



Araştırma Yazısı

İdiopatik Parkinson Hastalığında Servikal Vestibüler Evoked Myojenik Potansiyeller

Feray GÜLEÇ, Levent ÖCEK, Yaşar ZORLU

TCSB İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nöroloji, İzmir, Türkiye

Özet

Amaç: Postural instabilite idiyopatik Parkinson Hastalığı (iPH)'nın nedeni tam bilinmeyen önemli özelliklerindendir. Bu çalışmada postüral instabilitede vestibüler sistemin rolünün servikal vestibüler evoked myojenik potansiyel (s VEMP) testi kullanılarak araştırılması amaçlanmıştır.

Metod: Araştırmaya herhangi bir nörolojik veya otolojik hastalığı olmayan, çalışma hakkında bilgilendirilerek onam alınmış 20 iPH olgusu ve 30 sağlıklı gönüllü dahil edildi. 11'i kadın ve yaşları ortalama $63,9 \pm 10,2$ (43-84) olan iPH olgularının ortalama hastalık süresi $8,2 \pm 4,5$ (3-18) yıl olarak saptandı. 12 'si (% 60) Hoehn -Yahr evre II; 8'i (% 40) Hoehn-Yahr evre III olarak değerlendirildi. Kontrol grubu ortalama yaşları $57,5 \pm 10,5$ (36-78) olan 14'ü kadın toplam 30 sağlıklı gönüllüden oluşturuldu. Her iki gruptaki bireylerin tümünde bilateral sVEMP kayıtlamaları yapıldı. Sonuçlar SPSS programı 12.0 versiyonu ile değerlendirildi.

Sonuçlar: Hem kontrol grubu hem de iPH grubundaki tüm bireylerde bilateral olarak sVEMP kayıtlarının alınabildiği izlendi (%100). Gruplar arasında amplitüd ve pozitif dalga latansı bakımından fark olmadığı, negatif dalga latansının ise iPH grubunda anlamlı biçimde kısaldığı saptandı ($p < 0.001$). Kovaryans analizi ile yaş etkisi ortadan kaldırıldığında da fark hala anlamlı olarak bulundu ($p = 0.025$).

Tartışma: Vestibülokolik refleks (VKR)'in manifestasyonu olarak değerlendirilen sVEMP yanıtları refleksin oluşumunda rol alan yapılara ilişkin bilgiler sağlar. Bu yapıların iPH patogenezinde rol alan merkezlerle etkileşimi postüral stabilitede rol alıyor olabilir. Araştırmamızın sonuçları sVEMP yanıt süresinin iPH grubunda kısaldığını göstermiştir. Postüral instabilitenin objektif biçimde değerlendirilmesi bakımından ulaştığımız sonuç anlamlı olabilir. Bu konuda yapılacak kapsamlı çalışmalar postüral instabilitenin doğasına dair ilginç sonuçlar sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Vestibüler Evoked Myojenik Potansiyel, İdiopatik Parkinson hastalığı, Vestibülokolik refleks

Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potentials in Idiopathic Parkinson Disease

Abstract

Aim: Postural instability is one of the main characteristic of idiopathic Parkinson's disease (iPD) with unknown cause. The aim of this study is to investigate the role of vestibular system in postural instability by using a modality, cervical vestibular evoked myogenic potentials (cVEMP).

Methods: iPD group consisted of 20 patients, 11 female and 9 male, mean age $63,9 \pm 10$ (43-84) years and control group 30 healthy volunteers, 16 males and 14 females, mean age $57,5 \pm 10,5$ (36-78) years, without any neurological or otological diseases. The mean duration of disease was $8,2 \pm 4,5$ (3-18) years and twelve of them (60 %) were evaluated as Hoehn-Yahr

stage II and remaining as stage III (40 %). In both groups, bilateral sVEMP recordings were done in all individuals. Results were evaluated with SPSS program 12.0 version.

Results: For all individuals in both control and iPD groups bilateral cVEMP recordings could be performed (100 %). There were no differences between groups in terms of amplitude and positive wave latency; however, a significantly shortened negative wave latency was found in iPD group ($p<0.001$). When the effect of age was removed with covariance analysis this difference was still significant ($p=0.025$).

Discussion: Our findings indicate that duration of cVEMP responses was shortened in iPD group. The structures which play a role in PD pathogenesis, interacting with the component of vestibulocollic reflex(VCR) formation. cVEMP responses are the manifestation of VCR and they can provide objective data for evaluation of postural instability and severity.

Keywords: Vestibular evoked myogenic potentials, idiopathic Parkinson's disease, vestibulocollic reflex

GİRİŞ

Postural denge proprioseptif, görsel ve vestibüler uyaranların doğru biçimde ve hızla algılanıp, buna en uygun motor yanıtın oluşturulması ile sağlanır. Bu süreç postüral refleks mekanizmaları yanında serebellum, bazal ganglionlar ve korteksin de rol aldığı gelişmiş bir koordinasyon sistemi aracılığıyla gerçekleşir^(7,17,22). Denge ve postüral stabilitede en önemli belirleyicilerden biri olan vestibüler sistemi değerlendiren az sayıda test yöntemi bulunmaktadır^(7,17). Bu nedenle vestibüler evoked myojenik potansiyel (VEMP)'lerin tanımlanması, nörootoloji alanındaki heyecan verici gelişmelerden biridir^(10,19). Tanımlandıkları ilk çalışmada servikal kaslardan elde edilen bu potansiyeller daha sonra göz çevresinden de alınmış; bu nedenle ilk yöntem servikal (sVEMP), sonradan geliştirilen ise oküler (oVEMP) testi olarak adlandırılmıştır^(10,17,19).

VEMP yanıtlarının elde edilmesinde sakkulusun arkaik bir ses duyarlılığına sahip olması rol oynar. Vestibülo-kollik refleks (VKR)'in elektrofizyolojik kanıtı olan sVEMP'ler sakkulus, inferior vestibüler sinir, vestibüler nukleuslar, medial vestibülospinal traktus ve aksesuar sinir nukleusları aracılığıyla oluşur^(17,19). Bu yapıların idiyopatik Parkinson hastalığı (iPH)'nın etyopatogenezinde rol alan beyin sapı ve bazal ganglionlar gibi merkezler ile

etkileşim içinde çalıştıkları bilinmektedir⁽¹⁵⁾. Dolayısıyla iPH'ındaki postüral instabilitede vestibüler sistemin rolü bu noninvaziv ve pratik test ile araştırılabilir. Sunulan bu çalışmada iPH hastalarında vestibüler sistemin otolitik kısmına özgü olan sVEMP testinin konfigürasyon, latans, amplitüd gibi temel parametreler bakımından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma TCSB Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Nöroloji Kliniği Elektrofizyoloji Laboratuvarında gerçekleştirildi. Araştırmaya test hakkında bilgilendirilerek onam formu alınmış, iletim ya da nörosensoryel tip işitme kaybı ve herhangi bir nörootolojik hastalığı bulunmayan yaş ortalaması $57,5 \pm 10,5$ (36-78), 16'sı kadın 30 sağlıklı gönüllü (SG), ve kliniğimizin hareket bozuklukları biriminde takip edilen yaş ortalaması $63,9 \pm 10,2$ (43-84), 11'i kadın 20 idiyopatik Parkinson hastası (iPH) dahil edildi. İnme, demans, veya polinöropati gibi bir başka nörolojik hastalık, herhangi bir sistemik veya psikiyatrik hastalık tanısı olanlar çalışmaya dahil edilmedi. iPH grubundaki hastalarda da nörosensoryel ya da iletim tipi işitme kaybı veya nörootolojik hastalık varlığı dışlama kriteri kabul edildi. Ayrıca çalışmaya sadece Hoehn -Yahr evresi II ve III olanlar dahil edilerek homojen bir grup oluşturuldu. Ortalama hastalık süresi $8,2 \pm$

4,5 yıl olan bu olguların 12'si (% 60) evre II, 8'i (% 40) evre III olarak saptandı.

Kayıtlamalar Synergy EMG ve EP sistemi (Medelec; Viasys Healthcare UK Ltd 2009) kullanılarak gerçekleştirildi. Hasta oturur konumda iken kayıt elektrodu sternokleidomastoid (SKM) kasının üst yarısına, referans elektrodu aynı kasın klaviküler insersiyosunun üstüne kondu. Toprak elektrodu olarak ise sağ el bileğine uygulanan bileklik şeklinde bir elektrot kullanıldı. Uyarı olarak bir kulaklık aracılığıyla monoaural uygulanan 110 nHLdB şiddetinde klik uyarı (hava yolu ile iletim) seçildi. Uyarı frekansı 5 Hz (200 ms aralıklı) ve bandpass filtre (30Hz-2K Hz) olarak belirlendi. Synergy EMG ve EP sisteminin orijinal kulaklığı bireye uygun şekilde ayarlanabilmesi ve monoaural uyarı verebilme özelliği nedeni ile tercih edildi. Traseler 250 kez ortalananarak kayıtları.

Kayıtlama öncesi tüm bireylere test ile ilgili bilgi verildi. Uyarının verildiği taraf (IL) SKM kasında maksimum kası sağlanması amacıyla baş karşı yöne çevrilerek çenenin karşı omzu itecek şekilde pozisyon alması sağlandı. Standardizasyon bakımından tüm kayıtların aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirilmesine özen gösterildi ve her trase en az bir defa tekrarlanarak güvenilirliği sağlandı. Elde edilen traselerde sVEMP yanıtının önceki çalışmalarda tanımlanmış kısa latanslı bifazik konfigürasyonu arandı ve başlangıçtaki pozitif dalga (p 13) tepe latansı, onu izleyen negatif dalga (n 23) tepe latansı ve tepe-tepe (peak to peak) amplitüd değerleri kayıtları. İstatistiksel analiz için SPSS programı (version 12.0; SPSS, Chicago, IL, USA) kullanıldı.

BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen bireylerin tamamında ve bilateral olarak sVEMP kayıtlamalarının alınabildiği gösterildi. Bir başka deyişle her iki grup için yanıtların persistansı %100 olarak bulundu. SG ve iPH gruplarına ait nitelikler Tablo-1'de özetlendi.

Normal SG grubunda p13, n23 değeri ve amplitüdlere sırasıyla $12,8 \pm 0,9$ ms; $22,1 \pm 1,4$ ms ve 203 ± 128 mV olarak bulundu. iPH grubunda ise aynı parametreler yine sırasıyla $12,5 \pm 0,9$ ms; $18,8 \pm 2,6$ ms; 170 ± 98 mV idi (Tablo 2). Sonuçlar t-testi ile değerlendirildiğinde iki grup arasında amplitüd ve pozitif dalga latansları bakımından farklılık bulunmadı (sırasıyla $p=0,173$ ve $p=0,153$). Negatif dalga latanslarının ise iPH grubunda anlamlı biçimde kısa olduğu saptandı ($p<0.001$). İki grup arasında bulunan yaş farkının bu sonuç üzerinde etkili olabileceği düşünülerek kovaryans analizi yapıp yaş etkisi ortadan kaldırıldığında da iki grup arasındaki farkın istatistiksel olarak hala anlamlı olduğu görüldü ($p=0.025$).

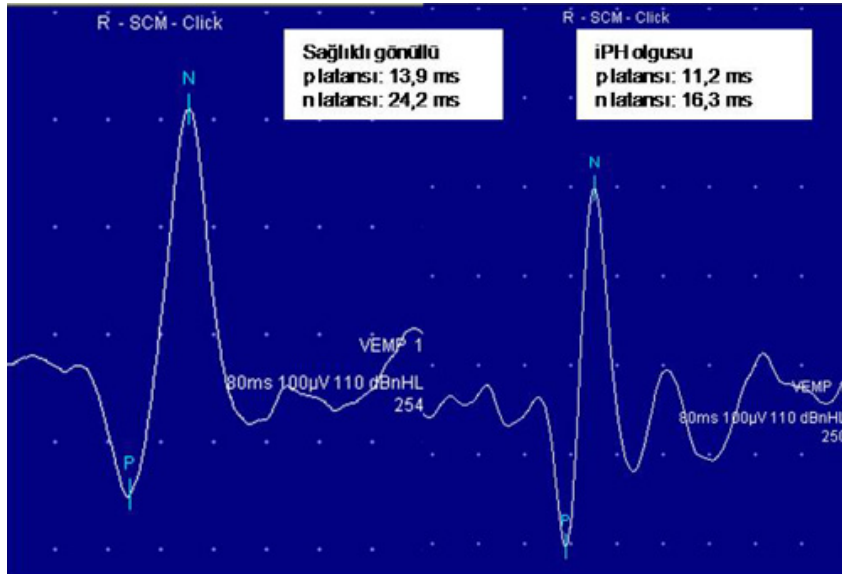
Özetle değerlendirilen üç parametre arasında yalnızca n latansının iPH grubunda yaştan bağımsız biçimde istatistiksel olarak anlamlı derecede kısalmış olarak bulundu. Bir başka deyişle sVEMP yanıtı süresinin iPH grubunda SG grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı biçimde kısalmış olduğu saptandı. Resim 1de SG grubunda bulunan 59 yaşında bir erkeğe ait sağ sVEMP ve iPH grubunda yer alan 81 yaşında bir erkek hastaya ait yine sağ taraftan kayıtlanmış sVEMP traseleri görülmektedir.

Tablo1. Çalışma gruplarının demografik özellikleri

	Sayı	Cinsiyet	Yaş	Hastalık Süresi	Hoehtn - Yahr Evresi	Yanıt varlığı
Sağlık gönüllü grubu	30 birey	14 kadın (% 47) 16 erkek (% 53)	57,5 ± 10,5 (36-78)			% 100
Parkinson Grubu	20 birey	11 kadın (% 55) 9 erkek (% 45)	63,9 ± 10,2 (43-84)	8,2 ± 4,5 (3-18)	Evre II % 60 Evre III % 40	% 100

Tablo 2. Grupların latans ve amplitüd değerleri

	P latansı	N latansı	Amplitüd
Sağlık gönüllü grubu	12,8 ms ± 0,9	22,1 ms ± 1,4	203 mV ± 128 mV
Parkinson grubu	12,5 ms ± 0,9	18,8 ms ± 2,6	170 mV ± 98 mV



Resim 1: Soldaki trase kontrol grubunda yer alan 59 yaşında bir erkek bireyden, sağdaki trase ise 15 yıldır iPH tanısıyla izlenmekte olan 81 yaşında bir erkek olgudan kayıtlanmıştır. sVEMP kayıtlamasında VCR intervalinin kontrol grubuyla kıyaslandığında iPH olgusunda kısaldığı görülmektedir.

TARTIŞMA

sVEMPler Meniere hastalığı, vestibüler nörit, pozisyonel vertigo gibi periferik vestibüler hastalıkların^(2,11,23) yanı sıra

vestibülokollik refleks arkın herhangi bir bölümünü etkileyebilecek santral sinir sistemi tutulduğu yapan hastalıklarda da etkilenebilir^(1,4,12,21). Son yıllarda VEMP

araştırmaları migrenden Alzheimer hastalığı gibi nörodejeneratif süreçlere dek uzanan geniş bir yelpaze de sürdürülmektedir^(3,5). 'Postural instabilite' Parkinson hastalarında disabiliteye önemli ölçüde katkıda bulunan önemli bir özelliştir, ancak hangi mekanizma ile oluştuğuna ilişkin tam bir fikir birliğine varılamamıştır^(9,15). Literatürde vestibüler, vizüel, propioseptif sistemler ve bu sistemlerden gelen bilginin entegrasyonunda rol alan bazal ganglionlar ve serebellum gibi yapıları değerlendiren çalışmalar bulunmaktadır^(14,18,20).

iPH için tipik olan assosiye hareketlerde kayıp ve antefleksiyon postürü ile karakterize yürüyüşün konunun anahtarı olduğu düşüncesi ile dizayn edilmiş çalışmalara örnek olarak alt ekstremitelerde bacak fleksörlerindeki kompensatuar nitelikli artmış aktivasyonun merkeze alındığı Dietz ve ark.'nın 1993 yılında yayınlanmış çalışması örnek verilebilir⁽⁹⁾. Bradikineziyle ilişkili olarak agonist ve antagonist kasların uyumlu biçimde kontraksiyonunun bozulması esasına dayanan bu hipotez dopaminerjik tedaviyle bradikinezide görülen düzelmenin aynı ölçüde postural instabiliteye yansımaması nedeni ile tartışmaya açıktır^(9,15).

Bazal ganglionlar ve serebellumun postürü belirleyen sensorimotor devrelerin entegrasyonundaki temel aktörler olmasından yola çıkılarak gerçekleştirilen bir başka çalışmada görsel bilginin işlenmesindeki değişiklikler ön plana çıkmıştır. Bu çalışma vizüopostüral devrenin normaller ile serebellar lezyonu olanlar arasında anlamlı bir farklılık göstermezken Parkinson hastalarında her iki gruba göre de hiperaktif olduğu yani daha fazla kullanıldığını ortaya koymuştur⁽⁶⁾. Duysal bilgi entegrasyonunda rol alan merkezler olarak bazal ganglionlar ve projeksiyonları başka çalışmalarda da mercek altına alınmış ve kognisyon, uzaysal oryantasyon, propiosepsiyon ilişkisinin iPH'ndaki postür

bozukluklarında temel noktalar olduğuna işaret eden sonuçlara ulaşılmıştır^(8,20).

Rascol ve ark. tarafından 1995 yılında yayınlanan çalışmada postüral instabilite ve düşmelerin ön planda olduğu progresif supranukleer palsi ve multisistem atrofi gibi hastalıklarda vestibülooküler refleksin fiksasyon ile baskılanabilirliğinin normaller ve iPH'ları ile kıyaslandığında daha fazla azaldığı gösterilmiştir⁽¹⁶⁾. Görsel bilgi postür ilişkisini ön plana çıkaran bu sonuç, Liao ve ark.'nın postüral instabilitede otolitik sistemin ön planda olduğunu işaret eden çalışmasının sonuçlarıyla örtüşmemektedir⁽¹³⁾.

Parkinson hastalığındaki postüral instabilitede vestibüler sistemin rolünün araştırıldığı değişik çalışmalarda ise birbiri ile çelişen sonuçlara varılmıştır^(14,18,20). Bizim araştırmamızda iPH'larında VKR'in sVEMP ler aracılığıyla değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bizimle aynı hedefi paylaşan Pollack ve ark. iPH olgularında VKR'nin % 37 unilateral, % 8 bilateral oranında kaybolduğunu ortaya koymuş olsa da bizim bulgularımız onlarınkinden farklıdır⁽¹⁵⁾. Bu durum örneklemimizin Hoehn-Yahr evrelemesi bakımından daha homojen ve disabilitesi daha az hastalardan oluşmasından, ya da gruplar arası yaş farkının diğer çalışmada bizimkine göre daha geniş bırakılmasından kaynaklanmış olabilir. Söz edilen çalışmada amplitüdler hasta kooperasyon kısıtlılığı gerekçe gösterilerek değerlendirme dışı tutulurken aynı gerekçe yanıt varlığı ve konfigürasyonu nun değerlendirilmesinde göz ardı edilmiştir. Ayrıca gruplar arası yaş farkının bizim çalışmamıza kıyasla pek az önemsendiğini söylemek yanlış olmayacaktır. Gözlemlerimiz Pollack ve ark'ın tutumunun haksız olmadığını destekler şekilde 'sVEMP yanıtı ve amplitüdünde yaşla beraber görülen azalma' nın gereğinden fazla vurgulandığını düşündürse de araştırmamızın konusunu oluşturmeyen bu tartışmanın dışında kalmak için, kontrol grubu ile iPH grubu arasındaki yaş farkını

dikkate alarak hareket ettik. Bu tutumumuz iPH grubumuzun başlangıçta planladığımızdan çok daha küçük olmasına yol açmıştır.

Yaş dışında, uyaran tipi ve şiddeti, artefakt ve hatta çevresel koşulların latans ve amplitüd değerlerine etkisini tek tek ele almak mümkündür. Ancak aynı tip ve şiddette uyaranla, aynı laboratuvar ve aynı gereçler kullanılarak yapılan ve en önemlisi iPH'nın sVEMP'leri etkileyip etkilemediğine odaklanan bir çalışmada bu yaklaşım pratik olmadığı gibi, konunun dağılmasına sebebiyet vereceğinden uygun da olmayacaktır. Bu nedenle yaş ile negatif yönde olan VEMP yanıtılık ve amplitüd ilişkisinin, ses uyaran şiddeti ve kas kontraksiyon gücüyle pozitif yönde bir ilişki gösterdiğini ve posterior auriküler kas gibi varyasyonel yapıların da VEMP'leri etkileyebileceğini bildiren çok sayıda yayın varlığına değinmekle yetineceğiz^(10,11,17,19).

Araştırmamız iPH ile kontrol grubu arasında amplitüd ve p latansı bakımından fark bulunmadığını, iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunan tek parametrenin negatif dalga latansları olduğunu göstermiştir (Tablo 2). Yaş değişkeninin etkisi kovaryans analizi uygulanarak kaldırıldığında sonucun hala anlamlı olduğu gösterildiğinden iPH grubunda sVEMP yanıtı ve dolayısıyla VKR süresinin anlamlı bir kısalma gösterdiği söylenebilir.

Bu ne anlama gelir? Şimdilik örneklem küçüklüğünü göz önüne alarak sonuçlarımızı tanımlamakla yetinip daha ileri yorumlardan kaçınacağız. Parkinson hastalığında non motor semptomlar ve adaptif -maladaptif süreçlere ilişkin artan bilgiler konuya ilişkin çeşitli hipotezler oluşturulmasını kolaylaştırmaktadır. Örneğin sVEMP yanıt süresindeki kısalma adaptif hatta maladaptif mekanizmaların elektrofizyolojik kanıtı olabilir. Hiç şüphesiz beyin sapı ve bazal ganglionlar arasındaki kompleks ilişkiler, çalışmamız ve ulaştığımız sonuçlar ile açıklanabilecek

sadelikten çok uzaktır. Ancak gerek hareket bozuklukları gerekse denge bozukluklarında servikokolik refleksin yansımaları olan bu noninvaziv ve yeni inceleme yönteminin ilginç sonuçlar sağlayabileceği kanısındayız.

İletişim:

Feray Güleç

E-mail: fferaygulec@yahoo.com

Gönderilme Tarihi: 16 Şubat 2012

Revizyon Tarihi: 25 Ağustos 2012

Kabul Tarihi: 27 Ağustos 2012

The Online Journal of Neurological Sciences (Turkish) 1984-2012

This e-journal is run by Ege University Faculty of Medicine,

Dept. of Neurological Surgery, Bornova, İzmir-35100TR

as part of the Ege Neurological Surgery World Wide Web service.

Comments and feedback:

E-mail: editor@jns.dergisi.org

URL: <http://www.jns.dergisi.org>

Journal of Neurological Sciences (Turkish)

Abbr: J. Neurol. Sci.[Turk]

ISSNe 1302-1664

KAYNAKLAR

1. Ahn BH, Kim HA, Yi HA, Oh SY, Lee H. Abnormal cervical vestibular-evoked myogenic potential in anterior inferior cerebellar artery territory infarction: Frequency, pattern, and a determinant. *J Neurol Sci* 2011;307(1-2):114-9.
2. Akkuzu G, Akkuzu B, Ozluoglu LN. Vestibular evoked myogenic potentials in benign paroxysmal positional vertigo and Meniere's disease. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2006; 263:510-517.
3. Allena M, Magis D, Pasqua V, Schoenen J. The vestibulocollic reflex is abnormal in migraine. *Cephalalgia* 2007; 27:1150-55.
4. Bandini F, Beronio A, Ghiglione E, Solaro C, Parodi RC, Mazzella L. The diagnostic value of

- vestibular evoked myogenic potentials in multiple sclerosis: a comparative study with MRI and visually evoked potentials. *J Neurol* 2004; 251: 617-621.
5. Birdane L, İncesulu A, Gürbüç MK, Özbabalık D. Sacculocolic reflex in patients with dementia: is it possible to use it for early diagnosis? *Neurol Sci* 2011;33(1):17-21.
6. Bronstein AM, Hood JD, Gresty MA, Panagi C. Visual control of balance in cerebellar and parkinsonian syndromes. *Brain* 1990. 113:767-79.
7. Colebatch JG, Halmagyi GM, Skuse NF. Myogenic potentials generated by a click-evoked vestibulocollic reflex. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1994;57(2):190-7.
8. Crucian GP, Barrett AM, Schwartz RL, Bowers D, Triggs WJ, Friedman W et al. Cognitive and vestibule- proprioceptive components of spatial ability in Parkinson's disease. *Neuropsychologia* 2000; 38:757-767.
9. Dietz V, Zijlstra W, Assaiante C, Trippel M and Berger W. Balance control in Parkinson's disease. *Gait Posture* 1993;1:77-84.
10. Eleftheriadou A, Koudounarakis E. Vestibular-evoked myogenic potentials eliciting: an overview. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2011; 268: 331-339.
11. Hong SM, Yeo SG, Kim SW, Cha CI. The results of vestibular evoked myogenic potentials, with consideration of age-related changes, in vestibular neuritis, benign paroxysmal positional vertigo, and Meniere's disease. *Acta Otolaryngol* 2008;128(8):861-5.
12. Itoh A, Kim YS, Yoshioka K, Kanaya M, Enomoto H, Hiraiwa F, et al. Clinical study of vestibular-evoked myogenic potentials and auditory brainstem responses in patients with brainstem lesions. *Acta Otolaryngol* 2001; 545:116-119.
13. Liao K, Wagner J, Joshi A, Estrovich I, Walker MF, Strupp M, Leigh RJ. Why do patients with PSP fall? Evidence for abnormal otolith responses. *Neurology* 2008; 70:802-809.
14. Pastor MA, Day BL, Marsden CD. Vestibular induced postural responses in Parkinson's disease. *Brain* 1993;116 (5):1177-90.
15. Pollack L, Prohorov T, Kushnir M, Rabey M. Vestibuloservical reflexes in idiopathic Parkinson disease. *Neurophysiol Clin* 2009;(4-5):235-40.
16. Rascol O, Sabatini U, Fabre N, Senard JM, Simonetta-Moreau M, Montastruc JL, Clanet M, Rascol A. Abnormal vestibuloocular reflex cancellation in multiple system atrophy and progressive supranuclear palsy but not in Parkinson's disease. *Mov Disord* 1995;10(2):163-70.
17. Rauch SD. Vestibular evoked myogenic potentials. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2006;14: 299-304.
18. Reichert WH, Doolittle J, Mc Dowell FH. Vestibular dysfunction in Parkinson disease. *Neurology* 1982;32 (10):1133-8.
19. Rosengren SM, Welgampola MS, Colebatch JG. Vestibular evoked myogenic potentials: past, present and future. *Clin Neurophysiol* 2010;121(5):636-51.
20. Vaugoyeau M, Viel S, Assaiante C, Amblard B, Azulay JP. Impaired vertical postural control and proprioceptive integration deficits in Parkinson's disease. *Neuroscience* 2007;146: 852-63.
21. Versino M, Colnaghi S, Callieco R, Bergamaschi R, Romani A, Cosi V. Vestibular evoked myogenic potentials in multiple sclerosis patients. *Clin Neurophysiol* 2002;113:1464-1469.
22. Welgampola MS, Colebatch JG. Characteristics and clinical applications of vestibular evoked myogenic potentials. *Neurology* 2005;64:1682-1688.
23. Young YH, Huang TW, Cheng PW. Assessing the stage of Meniere's disease using vestibular evoked myogenic potentials. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2003;129:815-818.