



Normallerde Sempatik Deri Cevabı Dalga Formları⁺

Recep Aygül*, Hızır Ulvi*, Orhan Deniz*

*Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroloji AD. Erzurum

Amaç: Sempatik deri cevabı (SDC) sudomotor sempatik fonksiyonun bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı normal bireylerde farklı dalga formları arasında latans, amplitüd ve habitüasyonda farklılık olup-olmadığını araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Elektriksel stimülasyonla 47 normal bireyin avuç içi derisinden 14 SDC kayıtları alındı. Dalga formları ya pozitif komponenti negatif komponentinden daha büyük P tipi veya negatif komponenti pozitif komponentinden daha büyük N tipi olarak sınıflandırıldı. M paterni ardışık kayıtlamalar süresince hem P tip, hem de N tip dalga formlarına sahipti.

Sonuçlar: Ardışık kayıtlamalar süresince, 47 bireyin 11'i sadece P tip (P paterni), 10'u sadece N tip (N paterni), 26'sı (%55.3) hem P tip hem de N tip dalga formlarına (M paterni) sahiptiler. P paterni N paterninden daha büyük bir amplitüd ve daha kısa bir latansa sahipti. Bütün SDC'larının %49.1'ini P tipi teşkil etmekteydi. M paterninde ilk uyarılmış cevapların %81'ini, fakat son uyarılmış cevapların yalnızca %13.5'ini P tipi oluşturmuştu. Habitüasyonun bir göstergesi olarak, SDC amplitüdü tekrarlayan stimuluslar süresince kademeli bir şekilde fakat düzensiz olarak azaldı.

Yorum: Bu sonuçlar, SDC'ları amplitüd ve latansın normal ranjları tanımlandığında dalga formu paternlerinin de göz önüne alınması gerektiğini telkin etmektedir. Yine amplitüd ve latans değerleri karşılaştırılmadan önce hasta ve kontrol gruplarında SDC dalga tipi paternlerinin dağılımlarında eşitliğin saptanması tavsiye edilir.

Anahtar Kelimeler: Dalga formu, Sempatik deri cevabı, Habitüasyon

Waveforms of Sympathetic Skin Response in Normal Subjects

Objective: The sympathetic skin response (SSR) is used as an index of sudomotor sympathetic function. The aim of this study was to investigate whether there were differences in amplitude, latency and habituation among the different waveform patterns of SSR in normal subjects.

Material and Methods: Fourteen SSRs were recorded from the palm skins of 47 normal subjects by electrical stimulations. Waveforms were classified as one of two types, namely, the P type, in which the positive component was larger than the negative, and the N type, in which the negative component was larger than the positive. The M pattern had both P and N type waveforms during consecutive recordings.

Results: During successive stimulations, 11 of the 47 subjects had only P type waveforms (P pattern), 10 others only the N type (N pattern), and the remaining 26 (55.3%) both the P and N types (M pattern). The P pattern had a larger amplitude and shorter latency than the N pattern. The P type constituted 49.1% of all the SSRs. The P type made up 81% of the first evoked responses but only 13.5% of the last ones in the M pattern. SSR amplitudes gradually decreased but irregularly during the repeated stimulations, reflecting habituation.

Conclusions: These results suggest that waveform patterns should also be considered when defining the normal ranges of SSR latency and amplitude. Furthermore, it might be advised to confirm the balanced distribution of the SSR waveform patterns in patient and control groups before comparing the values of amplitude and latency between the two groups.

Key Words: Waveform; Sympathetic skin response; Habituation

⁺29 Eylül-3 Ekim 2004 tarihleri arasında Antalya'da düzenlenen 40. Ulusal Nöroloji Kongresi'nde poster bildiri olarak sunulmuştur

Sempatik deri cevabı (SDC) eksternal stimulus uygulanmasından sonra görülen geçici, değişken bir deri potansiyelidir. Kolayca elde edilebilir ve sudomotor fonksiyonu değerlendirmede yaygın şekilde kullanılmaktadır.¹ Seri kayıtlamalarda

SDC dalga formlarının pek çok tipi elde edilmiştir.²⁻⁶ Dalga formu değişikliğinin elektrofizyolojik önemi henüz tam olarak tayin edilememiştir. Ardışık stimuluslarla dalga formu paternini tayin etmek için yapılan çalışmalarda, dalga formu paterni ve habitüasyonla SDC latans ve amplitüdünün etkilenmiş olduğu bulunmuştur.^{2, 4, 5, 7, 8} Bu çalışmada normal sağlıklı bireylerde farklı dalga formu paternlerinin dağılımı ve SDC dalga formlarıyla latans, amplitüdü, area ve habitüasyon ilişkisinin belirlenmesi amaçlandı.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, bilinen hastalığı olmayan 47 sağlıklı bireyde SDC kayıtlaması gerçekleştirildi.

Elektrofizyolojik İnceleme

Sinir İleti Çalışmaları (SİÇ): Elektrofizyolojik çalışmalar 1995 model Medelec Teca Premierie Plus vE05 marka EMG cihazı (Surrey, England) ile normal oda ısısında (24-26°C) ve el deri ısısı 30°C üzerinde olacak şekilde gerekirse hasta ısıtıldıktan sonra yüzeysel stimülatör ve kaydedici elektrotlar kullanılarak konvansiyonel metotla gerçekleştirildi.

Sempatik Deri Cevapları Kayıtlaması: SDC'ları kayıtlamalarında standart yüzeysel disk elektrotlar kullanıldı. Aktif elektrot avuç içine, referans elektrot el dorsal yüzüne yerleştirildi. Elektrik stimulus şiddeti 20 mA, süre 0.2 msn, filtre bandı 2-5000 Hz, süpürme hızı 1 msn/division, sensitivite 500 µV/division idi. Bir el bileği median sinir trasesinden 30 saniyeden uzun, düzensiz aralıklarla verilen elektriksiz stimulusla diğer el avuç içi derisinden ardışık 14 SDC kayıtlandı. Kayıtlamalar her iki elden de ayrı ayrı gerçekleştirildi. Bütün olguların SDC dalga tipleri ve dalga formu paternleri Toyokura² sınıflamasına göre belirlendi. Dalga tipleri, pozitif komponenti negatif komponentinden daha büyük ise "P" tipi, negatif komponenti pozitif komponentinden daha büyük ise "N" tipi olarak sınıflandırıldı. Dalga formları da tüm kayıtlama süresince "P" tipi dalgalardan oluşanlar "P" formu, "N" tipinden oluşanlar "N" formu ve hem "P" tip hem de "N" tipten oluşanlar "M" formu olarak değerlendirildiler. Bütün olgularda amplitüd oranı, dalgaların ortaya çıkma yüzdesi ve habitüasyon yüzdesi, ortalama ve maksimum amplitüdü; ortalama, maksimum, minimum, median erken ve geç latanslar; ortalama, maksimum ve minimum area'lar ve dalga tipleri dağılım yüzdeleri belirlendi. Amplitüd oranı, son

3 cevabın en büyük amplitüdü olanı ilk 3 cevabın en büyük amplitüdü olanına bölünmek suretiyle hesaplandı. Median erken latans ilk 3 cevap latansının ortalaması; median geç latans son 3 cevap latansının ortalamasından belirlendi. Dalga formları şekil 1'de gösterildi.

İstatistiksel Analiz: Windows için bilgisayarlı istatistik paket programı SPSS 10.0.7 kullanılarak sinir iletileri ve SDC'ları sonuçları ortalama ve standart sapma olarak hesaplandı. Olgular SDC'nın kayıtladığı tarafa göre sağ-sol olarak ve cinsiyete göre kadın-erkek olarak karşılaştırıldılar. Ayrıca dalga paternlerine göre de karşılaştırmalar gerçekleştirildi. Amplitüd ve latanslar arasında korelasyon olup olmadığı Pearson korelasyon katsayısı ile belirlendi. Otuzun üzerinde değışkene sahip olanlar unpaired student-t testiyle, 30'un altındakiler Mann-Whitney U testiyle karşılaştırıldı, p < 0.05 ise istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

SONUÇLAR

Otuz-üç kadın (yaş ort. 37.9±8.9 yıl), 14 erkek (yaş ort. 33.3±12.2 yıl) toplam 47 gönüllünün 94 elinden SDC'ları kayıtlandı (yaş için, p > 0.05). SDC ortalama %96.4±9.7 ortaya çıkma oranıyla bütün normallerde kayıtlandı. Bir çok farklı dalga formu belirlendi (Şekil 1). SDC'larının tümünün %49.1±36.3'ünü "P", %46.9±35.4'ünü "N" tip oluşturmaktaydı. Dalga formu toplam 94 elin 42'sinde (%44.7) kayıtlama süresince tek tipteydi (N veya P patern). Kalan 52 el (%55.3) dalga formu tiplerinin her ikisini de sergilediler (M paterni). İlk ve son cevapların dalga tipleri anlamlı şekilde farklıydı (p<0.001). M paterninde ilk uyarılmış potansiyelin %81'ini, son uyarılmış potansiyelin %13.5'ünü "P" tipi oluşturmaktaydı. İlk cevabın %19'u, son cevabın %86.5'i "N" tipinden oluşmaktaydı. Dalga tipleri ve paternlerinin kadın ve erkekler arasında ve sağ-sol ekstremiteler arasında dağılımlarının karşılaştırılmasında anlamlı farklılık yoktu (Tablo 1).

Bu 3 patern arasında amplitüd, latans ve arealar arasında anlamlı farklılıklar vardı (p<0.01). Dalga paternlerine göre SDC parametrelerinin karşılaştırılması Tablo 2'de verildi. "P" paterni daha büyük amplitüd ve area, daha kısa latansa sahipken, "N" paterni daha küçük amplitüd ve area, daha uzun latansa sahipti; "M" paterni "P" ve "N" formu arasında değerlere sahipti. SDC amplitüdüleri tekrarlayan stimuluslar esnasında kademeli olarak azaldı. Bu azalma eğilimi amplitüd oranı [Son 3 cevabın

Normallerde Sempatik Deri Cevabı Dalga Formları

maksimum amplitüdü (M paterninde N tipinin) / ilk 3 cevabın maksimum amplitüdü (M paterninde P tipinin)] vasıtasıyla belirlenip P, N ve M paternleri arasında karşılaştırıldı. Amplitüd oranı P ve N paterni arasında benzer bulunurken, M paterninde diğer ikisinden anlamlı şekilde küçüktü.

Kadın-erkek ve sağ-sol elden kayıtlanan SDC parametrelerinin (latans, amplitüd, area, habitüasyon) karşılaştırılmasında anlamlı farklılık yoktu ($p>0.05$). Ortalama ve maksimum amplitüdü ile minimum, ortalama, maksimum, median erken ve geç latanslar arasında anlamlı negatif korelasyon arasında anlamlı negatif korelasyon belirlendi ($p<0.005$). Yaş ve vücut kitle indeksiyle çalışılan parametreler arasında anlamlı korelasyon belirlenmedi.

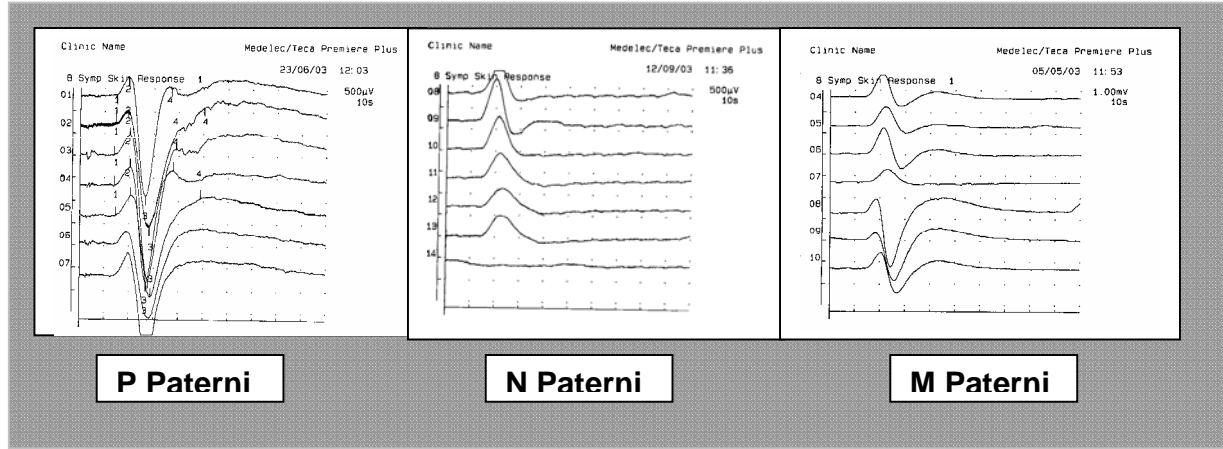
TARTIŞMA

İnce myelinsiz liflerin fonksiyonel değerlendirilmesinde kullanılan testler sınırlıdır. SDC kolayca elde edilebilir ve

sudomotor fonksiyonu değerlendirmede yaygın şekilde kullanılmaktadır. SDC; oda ısısı,¹¹ deri potansiyel seviyesi,¹⁰ stimulus şiddeti,^{6,8,11} mental veya emosyonel durum^{2,5,12} deri ısısı,¹³ surprise effect¹² ve habitüasyonu^{6,8} kapsayan değişik faktörler tarafından düzenlenir.

Çalışma, 47 sağlıklı bireyde gerçekleştirildi. Kadın (%70) ve erkekler (%30) arasında sayı olarak dengesizlik olmakla birlikte cinslerin karşılaştırılmasında SDC amplitüd, latanslar ve diğer parametreler arasında anlamlı farklılık bulunmadı. Sağ ve sol elden kayıtlanan parametreler arasında da önemli farklılık görülmedi. Bu bulgular, Aramaki ve ark.⁵ çalışmasına benzer şekildeydi. SDC amplitüdü yaşa bağlıdır. 60 yaş altında normal olarak ortaya çıkar, fakat 60 yaşın üzerindeki bireylerde ayakların sadece %50'sinde, ellerin %70'inde belirlenebilir.⁹ Çalışmamızda 60 yaş üzerinde olgu yoktu ve tüm olguların %96.4±9.7 ortaya çıkma oranıyla SDC'ları kayıtlanabildi.

Şekil 1. Sempatik deri cevabı dalga formu paternleri



Tablo 1. SDC dalga tiplerinin dağılımları

		Total (%)	Kadın (%)	Erkek (%)	p ¹	Sağ (%)	Sol (%)	p ²
Genel dalga tipi	P paterni	23.4	21.2	28.6	0.526	25.5	21.3	0.879
	N paterni	21.3	19.7	25		21.3	21.3	
	M paterni	55.3	59.1	46.4		53.2	57.4	
M tipinin ilk cevabı	P formu	80.8	79.5	76.9	0.975	76	85.2	0.658
	N formu	19.2	20.5	23.1		24	14.8	
M tipinin son cevabı	P formu	13.5	10.3	23.1	0.249	12	14.8	0.823
	N formu	86.5	89.7	76.9		88	85.2	

p¹: Cinsce göre, p²: Tarafa göre karşılaştırma

Tablo 2. Dalga paternlerine göre SDC parametreleri ortalama, standart deviasyonlar ve karşılaştırılmaları

	P Paterni (N=22)	N Paterni (N=20)	M Paterni (N=52)	p ¹ (P-N)	p ² (P-M)	p ³ (M-N)
Ortalama Area	1.98±0.85	0.62±0.26	1.24±0.66	0.000	0.000	0.000
Maksimum Area	3.21±1.26	0.94±0.36	2.14±1.11	0.000	0.001	0.000
Minimum Area	1.09±0.49	0.35±0.15	0.59±0.39	0.000	0.000	0.002
N Dalga Tip %	-	100	49.6±20.6	0.000	0.000	0.000
P Dalga Tip %	100	-	45.1±21.4	0.000	0.000	0.000
Maximum Amplitüd	1.85±0.87	0.58±0.29	1.52±0.82	0.000	0.127	0.000
Ortalama Amplitüd	1.22±0.59	0.37±0.23	0.91±0.54	0.000	0.041	0.000
Amplitüd Oranı	0.71±0.33	0.76±0.54	0.47±0.54	0.406	0.026	0.013
Ortaya Çıkma %	98.4±7.61	94.3±11	96.4±10.0	0.018	0.158	0.137
Habitüasyon Sayısı	0.23±1.07	0.8±1.54	0.50±1.41	0.018	0.158	0.137
Habitüasyon %	1.62±7.61	5.35±11.1	3.57±10.0	0.036	0.158	0.268
Minimum Latans	1.28±0.18	1.39±0.12	1.31±0.13	0.017	0.332	0.013
Ortalama Latans	1.42±0.14	1.51±0.12	1.44±0.10	0.017	0.096	0.085
Maximum Latans	1.55±0.15	1.65±0.14	1.60±0.14	0.029	0.173	0.155
Median Erken Latans	1.39±0.16	1.48±0.14	1.42±0.15	0.009	0.282	0.114
Median Geç Latans	1.45±0.15	1.54±0.15	1.50±0.12	0.039	0.106	0.199

Bu çalışmada, SDC şekli Toyokura'nın² önerdiği şekilde temel olarak amplitüdlere pozitif ve negatif komponentlerine göre 2 tipte sınıflandırıldı. Dalga formu tipleri 47 olgunun her iki elinden kayıtlamalar ile belirlendi. Dalga formu toplam 94 elin 42'sinde (%44.7) kayıtlama süresince tek tipteydi (N veya P patern). Kalan 52 el (%55.3) dalga formu tiplerinin her ikisini de sergilediler (M paterni). M paternli olguların ilk cevaplarının 42'si (%81) P tipi, 10'u (%19) N tipi dalgalarından oluşmaktaydı. Son cevapların dalga tipleri ise bunun aksine 45 (%86.5) N tip, 7 (%13.5) P tipten oluşmaktaydı. Bu tüm bireylerde olmasa da büyük kısmında dalga formlarının zamanla P tipinden N tipine değişme eğiliminde olduğuna işaret etmektedir. Bulgularımız, Francini ve ark.¹⁰ ile Toyokura'nın^{2,3} bildirdikleri bulguları desteklemektedir. Toyokura² SDC dalga formları ve habitüasyonu analiz ettiği çalışmada olguların yarısından fazlasında M paterni (%54) belirlemiş ve ilk uyarılmış potansiyellerin %96.3'ü, son cevapların yalnızca %11.1'inin P tipi dalgalarından oluştuğunu bildirmiştir.

SDC şekli çoğunlukla negatif ve pozitif fazlardan oluşmaktadır. Ancak, pozitif ve negatif SDC komponentlerinin fizyolojik önemi konusunda bir fikir birliği yoktur. Negatif komponentin kaynağının ter bezinin kendisi olduğu ve direkt olarak onun nöronal innervasyonuna bağlı olduğu ileri sürülmektedir.^{14, 15}

Pozitif komponentin kaynağı tam olarak saptanamamıştır.^{1,14,17} Bir galvanik deri potansiyel refleksi çalışmasında, Yokota ve ark.¹¹ refleksin güçlü eksitasyonunun çoğunlukla P tipine benzer şekilde büyük pozitif komponentli bir cevap ürettiğini bulmuşlardır. Refleksin eksitasyonu stimulus şiddetine bağlıdır. Nakayama ve Takagi¹⁶ zayıf bir stimulusla monofazik negatif bir cevap elde edilirken, elektrik stimulus şiddetinin artışıyla pozitif bir defleksiyon ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Mitani ve ark.¹⁸ P komponentinin varlığını büyük sayıda ter bezlerinin güçlü aktivasyonundan kaynaklanabileceğini ileri sürmektedirler. Çalışmamızda stimulus şiddeti sabit tutuldu. Elektriksel stimülasyona daha duyarlı ve fazla stresli kişilerde P paterninin ortaya çıktığı görüldü. Stresli kişilerde refleksin elektriksel stimülasyonla daha güçlü bir şekilde eksitasyonu ile P paterninin ortaya çıktığı ileri sürülmektedir.^{2, 3}

Çalışmamızda, amplitüdlere ile minimum, ortalama, maksimum, median erken ve geç latanslar arasında anlamlı negatif korelasyon izlendi. Bu bulgu latansın kısalıdıkça amplitüdün arttığına işaret etmektedir. Nihayet diğer paternlere göre P paterninde latanslar daha kısa iken, amplitüdlere daha büyüktü. Aramaki ve ark.⁵ normallerde SDC amplitüd ve latansları arasında korelasyon bildirmezken, Toyokura^{2,3} anlamlı korelasyon rapor etmiştir. Çalışmamızda, P paterni N

Normallerde Sempatik Deri Cevabı Dalga Formları

paterninden daha büyük bir amplitüd ve daha kısa bir latansa sahipti. M paterni değerleri genel olarak P ve N paternleri arasında yer almaktaydı. P ve M paterninin maksimum amplitüdü ve median erken latans değerleri birbirine benzerdi. Bu muhtemelen M paterninde ilk ve maksimum amplitüdü cevapların çoğunlukla P tip dalga formlarından oluşmasından kaynaklanmaktadır. Bu sonuçlar SDC latans ve amplitüd normal ranjları tanımlanırken dalga formlarında göz önüne alınması gerektiğine işaret etmektedir.

Otonomik sinir sistemini etkileyen hastalıklarda dalga tiplerinin dağılımıyla ilgili yeterli çalışma yoktur. Bununla birlikte diyabetik nöropatili olgularda Toyokura ve Takeda¹⁹ dalga formlarının dağılımlarının normal kontrollerden farklı olmadığını ve disotonomi ile dalga formu paternlerinin ilişkili olmadığını rapor etmişlerdir. Yine diyabetik nöropati ve disotonominin SDC amplitüdünü anlamlı bir şekilde etkilerken, dalga formu paternlerinin daha güçlü bir şekilde fizyolojik faktörlerden etkilendiğini ileri sürmektedirler.¹⁹ Bunun aksine Brasil-Neto ve ark.²⁰ karpal tünel sendromunda sempatik tutulumla bağlı olarak N dalga tipi yüzdesinin arttığını ve P dalga yüzdesinin ise azaldığını bildirmektedir. Bunlar otonomik nöropatilerde sempatik disfonksiyonun değerlendirilmesinde latans ve amplitüd değişiklikleri yanında dalga tiplerinin dağılımının belirlenmesinin gerekliliğini telkin etmektedir.

Brasil-Neto ve ark.²¹ SDC latansında sirkadiyen tarzda sistematik bir değişiklik rapor ettiler. SDC ortalama latansını sabahleyin (07:30), öğle ve akşamın erken vakitlerinden (18:30) daha kısa olarak elde ederlerken, öğle-akşam arasında anlamlı fark belirleyemediklerini bildirmektedirler. Çalışmamızda SDC kayıtlamaları bütün bireylerde saat 11:00-15:30 arasında gerçekleştirildiği için sirkadiyen değişiklik ihmal edilebilir.

SDC amplitüdü devamlı stimülasyonla kademeli bir şekilde fakat irregüler olarak azalmaktadır.^{2-5,7,8,12} Bu habitüasyon fenomeni olarak bilinmektedir. Çalışmamızda habitüasyon trendi her üç paternde görülmekle birlikte, M paterninde daha belirgindi. Bulgular M paterninde dalga formlarının P tipinden N tipine değişmesiyle habitüasyonun daha belirgin hale geldiğini göstermektedir. Normal bireylerin SDC'ları kayıtlamalarında bazı olguların habitüasyon gelişimini tecrübe ettikleri ve öğrendikleri ileri sürülmektedir.^{2,5,8} Habitüasyon yüksek oranda kişinin dikkat seviyesiyle

ilişkilidir. Düşük dikkat seviyesi SDC kaybına neden olmaktadır. Çok duyarlı veya relakse haldeyken fluktuasyon artmaktadır.^{5,12} Aynı zamanda düşük metabolik turn-over veya sempatik sinir aktivitesini gösteren mikronörografik araştırmalarda gösterildiği şekilde stimuluslar arası ter bezlerinin tam metabolik restorasyonunun yetersizliği gibi periferik komponentler de tekrarlayan elektriksel stimuluslara SDC'nın progresif uyumunu etkilemektedir.^{7, 22, 23} Stimuluslar arası sürede yine habitüasyon gelişiminde önemli bir faktördür. Habitüasyona neden olmadan kayıtlama için stimuluslar arası intervalın asla 30 sn.den kısa olmaması gerektiği ileri sürülmektedir.²⁴ Yine respiratuvar stimulus gibi farklı stimulus modaliteleri ile dalga formu paternlerinin değişmediği ve SDC'nın daha iyi bir şekilde üretilebildiği bildirilmektedir.²⁵

Stimülasyon metodları, dalga formu değişiklikleri, habitüasyon gibi bazı problemler çözülebilirse SDC'nın klinik kullanımı çok değerli hale gelebilir.

KAYNAKLAR

1. Roberto Vetrugno, Rocco Liguori, Pietro Cortelli, Pasquale Montagna. Sympathetic skin response. Basic mechanisms and clinical applications. *Clin Auton Res* 2003; 13 : 256-270.
2. Toyokura M. Waveform and habituation of sympathetic skin response. *Clin Neurophysiol* 1998; 109: 178-183.
3. Toyokura M. Waveform variation and size of sympathetic skin response: regional difference between the sole and palm recordings. *Clin Neurophysiol* 1999; 110: 765-771.
4. Baba M, Watahiki Y, Matsunaga M, Takebe K. Sympathetic skin response in healthy man. *Electromyogr clin Neurophysiol* 1988; 28: 277-283.
5. Aramaki S, Kira Y, Hirasawa Y. A study of the normal values and habituation phenomenon of sympathetic skin response. *Am J Phys Med Rehabil* 1997; 76: 2-7.
6. Arunodaya GR, Taly AB. Sympathetic skin response: a decade later. *J Neurol Sci* 1995; 129: 81-89.
7. Cariga P, Catley M, Mathias CJ, Ellaway PH. Characteristics of habituation of the sympathetic skin response to repeated electrical stimuli in man. *Clin Neurophysiol* 2001; 112: 1875-1880.
8. Hoeldtke RD, Davis KM, Hsieh PB, Gaspar SR, Dworkin GE. Autonomic surface potential analysis: assessment of reproducibility and sensitivity. *Muscle Nerve* 1992; 15: 926-931.
9. Drory VE, Korczyn AD. Sympathetic skin response: age effect. *Neurology* 1993; 43: 1818-1820.
10. Francini F, Zoppi M, Maresca M, Proccacci P. Skin potential and EMG changes induced by cutaneous electrical stimulation. I. Normal man in arousing and non-arousing environment. *Appl Neurophysiol* 1979; 42: 113-124.
11. Yokota T, Takahashi T, Kondo M, Fujimori B. Studies on the diphasic wave form of the galvanic skin reflex. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1959; 11: 687-696.
12. Elie B, Guineuc P. Sympathetic skin response: normal results in different experimental conditions. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1990; 76: 258-267.
13. Levy DM, Reid G, Rowley DA, Abraham RR. Quantitative measures of sympathetic skin response in diabetes: relation to sudomotor and neurological function. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1992; 55: 902-908.
14. Shaver BA, Brusilow SW, Cooke RE. Origin of the galvanic skin response. *Proc Soc Exp Biol NY* 1962; 110: 559-564.
15. Takagi K, Nakayama T. Peripheral effector mechanism of galvanic skin reflex. *Jpn J Physiol* 1959; 9: 1-7.
16. Nakayama T, Takagi K. Two components involved in galvanic skin response. *Jpn J Physiol* 1958; 8: 21-30.
17. Yokota T, Takahashi T, Kondo M, Fujimori B. Studies on the diphasic wave form of the galvanic skin reflex. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1959; 11: 687-696.
18. Mitani H, Ishiyama Y, Hashimoto I. Equivalent current dipole estimated from SSR potential distribution over the human hand. *Clin Neurophysiol* 2003; 114: 233-238.
19. Toyokura M, Takeda H. Waveform of sympathetic skin response in diabetic patients. *Clin Neurophysiol* 2001; 112: 1229-1236.
20. Brasil-Neto JP, Carneiro CR. Monophasic negative sympathetic skin responses and autonomic dysfunction in carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 2004; 29: 330-1.

Aygül ve ark

21. Brasil-Neto JP, Gonçalves CA, Araujo CD, Carneiro CR, Soares MVA. Circadian latency variability of sympathetic skin responses. *Clin Auton Res* 1998; 8: 237-239.
22. Kunimoto M, Kimio K, Elam M, Karisson T, Wallin BG. Non-linearity of skin resistance response to intraneural electrical stimulation of sudomotor nerves. *Acta Physiol Scand* 1992; 146: 385-392.
23. Bini G, Hagbarth KE, Hynninen P, Wallin BG. Thermoregulatory and rhythm generating mechanisms governing the sudomotor and vasoconstrictor outflow in human cutaneous nerves. *J Physiol* 1980; 306: 537-552.
24. Manca D, Valls-Solé J, Callejas MA. Excitability recovery curve of the sympathetic skin response in healthy volunteers and patients with palmar hyperhidrosis. *Clin Neurophysiol* 2000; 111: 1767-1770.
25. Kira Y, Ogura T, Aramaki S, Kubo T, Hayasida T, Hirasawa Y. Sympathetic skin response evoked by respiratory stimulation as a measure of sympathetic function. *Clin Neurophysiol* 2001; 112: 861-865.

Yazışma Adresi

Yrd. Doç. Dr. Recep Aygül
Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Nöroloji Anabilim Dalı, 25240, Erzurum
Tel : 442 2361 212-1678
Fax: : 442 2361 301
E-Posta : raygul@atauni.edu.tr