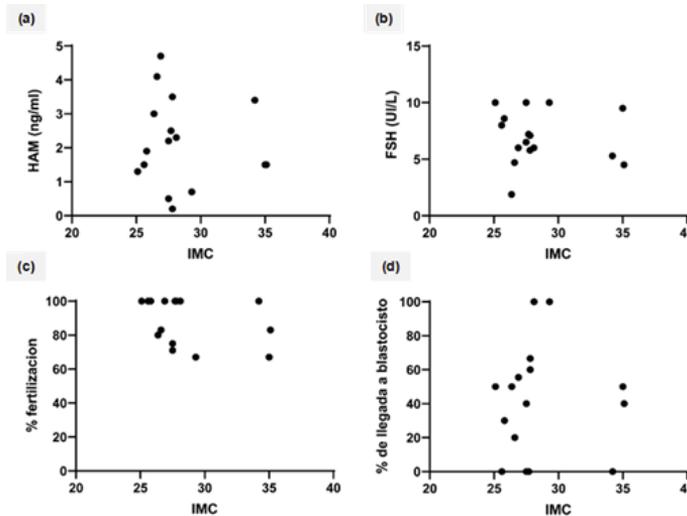


Gráfico 3. Análisis de correlaciones entre el IMC y **(a)** la cc de HAM, **(b)** la cc de FSH basal, **(c)** la tasa de fertilización y **(d)** la tasa de llegada a blastocistos para las mujeres con un IMC >25.



DISCUSIÓN

El sobrepeso y la obesidad han sido vinculados a resultados reproductivos desfavorables en mujeres en edad fértil, manifestándose en respuestas deficientes a los tratamientos de reproducción asistida. Este fenómeno abarca mayores requerimientos de gonadotrofinas estimuladoras, menor recuperación de ovocitos, tasas disminuidas de implantación y mayores índices de aborto, entre otros aspectos²³⁻²⁴. Aunque el efecto de la obesidad y el sobrepeso en la fertilidad femenina es multifactorial, se ha corroborado que estas pacientes exhiben un microambiente folicular alterado, contribuyendo a los resultados subóptimos en los tratamientos de fertilidad asistida²⁵.

El índice de masa corporal (IMC) es un indicador ampliamente utilizado para categorizar el sobrepeso y la obesidad. No obstante, la evidencia disponible sobre sus efectos en los resultados de la terapia de reproducción asistida es contradictoria. En este contexto, el presente estudio se propuso identificar el impacto de un IMC > 25 kg/m² (indicativo de sobrepeso y obesidad)

en los valores de diversos parámetros de laboratorio asociados a la efectividad del tratamiento de fertilización asistida.

Los resultados revelaron que la población de mujeres con IMC > 25 kg/m² que recibió tratamiento de reproducción asistida presentó, en su mayoría, valores hormonales dentro de los rangos de referencia. Sin embargo, los estudios que evaluaron la relación entre el IMC y los niveles hormonales arrojaron resultados contradictorios. Por ejemplo, en un trabajo realizado por Ozekinki y col. en donde se evaluaron diferentes parámetros en un grupo de mujeres menores de 38 años sometidas a ciclos de fertilización in vitro divididas en tres grupos según el IMC (normopeso: 18,5 ≤ IMC < 25 kg/m², sobrepeso: 25 ≤ IMC < 30 kg/m² y obesidad: IMC ≥ 30 kg/m²), al igual que en nuestro trabajo, no observaron diferencias en los valores de las distintas hormonas evaluadas¹³. Resultados similares fueron obtenidos por otros grupos que llevaron a cabo estudios en similares condiciones²⁶. En contraposición, en una revisión sistemática realizada por Moslehi

y col. se informa que los marcadores de reserva ovárica eran significativamente más bajos en las mujeres obesas²⁷.

Una posible explicación para estas disparidades podría radicar en la falta de consideración respecto de la reserva ovárica inicial al clasificar los grupos. Trabajos como el de Gorkem y col. evaluaron parámetros hormonales teniendo en cuenta tanto la reserva ovárica (normal, alta o baja) como el IMC evidenciando diferencias significativas en los valores basales de las hormonas en función de la reserva ovárica que presentara la paciente²⁸. De igual manera, en una investigación llevada a cabo por Buyuk y col., se examinaron los niveles de HAM en mujeres con infertilidad y IMC > 30 kg/m², categorizándolas en función de su reserva ovárica y observaron que los valores de HAM estaban significativamente elevados únicamente en aquellas pacientes con un IMC > 30 kg/m² y una reserva ovárica disminuida, no observando diferencias en aquellas cuya reserva ovárica era normal²⁹.

Esta distinción es lógica si se tiene en cuenta que los niveles de HAM se correlacionan directamente con el número de folículos, por lo que cuanto mayor sea la reserva ovárica, mayores serán los niveles de HAM esperables.

por lo que incluir en un mismo grupo a mujeres con distintos valores de reserva ovárica puede generar falsas conclusiones, destacando la importancia de no agrupar mujeres con distintos valores de reserva ovárica para evitar conclusiones erróneas.

Por otro lado, en el contexto del presente trabajo también se exploró la relación entre el IMC y los indicadores de efectividad del TRA, específicamente los porcentajes de fertilización y la formación de blastocistos. Si bien no se identificó una asociación entre el IMC y estos parámetros, destacó

que el grupo de mujeres con un IMC > 25 kg/m² exhibió, en promedio, porcentajes por debajo de los esperados para considerar el tratamiento como efectivo. Nuevamente, los resultados reportados en literatura al respecto son discordantes.

En un estudio realizado por Luke y col. en los Estados Unidos, que abarcó un muestreo de más del 90% de las clínicas de fertilización del país, se observó una disminución en la proporción de embriones en estadio de blastocisto a medida que aumentaba el IMC. Sin embargo, se concluye que la edad avanzada resulta ser un factor de riesgo más importante que la obesidad en sí misma³⁰. Estos resultados fueron consistentes con otros estudios, como los de García-Ferreira y col. quienes evaluaron a un grupo de 191 mujeres en tratamiento de fertilización asistida, clasificándolas en tres grupos según su IMC y en donde no se observaron diferencias significativas en las tasas de fertilización, pero se encontró una asociación negativa entre el IMC y el porcentaje de llegada a blastocistos³¹.

En contraposición, trabajos como los de Sarais y col.³² o la revisión sistemática realizada por Amiri y Ramezani Tehrani³³ obtuvieron resultados similares a los nuestros, viéndose porcentajes de fertilización y llegada a blastocistos inferiores a los esperados en un TRA, pero que las diferencias no resultaron estadísticamente significativas respecto del IMC.

Cabe mencionar al respecto que incluso tasas de fecundación elevadas no necesariamente se traducen en mejores tasas de implantación, embarazo y/o nacidos vivos, pudiendo ser particularmente desfavorables en mujeres con sobrepeso y obesidad. Estos resultados ponen énfasis en evaluar los resultados a largo plazo del TRA en mujeres con diferentes niveles de peso.

Como principales limitaciones del presente estudio podemos mencionar el bajo número poblacional estudiado y la inclusión en un mismo grupo mujeres con sobrepeso (IMC > 25 kg/m²) y obesidad (IMC > 30 kg/m²). Cabe la posibilidad que los efectos del tejido adiposo y sus múltiples hormonas se observó a partir de la acumulación de tejido graso superior a la que presenta una persona con sobrepeso. Asimismo, es importante señalar que, aunque en este estudio se consideró un IMC > 25 kg/m² como indicador de sobrepeso y obesidad, la discusión actual se centra en la exactitud de este parámetro para reflejar el sobrepeso, considerando que el IMC no distingue entre masa muscular y grasa.

Los resultados aquí obtenidos sugieren la necesidad de llevar a cabo trabajos científicos que incluyan el estudio de un mayor número de mujeres para establecer conclusiones más sólidas. Además, sería relevante analizar la función ovárica en conjunto con otros factores predictores de falla ovárica y/o peor pronóstico del tratamiento de reproducción asistida, como el consumo de alcohol, tabaquismo y enfermedades como la diabetes o la hipertensión.

A pesar de estas consideraciones, se observa una tendencia causal entre la presencia de sobrepeso y obesidad y una posible

alteración en el tratamiento de reproducción asistida debido a valores hormonales anómalos. Esto sugiere la necesidad de abordajes diferenciados para pacientes con sobrepeso, priorizando aspectos psicoemocionales y minimizando experiencias negativas evitables o prevenibles.

CONCLUSIÓN

En este trabajo se pudo determinar que el IMC > 25 kg/m² en una población con edad materna entre 25 a 38 años, sin factor masculino asociado, presenta en promedio valores dentro del rango de normalidad de HAM y de FSH basal. Por otro lado, si bien no se encuentra asociación o correlación entre el IMC y los parámetros evaluados, se observa que las mujeres con sobrepeso u obesidad presentan una disminución en el porcentaje de fertilización y de llegada a blastocistos.

Se pone así en evidencia la necesidad del trabajo multidisciplinario con terapeutas y nutricionistas como estrategia para mejorar tasas de positivos desde lo institucional de la salud reproductiva, y a su vez mejorar hábitos y calidad de vida en la paciente como medida inicial, la que claramente tendrá menos factores de riesgo para luego transitar un embarazo saludable que finalice a término evitando complicaciones.

CONFLICTO DE INTERESES: Los autores no presentan conflicto de intereses alguno.

REFERENCIAS

1. Vural B, Cakiroglu Y, Vural F, Filiz S. Hormonal and functional biomarkers in ovarian response. *Arch Gynecol Obstet.* 2014;289(6):1355-61.
2. Damario MA. General aspects of fertility and infertility. *Methods Mol Biol.* 2014;1154:3-23.
3. Buratini J, Dellaqua TT, Dal Canto M, La Marca A, Carone D, Mignini Renzini M, Webb R. The putative roles of FSH and AMH in the regulation of oocyte developmental competence: from fertility prognosis to mechanisms underlying age-related subfertility. *Hum Reprod Update.* 2022;28(2):232-254.
4. Gözükarar İ, Yılmaz N, Ceran MU, Atalay E, Kahyaoglu İ, Gülerman HC, Engin-Üstün Y. The role of FSH to AMH ratio in poor prognosis patients undergoing ICSI cycle. *J Turk Ger Gynecol Assoc.* 2022;23(3):184-189.
5. Kaltsas A, Zikopoulos A, Moustakli E, Zachariou A, Tsirka G, Tsiampali C, Palapela N, Sofikitis N, Dimitriadis F. The Silent Threat to Women's Fertility: Uncovering the Devastating Effects of Oxidative Stress. *Antioxidants (Basel).* 2023 Jul;12(8):1490.
6. Macaluso M, Wright-Schnapp TJ, Chandra A, Johnson R, Satterwhite CL, Pulver A, Berman SM, Wang RY, Farr SL, Pollack LA. A public health focus on infertility prevention, detection, and management. *Fertil Steril.* 2010;93(1):1-10.
7. Carson SA, Kallen AN. Diagnosis and Management of Infertility: A Review. *JAMA.* 2021;326(1):65-76.
8. Broughton DE, Moley KH. Obesity and female infertility: potential mediators of obesity's impact. *Fertil Steril.* 2017;107(4):840-847.
9. Silvestris E, de Pergola G, Rosania R, Loverro G. Obesity as disruptor of the female fertility. *Reprod Biol Endocrinol.* 2018;16(1):22.
10. Marinelli S, Napolitano G, Straccamore M, Basile G. Female obesity and infertility: outcomes and regulatory guidance. *Acta Biomed.* 2022;93(4):e2022278.
11. Brewer CJ, Balen AH. The adverse effects of obesity on conception and implantation. *Reproduction.* 2010;140(3):347-64.
12. Zain MM, Norman RJ. Impact of obesity on female fertility and fertility treatment. *Womens Health (Lond).* 2008;4(2):183-94.
13. Ozekinci M, Seven A, Olgan S, Sakinci M, Keskin U, Akar ME, Ceyhan ST, Ergun A. Does obesity have detrimental effects on IVF treatment outcomes? *BMC Womens Health.* 2015;15:61.
14. Shah DK, Missmer SA, Berry KE, Racowsky C, Ginsburg ES. Effect of obesity on oocyte and embryo quality in women undergoing in vitro fertilization. *Obstet Gynecol.* 2011;118(1):63-70.
15. Tamer Erel C, Senturk LM. The impact of body mass index on assisted reproduction. *Curr Opin Obstet Gynecol.* 2009;21(3):228-35.
16. Sciorio R, Bellaminutti S, Tramontano L, Esteves SC. Impact of obesity on medically assisted reproductive treatments. *Zygote.* 2022;30(4):431-439.
17. Andreu A, Casals G, Vinagre I, Flores L. Obesity management in women of reproductive age. *Endocrinol Diabetes Nutr (Engl Ed).* 2023;70 Suppl 1:85-94.
18. Donini LM, Busetto L, Bischoff SC, et al. Definition and Diagnostic Criteria for Sarcopenic Obesity: ESPEN and EASO Consensus Statement. *Obes Facts.* 2022;15(3):321-335.
19. Nimptsch K, Konigorski S, Pischon T. Diagnosis of obesity and use of obesity biomarkers in science and clinical medicine. *Metabolism.* 2019;92:61-70.
20. Smith KB, Smith MS. Obesity Statistics. *Prim Care.* 2016;43(1):121-35, ix.

21. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
22. ESHRE Special Interest Group of Embryology and Alpha Scientists in Reproductive Medicine. The Vienna consensus: report of an expert meeting on the development of ART laboratory performance indicators. *Reprod Biomed Online*. 2017;35(5):494-510.
23. Pinborg A, Gaarslev C, Hougaard CO, Nyboe Andersen A, Andersen PK, Boivin J, et al. Influence of female bodyweight on IVF outcome: a longitudinal multicentre cohort study of 487 infertile couples. *Reprod Biomed Online*. 2011;23(4):490-9.
24. Moragianni VA, Jones SM, Ryley DA. The effect of body mass index on the outcomes of first assisted reproductive technology cycles. *Fertil Steril*. 2012;98(1):102-8.
25. Sessions-Bresnahan DR, Schauer KL, Heuberger AL, Carnevale EM. Effect of Obesity on the Preovulatory Follicle and Lipid Fingerprint of Equine Oocytes. *Biol Reprod*. 2016;94(1):15.
26. Malhotra N, Bahadur A, Singh N, Kalaivani M, Mittal S. Does obesity compromise ovarian reserve markers? A clinician's perspective. *Arch Gynecol Obstet*. 2013;287(1):161-6.
27. Moslehi N, Shab-Bidar S, Ramezani Tehrani F, Mirmiran P, Azizi F. Is ovarian reserve associated with body mass index and obesity in reproductive aged women? A meta-analysis. *Menopause*. 2018;25(9):1046-1055.
28. Gorkem U, Kucukler FK, Togrul C, Gungor T. Anti-Müllerian hormone exhibits a great variation in infertile women with different ovarian reserve patterns. *Aust N Z J Obstet Gynaecol*. 2017;57(4):464-468.
29. Buyuk E, Seifer DB, Illions E, Grazi RV, Lieman H. Elevated body mass index is associated with lower serum anti-müllerian hormone levels in infertile women with diminished ovarian reserve but not with normal ovarian reserve. *Fertil Steril*. 2011;95(7):2364-8.
30. Luke B, Brown MB, Stern JE, Missmer SA, Fujimoto VY, Leach R; SART Writing Group. Female obesity adversely affects assisted reproductive technology (ART) pregnancy and live birth rates. *Hum Reprod* 2011;26(1):245-252.
31. García-Ferreya J, Carpio J, Zambrano M, Valdivieso-Mejía P, Valdivieso-Rivera P. Overweight and obesity significantly reduce pregnancy, implantation, and live birth rates in women undergoing In Vitro Fertilization procedures. *JBRA Assist Reprod*. 2021;25(3):394-402.
32. Sarais V, Pagliardini L, Rebonato G, Papaleo E, Candiani M, Viganò P. A Comprehensive Analysis of Body Mass Index Effect on in Vitro Fertilization Outcomes. *Nutrients*. 2016;8(3):109.
33. Amiri M, Ramezani TF. Potential Adverse Effects of Female and Male Obesity on Fertility: A narrative Review. *Int J Endocrinol Metab*. 2020;18(3):e101776.