

Tıkayıcı Uyku Apnesinin Dizziness Üzerine Etkisi: CPAP Tedavisi ile Dizziness Şikayetinde Gerileme Mümkün mü? The Relationship Between Dizziness and Obstructive Sleep Apnea Syndrome: Is Reduction in Dizziness Complaint with CPAP Treatment Possible?

Dr. Seda TÜRKÖĞLU BABAKURBAN,¹ Dr. Serhat İNAN,¹ Dr. Evren HIZAL,¹
Dr. Fuat BÜYÜKLÜ,¹ Dr. Şerife BOZBAŞ,² Dr. Levent Naci ÖZLÜOĞLU¹

¹ Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz AD,
² Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları AD, Ankara

ÖZET

Amaç: Tıkayıcı uyku apnesi sendromunun neden olduğu hipoksi sonucu oluşabilen kardiyovasküler ve nörolojik bozukluklar giderek daha iyi açıklığa kavuşurken, nörotojik bir bozukluk yaratabileceği konusu henüz tam olarak bilinmemektedir. Bu çalışmada tıkayıcı uyku apnesi olan hastalarda dizziness sıklığı araştırılarak, dizziness ve tıkayıcı uyku apnesi arasında bir ilişki olup olmadığını ortaya koymayı amaçladık. **Gereç ve Yöntemler:** Bu çalışma prospektif kohort çalışması olarak dizayn edildi. Çalışmaya Ocak 2014 - Şubat 2015 tarihleri arasında horlama/uyku apnesi şikayetleri ile polisomnografi yapılan 18-65 yaş arası 101 hasta dahil edildi. Polisomnografi öncesinde çalışmaya katılmayı kabul eden olgulara aktiviteye spesifik denge güvenlik skalası (ABC) anketi uygulandı. Dizziness semptomu olan, tıkayıcı uyku apnesi nedeniyle CPAP (Continuous Positive Airway Pressure) tedavisi uygun görülen hastalara tedaviye başladıkları tarihten 3 ay sonra telefon ile ulaşılarak anket tekrarlandı. İki anket skoru karşılaştırıldı. **Bulgular:** Çalışmaya 80'i erkek (%79.2), 21'i kadın (%20.8) olmak üzere 101 hasta dahil edildi. Hastaların ortalama yaşı 48,5±13,3 (aralık, 23-75) idi. Polisomnografi sonucuna göre CPAP tedavisi önerilen, 3 ay CPAP tedavisi sonrası tekrar anket uygulanan 51 hasta (Grup 1); CPAP tedavisi gerekmeyen veya önerildiği halde kullanmayan 50 hasta (Grup 2) mevcuttu. Grup 1'deki hastaların CPAP kullanımı öncesi ve sonrası dizziness skorları karşılaştırıldığında 3 aylık CPAP kullanımı sonrası dizziness skorlarında anlamlı olarak iyileşme olduğu görüldü. **Sonuç:** Tıkayıcı uyku apnesi sonucu oluşan hipoksi vestibüler nükleusları etkileyerek, bu hastalarda dizziness oluşturabilir. Budurum ek bir ilaç kullanmadan, tıkayıcı uyku apnesinin tedavi edilmesi ile düzelebilmektedir. Ancak tıkayıcı apnesinin hangi düzeylerde etkili olduğunun anlaşılması için ayrıca kontrol gruplu bir çalışmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar Sözcükler

Dizziness; CPAP; hipoksi; uyku apnesi

ABSTRACT

Objective: Hypoxia due to obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) can cause cardiovascular and neurological disorders. There are not enough data to explain whether OSAS can cause a neurologic symptoms. In this study, we aimed to investigate frequency of dizziness in patients with OSAS, and the possible relationship between OSAS and dizziness. **Material and Methods:** This study was designed as a prospective cohort study. A total of 101 patients aged between 18-65 years with complaints snoring and sleep apnea underwent polysomnography were included in the study. Prior to polysomnography, activity specific balance confidence scale (ABC) was applied. Patients with dizziness complaint were called, and ABC scale was again applied to patients who used continuous positive airway pressure (CPAP) due to sleep apnea for 3 months. ABC scores, before and after using CPAP, were compared. **Results:** There were 51 patients who were suggested CPAP treatment according to polysomnography results, and re-surveyed after 3 month of CPAP treatment (Group 1), and 50 patients who did not need CPAP therapy or did not use CPAP, despite being suggested (Group 2). When dizziness scores of the patients in Group 1 before and after the use of CPAP were compared, a significant improvement was detected in dizziness scores after 3 month of CPAP use. **Conclusion:** Hypoxia due to OSAS may cause dizziness in these patients by affecting vestibular nuclei. This situation can be improved by treatment of OSAS, without an additional drug use. Further studies with control groups are needed to detect the degree of influence of OSAS on dizziness.

Keywords

Dizziness; CPAP; hypoxia; sleep apnea

Bu çalışma, 37. Türk Ulusal Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Kongresi (28 Ekim-1 Kasım 2015, Antalya)'nde poster sunumu olarak kabul edilmiştir.

Çalışmanın Dergiye Ulaştığı Tarih: 06.01.2016

Çalışmanın Basıma Kabul Edildiği Tarih: 29.08.2016

≈

Yazışma Adresi

Serhat İNAN

M. Fevzi Çakmak Caddesi, 5. Sokak, No:48
06490 Bahçelievler-Ankara, Türkiye
e-posta: serhatinan06@hotmail.com

GİRİŞ

Dizziness uzaysal algı ve vücudun stabilitesinde bozukluk olarak tanımlanabilen ve genel popülasyonun %30'unu etkileyen bir semptomdur.¹ Kronik bir semptom olan dizziness toplumda önemli bir morbidite nedeni olarak görülmektedir. Ancak sosyal hayattaki veya çalışma hayatındaki etkisi tam olarak belirlenmemiştir.²

Obstrüktif uyku apne sendromu (OSAS) genelde tanı konulandan daha yaygın olduğu düşünülen, uyku esnasında solunumun durması ile karakterize bir hastalıktır. OSAS birçok kardiyovasküler hastalıkla (hipertansiyon, kalp yetmezliği, aritmiler, miyokardiyal iskemi), metabolik disregülasyon ile, artmış inme riski ile beraberlik göstermektedir.³ OSAS etkisi ile oluşan oksidatif stres, enflamasyon, sempatik aktivasyon, hiperkoagülasyon, endotelial disfonksiyon ve metabolik disregülasyon, diğer sistemik hastalıkların da artışına katkıda bulunmaktadır.

OSAS'ın neden olduğu hipoksi sonucu oluşabilen kardiyovasküler ve nörolojik bozukluklar giderek daha iyi açıklığa kavuşmaktadır. Fakat nörolojik bozukluklar ile OSAS arasındaki ilişki henüz tam olarak bilinmemektedir. Daha önce yapılan hayvan çalışmalarında, vestibüler nükleusların serebral nükleuslara göre hipoksiye daha çok sensitif olduğu gösterilmiştir.⁴ Periferik ve santral vestibüler sistem ile OSAS ilişkisinin değerlendirildiği bir çalışmada hipoksik hasar sonucunda periferik vestibüler sistemin asimetrik ya da hiporefleksif olabileceği gösterilmiştir.⁵ OSAS'ın postural stabiliteyi, sakkulokolik refleksi ve dolayısı ile VEMP cevaplarını etkilediğinin gösterildiği çalışmalar mevcuttur.⁶⁻⁸ Diğer taraftan özellikle tedaviye dirençli Meniere hastalığında OSAS'ın sorgulanması gerekliliğini ve CPAP tedavisinin, dizziness ve vertigo kontrolünde düzelme sağlayabileceğini gösteren çalışmalar mevcuttur.^{9,10} Ancak bu çalışmaların ötesinde İngilizce literatür tarandığında OSAS ile vestibüler semptomların ilişkisi net ortaya konulamamıştır, ayrıca bu semptomların OSAS tedavisi ile ne oranda yarar gördüğü yanıtlanmayı bekleyen diğer bir sorudur.

Hipoksinin santral ve vestibüler sistemi etkilediği, hipoksi ortadan kalktığında bu etkilenmeden kaynaklanan dizziness gibi semptomların düzelebileceği hipotezinden yola çıkarak bu çalışmada OSAS'a eşlik eden dizziness semptomu olan hastalarda CPAP tedavisinin dizziness semptomları üzerine etkisi olup olmadığını ortaya koymayı amaçladık.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma, bir prospektif kohort çalışması olarak yürütülmüştür. Çalışma, Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma ve Etik Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no: KA 13/211) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir. Çalışmaya dahil olan tüm bireyler bilimsel çalışmalar için aydınlatılmış onam formunu okumuş ve imzalamıştır.

Çalışmaya Ocak 2014-Şubat 2015 tarihleri arasında Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ankara Hastanesi'nde horlama/uyku apnesi şikayetleri ile polisomnografi (PSG) yapılan, cinsiyete bakılmaksızın, 18-65 yaş arası 101 hasta dahil edildi. Hastaların tümüne tüm gece laboratuvar destekli PSG (Astro-Med Grass-telefactor, RI, USA) yapıldı. Apne, hava akımında bazal değer %90 ve üzerinde düşüşü ve bu durumun 10 saniyeden uzun sürmesi şeklinde tanımlandı. Hipopne ise, oronazal hava akımının %30 ve üzerinde azalması, eşlik eden %3 ve üzerinde desatürasyon olması veya uyanmaların olması ve bu durumun 10 saniye ve üzerinde devam etmesi şeklinde tanımlandı. Apne-hipopne indeksi (AHI) uyku esnasında her bir saatte saptanan apne ve hipopne sayılarının ortalaması olarak tanımlandı.

PSG öncesinde çalışmaya katılmayı kabul eden olgulara daha önce geçerlilik ve güvenilirliği periferik vestibüler bozuklukta test edilmiş olan Türkçe "Aktiviteye Spesifik Denge Güvenlik Skalası" (ABC) anketi (11) uygulandı. Dizziness semptomu olan, tıkayıcı uyku apnesi nedeniyle göğüs hastalıklarının değerlendirilmesine uygun olarak CPAP (Continuous Positive Airway Pressure) tedavisi uygun görülen 51 hastaya tedaviye başladıkları tarihten 3 ay sonra telefon ile ulaşılarak Türkçe ABC anketi tekrarlandı (Grup 1). Elde edilen anket skorları karşılaştırıldı. CPAP tedavisi gerekmeyen veya önerildiği halde kullanmayan 50 hastanın ise ilk PSG öncesindeki dizziness anketi sonuçları değerlendirildi (Grup 2). AHI skorları, oksijen satürasyon değerleri ve anket skorları gruplar içinde karşılaştırıldı.

ABC anketinde hastalara kendilerini %0 (hiç güvenli değilim) - %100 (tamamen güveniyim) arasında değerlendirdikleri 16 soru sorularak, skorlama % olarak belirlendi.

İstatistiksel Yöntem

Verilerin analizi için SPSS v.22 istatistik paket programı kullanıldı. İki gruba ait verilerin karşılaştırılmasında Mann Whitney U ve Kruskal Wallis testleri kullanıldı. Grup 1'deki hastaların tedavi öncesi ve sonrası verilerinin karşılaştırılmasında Wilcoxon testi kullanıldı. Veriler arasında ilişki olup olmadığını belirlemek için Spearman korelasyon testi kullanıldı.

BULGULAR

Çalışmaya 101 hasta dahil edildi. Hastaların 80'i erkek (%79,2), 21'i kadın (%20,8) idi. Hastaların ortalama yaşı $48,5 \pm 13,3$ (aralık, 23-75) idi.

Tüm hastaların PSG öncesi ortalama dizziness skoru $88,26 \pm 13,88$ idi (aralık, 31,8-100). Grup 1'deki hastaların ilk değerlendirmedeki dizziness skorları $86,16 \pm 15,13$ (median, 91,25; aralık, 41-100) idi. Grup 2'deki hastaların ilk değerlendirmedeki dizziness skoru ise $90,41 \pm 12,25$ (median, 95; aralık, 31,8-100) idi. İki gruptaki hastaların ilk değerlendirmedeki dizziness skorları arasında anlamlı farklılık saptanmadı ($p=0,132$) (Tablo 1).

Grup 1'deki 51 hastanın CPAP öncesindeki ortalama dizziness skoru $86,16 \pm 15,13$ (median, 91,25; aralık, 41-100) idi. Bu hastaların CPAP sonrası ortalama dizziness skoru $90,18 \pm 10,40$ idi (median, 93,75; aralık,

49,38-100). Grup 1'deki hastaların CPAP öncesi ve sonrası dizziness skorları karşılaştırıldığında CPAP sonrası dizziness skorlarında anlamlı olarak iyileşme olduğu görüldü ($p<0,001$) (Tablo 1).

Tüm hastaların ortalama AHI skoru $30,15 \pm 30,78$ (aralık, 0-122), uyanıklık O_2 satürasyonu $94,90 \pm 3,79$ (aralık 81-100), ortalama O_2 satürasyonu $91,35 \pm 4,10$ (aralık, 72-98), en düşük O_2 satürasyonu $77,76 \pm 11,42$ (aralık, 50-94) idi (Tablo 2).

Grup 1'deki hastaların ilk değerlendirmedeki AHI skoru $47,39 \pm 32,16$ (aralık, 5,1-122), PSG'de saptanan uyanıklık O_2 satürasyonu $94,10 \pm 4,47$ (aralık, 81-99), ortalama O_2 satürasyonu $89,81 \pm 4,99$ (aralık, 72-96), en düşük O_2 satürasyonu $72,48 \pm 11,75$ (aralık, 50-92) idi (Tablo 2).

Grup 2'deki hastaların ilk değerlendirmedeki AHI skoru $12,90 \pm 16,55$ (aralık, 0-79,2), PSG'de saptanan uyanıklık O_2 satürasyonu $95,71 \pm 2,75$ (aralık, 89-100), ortalama O_2 satürasyonu $92,93 \pm 1,96$ (aralık, 87-98), en düşük O_2 satürasyonu $83,14 \pm 8,18$ (aralık, 51-94) idi (Tablo 2).

Tüm hastaların ilk değerlendirmedeki dizziness skoru ile AHI skoru arasında anlamlı korelasyon saptanmadı ($p=0,554$). Hastalar AHI skorlarına göre 4 alt gruba ayrıldığında (AHI <5, normal; AHI=5-15, hafif apne; AHI=15-30, orta dereceli apne; AHI >30, ağır apne), ilk değerlendirmedeki dizziness skorlarının bu alt gruplar arasında farklılık göstermediği saptandı ($p=0,817$).

Tablo 1. Polisomnografi (PSG) öncesi ve Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) tedavisi sonrası dizziness skorları.

	PSG öncesi dizziness skoru	CPAP sonrası dizziness skoru	p değeri
Grup 1	$86,16 \pm 15,13$	$90,18 \pm 10,40$	<0,001
Grup 2	$90,41 \pm 12,25$		
p değeri	0,132		

Tablo 2. Apne-hipone indeksi (AHI) ve oksijen satürasyon değerleri.

	Grup 1	Grup 2	Tüm hastalar
AHI skoru	$47,39 \pm 32,16$	$12,90 \pm 16,55$	$30,15 \pm 30,78$
Uyanıklık oksijen satürasyonu (%)	$94,10 \pm 4,47$	$95,71 \pm 2,75$	$94,90 \pm 3,79$
Ortalama oksijen satürasyonu (%)	$89,81 \pm 4,99$	$92,93 \pm 1,96$	$91,35 \pm 4,10$
En düşük O_2 satürasyonu	$72,48 \pm 11,75$	$83,14 \pm 8,18$	$77,76 \pm 11,42$

TARTIŞMA

Bu çalışmada tıkaçıcı uyku apnesi tanılı hastalarda gelişen hipoksinin periferik ve/veya santral yolakları etkilemesi ile diziness gelişebileceği hipotezinden yola çıkarak, CPAP tedavisi ile hipoksinin düzeltilmesi sonucunda diziness şikayetinin de gerileyebileceği sonucuna ulaştık.

OSAS'da tekrarlayan apne epizodları hemoglobin oksijen saturasyonunda sürekli bir düşüşe neden olmaktadır. Bu da bazı ciddi vakalarda hipoksi ile sonuçlanmaktadır. Hipoksi ise birçok sistemin fizyolojisini etkilemektedir.¹ Oksijen desaturasyonu ve reoksijenizasyon sikluslarının inflamatuvar süreçleri tetiklediği, oksidatif strese ve endotelial hücre disfonksiyonuna neden olduğu gösterilmiştir.¹² Yetersiz oksijenizasyon ve kronik hipoksiye bağlı vasa nervorum hasarı da santral sinir sisteminde nöral kayıplara, periferik sinir hasarına yol açmaktadır.¹³ Hipoksiye bağlı kardiyovasküler ve nörolojik bozukluklar iyi bilinmesine karşın, nörolojik problemler tam olarak açığa kavuşmamıştır.

OSAS epizodları sonunda kan basıncında ani yükselme ile intrakranial basınçta da ani artış olduğu, bu durumun özellikle küçük arter, arteriol ve kapiller damarlarda endotelial hasara yol açarak kan-beyin bariyerini de bozduğu uzun zamandır bilinmektedir.^{14,15} Bunu takiben gelişen kan basıncındaki ani düşüş ise beyni, özellikle de serebrovasküler rezervi düşük olan alanları, iskemiye açık hale getirmektedir.

Gallina ve ark. OSAS tanılı hastalarda yaptıkları çalışmada kalorik stimülasyon sonuçlarının ciddi OSAS'lı hastalarda daha kötü saptandığını (hiporefleksif, asimetrik), bu durumun posterior labirentin sistemin hipoksiye olan duyarlılığını gösterdiğini saptamışlardır.⁵ Fakat objektif veriler ile hastaların şikayetleri karşılaştırıldığında bir uyumsuzluk saptanmıştır. Bunun nedeninin santral vestibüler sistemin hipoksiye daha dayanıklı olması ve vestibüler sistemdeki bozuklukların kompensasyonunu sağlaması olduğunu öne sürmüşlerdir. Bu çalışma ile uyumlu olarak çalışmamızda da diziness skorları ile AHI skorları arasında istatistiksel anlamlı bir ilişki saptayamazken, CPAP kullanımı ile yani hipoksinin düzeltilmesi ile diziness skorlarının azaldığını saptadık.

Gomez ve ark.'nın çalışmasında ise OSAS ile gelişen uyku açlığının, azalan adaptasyon yeteneğine ve dikkat hatalarına bağlı olarak postural stabiliteyi de etkilediği gösterilmiştir.⁶ Bununla beraber, vestibüloöku-

ler refleks kontrolünün de yapıldığı sağ temporoparietal korteks aktivitesinin uyku açlığı ile bozulabileceği de düşünülmektedir.⁷

Mutlu ve ark. ciddi OSAS ile gelişen hipoksinin beyinsapı hasarı ile sakkülokolik refleksi etkileyerek vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (vestibular evoked myogenic potentials, VEMP) cevaplarını da etkileyebileceğini göstermişlerdir.⁸ Bu hasta grubunda VEMP dalgalarının (p1n1, p2n2) amplitüdlерinin azaldığı ancak dalgaların gecikme sürelerinde anlamı değişikliği olmadığı gözlenmiştir. Bu durumun klinik önemi ise henüz bilinmemektedir.

Diğer bir nörolojik hastalık olan Meniere hastalığında da, hastalığın patofizyolojisinde yer alan vasküler oklüzyonun OSAS'a bağlı olarak artabileceği, bu durumda tedaviye dirençli Meniere hastalarında uyku bozuklukları ve OSAS olabileceği; bu durumun sorgulanması gerektiği üzerinde durulmaktadır.^{9,10} Yapılan son çalışmalardan birinde, Nakayama ve ark. Meniere hastalığında CPAP tedavisinin, diziness ve vertigo kontrolünde, ayrıca işitmede de düzelme sağlayabileceğini göstermişlerdir.¹⁰ Bizim çalışmamızda da benzer şekilde CPAP tedavisinin diziness skorlarını azalttığı gösterilmiştir.

Çalışmamız ile hipotezimizi desteklemiş olmakla beraber, çalışmamızın mevcut hastaların diziness şikayetinin ABC anketi dışında objektif bir araçla test edilmiş olması gibi bazı eksikleri mevcuttur. ABC anketi, bireyin günlük aktiviteleri sırasında denge güven düzeyinin sorgulandığı 16 sorudan oluşan ankettir. Skorlar 0 (en düşük yeterlilik)-100 (en yüksek yeterlilik) arası değişmektedir.¹⁶ ABC anketi yaşlılarda, kronik inmeleli bireylerde, Parkinson hastalarında, periferik vestibüler hastalıklarda kullanılmıştır.¹⁷⁻²⁰ ABC anketi Türkçe versiyonun yüksek tutarlılığa sahip olduğu gösterilmiştir. ABC anketi bireyin günlük aktiviteleri sırasında denge güven algısının sorgulandığı kolay uygulanabilir bir ankettir. Ayrıca tedaviye yanıtı değerlendirmek için de uygun bir değerlendirilmedir. Bunun yanında diziness semptomunu değerlendirmek için bir diğer yöntem baş dönmesi, engellilik envanteridir (diziness handicap inventory, DHI). DHI, dizinessin bireylerin günlük yaşam kalitelerini ne ölçüde etkilediğini göstermek için faydalıdır.²⁰ ABC ve DHI anketlerinin her ikisi de vestibüler hastalıkların bireyin aktivitelerini ne düzeyde etkilediğini değerlendirmek için faydalıdır. Çalışmamızda sadece ABC anketi kullanılmıştır ancak devamında yapılacak çalışmalarda DHI ile birlikte uygulanabilir. Çalışmanın bir diğer kısıtlılığı diziness şikayeti olmayan kontrol grubu hastalarında ABC anketinin 3 ay sonra

tekrar uygulanmamış olmasıdır. Bu nedenle anketin tekrarlanmasından kaynaklanan değişikliklere bakılmamıştır. Güç analizi yapılarak elde edilecek örneklem büyüklüğü ile daha uygun sayılarda hasta grubu oluşturulacak çalışmalarda, OSAS dizziness ilişkisini belirlemede ağır uyku apnesi tespit edilen hastalara anket formlarına ek olarak vestibüler sistemi değerlendiren yöntemler (VEMP, ENG, VHIT gibi) uygulanarak daha objektif veriler elde edilebilir.

Sonuç olarak tıkayıcı uyku apnesi sonucu oluşan hipoksi vestibüler nükleusları etkileyerek, bu hastalarda dizziness oluşturabilir. Bu durum ek bir ilaç kullanmadan, tıkayıcı uyku apnesinin CPAP ile tedavi edilmesi ile düzelebilmektedir. Ancak tıkayıcı uyku apnesinin hangi mekanizmalarla etkili olduğunun ve tedavinin dizziness semptomlarına ne düzeyde etkili olduğunun anlaşılması için ileri prospektif, kontrol gruplu çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Hannaford PC, Simpson JA, Bisset AF, Davis A, McKerrow W, Mills R. The prevalence of ear, nose and throat problems in the community: results from a national cross-sectional postal survey in Scotland. *Fam Pract* 2005;22(3):227-33.
- Bronstein AM, Golding JF, Gresty MA, Mandala M, Nuti D, Shetye A, et al. The social impact of dizziness in London and Siena. *J Neurol* 2010;257(2):183-90.
- Durgan DJ, Bryan RM. Cerebrovascular consequences of obstructive sleep apnea. *J Am Heart Assoc* 2012;1(4):e000091.
- Yoshida S, Sasa M, Takaori S. Different sensitivity to hypoxia in neuronal activities of lateral vestibular and spinal trigeminal nuclei. *Stroke* 1988;19(3):357-64.
- Gallina S, Dispenza F, Kulamarva G, Riggio F, Speciale R. Obstructive sleep apnea syndrome (OSAS): effects on the vestibular system. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2010;30(6):281-4.
- Gomez S, Patel M, Berg S, Magnusson M, Johansson R, Fransson PA. Effects of proprioceptive vibratory stimulation on body movement at 24 and 36h of sleep deprivation. *Clin Neurophysiol* 2008;119(3):617-25.
- Quarck G, Ventre J, Etard O, Denise P. Total sleep deprivation can increase vestibulo-ocular responses. *J Sleep Res* 2006;15(4):369-75.
- Mutlu M, Bayır Ö, Yücege MB, Karagöz T, Fırat H, Özdek A, et al. Vestibular evoked myogenic potential responses in obstructive sleep apnea syndrome. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2015;272(11):3137-41.
- Nakayama M, Kabaya K. Obstructive sleep apnea syndrome as a novel cause for Ménière's disease. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2013;21(5):503-8.
- Nakayama M, Masuda A, Ando KB, Arima S, Kabaya K, Inagaki A, et al. A Pilot Study on the Efficacy of Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) on the Manifestations of Ménière's Disease in Patients with Concomitant Obstructive Sleep Apnea Syndrome (OSAS). *J Clin Sleep Med* 2015;11(10):1101-7.
- Karapolat H, Eyigor S, Kirazli Y, Celebisoy N, Bilgen C, Kirazli T. Reliability, validity, and sensitivity to change of Turkish Activities-specific Balance Confidence Scale in patients with unilateral peripheral vestibular disease. *Int J Rehabil Res* 2010;33(1):12-8.
- Budhiraja R, Parthasarathy S, Quan SF. Endothelial dysfunction in obstructive sleep apnea. *J Clin Sleep Med* 2007;3(4):409-15.
- Casale M, Vesperini E, Potena M, Pappacena M, Bressi F, Baptista PJ, et al. Is obstructive sleep apnea syndrome a risk factor for auditory pathway? *Sleep Breath* 2012;16(2):413-7.
- Somers VK, Dyken ME, Clary MP, Abboud FM. Sympathetic neural mechanisms in obstructive sleep apnea. *J Clin Invest* 1995;96(4):1897-904.
- Jennum P, Borgesen SE. Intracranial pressure and obstructive sleep apnea. *Chest* 1989;95(2):279-83.
- Topuz O, Topuz B, Sarhus M, Ogmen G, Ardic F. Efficacy of vestibular rehabilitation on chronic unilateral vestibular dysfunction. *Clin Rehabil* 2004;18(1):76-83.
- Cavanaugh JT, Dunfey JC, Wyand MK. Companion confidence in the balance of community-dwelling older adults: implications for physical activity promotion. *J Geriatr Phys Ther* 2014;37(3):121-6.
- Middleton A, Merlo-Rains A, Peters DM, Greene JV, Blanck EL, Moran R, et al. Body weight-supported treadmill training is no better than overground training for individuals with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Top Stroke Rehabil* 2014;21(6):462-76.
- Mak MK, Wong A, Pang MY. Impaired executive function can predict recurrent falls in Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil* 2014;95(12):2390-5.
- Karapolat H, Eyigor S, Kirazli Y, Celebisoy N, Bilgen C, Kirazli T. Reliability, validity, and sensitivity to change of Turkish Activities-specific Balance Confidence Scale in patients with unilateral peripheral vestibular disease. *Int J Rehabil Res* 2010;33(1):12-8.