

HORMONAS SEXUALES Y ALTERACIONES NEUROTOLÓGICAS EN MUJERES

SEXUAL HORMONES AND NEUROTOLOGICAL DISORDERS IN WOMEN

HORMÔNIOS SEXUAIS E DISTÚRBIOS NEUROTOLÓGICOS EM MULHERES

Melissa Castillo-Bustamante¹, Claudia del Cid-Chúa², Magalí Vázquez³, Licelott Bello-Dotel⁴, Mirtha Baéz-Recalde⁵

Los estrógenos son hormonas sexuales que tienen diversas acciones en el organismo. Desde el nacimiento y a través de la vida, estos generan cambios externos e internos, los cuales hacen parte del desarrollo femenino. Diversos reportes en la literatura han descrito que estos cambios que generan los estrógenos pueden también verse a nivel del sistema vestibular, el cual está implicado en el mantenimiento del equilibrio. Algunos cambios descritos se han relacionado con pérdida de la audición, sensación de giro, sensación de oído lleno y zumbidos, en diversas etapas del desarrollo madurativo de la mujer. El siguiente artículo brinda información detallada y precisa en orden cronológico sobre los efectos de los estrógenos en el sistema vestibular.

Conceptos clave:

Los efectos de los estrógenos a nivel del sistema vestibular han sido detallados por diversos autores en los diferentes estados del desarrollo femenino. Sin embargo, al momento no se conoce un reporte único que brinde la explicación del efecto de los estrógenos en cada etapa del desarrollo madurativo, así como los síntomas vestibulares presentes. La siguiente revisión brinda información detallada a través de una revisión exhaustiva de la literatura, conocimiento sobre los eventos de carácter cronológico y fisiológico en los cuales los estrógenos generan afectación sobre el sistema vestibular.

1-Otorrinolaringóloga, Postdoctoral Fellow, Departamento de Otorrinolaringología, Massachusetts Eye and Ear Infirmary - Harvard Medical School, Boston, Estados Unidos. ORCID: 0000-0001-5282-7470.

2-Otorrinolaringóloga, Centro Médico Militar, Ciudad de Guatemala, Guatemala.

3-Fonoaudióloga, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Paraguay.

4-Otorrinolaringóloga, especialista en Neurología, Otolínic, Santo Domingo, República Dominicana.

5-Otorrinolaringóloga, especialista en Neurología, Profesor asistente Facultad de Medicina Universidad Nacional de Asunción, Asunción, Paraguay.

Recibido: 2020-07-10 Aceptado: 2020-08-24

DOI: <http://dx.doi.org/10.31053/1853.0605.v77.n4.29349>



© Universidad Nacional de Córdoba

Resumen:

Introducción: Los estrógenos son hormonas ligadas a las diferentes fases del sistema reproductivo femenino y también tiene efectos simultáneos sobre el sistema vestibular. Se realizó una revisión de la literatura acerca de los cambios estrogénicos en el sistema vestibular, según cada etapa del desarrollo madurativo femenino. **Materiales:** búsqueda bibliográfica en las bases de datos PubMed, Cochrane, Scielo, Google Scholar y Bvsalud de artículos publicados entre los años 1964 y 2020 con los términos 'estrogen and dizziness', 'estrogen and vertigo', 'estrogen and vestibular disorders'. Se encontraron 207 artículos, 29 en idioma inglés los cuales contenían información relevante, acerca de los cambios estrogénicos en el sistema vestibular. **Resultados:** Desde la menarca hasta la menopausia, se han encontrado manifestaciones relacionadas con el oído interno tales como vértigo, acúfenos, plenitud auricular e hipoacusia. **Conclusiones:** De acuerdo con cada etapa madurativa estrogénica, se han reportado cambios a nivel del sistema audiovestibular.

Palabras claves: estrógeno; vértigo; acúfeno; hipoacusia

Abstract:

Introduction: Estrogen are hormones linked to different stages of reproductive female system. Also are involved in detailed effects on the vestibular system. A review was performed about changes related to estrogens on the vestibular system, according to each phase of the female reproductive system. **Materials:** Search on medical databases which included PubMed, Cochrane, Scielo, Google Scholar and Bvs Salud of articles published between 1964 to 2020 with the following keywords 'estrogen and dizziness', 'estrogen and vertigo', 'estrogen and vestibular disorders'. 207 articles were found, 29 in english with highlighted information about estrogen related changes on the vestibular system.

Results: Since menarche to menopause, several vestibular symptoms have been found as vertigo, tinnitus, fullness and hearing loss. **Conclusion:** According to each female reproductive stage, changes related to estrogen have been reported on the vestibular system.

Keywords: estrogen; vertigo; tinnitus; hearing loss

Resumo

Introdução: Estrogênio são hormônios ligados a diferentes estágios do sistema reprodutivo feminino. Também estão envolvidos em efeitos detalhados no sistema vestibular. Foi realizada uma revisão sobre as alterações relacionadas aos estrógenos no sistema vestibular, de acordo com cada fase do sistema reprodutor feminino. **Materiais:** pesquisa em bancos de dados médicos que incluíram PubMed, Cochrane, Scielo, Google Scholar e Bvsalud de artigos publicados entre 1964 a 2020 com as seguintes palavras-chave 'estrogênio e tontura', 'estrogênio e vertigem', 'estrogênio e vertigem', 'estrogênio e distúrbios vestibulares'. Foram encontrados 207 artigos, 29 em inglês, com informações destacadas sobre alterações relacionadas ao estrogênio no sistema vestibular.

Resultados: Desde a menarca até a menopausa, vários sintomas vestibulares foram encontrados como vertigem, zumbido, plenitude e perda auditiva. **Conclusão:** De acordo com cada estágio reprodutivo feminino, alterações relacionadas ao estrogênio foram relatadas no sistema vestibular.

Palavras-chave: estrogênio; vertigem; zumbido; perda auditiva

INTRODUCCIÓN

Los estrógenos son hormonas sexuales esteroideas de producción principalmente ovárica, en menor cantidad a nivel de glándulas adrenales, y durante el embarazo en la placenta. Estas actúan a nivel de hipotálamo, glándula pituitaria, hígado y esqueleto. Están implicadas en la fecundación, actividad reproductiva, homeostasis del calcio y de lípidos, así como en sistema cardiovascular¹. Como hormona reproductiva interviene en el crecimiento, desarrollo, maduración y funcionamiento del tracto reproductivo y en la diferenciación sexual y comportamiento humano¹. Se ha encontrado efectos a nivel de sistema nervioso central en algunos procesos cognitivos, motores y paliativos, así como favorece la aparición de crisis convulsivas, entre otros^{1,2}.

El sistema vestibular consta de tres canales semicirculares y el vestíbulo. Dentro de ellos hay neuroreceptores capaces de detectar aceleraciones angulares y lineares. Este sistema se integra con información visual y propioceptiva a nivel de tallo encefálico en la zona de los núcleos vestibulares³.

Se ha encontrado que los estrógenos, así como otros esteroides gonadales ejercen efecto directo en la sensibilidad desde la cóclea hasta la corteza central auditiva, mediante los cambios que ejercen en la vascularización de estas regiones⁴. Durante el aumento cíclico de estrógenos en el periodo menstrual, se han encontrado expresiones fisiológicas del oído interno a través de signos y síntomas⁴. Una de las posibilidades sería a través de la variación en las concentraciones de electrolitos como sodio, potasio y calcio; así como el óxido nítrico y estos a su vez sobre los líquidos endolaberínticos durante el periodo menstrual⁴. El sistema postural dependiente del sistema propioceptivo y musculoesquelético puede verse afectado en etapas más tardías del desarrollo madurativo femenino (menopáusicas y postmenopáusicas) y la suplementación con estrógenos puede prevenir fracturas al evitar la disminución de la pérdida ósea y promoviendo un adecuado equilibrio postural, evitando el riesgo de caídas en edades avanzadas⁵.

El objetivo de esta revisión es describir los efectos de las variaciones de los estrógenos a nivel del sistema vestibular, de acuerdo con cada etapa del desarrollo madurativo en el sexo femenino.

Materiales y métodos

La búsqueda, recolección y selección de artículos requirió un tiempo de 4 meses. Fueron consultadas las bases de datos PubMed, Scielo, Google Scholar y Bvs salud, donde se obtuvieron artículos publicados entre los años 1964 y 2017 con los términos 'estrogen and dizziness', 'estrogen and vertigo', 'estrogen and vestibular disorders'. De los 207 artículos encontrados, 29 fueron seleccionados en idioma inglés, por contener información relevante acerca de los estrógenos en el sistema vestibular. Se excluyeron 17 artículos al identificar que no cumplían con los criterios de inclusión

Los criterios de inclusión fueron: artículos encontrados con los términos MeSH y DeCS, artículos publicados en idioma español e inglés, artículos enfocados en las alteraciones vestibulares y las diferentes etapas madurativas femeninas asociadas a cambios estrogénicos.

Como criterios de exclusión se tuvieron en cuenta artículos que no se encontraban dentro del rango cronológico de búsqueda, artículos de revisión u opiniones editoriales.

Desarrollo del Tema

Sistema vestibular y estrógenos

Las células de la estría marginal constituyen un epitelio en la superficie endolinfática de la estría vascularis en la cóclea. Estas secretan potasio dentro de la endolinfa a una concentración aproximada de 150 mM generando un flujo iónico continuo⁶. Dentro de dichas células existen unos canales llamados Iks, los cuales han sido estudiados como posibles determinantes en la regulación de la homeostasis del oído interno. La asociación genética y no genética del funcionamiento de los canales Iks, ha indicado que la acción de las hormonas esteroideas dentro del oído interno sea dada por medio de una transcripción de RNAm y de síntesis de proteínasa a través de una acción genómica nuclear^{7,8}. Otros hallazgos de carácter no genético, ha indicado que el 17L-estradiol inhibe directamente el funcionamiento de los canales Iks^{8,9}.

El compromiso vestibular puede verse afectado por la acción de los estrógenos a nivel endógeno y exógeno. De esta manera han sido reconocidos efectos variables de los estrógenos de acuerdo a su origen. Se ha evidenciado que existen receptores estrogénicos en la estría vascularis y en el ganglio espiral, los cuales son importantes en la transmisión auditiva y la homeostasis del oído interno. Las fluctuaciones en los niveles de estrógenos a nivel del oído interno, son consideradas importantes en la regulación del líquido endolinfático, afectando la homeostasis iónica y aniónica por medio del transporte a través estos canales^{9,10}.

Receptores estrogénicos tipo D, han sido relacionados como protectores contra el trauma acústico (Meltser)¹⁰.

A nivel de reposición e ingesta exógena, la terapia hormonal con estrógenos en asociación con progestinas se ha asociado a daños en la audición de carácter reversible e irreversible, tinnitus así como disfunción vestibular¹¹.

Las principales fluctuaciones hormonales en mujeres suceden durante el ciclo menstrual, la gestación y la menopausia, durante las cuales se pueden generar cambios en la homeostasis de los fluidos laberínticos, con influencia directa en procesos enzimáticos y acción de neurotransmisores¹². La variación del comportamiento de los fluidos laberínticos, así como la interferencia en la sensibilidad de los receptores enzimáticos influye, en el metabolismo basal del oído interno justificando así, síntomas otológicos en las mujeres¹².

Síntomas audio-vestibulares como mareo, vértigo, inestabilidad, trastornos de la marcha, sensación de flote, caídas, acúfeno y pérdidas auditivas fluctuantes a veces pueden estar asociados con la acción de los estrógenos y en menor medida de la progesterona en la cóclea, laberinto posterior y vías centrales auditivas. En otros casos, dichas variaciones fisiológicas no presentan manifestaciones sintomáticas^{13,14}.

Condiciones concomitantes como la migraña vestibular, pueden tener exacerbaciones asociadas a las variaciones de los niveles de estrógenos durante la menarca, ciclo menstrual, embarazo, parto y menopausia, así como el uso de anticonceptivos orales y terapias de reemplazo hormonal. Otras condiciones como enfermedades autoinmunes y neurinoma del acústico pueden cursar con exacerbación de su cuadro clínico^{13,14}.

Ciclo menstrual

Las fases del ciclo menstrual se desarrollan entre el día 1- 5 donde hay ocurre la menstruación, entre los días 6-14 se observa un aumento de los niveles de estrógeno; el día 14 sucede la ovulación. Entre los días 15 a 25 se observa un aumento de los niveles de progesterona y entre los días 26 a 28 hay un descenso de los niveles de ambas hormonas sexuales. Siendo así un ciclo menstrual está definido como el intervalo entre el primer día de la menstruación y el primer día de la siguiente menstruación.^{14,15}

Los niveles de hormonas esteroideas ováricas (estrógeno y progesterona) varían de acuerdo a cada fase del ciclo menstrual, dicha variación es controlada por el eje hipotálamo-hipofisiario-ovárico. Dicho ciclo puede ser comprendido en dos fases, lútea y folicular, siendo en esta última característico, la presencia de bajos niveles de estrógeno y progesterona¹⁵. En la fase lútea están disminuidos los niveles de dichas hormonas y es donde suceden múltiples eventos como retención hídrica, ganancia de peso, aumento en el gasto calórico, cambios en la ingesta de glucosa, tránsito intestinal lento, alteración del perfil lipídico, alteración en el metabolismo de vitamina D, calcio, magnesio y hierro; hipersensibilidad emocional, dolor generalizado y cambios en los hábitos dietarios (Tabla 1). Otros cambios adjuntos en esta fase son aumento del líquido endolinfático debido a la retención de sodio induciendo hipertensión endolinfática; intolerancia al ruido y sensación de cabeza vacía^{15,16}.

Se han encontrado estudios sobre mareo premenstrual, los cuales han sugerido que las alteraciones vestibulares periféricas pueden ocurrir debido a la retención de líquidos en la fase lútea del ciclo ovárico como resultado de incrementos en la emisión de estrógeno, progesterona y aldosterona¹⁶.

Otros hallazgos pueden ser vértigo o mareo días previos a la menstruación (fase folicular) debido a incremento de los niveles de estrógeno principalmente, progesterona y aldosterona en el oído interno. El efecto del aumento hormonal genera hidropesía en el laberinto y síntomas similares a los encontrados en la enfermedad de Meniere (**Tabla 1**)^{15,16}.

Investigaciones previas han encontrado diferencias en los signos y síntomas auditivos durante las diferentes fases del ciclo menstrual¹⁷.

Algunos autores han encontrado que las habilidades auditivas son peores durante la menstruación que durante el resto del ciclo. Algunos reportes clínicos han indicado una pobre sensibilidad auditiva durante la fase ovulatoria, lo cual ha sido correlacionado con efectos directos del estrógeno en la función estriar¹⁷. Otros eventos descritos asociados a la fluctuación auditiva han sido los efectos indirectos estrogénicos, así como la redistribución del agua corporal.^{17,18}

Múltiples signos y síntomas vestibulares han sido reportados durante la menstruación como náuseas y oscilopsia, como resultado de los niveles fluctuantes de estrógenos¹⁹, como así también mareos, plenitud auricular e hipoacusia en las frecuencias graves días previos a la menstruación¹⁹.

Durante la fase menstrual, se han encontrado resultados anormales tales como nistagmos espontáneos, nistagmos posicionales con el cambio de dirección, alteraciones en las pruebas calóricas encontrándose preponderancias y paresias vestibulares, al menos una semana antes de la menstruación¹⁹. Autores como Ishii¹⁵, han reportado en los trazados

electronistagmográficos resultados significativos antes y después de la menstruación, encontrando movimientos sacádicos de precisión, preponderancia direccional del nistagmo en la prueba de Rotación Pendular y componentes lentos angulares a los 42 grados centígrados en la prueba calórica, los cuales pueden estar asociados a la retención de sal y agua durante el periodo premenstrual, afectando el metabolismo del oído interno¹⁵.

Es importante anotar que los niveles de estrógeno en la fase premenstrual pueden afectar el funcionamiento del sistema nervioso central, alterando indirectamente la función optokinética¹⁵.

Embarazo

Los niveles de estrógenos así como de progesterona están en concentraciones muy bajas durante las primeras ocho semanas de gestación. Se observa un incremento mayor entre las semanas 12 a 24. Los niveles máximos se mantienen desde la semana 24 hasta el parto. Niveles continuos de estrógeno pueden causar retención de líquidos y con ello alteración en la homeostasis de los fluidos corporales (Tabla 1)²⁰. Uchida señala que patologías como la Enfermedad de Meniere empeoran durante la gestación temprana, por una disminución en la osmolaridad sérica la cual induce un gradiente osmótico en el saco endolinfático. Esto puede permitir la presencia de mayor entrada de agua al espacio endolinfático y producir hidropesía, en otras palabras, los cambios químicos corporales durante el embarazo causan cambios en los fluidos corporales comprometiendo incluso a los fluidos presentes en el oído interno.²¹

Otras alteraciones de los estrógenos durante el embarazo tienen que ver con el rol en la función cerebral donde los niveles estrogénicos, están asociados a dificultades en la orientación espacial en las diversas semanas gestacionales²¹.

Las variaciones hormonales durante el embarazo pueden a su vez provocar sensación de plenitud auricular e hipoacusias en las frecuencias graves, encontrándose una disminución en los niveles auditivos en las frecuencias 125, 250 y 500 Hz en el primer trimestre con un posterior incremento en el segundo y tercer trimestre, los cuales pueden resolver reversiblemente después del parto²².

Naftalin y Mallett²³, han descrito la remisión de síntomas otoneurológicos como plenitud auricular y vértigo que se presentan en el inicio del embarazo, con exacerbación de los síntomas durante el segundo trimestre y durante la lactancia.

Menopausia

La menopausia es definida por la Organización Mundial de la Salud como el cese permanente de los periodos menstruales el cual puede ocurrir naturalmente o inducido por cirugía, quimioterapia o radiación. La transición menopáusica a menudo inicia con variaciones en la duración del ciclo menstrual²⁴.

Se han reportado datos del Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos en los cuales reportan el inicio de la menopausia entre los 40 a 58 años de edad con una edad media de 52 años. Otros estudios han reportado una edad promedio de presentación aproximada a los 50 años²⁴. En esta etapa la producción de estrógeno disminuye drásticamente y la pérdida ósea se acelera, predisponiendo a fracturas y caídas (**Tabla 1**)²⁴.

Tabla 1. Efectos Hormonales por Etapa Madurativa

Ciclo Menstrual	Estrógeno y Progesterona (Fase lútea): Niveles de hormonas disminuidos: Retención hídrica. Ganancia de Peso. Aumento del Gasto Calórico. Alteración en el metabolismo lipídico. Aumento del líquido endolinfático.
	Estrógeno y progesterona (Fase folicular): Niveles de hormonas aumentados: Aumento del líquido endolinfático.
	Estrógenos (Menstruación): Niveles fluctuantes de estrógenos. Redistribución de agua corporal.
Embarazo	Estrógenos y Progesterona: 0- 8 semanas de gestación: Niveles disminuidos. 12-24 semanas de gestación: Aumento niveles de estrógenos. Retención hídrica. Disminución osmolaridad sérica. Aumento del espacio endolinfático. Alteración en la orientación espacial.
Menopausia	Estrógenos: Disminución niveles de estrógenos. Degeneración neural. Pérdida de sinapsis. Alteración en la integración sensorial.
Postmenopausia	Estrógenos: Déficit de estrógenos
Ingesta de Anticonceptivos	Estrógenos: Alteración metabolismo de la glucosa y lípidos. Cambios en el pH endolinfático.

* Otros escenarios asociados al uso de estrógenos exógenos

Dado la presencia de estos efectos colaterales, se ha sugerido el uso de terapia de reemplazo hormonal como coadyuvante en la prevención de fracturas causadas por alteraciones en el equilibrio²⁴.

Sin embargo, los estrógenos no solo están implicados en las caídas y fracturas asociadas a alteraciones en la resorción ósea. Se ha descrito que esta hormona tiene múltiples efectos a nivel de sistema nervioso central²⁴. El envejecimiento causa degeneración neural propia y pérdida de sinapsis, en áreas responsables del procesamiento central y cognitivo. A su vez, también se ha encontrado que afecta el sistema vestibulo-coclear, encontrándose una integración sensorial enlentecida lo cual se traduce en pérdida del equilibrio²⁴.

Vértigo, mareo, inestabilidad y sensación de desmayo son síntomas comunes durante la menopausia, con una prevalencia cercana al 41.7% en estudios en mujeres asiáticas, siendo el mareo y el vértigo dos de los síntomas más comunes durante la perimenopausia y frecuentemente clasificados como síntomas no específicos del climaterio o eventos asociados a causas psicológicas²⁵. Dentro de los cuadros neuro-otológicos más reportados durante el climaterio se han encontrado vértigo posicional paroxístico benigno (51.8%), vestibulopatía periférica inespecífica (17.6%) y enfermedad de Meniere (16.5%).²⁵

Otro evento asociado al periodo menopáusico ha sido descrito como la disminución auditiva después de los 50 años. Se ha reportado mejores niveles auditivos en las frecuencias agudas previo al climaterio y peor percepción auditiva después de la menopausia en las frecuencias graves. En adición a esto, se ha reportado que el rango auditivo está correlacionado con los altos niveles séricos de estradiol en las mujeres post-menopáusicas²⁶.

Postmenopausia

Se ha sugerido que las alteraciones en el equilibrio han estado asociadas con deficiencia de estrógenos después de la menopausia (Tabla 1), representándose durante ésta con caídas

y fracturas en el periodo postmenopáusico inmediato²⁷. Ante este evento algunos autores han propuesto como medida preventiva y a fin de mejorar el balance postural, así como la preservación auditiva en frecuencias graves²⁸, la iniciación temprana de terapia de reemplazo de estrógenos después de la menopausia.

Otros escenarios

Además de las etapas previamente mencionadas donde los estrógenos pueden ocasionar alteraciones en el equilibrio y la audición, la ingesta de anticonceptivos orales con componentes estrogénicos y progestinas, pueden causar vértigos paroxísticos leves, cambios en el pH endolinfático, alteración en el metabolismo de la glucosa y de los lípidos propio del uso de estos medicamentos (Tabla 1). La ocurrencia de acúfenos y alteraciones en el equilibrio están también asociadas a la ingesta de anticonceptivos orales.²⁹

Conclusión

La actividad de los estrógenos puede evidenciarse en diversas etapas del desarrollo madurativo femenino el cual influye en el sistema vestibular. Los estrógenos pueden causar disfunciones periféricas e incluso centrales durante el periodo pre-menstrual, menstrual, gestación, menopausia y postmenopausia tales como alteraciones en la marcha, caídas y presencia de vértigos paroxísticos leves. También se han registrado cambios audiológicos durante el embarazo y la menopausia.

Limitaciones de responsabilidad

La responsabilidad del trabajo es sólo de los autores

Conflictos de interés

Ninguno

Fuentes de apoyo

No posee

Originalidad del trabajo

Este artículo es original y no ha sido enviado para su publicación a otro medio de difusión científica en forma completa ni parcialmente.

Cesión de derechos

Los participantes de este trabajo ceden el derecho de autor a la Universidad Nacional de Córdoba para publicar en la Revista de la Facultad de Ciencias Médicas y realizar las traducciones necesarias al idioma inglés.

Participación de los autores

Todos los autores han participado en la concepción del diseño, recolección de la información y elaboración del manuscrito, haciéndose públicamente responsables de su contenido y aprobando su versión final.

Bibliografía

1. Baki H. *Estrogen and Growth Hormone and their Roles in Reproductive Function Int J Animal Vet Adv.* 2013; 5(1): 21-28.
2. Genazzani AR, Pluchino N, Luisi S, Luisi M. *Estrogen, cognition and female ageing. Human Rep Upd.* 2006;13(2):175-187. DOI:10.1093/humupd/dml042
3. Ekblad S, Lönnberg B, Berg G, Odkvist L, Ledin T, Hammar M. *Estrogen effects on postural balance in postmenopausal women without vasomotor symptoms: a randomized masked trial. Obstet Gynecol.* 2000;95(2):278-83.
4. Parlee MB. *Menstrual rhythm in sensory processes: a review of fluctuations in vision, olfaction, audition, taste, and touch. Psychol Bull.* 1983;93:539-548.

5. Bell A. Circadian and menstrual rhythms in frequency variations of spontaneous otoacoustic emissions from human ears. *Hear Res.* 1992; 58:91–100.
6. Kumar S, Kumar A, Gururaj K. Menstrual cycle effects on sacculocollic reflex pathway. *Hear Bal Com.* 2017;15(4): 252-259. DOI: 10.1080/21695717.2017.1389175.
7. Schmidt PM, Flores Fda T, Rossi AG, Silveira AF. Hearing and vestibular complaints during pregnancy. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2010;76(1):29-33.
8. Hammar ML, Lindgren R, Berg GE, Möller CG, Niklasson MK. Effects of hormonal replacement therapy on the postural balance among postmenopausal women. *Obstet Gynecol.* 1996;88(6):955-60.
9. Lee JH, Marcus DC. Estrogen acutely inhibits ion transport by isolated stria vascularis. *Hear Res.* 2001;158(1-2):123-30.
10. Meltser I, Tahera Y, Simpson E, Hultcrantz M, Charitidi K, Gustafsson JA, Canlon B. Estrogen receptor beta protects against acoustic trauma in mice. *J Clin Invest.* 2008;118(4):1563-70. DOI: 10.1172/JCI32796.
11. Guimaraes P, Frisina ST, Mapes F, Tadros SF, Frisina DR, Frisina RD. Progesterone negatively affects hearing in aged women. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2006;103(38):14246-9.
12. Bayliss DA, Millhorn DE. "Central Neural Mechanisms of Progesterone Action: Application to the Respiratory System." *J App Phys.* 1992;73(2):393–404
13. Both-Orthman B, Rubinove DR, Hoban MC, Malley J, Grover GN. "Menstrual Cycle Phase-Related Changes in Appetite in Patients with Premenstrual Syndrome and in Control Subjects." *Am J Psych.* 1988; 145(5):628–631.
14. Abdel-Nabi EA, Motawee E, Lasheen N, Taha A. A study of vertigo and dizziness in the premenstrual period. *J Laryngol Otol.* 1984; 98:273-5.
15. Ishii C, Nishino LK, Campos CA. Vestibular characterization in the menstrual cycle. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2009;75(3):375-80.
16. Eviatar A, Goodhill V. "Dizziness as Related to Menstrual Cycles and Hormonal Contraceptives: An Electronystagmographic Study." *Arch Otol.* 1969; 90(3):301– 306.
17. Elkind-Hirsch KE, Stoner WR, Stach BA, et al. Estrogen influences auditory brainstem responses during the normal menstrual cycle. *Hear Res.* 1992; 60:143–148.
18. Darlington CL, Ross A, King J, et al. Menstrual cycle effects on postural stability but not optokinetic function. *Neurosci Lett.* 2001; 307:147–150.
19. Abdel-Nabi EA, Motawee E, Lasheen N, et al. A study of vertigo and dizziness in the premenstrual period. *J Laryngol Otol.* 1984; 98:273–276.
20. Benign Paroxysmal Positional Vertigo in Pregnancy Kübra Çoban¹, Nilüfer Yiğit², Erdiç Aydı *Turk Arch Otorhinolaryngol.* 2017;55: 83-6.
21. Uchida K, Suzuki N, Takiguchi T, Terada S, Inoue M. "The Possible Effect of Pregnancy on Ménière's Disease." *ORL.* 1997;59(5):292–295.
22. Sennaroglu G, Belgin E. Audiological findings in pregnancy. *J Laryngol Otol.* 2001;115(8):617-21.
23. Naftalin L, Mallett KJ. "Clinical Records: Case Report of Hormonal Vertigo." *J Laryngol Otol.* 1980; 94(3):311–316.
24. Ekblad S, Bergendahl A, Enler P, Ledin T, Möllen C, Hammar M. Disturbances in postural balance are common in postmenopausal women with vasomotor symptoms. *Climacteric.* 2000;3(3):192-8.
25. Owada S, Suzuki M. The relationship between vasomotor symptoms and menopause-associated dizziness. *Acta Otolaryngol.* 2014;134(2):146-50.
26. Horner KC. The effect of sex hormones on bone metabolism of the otic capsule--an overview. *Hear Res.* 2009;252(1-2):56-60.
27. Naessen T, Lindmark B, Lagerström C, Larsen HC, Persson I. Early postmenopausal hormone therapy improves postural balance. *Menopause.* 2007;14(1):14-9
28. Kilicdag EB, Yavuz H, Bagis T, Tarim E, Erkan AN, Kazanci F. Effects of estrogen therapy on hearing in postmenopausal women. *Am J Obstet Gynecol.* 2004;190(1):77-82.
29. Urbaniak J, Zielińska-Bliźniewska H, Miłośki J, Pietkiewicz P, Kuśmierczyk K, Olszewski J. Effects of oral contraceptives on selected parameters of the homeostatic control system in young women having a sudden disorder of the auditory and/or balance system. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2015;272(2):321-6.