

# Otoneurologische Beschwerden in der Perimenopause

## Bekanntes und Unbekanntes

Die Hormonveränderungen in der Perimenopause wirken sich auch auf Gehör und Gleichgewicht aus. Der protektive Effekt von Östrogen auf das Gehör ist gut dokumentiert. Neuere Forschungsergebnisse zeigen multiple Wirkungen von Geschlechtshormonen auf das Innenohr und Vestibularisorgan sowie auf die zentrale Verarbeitung. Im Folgenden werden einige otoneurologische Erkrankungen in der Perimenopause, welche die Lebensqualität relevant einschränken, in den Fokus gerückt und Konsequenzen für den klinischen Alltag diskutiert.

CLAUDIA CANDREIA



Claudia Candreia

Die Otoneurologie beschäftigt sich mit Störungen des Hör- und Gleichgewichtssystems und den zugehörigen Hirnstrukturen. Ein Geschlechterunterschied in der Ausprägung des altersabhängigen Hörverlusts und in der Häufigkeit von episodischen Schwindelbeschwerden ist bekannt und ebenso die kausale Verknüpfung mit den Geschlechtshormonen. Vor allem Östrogen und dessen Fluktuation spielen eine wichtige Rolle. Neuere wissenschaftliche Erkenntnisse können zunehmend die molekularen Grundlagen dazu aufdecken. Rezeptoren für Östrogen und Progesteron finden sich sowohl im Innenohr und Gleichgewichtsorgan als auch in multiplen Hirnarealen. Östrogen ist involviert in die Innenohrhomöostase als auch in neuromodulatorische Prozesse im zentralen vestibulären und auditiven Netzwerk mit einem meist antiinflammatorischen und neuroprotektiven Effekt.

### Hormonelle Veränderungen und Gleichgewicht sind nicht zwingend

Zusammenhänge von Hör- und Gleichgewichtsstörungen mit hormonellen Veränderungen werden oft

spät erkannt, da suggestive Symptome fehlen. Der Kuppermann-Menopause-Index zur Quantifizierung der klimakterischen Symptome nennt «Vertigo» als eines der typischen klimakterischen Symptome neben «Hitzewellen, Schwitzen, Parästhesien, Insomnie, Nervosität, Melancholie, Müdigkeit, Muskelschmerzen, Kopfschmerzen, Herzklopfen und vaginaler Trockenheit».

Im klinischen Alltag sind wir nicht selten mit Patientinnen konfrontiert, deren Schwindel- oder Hörsymptomatik zwar klar perimenstruell auftritt, aber nicht einem klassischen Krankheitsbild zugeordnet werden kann. Symptome können eine Dysakusis, eine Lärmempfindlichkeit, ein Tinnitus, ein fluktuierendes Gehör, Ohrdrucksymptomatik oder eine Bewegungstoleranz sein. Solche oligosymptomatischen und fluktuierenden Beschwerden sind schwierig einzuordnen und haben dennoch eine beträchtliche Morbidität. Erschwerend kommt dazu, dass verschiedene medizinische Fachrichtungen in die Behandlung involviert sind (HNO, Neurologie, Gynäkologie, Allgemeinmedizin). Im klinischen Alltag werden Zusammenhänge erst offensichtlich, wenn sie plötzlich z.B. bei Beginn einer Antiöstrogentherapie oder nach Ovariectomie auftreten. Eine frühe Erkennung und Behandlung von otoneurologischen hormonabhängigen Störungen könnte die Morbidität deutlich reduzieren und die Lebensqualität verbessern.

**Schwindel** scheint ein häufiges Symptom in der Menopause zu sein; dieser ist sehr offen definiert als ein «subjektives Krankheitsgefühl, das zu einer Orientierungsstörung im Raum führt». Zur Klärung der Ätiologie von Schwindelbeschwerden stützt man sich vor allem auf die Anamnese, welche 80% der Hinweise auf die Ursache liefert. Apparative Tests können die klinische Verdachtsdiagnose untermauern, stehen aber

### Merkmale

- **Östrogen hat einen relevanten Einfluss auf Gehör und Gleichgewicht.** Wirkmechanismen sind sowohl peripher im Innenohr als auch im Hirn.
- **Schwindel, insbesondere episodische Schwindelbeschwerden,** sind gehäuft bei Frauen in der Perimenopause. Dazu gehören BPLS, vestibuläre Migräne und Morbus Menière.
- **Anamnese und Tagebuch** können Zusammenhänge zwischen Hormonschwankungen und Hör- und Gleichgewichtsbeschwerden aufdecken.
- **Eine interdisziplinäre Abklärung und Behandlung** von therapieresistenten Schwindel- und Hörproblemen ist empfohlen und kann die Morbidität deutlich verbessern.

Tabelle:  
**Episodische vestibuläre Syndrome (Barany-Diagnosekriterien)**

Diagnose	Benigner paroximaler Lagerungsschwindel (BPLS) (z. B. posteriore Bogengänge)	Definitiver Morbus Menière	Vestibuläre Migräne
<b>A</b>	Rezidivierende lageabhängige Schwindelattacken oder lageabhängiger Schwindel	≥ 2 Schwindelattacken zwischen 20 Min. u. 12 Std.	Mindestens 5 Episoden mit vestibulären Symptomen mittlerer oder starker Intensität und einer Dauer von 5 Min. bis 72 Std.
<b>D</b>	Dauer der Attacken < 1 Minuten	Mindestens 1 audiometrisch dokum. Hörverlust in tiefen und mittleren Frequenzen im betroffenen Ohr vor, während, nach einer Schwindelepisode	Positive Anamnese f. aktuelle o. frühere Migräne mit oder ohne Aura nach den Kriterien der ICHD-3*r
<b>C</b>	Lageabhängiger Nystagmus < 1 Min. ausgelöst nach Latenz von ≤ 1 Sek. durch das Dix-Hallpike-Manöver	Fluktuierende Ohrsymptome (Gehör, Tinnitus, Völlegefühl) im betroffenen Ohr	> Migränesymptome während mindestens 50% der Schwindelepisoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kopfschmerzen mit mindestens 2 der folgenden Merkmale: einseitige Lokalisation, pulsierender Charakter, mittlere oder starke Schmerzintensität, Verstärkung durch körperliche Routineaktivitäten</li> <li>• Photophobie und Phonophobie</li> <li>• visuelle Aura</li> </ul>
<b>D</b>	Nicht besser erklärbar durch eine andere vestibuläre Erkrankung	Nicht besser erklärbar durch eine andere vestibuläre Erkrankung	Nicht besser erklärbar durch eine andere vestibuläre oder ICHD-Erkrankung

\* International Classification of Headache Disorders  
 Weitere Informationen: <https://www.thebaranysociety.org/icvd-consensus-documents/>

insbesondere bei episodischen Störungen eher im Hintergrund. Die Klassifizierung der Schwindelsymptome basiert grossenteils auf Kriterienkatalogen. Die häufigsten Schwindelsyndrome wurden von der Barany Society im Konsensusverfahren klassifiziert (<https://www.thebaranysociety.org/icvd-consensus-documents/>). **Hörverlust** wird nicht als Leitsymptom der Perimenopause genannt. Dies, obwohl der otoprotektive Effekt von Östrogen auf das Innenohr und die Hörbahn sehr gut dokumentiert ist, und Gehörschwankungen mit besserem Gehör bei höherem Östrogenlevel sowie eine raschere Zunahme des altersabhängigen Hörverlusts bei Östrogenabfall ab der Menopause beschrieben sind. Bei audiologischen Symptomen stützt sich die Diagnose auf das Tonaudiogramm, welches den subjektiven Hörverlust quantifiziert. Für die Diagnose von Tinnitus, Dysakusis oder Lärmempfindlichkeit gibt es keine verlässlichen Tests. Diese Symptome können jedoch auf eine versteckte Hörminderung oder eine Innenohrstörung hindeuten und sollten ernst genommen werden.

**Perimenopause und Gleichgewicht**

Episodische vestibuläre Syndrome (Tabelle) wie der benigne paroxymale Lagerungsschwindel (BPLS), die vestibuläre Migräne (VM) und die Menière-Erkrankung (MD) sind bei Frauen deutlich häufiger als bei

Männern und Zusammenhänge mit Geschlechtshormonen sind zunehmend evident. Insbesondere Schwankungen des Östrogenspiegels in der Menopause erscheinen als potente Trigger für Schwindelattacken.

**Benigner paroxysmaler Lagerungsschwindel**

Beim benignen paroxysmalen Lagerungsschwindel (BPLS) kommt es zu einer Verlagerung von «Ohrkristallen» (Otokonien) der Otolithenorgane in das Bogengangssystem. Durch Lagewechsel mit Beschleunigung in der jeweiligen Richtung der Bogengänge kommt es zu Sekunden dauernden Schwindelbeschwerden durch unphysiologische Stimulation der Beschleunigungssensoren durch die aberranten Otokonien. Risikofaktoren für einen Lagerungsschwindel sind Kopftrauma, Beschleunigung, Bettlägerigkeit und Osteoporose und Vitamin-D-Mangel sowie metabolische Störungen im Innenohr bzw. den Otokonien. BPLS ist mehr als doppelt so häufig bei Frauen (besonders in der Menopause) als bei Männern. Östrogen spielt eine Schlüsselrolle im Stoffwechsel der Otokonien. Sowohl die Vitamin-D-Aufnahme im Darm als auch der Abbau der Otokonien scheint durch Östrogen beeinflusst. Niedrigere Östrogenlevel führen zu veränderter Ultrastruktur und Dislokation der Otokonien. Zusätzlich ist die Ho-

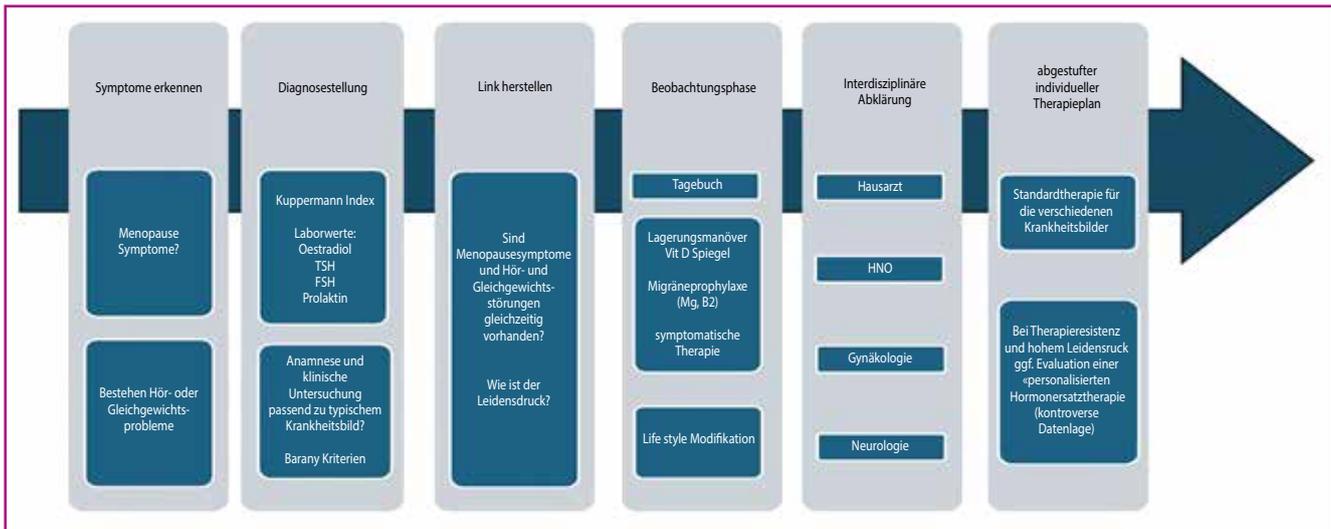


Abbildung: Vorschlag für das Vorgehen im klinischen Alltag bei Hör- und Gleichgewichtsstörungen in der Perimenopause

möostase der Flüssigkeiten im Innenohr durch Östrogenabfall verändert. Der Knochenstoffwechsel im Innenohr ist ebenfalls hormonell beeinflusst (durch Östrogen und Prolaktin).

In der Perimenopause kommt es durch Abfall der Östrogenlevel also gleich auf mehreren Ebenen zu negativen Auswirkungen auf das Otolithensystem, was die deutlich erhöhte Inzidenz von BPLS in der Perimenopause erklärt. Die Behandlung des Lagerungsschwindels stützt sich vorwiegend auf mechanische Repositionsmanöver.

In den letzten Jahren hat sich auch die Vitamin-D-Substitution etabliert. Erste klinische Studien zeigen einen positiven Effekt der Hormonersatztherapie (HRT) auf den BPLS mit Reduktion der Inzidenz. Dies eröffnet in Zukunft möglicherweise neue Therapieoptionen bei hartnäckigem und rezidivierendem BPLS.

**Menière-Erkrankung**

Die Menière-Erkrankung ist eine idiopathische Innenohrerkrankung mit episodischem Auftreten von Hörminderung, Ohrdruck/Völlegefühl, Tinnitus und Drehschwindel. Typischerweise dauern die Attacken Minuten bis Stunden. Es handelt sich um Störungen der Innenohrhomeostase, ätiologisch variablen und multifaktoriellen Ursprungs. Als pathophysiologischer Marker besteht ein endolymphatisches Hydrops, d.h. eine Volumenzunahme im endolymphatischen Raum von Cochlea und Labyrinth. Aktueller Forschungsschwerpunkt bildet die Suche nach ätiologischen Subkategorien basierend auf molekulargenetischen, physiologischen und anatomischen Besonderheiten.

Das klinische und therapeutische Augenmerk richtet sich auf die multiplen Einflussfaktoren und Trigger, unter anderem auf hormonelle Einflüsse. Eine perimenopausale und zyklusabhängige Häufung von

Menière-Attacken ist beschrieben. Gehäufte Schwindelattacken in der prälutealen Phase sind beschrieben und konnten therapeutisch positiv beeinflusst werden

Insbesondere niedrige und schwankende Östrogenlevel werden als Triggerfaktoren für die Auslösung von Menièreereattacken angenommen. Ein Einbezug von endokrinologischen Faktoren in der Menopause zeigt positive Effekte auf die Symptomkontrolle.

**Vestibuläre Migräne**

Vorbestehende Migränebeschwerden verändern sich nicht selten in der Perimenopause mit Zunahme von vestibulären Symptomen und Abnahme der Kopfschmerzen. Die vestibuläre Migräne ist charakterisiert durch episodischen Schwindel von Sekunden bis Tage mit begleitender Nausea, Übelkeit und Bewegungsintoleranz oder Lärm- und Lichtempfindlichkeit bei positiver (Familien)anamnese für Migräne. Kopfschmerzen können vorhanden sein oder nicht. Es zeigt sich eine klare weibliche Prädominanz. Tiefere Östrogenkonzentrationen zeigen vermehrt längere und schwerere Schwindelattacken, wohingegen bei höherer Östrogenkonzentration längere symptomfreie Intervalle gefunden wurden. Östrogen und auch Progesteron spielen zudem eine wichtige Rolle bei der Modulation von verschiedenen Neuropeptiden.

**Perimenopause und Gehör**

Ab der Menopause nimmt der altersabhängige Hörverlust eher in den hohen Frequenzen zu. Unterschiede des alterabhängigen «normalen» Hörverlusts zwischen Männern und Frauen, welche bei Männern mit zirka 30 Jahren und bei Frauen erst ab dem 50. Lebensalter beginnt. Lärmexposition in Beruf und Freizeit können diese Unterschiede nur un-

genügend erklären, weshalb schon seit langer Zeit ein protektiver Effekt der Östrogene postuliert wurde.

Die Wirkmechanismen des Östrogens im Innenohr sind inzwischen im Mausmodell und beim Menschen gut dokumentiert; nachgewiesen sind antiinflammatorische Wirkungen, metabolische und neuromodulatorische Effekte in der Cochlea und der Hörbahn. Während der positive Effekt von Östrogenen auf das Hörvermögen unbestritten ist, kann die Kombination mit Progesteron oder Testosteron sich negativ auf das Hörvermögen auswirken.

Auch eine Dosisabhängigkeit der Effekte von Östrogen im Ohr wird vermutet. Bei hohen Östrogenspiegeln könnte der protektive Effekt durch die östrogeninduzierte Hyperprolaktinämie mit resultierendem akzeleriertem Knochenumbau aufgehoben werden.

Trotz mittlerweile bekannten Wirkmechanismen von Östrogenen spielen Hörprobleme in der Indikationsstellung für eine Hormonersatztherapie keine Rolle. Die Literatur zeichnet ein widersprüchliches Bild mit positiven und negativen Effekten. Vor einer Indikationsstellung muss deutlich mehr über die komplexen Interaktionen inklusive Dosisabhängigkeit, Langzeitwirkung und individuelle Faktoren bekannt sein. Für viele Patientinnen ist es dennoch wichtig, mögliche Zusammenhänge zu kennen, die ihre Symptome mit-erklären können.

### Fazit für die Praxis

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass in der Perimenopause otoneurologische Symptome, insbesondere Schwindel, häufig sind und zu beträchtlicher Morbidität führen. Obwohl Schwindel als Leitsymptom des Klimakteriums auftaucht, ist eine Ursachen-suche sinnvoll und eine Behandlung meist möglich. Es handelt sich häufig um multifaktorielle Störungen, welche durch Hormonschwankungen negativ beeinflusst werden und in der Perimenopause exazerbieren.

Insbesondere der Östrogenabfall führt zu metabolischen Veränderungen im Hör- und Gleichgewichtssystem. Am Beispiel des BPLS, bei dem sich Veränderungen in der Beschaffenheit der Otoconien, der Innenohrhomöostase, dem Vitamin-D-Stoffwechsel und dem Knochenumbau finden, zeigt sich die Komplexität der Interaktionen. Die zunehmende wissenschaftliche Evidenz über pathophysiologische Prozesse und molekulare Interaktionen wird in Zukunft sicherlich neue Erkenntnisse liefern.

Für den klinischen Alltag empfehlen wir:

- Einbezug von vestibulären und audiologischen Symptomen in die gynäkologische Anamnese und
- Einbezug von hormonellen Faktoren und perimenopausalen Symptomen in die HNO-Anamnese. (Abbildung)

Wichtige Hinweise sind eine positive Migräneanamnese, ein Zustand nach Hörsturz, PMS und perimenstruelle Kopfschmerzen.

Da fluktuierende und multifaktorielle Beschwerden sowohl für den Patienten als auch für die behandelnden Ärzte oft schwierig zu identifizieren sind, empfehlen wir zusätzlich das Erstellen eines Symptomtagebuchs für Schwindel und Gehör. Zeigen sich wiederkehrende oder perimenstruell gehäufte Symptome, empfehlen wir eine gynäko-endokrinologische Abklärung zur Bestimmung des Hormonstatus bzw. des Menopausestadiums.

Bei anamnestischem Verdacht auf einen BPLS empfiehlt sich eine Lagerungsprüfung und die Bestimmung des Vitamin-D-Spiegels und gegebenenfalls die Substitution. Bei Verdacht auf vestibuläre Migräne kann ein Therapieversuch mit Magnesium oder Vitamin-B2 zur Anfallsprophylaxe bereits begonnen werden. Im Falle von episodischen Hör- und Gleichgewichtsbeschwerden vom Menière-Typ empfiehlt sich eine Zuweisung zum HNO-Arzt.

Therapieresistente Beschwerden erfordern eine interdisziplinäre Behandlung. Bei frühzeitigem Erkennen und Vermeiden von Triggerfaktoren oder Behandeln von Symptomen kann der Leidensdruck deutlich reduziert werden. Der Effekt von Hormonersatztherapie auf Gehör und Gleichgewicht ist in der Literatur noch kontrovers. Bei schweren und therapieresistenten Schwindelbeschwerden kann eine HRT nach interdisziplinärer Evaluation (Neurologie, HNO, Gynäkologie) eine Option sein. Bei diesen Patienten ist ein interdisziplinäres Follow-up erforderlich. ■

#### Dr. med. Claudia Candreia

Klinik für HNO-Heilkunde, Hals- und plastische Gesichtschirurgie  
Spez. Audiologie und Neurootologie  
Luzerner Kantonsspital  
6000 Luzern 16  
E-Mail: claudia.candreia@luks.ch

#### Quellen:

##### Hearing and sex hormones:

Hederstierna C, Hultcrantz M, Collins A, Rosenhall U.: The menopause triggers hearing decline in healthy women. *Hear Res.* 2010 Jan;259(1-2):31-35.

doi: 10.1016/j.heares.2009.09.009. (Epub 2009 Sep 23. PMID: 19781610).

Delhez A, Lefebvre P, Péqueux C, Malgrange B, Delacroix L.: Auditory function and dysfunction: estrogen makes a difference. *Cell Mol Life Sci.* 2020 Feb;77(4):619-635.

doi: 10.1007/s00018-019-03295-y. (Epub 2019 Sep 14. PMID: 31522250; PMCID: PMC11105012).

Aloufi N, Heinrich A, Marshall K, Kluk K.: Sex differences and the effect of female sex hormones on auditory function: a systematic review. *Front Hum Neurosci.* 2023 Apr 21;17:1077409.

doi: 10.3389/fnhum.2023.1077409. (PMID: 37151900; PMCID: PMC10161575.)

Canlon B, Frisina RD.: Sex hormones and hearing: a pioneering area of enquiry. *Hear Res.* 2009 Jun;252(1-2):1-2.

doi: 10.1016/j.heares.2009.05.005. (PMID: 19531444; PMCID: PMC2758054).

Frisina RD, Bazard P, Bauer M, Pineros J, Zhu X, Ding B.: Translational implications of the interactions between hormones and age-related hearing loss. *Hear Res.* 2021 Mar 15;402:108093.

doi: 10.1016/j.heares.2020.108093. (Epub 2020 Oct 15. PMID: 33097316; PMCID: PMC7904577).

Vahl JM, Goldberg-Bockhorn E, Hoffmann TK, Wigand MC.: Hormonelle Beeinflussung des Hörvermögens [Hormonal influence on hearing]. *HNO.* 2021 Dec;69(12):987-995. doi: 10.1007/s00106-021-01019-y. (Epub 2021 Mar 16. PMID: 33725160)

Kim SH, Kang BM, Chae HD, Kim CH.: The association between serum estradiol

level and hearing sensitivity in postmenopausal women. *Obstet Gynecol.* 2002 May;99(5 Pt 1):726-730.  
doi: 10.1016/s0029-7844(02)01963-4. (PMID: 11978279).

**Balance and sex hormones:**

Mucci V, Hamid M, Jacquemyn Y, Browne CJ.: Influence of sex hormones on vestibular disorders. *Curr Opin Neurol.* 2022 Feb 1;35(1):135-141.  
doi: 10.1097/WCO.0000000000001019. (PMID: 34864753).

Jeong SH.: Benign Paroxysmal Positional Vertigo Risk Factors Unique to Perimenopausal Women. *Front Neurol.* 2020 Oct 16;11:589605.  
doi: 10.3389/fneur.2020.589605. (PMID: 33178127; PMCID: PMC7596253).

Tang B, Yu X, Jiang W, Zhang C, Zhan T, He Y.: Clinical significance of serum sex hormones in postmenopausal women with vestibular migraine: potential role of estradiol. *J Int Med Res.* 2021 May;49(5):3000605211016379.  
doi: 10.1177/03000605211016379. (PMID: 34024170; PMCID: PMC8142534).

El Khiati R, Tighilet B, Besnard S, Chabbert C.: Vestibular Disorders and Hormonal Dysregulations: State of the Art and Clinical Perspectives. *Cells.* 2023 Feb 18;12(4):656.  
doi: 10.3390/cells12040656. (PMID: 36831323; PMCID: PMC9954452).

Yang L, Xu Y, Zhang Y, Vijayakumar S, Jones SM, Lundberg YW.: Mechanism Underlying the Effects of Estrogen Deficiency on Otoconia. *J Assoc Res Otolaryngol.* 2018 Aug;19(4):353-362.  
doi: 10.1007/s10162-018-0666-8. (Epub 2018 Apr 23. PMID: 29687165; PMCID: PMC6081893).

Castillo-Bustamante M, Çelebisoy N, Echavarría LG, Franco I, Valencia S, Gonzalez S, García A.: Balance in Transition: Unraveling the Link Between Menopause and Vertigo. *Cureus.* 2024 Apr 29;16(4):e59277.  
doi: 10.7759/cureus.59277. (PMID: 38813338; PMCID: PMC11135238).

Orendorz-Frączkowska K, Temporale H.: Organ of hearing and balance in peri- and postmenopausal women. Effects of hormone replacement therapy on hearing and balance in peri- and post-menopausal women: The current state of knowledge. *Adv Clin Exp Med.* 2020 Jun;29(6):751-755.  
doi: 10.17219/acem/121935. (PMID: 32589823).

Jian H, Yu G, Chen G, Lin N, Wang H.: Correlation between auditory-vestibular functions and estrogen levels in postmenopausal patients with Meniere's disease. *J Clin Lab Anal.* 2019 Jan;33(1):e22626.  
doi: 10.1002/jcla.22626. (Epub 2018 Jul 20. PMID: 30030864; PMCID: PMC6430344).

Yan M, Guo X, Liu W, Lu J, Wang J, Hu L, Xia K, Ni J, Lu H, Zhao H.: Temporal Patterns of Vertigo and Migraine in Vestibular Migraine. *Front Neurosci.* 2020 Apr 15;14:341.  
doi: 10.3389/fnins.2020.00341. (PMID: 32351358; PMCID: PMC7175799).

Liu DH, Kuo CH, Wang CT, Chiu CC, Chen TJ, Hwang DK, Kao CL.: Age-Related Increases in Benign Paroxysmal Positional Vertigo Are Reversed in Women Taking Estrogen Replacement Therapy: A Population-Based Study in Taiwan. *Front Aging Neurosci.* 2017 Dec 12;9:404.  
doi: 10.3389/fnagi.2017.00404. (PMID: 29311896; PMCID: PMC5732995).

Liu DH, Kuo CH, Wang CT, Chiu CC, Chen TJ, Hwang DK, Kao CL.: Age-Related Increases in Benign Paroxysmal Positional Vertigo Are Reversed in Women Taking Estrogen Replacement Therapy: A Population-Based Study in Taiwan. *Front Aging Neurosci.* 2017 Dec 12;9:404.  
doi: 10.3389/fnagi.2017.00404. (PMID: 29311896; PMCID: PMC5732995).

Liu DH, Kuo CH, Wang CT, Chiu CC, Chen TJ, Hwang DK, Kao CL.: Age-Related Increases in Benign Paroxysmal Positional Vertigo Are Reversed in Women Taking Estrogen Replacement Therapy: A Population-Based Study in Taiwan. *Front Aging Neurosci.* 2017 Dec 12;9:404.  
doi: 10.3389/fnagi.2017.00404. (PMID: 29311896; PMCID: PMC5732995).

Liu DH, Kuo CH, Wang CT, Chiu CC, Chen TJ, Hwang DK, Kao CL.: Age-Related Increases in Benign Paroxysmal Positional Vertigo Are Reversed in Women Taking Estrogen Replacement Therapy: A Population-Based Study in Taiwan. *Front Aging Neurosci.* 2017 Dec 12;9:404.  
doi: 10.3389/fnagi.2017.00404. (PMID: 29311896; PMCID: PMC5732995).