

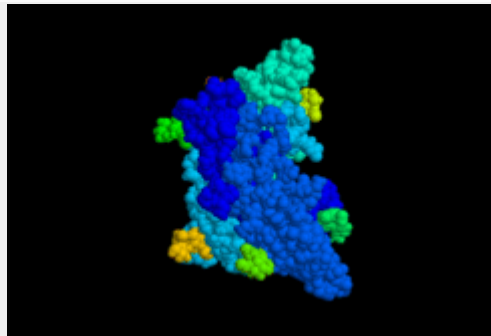
# Hormona foliculoestimulante

La **hormona estimuladora del folículo** conocida como **hormona folículo estimulante**<sup>1</sup> u **hormona foliculoestimulante** (FSH por sus siglas en inglés) es una hormona del tipo gonadotropina, que se encuentra en los seres humanos y otros mamíferos. Es sintetizada y secretada por células gonadotropas del lóbulo anterior de la glándula hipófisis. La FSH regula el desarrollo, el crecimiento, la maduración puberal y los procesos reproductivos del cuerpo. En la mujer produce la maduración de los ovocitos y en los varones la producción de espermatozoides.

La FSH estimula la secreción de estrógenos y, en menor medida, de inhibina de las células de la capa granulosa del folículo ovárico y de las células de Sertoli del testículo. La secreción de la FSH es regulada por realimentación negativa, mediante la acción de los esteroides sexuales y otras hormonas sobre las células gonadotropas de la hipófisis.

La FSH se usa en la clínica para la estimulación ovárica

## Hormona foliculoestimulante



estructura esquemática de la FSH

### Estructuras disponibles

<b>PDB</b>	Buscar ortólogos: <u>PDBe</u> ( <a href="http://www.ebi.ac.uk/pdbe/search/Results.html?display=both&amp;term={{Hs_Uniprot}}">http://www.ebi.ac.uk/pdbe/search/Results.html?display=both&amp;term={{Hs_Uniprot}}</a> ), <u>RCSB</u> ( <a href="http://www.rcsb.org/pdb/search/smartSubquery.do?smartSearchSubtype=UpAccessionIdQuery&amp;accessionIdList=::{{Hs_Uniprot}}">http://www.rcsb.org/pdb/search/smartSubquery.do?smartSearchSubtype=UpAccessionIdQuery&amp;accessionIdList=::{{Hs_Uniprot}}</a> )
------------	--

### Identificadores

<b>Símbolo</b>	FSHB (HGNC: 3964) ( <a href="https://www.genenames.org/data/genesymbol-report/#!/hgnc_id/HGNC:3964">https://www.genenames.org/data/genesymbol-report/#!/hgnc_id/HGNC:3964</a> )
<b>Identificadores externos</b>	OMIM: <a href="http://omim.org/entry/136530">136530</a> ( <a href="http://omim.org/entry/136530">http://omim.org/entry/136530</a> ) EBI: <a href="https://www.ebi.ac.uk/s4/summary/molecular?term=FSHB">FSHB</a> ( <a href="https://www.ebi.ac.uk/s4/summary/molecular?term=FSHB">https://www.ebi.ac.uk/s4/summary/molecular?term=FSHB</a> ) GeneCards: <a href="http://www.genecards.org/cgi-bin/carddisp.pl?id_type=entrezgene&amp;id=2488">Gen FSHB</a> ( <a href="http://www.genecards.org/cgi-bin/carddisp.pl?id_type=entrezgene&amp;id=2488">http://www.genecards.org/cgi-bin/carddisp.pl?id_type=entrezgene&amp;id=2488</a> ) UniProt: <a href="http://www.uniprot.org/uniprot/?query=FSHB&amp;sort=score">FSHB</a> ( <a href="http://www.uniprot.org/uniprot/?query=FSHB&amp;sort=score">http://www.uniprot.org/uniprot/?query=FSHB&amp;sort=score</a> )

<b>Locus</b>	Cr. 11 <i>p13</i> ( <a href="http://omim.org/search?index=geneMap&amp;search=11p13">http://omim.org/search?index=geneMap&amp;search=11p13</a> )
--------------	---

### Ontología génica

Referencias: AmiGO (<http://amigo.geneontology.org/cgi-bin/amigo/gp-assoc.cgi?gp=UniProtKB:P01225>) / QuickGO (<http://www.ebi.ac.uk/QuickGO/GProtein?ac=P01225>)

### Ortólogos

Especies	Humano	Ratón
<b>Entrez</b>	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=gene&amp;cmd=retrieve&amp;dopt=default&amp;list_uids=2488&amp;m=1">2488</a> ( <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=gene&amp;cmd=retrieve&amp;dopt=default&amp;list_uids=2488&amp;m=1">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=gene&amp;cmd=retrieve&amp;dopt=default&amp;list_uids=2488&amp;m=1</a> )	
<b>UniProt</b>	<a href="http://www.uniprot.org/uniprot/P01225">P01225</a> ( <a href="http://www.uniprot.org/uniprot/P01225">http://www.uniprot.org/uniprot/P01225</a> )	n/a

controlada, en mujeres tratadas con tecnologías de reproducción asistida y también para el tratamiento de la infertilidad anovulatoria.

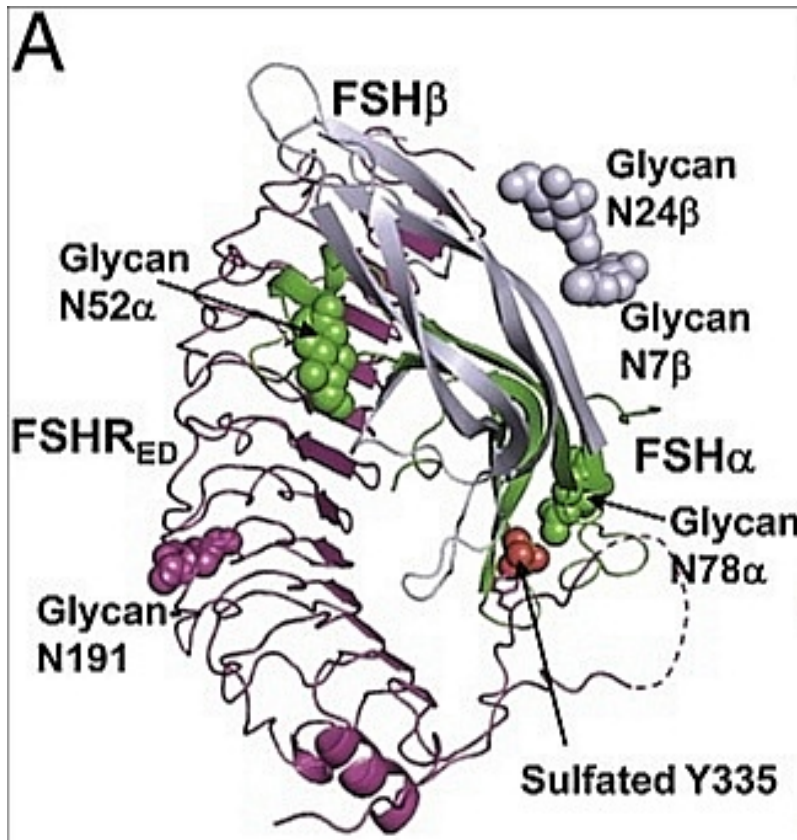
RefSeq  
(ARNm)

NM\_000510 ([http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/viewer.fcgi?val=Nm\\_000510](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/viewer.fcgi?val=Nm_000510))

V · T · E (<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Plantilla:Ficha&action=edit>)

## Características de la FSH

### Estructura



Estructura 3D de la FSH, una glucoproteína heterodímero.

**FSH α** = subunidad alfa α de FSH se muestra en verde,

**FSH β** = subunidad beta β de FSH se muestra en gris.

**Glycan** = carbohidratos: N52α, N78α como bolas en verde. N7β, N24β representados como bolas en gris.

FSH-R sector extracelular del receptor se muestra en magenta.

La hormona estimulante del folículo (FSH) es un miembro de la familia de las hormonas glucoproteicas, que incluye también a la hormona luteinizante.

La FSH tiene dos subunidades por lo que se denomina dimérica. Dado que las subunidades son diferentes es una hormona hetero-dimérica.

Tiene una subunidad alfa (α) común con otras y difiere en su subunidad beta (β) que es específica de la hormona FSH y le aporta su actividad biológica.<sup>2</sup>

#### FSH Subunidad alfa

La subunidad alfa (α) es la glucoproteína común a varias hormonas, genéricamente denominada Subunidad alfa de hormonas Gonadotropinas (Glycoprotein hormones alpha chain GLHA).<sup>3</sup>

La cadena alfa de la hormona Folículo estimulante (FSH-α, FSH-A), (Follicle-stimulating hormone alpha chain) humana, está formada por 116 aminoácidos (aa) y tiene un peso de 13.075 Daltons (Da).<sup>3</sup>

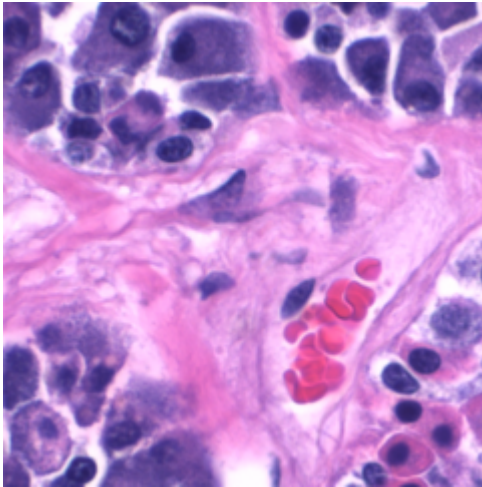
#### FSH Subunidad beta

La subunidad beta (β) (FSH β, FSH-B) humana, está constituida por 129 aa, con una masa de 14.700 Da, es específica de la hormona FSH y le aporta su actividad biológica.<sup>4 2</sup>

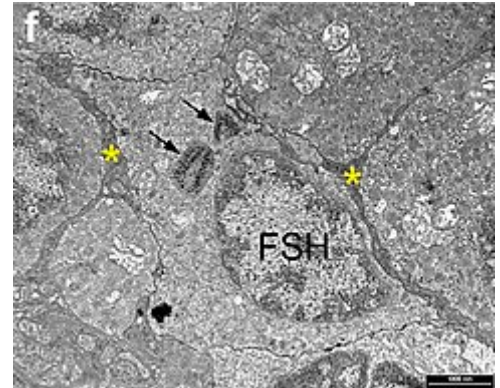
### Genes

El gen de la subunidad alfa ( $\alpha$ ) ha sido llamado gen CGA (Chorionic Gonadotrophin subunit Alpha).<sup>3</sup>  
 El gen que codifica para la subunidad beta ( $\beta$ ) es denominado gen FSHB.<sup>4</sup>

## Célula secretora



Células FSH teñidas en azul-violeta.  
Tinción H&E . Microscopio óptico.



Célula FSH. Microscopio electrónico.

La FSH se sintetiza en el mismo tipo celular que la hormona LH, las células gonadotropas, ubicadas en el lóbulo anterior de la glándula hipófisis.

## Receptor

Los receptores para la hormona FSH (FSH-R) se localizan en la membrana plasmática de las células de Sertoli de los testículos y en las células de la granulosa del ovario.

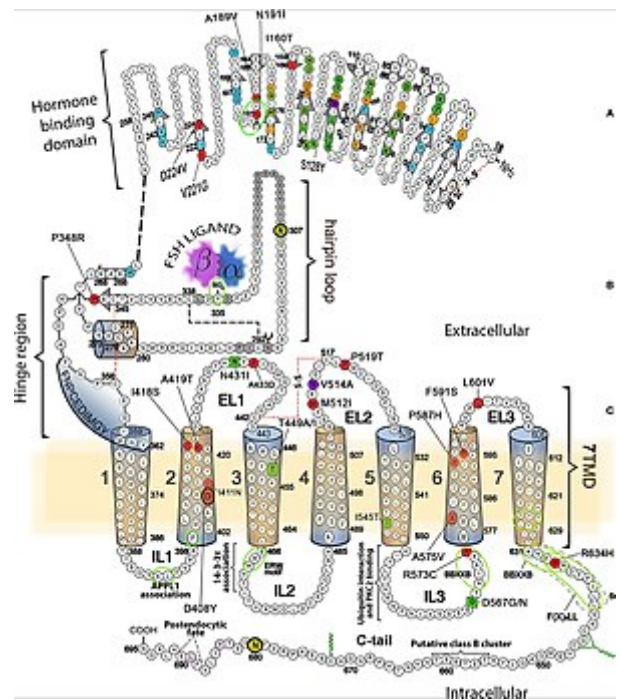
El receptor consiste en  $\sim 678$  aa, con una masa molecular calculada de  $\sim 75$  kDa.

El receptor de FSH tiene un enorme dominio hidrofílico extracelular, seguido de segmentos hidrofóbicos que atraviesan la membrana plasmática siete veces, con un largo de entre 21-24 aa cada uno.<sup>5</sup>

## Mutaciones

Hasta el momento se han acumulado datos mínimos que implican mutaciones humanas en los genes beta de la FSH, LH beta o los genes del receptor de la gonadotropina.

Las hembras deficientes en FSH son infértiles debido a un bloqueo en la foliculogénesis antes de la formación del folículo antral.



Esquema de estructura del Receptor de la FSH.

Aunque se predijo que la FSH era necesaria para la espermatogénesis y el crecimiento de células de Sertoli en los machos, los varones deficientes en FSH son fértiles a pesar de tener testículos pequeños. Nuestros hallazgos tienen implicaciones importantes para el desarrollo de anticonceptivos masculinos en humanos.<sup>6</sup>

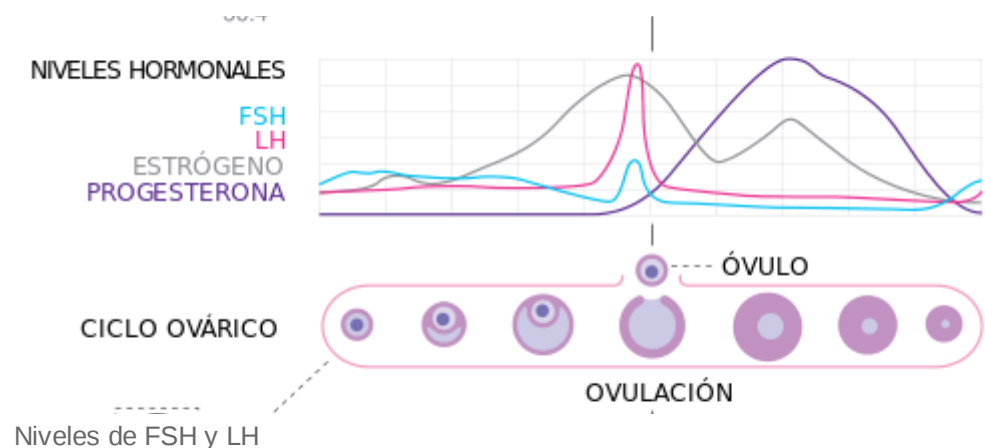
## Funciones

---

La FSH desarrolla un papel central en la reproducción y el desarrollo de los mamíferos. Actúa sobre las células diana gonadales, regulando así la gametogénesis.<sup>7</sup> La FSH estimula la secreción de estrógenos y, en menor medida, de inhibina de las células de la capa granulosa del folículo ovárico y de las células de Sertoli del testículo. Además, aumenta el número de receptores de la LH en las células diana, aumentando la sensibilidad de dichas células a la LH.

## Regulación de la ovulación por la FSH

La hormona foliculoestimulante (FSH), estimula la producción de la hormona estradiol y del ovocito durante la primera mitad del ciclo menstrual.



La ovulación que consiste en la expulsión del ovocito desde el folículo de Graaf.

La liberación de la FSH y LH necesaria para la ovulación, produce aumento en los niveles de estrógenos, durante la fase folicular. La ovulación es inducida principalmente por un pico brusco y corto de la LH.

La FSH y la hormona luteinizante (LH) actúan de manera sinérgica en la reproducción. La FSH estimula la producción de ovocitos y de una hormona llamada estradiol durante la primera mitad del ciclo menstrual.

## Regulación de la espermatogénesis por la FSH y la testosterona

En el varón, la FSH secretada se une con receptores específicos situados en células de los túbulos seminíferos. Produce aumento celular y de la secreción de sustancias espermatogénicas, estimulando la producción de espermatozoides. A su vez, la testosterona se difunde hacia los túbulos seminíferos, donde tiene un efecto trófico importante en la espermatogénesis.<sup>8</sup>

## Inhibina

---

La Inhibina es una hormona producida por las células de Sertoli de los túbulos seminíferos, que inhibe la secreción de otras hormonas a distancia. Es el caso de:

- la inhibición de la FSH en la hipófisis anterior.
- la inhibición de la GnRH en el hipotálamo.

## Clínica

---

### Estudio de la hormona FSH en sangre

#### En mujeres

El estudio de esta hormona se utiliza para ayudar a diagnosticar o evaluar:

- Menopausia
- Mujeres con poliquistosis ovárica, quistes ováricos
- Sangrado menstrual o vaginal anormal
- Problemas para quedar embarazada o esterilidad

#### En varones

El estudio se utiliza para ayudar a diagnosticar o evaluar:

- Problemas de esterilidad
- Varones que no tengan testículos o cuyos testículos estén subdesarrollados

#### En niños

El estudio se utiliza en niños:

- que presentan características sexuales a una edad muy temprana.
- que se retrasan en el inicio de la pubertad.
- los medicamentos que se utilizan como bloqueadores de la pubertad son análogos a la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH<sub>a</sub>).<sup>9</sup>

### Resultados normales

Los niveles de la hormona FSH en sangre, presentan variaciones de acuerdo a cada fenotipo individual. En cada individuo los niveles varían con la edad. Además los niveles de FSH varían, en diferentes estados fisiológicos del mismo individuo.<sup>10 8</sup>

Los niveles habituales, aceptados por los investigadores para grandes poblaciones, son los siguientes:

* Niveles habituales de FSH			
. 11 12	prepubertad	pubertad	adulthood
Mujeres	0 a 4.0 mUI/ml	0.3 a 10.0 mUI/ml	4.7 a 21.5 mUI/ml
Varones	0 a 5.0 mUI/ml	0.3 a 10.0 mUI/ml	1.5 a 12.4 mUI/ml

## Resultado anormal en la mujer

### Niveles elevados

Se pueden presentar niveles altos de FSH en las mujeres:

- Durante o después de la menopausia, incluso en la menopausia prematura
- Al recibir terapia hormonal
- Debido a ciertos tipos de tumor en la hipófisis
- Debido al síndrome de Turner

### Niveles bajos

Los niveles bajos de FSH en las mujeres se pueden presentar debido a:

- Tener un peso muy bajo o haber tenido una reciente pérdida de peso rápida
- No producir óvulos (no ovular)
- Partes del cerebro (la hipófisis o el hipotálamo) que no producen cantidades normales de todas o algunas de sus hormonas
- Embarazo

## Resultado anormal en el varón

Los altos niveles de FSH en los varones pueden significar que los testículos no están funcionando correctamente debido a:

- Edad avanzada (andropausia)
- Daños en los testículos causados por el consumo excesivo de alcohol, quimioterapia o radiación
- Problemas con los genes, como el síndrome de Klinefelter
- Tratamiento con hormonas
- Ciertos tumores en la hipófisis

Los niveles bajos de FSH en los varones pueden significar que partes del cerebro (la hipófisis o el hipotálamo) no producen cantidades normales de todas o algunas de sus hormonas.



Los niveles altos de FSH en los niños o las niñas pueden significar que la pubertad está a punto de comenzar.<sup>11</sup>

## Reproducción asistida



---


La FSH se utiliza en la clínica para la estimulación ovárica controlada, en mujeres tratadas mediante reproducción asistida y también para el tratamiento de la infertilidad anovulatoria.<sup>13</sup> En los tratamientos de reproducción asistida la FSH se usa en mujeres para estimular el reclutamiento de los folículos del ovario y producir más óvulos maduros de lo normal.<sup>14</sup> La primera vez que se empleó esta hormona para la estimulación ovárica en la reproducción asistida fue de mano del doctor Bruno Lunenfeld, que encontró una fuente de esta hormona en la orina, la orina de mujeres posmenopáusicas contenía altas cantidades de FSH.<sup>15</sup>



En varones se utiliza para el tratamiento del hipogonadismo hipogonadotrópico también llamado síndrome de Kallman, en el cual el hipotálamo no produce la hormona GnRH. La GnRH debe llegar hasta el lóbulo anterior de la hipófisis para estimular la secreción de FSH.<sup>13</sup> <sup>16</sup>

## Referencias

---

1. OMS,OPS (ed.). «Hormona folículo estimulante» ([https://decs.bvsalud.org/es/ths/resource/?id=5776&filter=ths\\_termall&q=hormona%20fol%C3%ADculo-estimante](https://decs.bvsalud.org/es/ths/resource/?id=5776&filter=ths_termall&q=hormona%20fol%C3%ADculo-estimante)). *Descriptores en Ciencias de la Salud, Biblioteca virtual en Medicina*.
2. «FSHB Popular organisms» (<https://www.uniprot.org/uniprotkb/?query=FSHB&sort=score>). *UniProt*.
3. «GLHA\_HUMAN» (<https://www.uniprot.org/uniprotkb/P01215/entry>). *UniProt*.
4. «FSHB\_HUMAN» (<https://www.uniprot.org/uniprotkb/P01225/entry>). *UniProt*.
5. Ulloa-Aguirre A.; Zariñán T.; Jardón-Valadez E.; Gutiérrez-Sagal R.; Dias J.A. (2018). «Structure-Function Relationships of the Follicle-Stimulating Hormone Receptor» (<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fendo.2018.00707/full>). *Front Endocrinol (Lausanne) (REVISIÓN)* **9**: 707. PMC 6281744 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6281744>). PMID 30555414 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30555414>). doi:10.3389/fendo.2018.00707 (<https://dx.doi.org/10.3389%2Ffendo.2018.00707>). Consultado el 15 de noviembre de 2022. 
6. Kumar, T. R.; Wang, Y.; Lu, N.; Matzuk, M. M. (February 1997). «Follicle stimulating hormone is required for ovarian follicle maturation but not male fertility» (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9020850>). *Nature Genetics* **15** (2): 201-204. ISSN 1061-4036 (<https://portal.issn.org/resource/issn/1061-4036>). PMID 9020850 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9020850>). doi:10.1038/ng0297-201 (<https://dx.doi.org/10.1038%2Fng0297-201>). Consultado el 6 de octubre de 2017.
7. Casarini L.; Crépieux P. (2019). «Molecular Mechanisms of Action of FSH» (<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fendo.2019.00305/full>). *Front Endocrinol (Lausanne)*. (REVISIÓN) **10** (305). PMC 6527893 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6527893>). PMID 31139153 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31139153>). doi:10.3389/fendo.2019.00305 (<https://dx.doi.org/10.3389%2Ffendo.2019.00305>). Consultado el 15 de noviembre de 2022. 
8. Serge A Jabbour (2020). «Follicle-Stimulating Hormone Abnormalities» (<https://emedicine.medscape.com/article/118810-overview>). *Medscape*. (requiere suscripción).
9. Schneider, Maiko A.; Spritzer, Poli M.; Borba Soll, Bianca Machado; Fontanari, Anna M. V.; Carneiro, Marina; Tovar-Moll, Fernanda; Costa, Angelo B.; da Silva, Dhiordan C. *et al.* (14 de noviembre de 2017). «Brain Maturation, Cognition and Voice Pattern in a Gender Dysphoria Case under Pubertal Suppression» (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5694455/>). *Frontiers in Human Neuroscience* **11**. ISSN 1662-5161 (<https://portal.issn.org/resource/issn/1662-5161>). PMC 5694455 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5694455>). PMID 29184488 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29184488>).

nlm.nih.gov/pubmed/29184488). doi:10.3389/fnhum.2017.00528 (<https://dx.doi.org/10.3389%2Ffnhum.2017.00528>). Consultado el 4 de abril de 2021. 

10. «Análisis de sangre: Hormona foliculoestimulante (FSH) (para Padres)» (<https://kidshealth.org/es/parents/blood-test-fsh.html>). *Nemours KidsHealth.org*. Consultado el 13 de noviembre de 2022.
11. «Examen de la hormona foliculoestimulante (FSH) en la sangre: MedlinePlus enciclopedia médica» (<https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003710.htm>). *medlineplus.gov*. Consultado el 6 de octubre de 2017.
12. «Hormona foliculoestimulante o FSH: qué es y cuál es su función» (<https://www.fertilt.com/hormona-foliculoestimulante-fsh/>). *Fertilt*. Consultado el 13 de noviembre de 2022.
13. Jiang X.; Liu H.; Chen X.; Chen P-H.; Fischer D.; Sriraman V.; Yu H.N.; Arkinstall S.; He X. (2012). «Structure of follicle-stimulating hormone in complex with the entire ectodomain of its receptor» (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3411987/>). *Proc Natl Acad Sci U S A. Biochemistry* **109** (31): 12491-12496. PMC 3411987 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3411987>). PMID 22802634 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22802634>). doi:10.1073/pnas.1206643109 (<https://dx.doi.org/10.1073%2Fpnas.1206643109>). Consultado el 16 de noviembre de 2022. 
14. «Hormona FSH» (<https://fivmadrid.es/fsh-hormona/#:~:text=%C2%BFPara%20qu%C3%A9%20sirve%20la%20FSH%20en%20los%20tratamientos%20de%20reproducci%C3%B3n, posibilidades%20de%20obtener%20un%20embarazo>). *www.fivmadrid.es*.
15. «Orina de monja, el secreto de la droga para la fertilidad» (<https://www.elespectador.com/salud/orina-de-monja-el-secreto-de-la-droga-para-la-fertilidad-article-754370/>). *www.elespectador.com*.
16. Krenz H.; Sansone A.; Kliesch S.; Gromoll J.; Schubert M. (2021). «FSHB Genotype Identified as a Relevant Diagnostic Parameter Revealed by Cluster Analysis of Men With Idiopathic Infertility.» (<https://doi.org/10.3389/fendo.2021.780403>). *Front. Endocrinol. Reproduction*. Consultado el 20 de noviembre de 2022. 

## Bibliografía

---

- Borawski D, Bluth MH. (2011). «chap 25: Reproductive function and pregnancy.». En McPherson RA, Pincus MR., ed. *Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods* (Elsevier Saunders edición). 22.a.
- Carmina E, Stanczyk FZ, Lobo RA. Laboratory assessment. In: Strauss JF, Barbieri RL, eds. *Yen and Jaffe's Reproductive Endocrinology*. 7th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2014:chap 34.
- Gruber HA, Farag AF. Evaluation of endocrine function. In: McPherson RA, Pincus MR, eds. *Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods*. 22nd ed. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2011:chap 24.

---

Obtenido de <[https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Hormona\\_foliculoestimulante&oldid=151951203](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Hormona_foliculoestimulante&oldid=151951203)>