

# Bilateral Vestibülopatili Hastalarda Vestibüler Rehabilitasyonun Statik ve Dinamik Denge Skorları Üzerine Etkisi

## The Effect of Vestibular Rehabilitation on Static and Dynamic Balance Scores in Patients with Bilateral Vestibulopathy

<sup>1</sup>Belde ÇULHAOĞLU<sup>a</sup>, <sup>2</sup>Seyra ERBEK<sup>b</sup>, <sup>3</sup>Levent Naci ÖZLÜOĞLU<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Bölümü, Samsun, TÜRKİYE

<sup>b</sup>Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ABD, Ankara, TÜRKİYE

**ÖZET Amaç:** Bilateral vestibülopati, farklı etiyojilere sahip, nadir görülen, heterojen, kronik bir hastalıktır. Bilateral vestibülopati, özellikle yaşlılarda postüral dengesizlik ve düşmenin en sık görülen nedenlerindendir. Bu çalışmanın amacı; bilateral vestibülopati tanısı almış hastalarda vestibüler rehabilitasyonun etkinliğini ortaya koymaktır. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmaya bilateral vestibülopati tanısı almış 17 hasta dâhil edilmiştir. Tüm hastaların bilateral vestibülopati tanısı Barany kriterlerine göre konulmuştur. Vestibüler sistemi değerlendirmek için videonistagmografi cihazı kullanılmıştır. Statik ve dinamik denge, SportKAT 3000 cihazı ile değerlendirilmiştir. İlk değerlendirmeler yapıldıktan sonra hastalar vestibüler rehabilitasyon programına alınmıştır. Vestibüler rehabilitasyon programı 4 hafta süresince haftada 2 gün uzman odyolog eşliğinde bire bir şekilde tamamlanmıştır. Vestibüler rehabilitasyon programı sonrası statik ve dinamik denge skorları rehabilitasyon öncesi sonuçları ile karşılaştırılmıştır. **Bulgular:** Çalışmaya dâhil olan 17 hastadan 15'i kadın, 2'si erkek olup, yaş ortalaması 66,18±12,69'dur. Çalışmaya dâhil edilen olguların 1 aylık rehabilitasyon programı öncesi ve sonrasında yapılan değerlendirmeler karşılaştırıldığında, vestibüler rehabilitasyon sonrasında statik ve dinamik denge skorlarında elde edilen düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,001). **Sonuç:** Bilateral vestibülopatisi olan hastalarda uygulanan vestibüler rehabilitasyon programı etkin olup, statik ve dinamik denge skorlarında iyileşme olduğu görülmüştür.

**ABSTRACT Objective:** Bilateral vestibulopathy is a rare, heterogeneous, chronic disease with different etiologies. Bilateral vestibulopathy is one of the most common causes of postural imbalance and falls, especially in the elderly. The aim of the study is to investigate the effect of vestibular rehabilitation in patients diagnosed with bilateral vestibulopathy. **Material and Methods:** Seventeen patients diagnosed with bilateral vestibulopathy were included in our study. In the vestibular system evaluation of all patients, the ear nose throat examination was made with appropriate vestibular tests based on Barany's criteria, and the diagnosis of vestibulopathy was made. Videonystagmography was used for vestibular tests. Static and dynamic balance were evaluated with the SportKAT 3000 device. After initial evaluation, the patients were included in the vestibular rehabilitation program. The vestibular rehabilitation program was conducted in the form of one-to-one for 2 days a week for 4 weeks. After vestibular rehabilitation program was completed, static and dynamic balance scores were compared with initial results. **Results:** 17 people included in the study, 15 were female and 2 were male, with a mean age of 66.18±12.69 years. Before and after the one-month rehabilitation program of the subjects included in the study were compared. The decrease in static and dynamic balance scores after vestibular rehabilitation was found statistically significant (p<0.001). **Conclusion:** It was proved that vestibular rehabilitation program in patients with bilateral vestibulopathy was effective and it was observed that there was an improvement in static and dynamic balance scores.

**Anahtar Kelimeler:** Bilateral vestibülopati; vestibüler rehabilitasyon; statik denge; dinamik denge

**Keywords:** Bilateral vestibulopathy; vestibular rehabilitation; static balance; dynamic balance

Bilateral vestibülopati (BVP), farklı etiyojilere sahip, nadir görülen, heterojen, kronik vestibüler bir hastalıktır.<sup>1</sup> BVP, özellikle yaşlılarda postüral denge-

sizlik ve düşmenin en sık görülen nedenlerindendir.<sup>2</sup> BVP için bilateral vestibüler güçsüzlük, bilateral vestibüler hipofonksiyon veya bilateral vestibüler kayıp

**Correspondence:** Belde ÇULHAOĞLU

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Bölümü, Samsun, TÜRKİYE/TURKEY

E-mail: culhaoglubelde@gmail.com



Peer review under responsibility of Journal of Ear Nose Throat and Head Neck Surgery.

Received: 13 Sep 2021

Received in revised form: 19 Oct 2021

Accepted: 22 Oct 2021

Available online: 01 Nov 2021

1307-7384 / Copyright © 2021 Turkey Association of Society of Ear Nose Throat and Head Neck Surgery. Production and hosting by Türkiye Klinikleri.

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

gibi birçok eş anlamı kullanılmıştır.<sup>3</sup> BVP, iç kulaktaki labirentin işlev bozukluğu ve bu bozukluğa bağlı olarak vestibülooküler refleksin (VOR) aktif olarak çalışmaması ile sonuçlanır.<sup>4</sup> Tekrarlayan baş dönmesi, BVP'li hastalarda oldukça sık gözlenen bir durumdur. Spesifik olmayan semptomları, sinsi başlangıcı ve yavaş ilerlemesi nedeniyle çoğu zaman gözden kaçır. Bu da tanı koymada ve tedavide gecikmelere yol açabilir.<sup>2,5</sup> Tanı koymadaki bu belirsizliği gidermek için uluslararası Barany topluluğunun tanımladığı BVP tanı kriterleri aşağıda verilmiştir.

A. Kronik vestibüler sendroma eşlik eden semptomlar:

1. Yürürken veya ayakta dururken dengesizlik,
2. Harekete bağlı bulanık görme veya osilopsi,
3. Karanlıkta veya düz olmayan zeminde kötüleşme.

B. Otururken ya da yatarken (statik koşullarda) herhangi bir belirtinin olmaması.

C. Bilateral bozulmuş VOR fonksiyonu:

1. Bilateral patolojik horizontal açıda Video Baş Savurma Testi'nde VOR kazancının  $<0,6$ ,
2. Kalorik testte cevabın azalmış olması (bilateral slow phase velocity (SPV)'nin toplamı  $<6^{\circ}/sn$ ),
3. Rotasyon sandalyesinde azaltılmış horizontal VOR kazancı  $<0,1$  ( $0,1$  Hz,  $V_{max}=50^{\circ}/sn$ ).<sup>3</sup>

BVP'deki bu semptomlar, vestibülospinal reflekslerde bozulmaya sebep olur ve bu hastalarda vücut salınımlarında artış ve geniş tabanlı yürüyüş görülür. Yüzde 30-40 oranında hastalarda hareket sırasında ya da pasif baş hareketinde (araçta seyahat etmek) osilopsi görülmektedir. Bu hastalarda; karanlıkta, düz olmayan zeminde dengesizlik ve düşme oranı artmaktadır. Dengesizlik problemi vestibülopatili hastalarda otururken ya da yatarken görülmemektedir.<sup>6</sup>

Amerika'da yapılan bir çalışmada, erişkin popülasyonda BVP görülme sıklığı 100.000'de 28 olarak saptanmıştır.<sup>7</sup> Farklı çalışmalarda bu oran %4-7 olarak belirtilmiştir. Nedenleri ototoksik, enfeksiyöz, travmatik, otoimmün veya konjenital olabilir ancak vakaların yaklaşık %50'sinde hiçbir neden bulunmaz.<sup>8</sup> En sık 50-60 yaş arasında görülmektedir.<sup>9,10</sup> Hastaların %60'ında hastalık yavaş ve progresif ola-

rak gelişmektedir. Yüzde 90'ında yaşam kalitesinde bozulmalar görülür. Denge kaybı, bulanık görme, baş dönmesi, vestibülospinal ve VOR'da bozulma, vestibülo-talamo-kortikal yolda nöral aktivitede azalma ile açığa çıkan vestibüler bozuklukların sonucunda, hastalarda fiziksel yetersizlik, günlük hayatta ve iş yaşamında sıkıntılar, psikolojik ve sosyal izolasyon problemleri görülmektedir.<sup>11</sup>

Vestibülopati tanısını koymak ve tedaviye başlamak bazen uzun zaman alabilir. Özellikle yaşlı popülasyonda bu sürenin uzun olması düşme riskini artırır.

Vestibüler rehabilitasyon programı, periferik vestibüler bozukluğa bağlı dengesizlik ve baş dönmesi semptomlarının tedavisinde egzersiz programının kullanılmasıdır. Amacı, postüral stabilitenin kazandırılması, dengesizlik hissi ve semptomların giderilmesi, kişinin iş ve sosyal hayata döndürülmesi, hareket kabiliyetinin kazandırılmasıdır.<sup>12</sup>

Bu bilgiler doğrultusunda bu çalışmanın amacı; BVP tanısı almış hastalarda vestibüler rehabilitasyonun etkinliğini ortaya koymaktır.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmamıza Başkent Üniversitesi Ankara Hastanesi KBB Polikliniğine baş dönmesi şikâyetiyle başvuran ve Barany kriterlerine göre BVP tanısı almış hastalar dâhil edilmiştir. Çalışmada güç analizi G\*Power (Erdfelder, Faul, & Buchner, Germany) (3.1.9.3) programı ile yapılmış ve sonucuna göre (%95 güç;  $\alpha=0,05$ ) 17 kişi çalışmaya alınmıştır.

Çalışma için Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu Klinik Araştırmalar Etik Kurul onayı alındı (KA21/188, 06/04/2021). Bu çalışma, Helsinki Deklarasyonu Prensipleri'ne uygun olarak yapılmıştır. Çalışmaya katılan her bir bireye çalışma hakkında bilgi verildi ve aydınlatılmış onam formu imzalatıldı.

Çalışmaya dâhil olan tüm hastalara otolojik muayene yapılmış, rehabilitasyon öncesinde ve sonrasında vestibüler sistem değerlendirilmesinde videonistagmografi cihazı kullanılarak (VisualEyes 515 Interacoustics A/S, Danimarka); spontan nistagmus, gaze nistagmus, baş savurma testi, sakkad, smooth pursuit, optokinetik testler ve pozisyonel testler yapılmıştır. Bu testler sırasında Barany kriterlerine

göre BVP tanısı alan hastalar çalışmaya dâhil edilmiştir. Santral patolojisi olan hastalar çalışma dışı bırakılmıştır.

Barany kriterlerine göre BVP tanısı alan ve çalışmaya katılan hastaların statik ve dinamik denge değerlendirmesinde Kinesthetic Ability Trainer SportKAT 3000 (Breg, Vista, CA, ABD) cihazı kullanılmıştır. SportKAT 3000 cihazı öne-arkaya ve her iki yana eğilmeye izin veren hareketli bir platformdan yapılmıştır. Bu platform, sn'de 18,2 kez referans noktasından sapmaları kaydeden bir sensör aracılığı ile bilgisayara bağlantılıdır. Elde edilen kayıtlar ile referans noktasına olan sapmalar analiz edilerek denge skoru belirlenir. Denge indeks skoru 0-6.000 arasında değişmektedir. Düşük denge indeksi, dengenin sağlanmasında olumlu olarak değerlendirilir. Statik ve dinamik denge ölçümlerine başlamadan önce hareketli platformun basıncı 6 PSI olarak ayarlanmıştır. Her iki test sırasında hastanın ayakları omuz hizasında, elleri serbest ve gözler açıktır. Statik denge testinde, hastadan bu pozisyonu koruyarak 30 sn süreyle sabit kalması istenmiştir. Dinamik denge testinde hastadan 30 sn süreyle bilgisayar ekranında yer alan imleci saat yönünde daire çizen hareketli hedef nokta üzerinde orta hızda takip etmesi istenmiştir. Yapılan her iki testten önce deneme alıştırmaları yaptırılarak katılımcıdan ne istendiği anlatılmıştır. Test sırasında dengesini koruyamaz ve korkuluğa dokunursa ölçüm iptal edilmiş ve yeniden başlatılmıştır.<sup>13</sup>

Tüm testler yapıldıktan sonra hastalar vestibüler rehabilitasyon programına alınmıştır. Vestibüler rehabilitasyon programı hasta ile bire bir şekilde 4 hafta süresinde haftada 2 gün, kişiye özel olarak planlanan egzersizlerden oluşmaktadır. Kişiye özel hazırlanan egzersiz programı hastanın durumuna uygun olarak alt ekstremité kuvvetlendirme egzersizleri, denge ve derin duyu egzersizleri, Cawthorne-Cooksey egzersizleri ve yürüme egzersizlerini içermektedir.<sup>14</sup>

Elde edilen veriler, SPSS (IBM SPSS Statistics for Windows, Armonk, NY: IBM Corp., ABD) istatistik programı sürüm 20.0 kullanılarak analiz edilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler için aritmetik ortalama±standart sapma ve n (%) değerleri alınmıştır. Verilerin karşılaştırılmasında Wilcoxon testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p<0,05$  olarak kabul edilmiştir.

## BULGULAR

Çalışmamıza dâhil olan 17 kişiden 15'i kadın, 2'si erkek olup, yaş ortalaması  $66,18\pm12,69$  (45-84 yaş aralığı) idi. Hastaların baş dönmesi şikâyetlerinin süresi 6 ay-5 yıl arasında değişmekte idi.

KAT cihazı kullanılarak yapılan denge değerlendirmesi sonuçlarına göre statik denge ve dinamik denge sonuçları tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında her iki denge skorunda da rehabilitasyon sonrası düşüş saptanmış ve elde edilen bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,001$ ) (Tablo 1).

## TARTIŞMA

BVP; orta yaşlarda görülmeye başlayan, yavaş ilerleyen ve yaşam kalitesini olumsuz şekilde etkileyen bir hastalıktır. Semptomlarının diğer hastalıklar ile benzer olması sebebiyle tanı gecikebilir. Bunun yanı sıra vestibüler rehabilitasyon programı ile bu hastaların şikâyetlerinde azalma ve iyileşme görülmektedir. Bu çalışmada, BVP'li hastalara uygulanan vestibüler rehabilitasyonun statik ve dinamik denge skorlarını iyileştirdiği saptanmıştır.

Vestibüler rehabilitasyon; vestibüler bozukluklar için güvenli, etkili ve noninvaziv bir tedavi şekli olup, uzun yıllardır vestibüler nörit, Meniere hastalığı, vestibülopati ve benign paroksizmal pozisyonel vertigo gibi farklı periferik vestibüler hastalıkların tedavisinde kullanılan tedavi yöntemlerinden biridir.<sup>15</sup> Vestibüler rehabilitasyonun amacı; yürüyüş, bakış ve postür dâhil olmak üzere denge fonksiyonunun geliştirilmesi ve günlük yaşam aktiviteleri ile stabilize, fiziksel hareketlilik ve dengenin iyileştirilmesidir.<sup>16</sup> Tedavi edici manevralar, vestibülooküler, vestibüloservikal ve vestibülospinal adaptasyon egzersizleri, yürüme ve denge egzersizleri vestibüler rehabilitasyonda kul-

**TABLO 1:** Tedavi öncesi ve sonrası denge sonuçları.

Test	Tedavi öncesi	Tedavi sonrası	p* değeri
Statik denge skoru	875,18±623,24	381,18±243,61	0,001
Dinamik denge skoru	4025±1518,85	3033,93±1433,81	0,001

p\*: Wilcoxon testi.

lanılan spesifik tedavi yöntemleridir. Kişiyi özel vestibüler rehabilitasyonda ise bu spesifik yöntemlerin yanı sıra genel dayanıklılığın artırılmasına yönelik yapılan kuvvetlendirme egzersizleri, duruş, statik ve dinamik dengenin artırılmasını hedefleyen egzersizler kullanılmaktadır.<sup>17</sup>

Vestibüler rehabilitasyonun etkinliğini araştıran Gillespie ve Minor, 35 bilateral vestibüler hipofonksiyonu olan hastayı vestibüler rehabilitasyon programına almışlardır.<sup>18</sup> Hastaların %51'inde iyileşme, %34'ünde daha az iyileşme gözlenirken %15'inde herhangi bir değişiklik görülmemiştir. Elde edilen bu bilgiler sonucunda, yazarlar vestibüler rehabilitasyon programının etkin olduğunu, hastaların periferik ve santral cevaplarında önemli ölçüde gelişme görüldüğünü öne sürmüşlerdir.

Rehabilitasyon programında kullanılan egzersizler çok çeşitlilik göstermesine rağmen bazı temel egzersizler mutlaka tedavi programına dâhil edilmelidir. Bu egzersizlerden biri olan bakış stabilizasyon egzersizleri, tedavi programımızda da kullanılmıştır. Bakış stabilizasyon egzersizlerinin etkinliğini araştıran çalışmanın sonucuna göre bu egzersizlerin statik dengeyi geliştiren egzersizler olduğu ve vestibüler rehabilitasyon programında kullanılması gereken egzersizlerden biri olduğu saptanmıştır.<sup>19</sup>

Bir hedefe odaklanırken tekrarlanan kafa hareketlerinden oluşan egzersizler adaptasyon egzersizleridir. VOR'un adaptasyon egzersizleri sakkadik göz hareketlerinin geliştirilmesiyle bakış stabilitesini iyileştirir. Bakış stabilite egzersizleri sayesinde motor hareketlerin devamlılığı ve vücudun postüral kontrolü sağlanmış olur.<sup>20</sup>

Vestibüler nörintite, vestibüler rehabilitasyon ile kortikosteroid tedavisini karşılaştıran çalışmada, kortikosteroidlerin kısa dönemde daha etkili olduğu ve vestibüler rehabilitasyonun kortikosteroidler kadar etkili olduğu bildirilmiştir.<sup>21</sup> Bu çalışmanın sonuçlarına göre vestibüler rehabilitasyon programının unilateral vestibülopatide olduğu gibi BVP'li hastalarda da etkin ve güvenli bir tedavi yöntemi olduğu görülmüştür.

Vestibüler rehabilitasyon programı son yıllarda daha çok gelişme göstermiş olup, periferik vestibüler disfonksiyon için vestibüler egzersizlerin etkinliği

konusunda güvenilir çalışmalar yapılmıştır. Vestibüler rehabilitasyon programları, hastanın genel durumuna ve ihtiyaçlarına özel olarak planlanan egzersizlerden oluşmaktadır ve baş dönmesi, osilopsi, postüral instabilite gibi semptomları azaltmayı ve hastanın yaşam kalitesini artırmayı hedeflemektedir.<sup>22</sup> Çalışmamızda uyguladığımız vestibüler rehabilitasyon programı hastaya göre oluşturulmuş ve hastanın şikâyetlerinin giderilmesi, düşme riskinin azaltılması sonucunda yaşam kalitesinin artırılması hedeflenmiştir.

Denge, görme alanının stabilizasyonu (VOR) ve doğru duruş, dik durma (vestibülospinal refleks) ve baş pozisyonu (vestibülokolik refleks) refleksleri ile sağlanır. Bu reflekslerin temel özellikleri, postürün sağlanması ile ilgili olmasıdır. Refleksler; görsel, vestibüler ve proprioseptif sistemler tarafından sağlanan, uzay ve çevre ile değişen ilişkiler hakkında bilgi veren duyuşal girdilerdir. Denge mekanizmalarındaki işlev bozukluğu, hatalı reflekslere ancak en önemlisi baş dönmesi hislerine yol açar. Vestibüler bozukluklarda klinik gözlem ve tanıya yönelik yapılan testlerin yanı sıra fonksiyonel denge testleri de önemlidir.<sup>23</sup> Denge ve postüral kontrol stratejileri, sinir sisteminde görsel ve vestibüler uyarıların derin duyu ile uyum içerisinde çalışmasına bağlıdır. Statik ve dinamik denge sadece sportif aktivitelerde değil günlük yaşam aktivitelerinde etkin ve önemli bir yere sahiptir.<sup>24</sup>

Bu çalışmada, vestibüler rehabilitasyon sonrasında statik ve dinamik denge skorlarındaki iyileşmenin, kas kuvvetlendirme egzersizleri ve proprioseptif duyunun geliştirilmesine yönelik egzersizlerin aktif olarak kullanılmasından kaynaklı olduğu düşünüldü. Vestibüler rehabilitasyon stratejileri ile ilgili bir çalışmada, periferik ve santral vestibüler bozuklukları olan hastaları tedavi etmek için farklı rehabilitasyon protokolleri karşılaştırmıştır. Çalışmada, hastanın durumuna uygun olarak programlanmış ve terapist ile birlikte yapılan egzersizlerin, basit ve ev programı şeklinde verilen egzersizlere göre daha etkili olduğu bildirilmiştir.<sup>14</sup>

## SONUÇ

Sonuç olarak vestibüler rehabilitasyon programı, vestibüler disfonksiyona sahip her yaş grubundaki has-



talarda güvenle kullanılabilir bir tedavi yöntemi- dir. Rehabilitasyon programının başarılı, etkin ola- bilmesi için hastanın ihtiyaçları göz önüne alınarak programlanmalı ve mümkünse terapist tarafından uy- gulanmalıdır. Bu çalışma ile tedavi süreci unilateral olgulara göre zor olan BVP'li hastalarda vestibüler rehabilitasyon programı etkili bulunmuştur. Çalış- manın limitasyonları arasında denek sayısının azlığı ve rehabilitasyonun uzun dönem sonuçlarının olma- ması sayılabilir. BVP'li hastalarda daha çok denek sayısı ile vestibüler rehabilitasyonun uzun dönem et- kilerinin araştırılması gerekmektedir.

### Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğ- rudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme süre-

cinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebile- cek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınma- mıştır.

### Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

### Yazar Katkıları

**Fikir/Kavram:** Seyra Erbek, Belde Çulhaoğlu; **Tasarım:** Seyra Erbek; **Denetleme/Danışmanlık:** Seyra Erbek, Levent Özlüoğlu; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Belde Çulhaoğlu; **Analiz ve/veya Yorum:** Belde Çulhaoğlu, Seyra Erbek; **Kaynak Taraması:** Belde Çulhaoğlu; **Makalenin Yazımı:** Belde Çulhaoğlu; **Eleştirel İnceleme:** Seyra Erbek; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Seyra Erbek, Levent Özlüoğlu; **Malzemeler:** Seyra Erbek, Levent Özlüoğlu.

## KAYNAKLAR

- Hain TC, Cherchi M, Yacovino DA. Bilateral vestibular weakness. *Front Neurol.* 2018;9:344. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Strupp M, Feil K, Dieterich M, Brandt T. Bilateral vestibulopathy. *Handb Clin Neurol.* 2016;137:235-40. [Crossref] [PubMed]
- Strupp M, Kim JS, Murofushi T, Straumann D, Jen JC, Rosengren SM, Della Santina CC, et al. Bi- lateral vestibulopathy: Diagnostic criteria Consensus document of the Classification Committee of the Bárány Society. *J Vestib Res.* 2017;27(4):177-89. [Crossref] [PubMed]
- Jen JC. Bilateral vestibulopathy: clinical, diagnos- tic, and genetic considerations. *Semin Neurol.* 2009;29(5):528-33. [Crossref] [PubMed]
- Leigh RJ, Thurtell M. Vestibular areflexia: under the radar. *Ann Neurol.* 2007;61(6):499-500. [Crossref] [PubMed]
- Fujimoto C, Murofushi T, Chihara Y, Ushio M, Suzuki M, Yamaguchi T, et al. Effect of severity of vestibular dysfunction on postural instability in idiopathic bilateral vestibulopathy. *Acta Oto- laryngol.* 2013;133(5):454-61. [Crossref] [PubMed]
- Ward BK, Agrawal Y, Hoffman HJ, Carey JP, Della Santina CC. Prevalence and impact of bilateral vestibular hypofunction: results from the 2008 US National Health Interview Survey. *JAMA Oto- laryngol Head Neck Surg.* 2013;139(8):803-10. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Guinand N, Boselle F, Guyot JP, Kingma H. Quali- ty of life of patients with bilateral vestibulopathy. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2012; 121(7):471-7. [Crossref] [PubMed]
- Kim S, Oh YM, Koo JW, Kim JS. Bilateral vestibulo- pathy: clinical characteristics and diagnostic cri- teria. *Otol Neurotol.* 2011;32(5): 812-7. [Crossref] [PubMed]
- Zingler VC, Cnyrim C, Jahn K, Weintz E, Fern- bacher J, Frenzel C, et al. Causative factors and epidemiology of bilateral vestibulopathy in 255 pa- tients. *Ann Neurol.* 2007;61(6):524-32. [Crossref] [PubMed]
- Rossi-Izquierdo M, Gayoso-Diz P, Santos-Pérez S, Del-Río-Valeiras M, Faraldo-García A, Vaa- monde-Sánchez-Andrade I, et al. Vestibular re- habilitation in elderly patients with postural instability: reducing the number of falls-a random- ized clinical trial. *Aging Clin Exp Res.* 2018;30(11):1353-61. [Crossref] [PubMed]
- Herdman SJ. Vestibular rehabilitation. *Curr Opin Neurol.* 2013;26(1):96-101. [Crossref] [PubMed]
- Cetin N, Karatas M, Aytaç A, Sürenkök Ö. Relia- bility for static balance testing with a kinesthetic ability trainer (SportKAT 3000) in healthy young subjects. *J Rheum Med Rehabil.* 2006;17(3):158-65. [Link]
- Eleftheriadou A, Skalidi N, Velegarakis GA. Vestibu- lar rehabilitation strategies and factors that affect the outcome. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2012;269(11):2309-16. [Crossref] [PubMed]
- Hillier SL, McDonnell M. Vestibular rehabilitation for unilateral peripheral vestibular dysfunction. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;(2): CD005397. Update in: *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;1:CD005397. [Crossref] [PubMed]
- Badke MB, Miedaner JA, Shea TA, Grove CR, Pyle GM. Effects of vestibular and balance reha- bilitation on sensory organization and dizziness handicap. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2005;114(1 Pt 1):48-54. [Crossref] [PubMed]
- Boyer FC, Percebois-Macadré L, Regrain E, Lévêque M, Tairar R, Seidermann L, et al. Vestibu- lar rehabilitation therapy. *Neurophysiol Clin.* 2008;38(6):479-87. [Crossref] [PubMed]
- Gillespie MB, Minor LB. Prognosis in bilateral vestibular hypofunction. *Laryngoscope.* 1999; 109(1):35-41. [Crossref] [PubMed]
- Ueta Y, Matsugi A, Oku K, Okuno K, Tamaru Y, Nomura S, et al. Gaze stabilization exercises de- rive sensory reweighting of vestibular for postural control. *J Phys Ther Sci.* 2017; 29(9):1494-6. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Brodovsky JR, Vneshchak MJ. Vestibular rehabili- tation for unilateral peripheral vestibular dysfunc- tion. *Phys Ther.* 2013;93(3):293-8. [Crossref] [PubMed]
- Goudakos JK, Markou KD, Psillas G, Vital V, Tsaligopoulos M. Corticosteroids and vestibular exercises in vestibular neuritis. Single-blind ran- domized clinical trial. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2014;140(5):434-40. [Crossref] [PubMed]
- Sulway S, Whitney SL. Advances in vestibular re- habilitation. *Adv Otorhinolaryngol.* 2019;82: 164-9. [Crossref] [PubMed]
- Norré ME. Posture in otoneurology. Volume I. *Acta Otorhinolaryngol Belg.* 1990;44(2):55-181. [PubMed]
- Bednarczuk G, Wiszomirska I, Rutkowska I, Skowroński W. Effects of sport on static balance in athletes with visual impairments. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019;59(8):1319-27. [Crossref] [PubMed]