

# Hemisferik Asimetri: Tek Yanlı Uyarı, Bilateral Elektrodermal Aktivite

## HEMISPHERIC ASYMMETRY: UNILATERAL STIMULATION, BILATERAL ELECTRODERMAL ACTIVITY

Ferhan ESEN\*

\*Yrd.Doç.Dr., Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik AD, ESKİŞEHİR

### Özet

Beynin lateralitesi ile ilgili çalışmalar sağ ve sol hemisferler arasında fonksiyonel farklılık olduğu düşüncesini destekler nitelikte olup otonom sinir sisteminin bir bileşeni olan elektrodermal aktivitenin (EDA) de lateralize olabileceğini düşündürmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada palmar EDA'nın bilateral asimetri gösteren parametrelerini ortaya koymak ve bu parametrelerin bağlı hemisferik aktivasyonun göstergesi olarak yararlılığını değerlendirmek üzere tercihli olarak sağ elini kullanan 25 erkekte deri direnç düzeyi (SRL), deri direnç yanıtı (SRR) ve SRR latansı (L) incelenmiştir. Çalışmada, EDA değişkenlerinin uyarı bölgesi ve el tercihi ile ilişkili asimetrisini belirlemede tek yanlı uyarı (klik şeklinde **işitsel** / patella tendonuna **mekanik**) ile çift yanlı kayıtlama yapılmıştır. Elektrodermal aktivitede (SRR/SRL) önemli bir asimetri bulunmamış, fakat SRR latansının önemli farklılık taşıdığı gözlenmiştir. İşitsel uyarı için, ipsilateral yanıtların kontralateral yanıtlardan daha hızlı olması, limbik sistemin uyarıldığı durumda gözlenen bilateral EDA'nın ipsilateral kontrol altında olduğunu düşündürmektedir. Motor aktivasyona karşı gözlenen yanıt latansı, kullanılan uyarı bölgesinden bağımsız olarak, dominant elde daha küçüktür. Bu sonuç, tercihli olarak sağ elini kullanan bireylerde, sol bazal gangliyonun sağdakinden daha aktif olduğunu düşündürmektedir. Sonuçlar, korteks ve periferik yapıların her ikisinin de EDA üzerindeki etkilerinin önemini vurgularken, bu durum yanıtın latansında görülen asimetriyi modüle eden bir tek kortikal mekanizmanın bulunmadığını göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bilateral EDA, Latans, Hemisferik asimetri

T Klin Tıp Bilimleri 2002, 22:82-86

Elektrodermal aktivite (EDA), sempatik kolinerjik liflerle uyarılan ekrin ter bezlerinin ve çevresel dermal-epidermal dokuların elektriksel aktivitesi olarak tanımlanmaktadır (1). Bu yanı ile EDA, periferde yapılan gözlemlerle otonom sinir sistemi aktivitesinin değerlendirilmesini sağlayan bileşenlerden biridir.

EDA, 1970'li yıllara kadar, retiküler sistemin kontrolü altında bulunan, yaygın ve spesifik olmayan bir aktivite olarak değerlendirildiğinden simetrik olduğu düşünülmüş ve bu nedenle de tek yanlı gözlemler yapılmıştır. Günümüzde, retiküler düzeyin üzerinde, ipsilateral limbik-hipotalamik kaynak (EDA-1) ile

### Summary

Research in cerebral laterality supports the idea of functional differences between the left and right hemispheres and suggest that a component of autonomic nervous system, electrodermal activity (EDA), is also lateralized. To evaluate the bilateral asymmetries in palmar EDA and the usefulness of EDA parameters as indices of relative hemispheric activation, skin resistance level (SRL), skin resistance response (SRR) and the SRR latency (L) were examined in 25 right-handed male subjects. We used bilateral recording with a unilateral stimulation (auditory click/patellar tendon tap) to assess the asymmetries of EDA variables related to the side of stimulation and to handedness. No significant asymmetry in EDA (SRR/SRL) were found but significant differences in latency were observed. Ipsilateral responses were faster than contralateral responses for auditory stimulus and this result suggest that the human bilateral EDA is under ipsilateral control when limbic structures are stimulated. Response latency to motor activation were smaller in dominant hand, regardless of the stimulation site used. This result indicates that the left basal ganglia were more active than the right for right handers. Results underline the importance both of the cortical and peripheral influences on EDA but argue against the existence of single cortical mechanism modulating the asymmetries in the latency of this response.

**Key Words:** Bilateral EDA, Latency, Hemispheric asymmetry.

T Klin J Med Sci 2002, 22:82-86

kontralateral premotor-bazal gangliyon kaynağının (EDA-2) da EDA'nın ortaya çıkışında rol aldığı ifade edilmektedir (1).

Beynin sağ ve sol hemisferlerinin çeşitli bilgi işleme süreçleri açısından özelleştiği düşüncesinin gelişimine paralel olarak EDA'nın asimetrisi konusuna da ilgi artmıştır (1-7). Bu ilgi, EDA'daki asimetrisinin kortikal aktivitedeki asimetrisinin göstergesi olduğu düşüncesine dayalıdır ve kortikal aktivitedeki farklılıklar ile normal dışı fonksiyonel bozuklukları saptamayı amaçlamaktadır (8-11). Çeşitli türden bilgi işleme beynin bir yarısının tercihli olarak kullanılmasının fazik ve tonik

EDA'da bilateral asimetrinin görülmesine neden olacağı öne sürülmekle birlikte bu konudaki bulgular çelişkilidir (1,12). Bu çelişkinin nedenlerinden biri elektrodermal sistemdeki asimetriyi modüle eden tek bir kortikal mekanizmanın varlığının kuşkulu olmasıdır (13). Uyarının (duygusal, soyut, işitsel, görsel) bilgi içeriği, süresi, cinsiyet, sağ/sol eli tercihli kullanma ve dermal-epidermal tabakaların elektriksel özelliklerinin bilateral farklılığı diğer faktörler olarak sıralanabilir (1,12). Konu ile ilgili çalışmalarda, bilgi içeriği açısından tartışma konusu yapılabilecek işitsel (EDA-1) ve görsel uyarılar kullanılmıştır. Bilgi içeriğinin artmasına paralel olarak beynin her iki yarısının da uyarı değerlendirme süreçlerine katılma olasılığının artması bu çalışmaların çelişkilerinin en önemli kaynağıdır. Ayrıca, yanıt latansının bilateral asimetrisi yeterince incelenmemiş (12) ve özel olarak EDA-2 yolunu kullanan bir çalışmaya da rastlanamamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada, EDA'nın ortaya çıkışından sorumlu spesifik merkezi sinir sistemi (MSS) yapılarını (EDA-2) aktive eden uyarı kullanılmış ve uyarılmış EDA gözlenerek bu yanıtların MSS'deki lateraliteyi yansıtmayı yansıtmadığı araştırılmıştır.

### Gereç ve Yöntem

Çalışmamız, bilinen bir rahatsızlığı ve yakınması olmayan, yaşları 20 ile 25 arasında ( $23.7 \pm 1.7$ ) değişen ve sağ ellerini tercihli bir biçimde kullanan 25 gönüllü erkek öğrenci üzerinde yapılmıştır. Deneklerin sadece erkeklerden oluşturulması, cinsiyet farklılığının sonuçlar üzerindeki olası etkisini gidermeyi amaçlamaktadır. Tüm bireyler yapılacak deney konusunda önceden bilgilendirilerek onayları alınmıştır. Deneyler normal oda sıcaklığında ( $25 \pm 2$  °C) ve sessiz bir ortamda, kişilerin gözleri kapalı ve sırt üstü yattığı durumda iken sürdürülmüş, deneklerden emosyonel uyarı niteliği taşıyan konuları düşünmemeleri istenmiştir.

Deneylerde, her iki elin palmar bölgelerindeki deri direnç düzeyi (SRL) ve deri direnç yanıtı (SRR) bilgileri eş-zamanlı olarak kayıtlanmıştır. Tetrapolar elektrot tekniğinin kullanıldığı bu yöntemde, her elin tenar ve dorsal bölgelerine yerleştirilen bir çift gümüş elektrottan sabit akım ( $10\mu\text{A}/\text{cm}^2$ ) geçirilirken aynı bölgelere yerleştirilen diğer bir çift Ag-AgCl elektrotla potansiyel kaydı yapılmış ve deri direnç bilgisi elde edilmiştir. Kayıtlama işleminde BIOPAC Data Acquisition System kullanılmış daha sonra analizlenmek üzere bir bilgisayar ortamına aktarılan verilerde örnekleme hızı 200 örnek/s olarak seçilmiştir.

Patella tendon refleksindeki proprioseptif aferent impulslar medulla spinalisin dorsal kolonundan yukarıya beyin sapı, talamus ve somatosensöriyel serebral korteks üzerinden premotor kortekse ulaştığından (14), patella tendonu üzerine darbe şeklinde uygulanan mekanik uyarı,

EDA-2 yolunu aktive eden özgün uyarı olarak seçilmiştir. Ayrıca, yanıt genliği konusundaki bulguların güvenilirliğini test etmek üzere ipsilateral limbik-hipotalamik yolu (EDA-1) aktive eden klik şeklinde işitsel uyarılar da kullanılmıştır.

Tercihli olarak kullanılan ve yoğun fiziksel etki altında kalan eldeki stratum korneum tabakası diğer eldekine göre kalınlaşabilmekte ve çevre dokularda farklılık oluşmaktadır. Bu durumun doğal sonucu olarak tercihli kullanılan eldeki SRL daha büyük çıkabilmektedir. Bu nedenle lateralite karşılaştırmalarında dermal-epidermal farklılıkların etkisini ortadan kaldıran yöntemler benimsenmelidir. Bunun için bu çalışmada  $C=(SRR/SRL)$  oranı kullanılmıştır ve yanıtın latansı L sembolü ile gösterilmiştir. Bu büyüklüklerin alt indisi olarak kullanılan ilk harf kayıtlama bölgesini, ikinci harf ise uyarı uygulanma bölgesini göstermektedir ve R sağ, L sol anlamındadır.

Hesaplanan tüm büyüklüklerin (L ve C) ortalama değerleri bulunmuş bu ortalamalar arasındaki farkın anlamlılığı eşleşmiş (paired) serilere uygulanan student t-testi ile istatistiksel olarak analizlenmiştir.

### Bulgular

Bu çalışmada elde edilen bulgular, elektrodermal yanıtın sadece latansının bilateral asimetri taşıdığını göstermektedir (Tablo 1, Tablo 3). Çeşitli araştırmacıların bulgu ve yorumlarında kullandıkları SRL, SRR (veya bu büyüklüklerin tersi olan, deri iletkenlik düzeyi ve deri iletkenlik yanıtı, SCL ve SCR) genliği ile bu genliğin bilateral gözlemde ortaya çıkan farklılığı yanılıcıdır ve  $C=SRR/SRL$  oranı dikkate alındığında bu farklılık ortadan kalkarak istatistiksel açıdan anlamsızlaşmaktadır. Bu sonucun farklı türden uyarılar için değişmemesi, tonik ve fazık EDA'nın bilateral asimetri göstermediği düşüncesini güçlendirmektedir (Tablo 2, Tablo 4). EDA-2 yolunu içine alan patella tendon uyarını dikkate alındığında, beynin her iki hemisferinin de tercihli olarak kullanılan ele (bu çalışmada sağ el) bilgi aktarma hızının, diğer yan için olandan büyük (latansın küçük) olduğu görülmektedir (Şekil 1). Buna ek olarak, normalde sağ hemisferi aktive eden sol periferik uyarıya karşı sağ elden kayıtlanan yanıt latansı,  $L_{RL}$ , hepsinden küçüktür ( $p<0.05$ ). Bu sonuç, sağ hemisferi aktive eden kontralateral girdilerin beynin sol tarafına aktarılması ve buradan eferent kontralateral komutların oluşturulmasında rol alan nöronal devrelerin daha hızlı çalıştığına göstergesidir. Sağ ve sol palmar bölgelerden kayıtlanan elektrodermal yanıtların latansı karşılaştırıldığında, vücudun tercihli olarak kullanılan sağ yarısından gelen uyarılar için 60 ms, sol yarısından gelen uyarılar için ise 100 ms dolaylarında daha hızlı bir yanıt söz konusudur. Bu sonuç deneklerin sağ ellerini tercihli kullanmaları ile tutarlıdır.

**Tablo 1.** Sağ/sol patella tendonuna uygulanan mekanik uyarılar sonucu palmar bölgelerden kayıtlanan bilateral EDA yanıt latansları ( $L_{ij}$ 'de, i alt indisi kayıtlama bölgesini, j alt indisi ise uyarının uygulanma bölgesini göstermektedir).

SOL PATELLA UYARANI			SAĞ PATELLA UYARANI		
Latans (s)	Ort $\pm$ SD (n=25)	p	Latans (s)	Ort $\pm$ SD (n=25)	p
$L_{LL}$	1.33 $\pm$ 0.22	< 0.05	$L_{LR}$	1.54 $\pm$ 0.17	< 0.05
$L_{RL}$	1.20 $\pm$ 0.34		$L_{RR}$	1.48 $\pm$ 0.16	

**Tablo 2.** Sağ/sol patella tendonuna uygulanan mekanik uyarılar sonucu palmar bölgelerden kayıtlanan bilateral EDA yanıtları için  $C = SRR / SRL$  oranları ( $C_{ij}$ 'de, i alt indisi kayıtlama bölgesini, j alt indisi ise uyarının uygulanma bölgesini göstermektedir).

SOL PATELLA UYARANI			SAĞ PATELLA UYARANI		
$C=SRR/SRL$	Ort $\pm$ SD (n=25)	p	$C=SRR/SRL$	Ort $\pm$ SD (n=25)	p
$C_{LL}$	0.089 $\pm$ 0.084	> 0.05 n.s	$C_{LR}$	0.083 $\pm$ 0.080	> 0.05 n.s
$C_{RL}$	0.085 $\pm$ 0.083		$C_{RR}$	0.072 $\pm$ 0.064	

**Tablo 3.** Sağ/sol işitsel uyarılar sonucu palmar bölgelerden kayıtlanan bilateral EDA yanıt latansları ( $L_{ij}$ 'de, i alt indisi kayıtlama bölgesini, j alt indisi ise uyarının uygulanma bölgesini göstermektedir).

SOL İŞİTSEL UYARAN			SAĞ İŞİTSEL UYARAN		
Latans (s)	Ort $\pm$ SD (n=25)	p	Latans (s)	Ort $\pm$ SD (n=25)	p
$L_{LL}$	1.73 $\pm$ 0.15	< 0.05	$L_{LR}$	1.72 $\pm$ 0.23	< 0.05
$L_{RL}$	1.85 $\pm$ 0.16		$L_{RR}$	1.63 $\pm$ 0.27	

**Tablo 4.** Sağ/sol işitsel uyarılar sonucu palmar bölgelerden kayıtlanan bilateral EDA yanıtları için  $C = SRR / SRL$  oranları ( $C_{ij}$ 'de, i alt indisi kayıtlama bölgesini, j alt indisi ise uyarının uygulanma bölgesini göstermektedir).

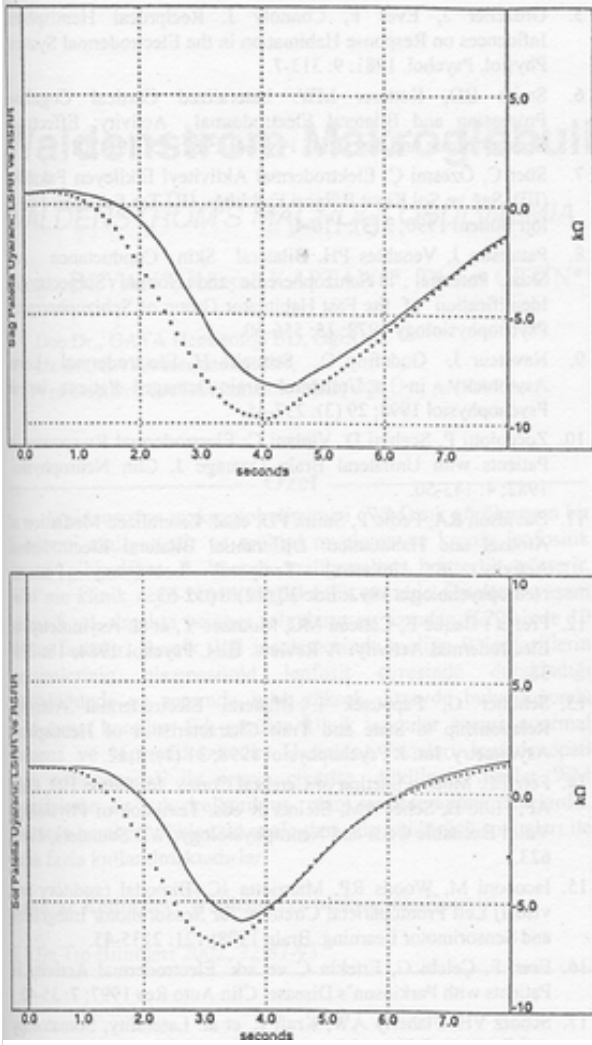
SOL İŞİTSEL UYARAN			SAĞ İŞİTSEL UYARAN		
$C=SRR/SRL$	Ort $\pm$ SD (n=25)	p	$C=SRR/SRL$	Ort $\pm$ SD (n=25)	p
$C_{LL}$	0.036 $\pm$ 0.036	> 0.05 n.s	$C_{LR}$	0.041 $\pm$ 0.030	> 0.05 n.s
$C_{RL}$	0.031 $\pm$ 0.029		$C_{RR}$	0.035 $\pm$ 0.032	

İşitsel uyarılar için, ipsilateral yanıtlar kontralateral yanıtlardan daha hızlıdır (Şekil 2) ve kontralateral yanıtlarda ortalama 100 ms dolayında gecikme söz konusudur (Tablo 3).

### Tartışma

Bu çalışmada elde edilen en önemli bulgu EDA'nın sadece latansının lateralite gösterdiği, diğer parametrelerin ise bu özelliği taşımadığıdır. Periferik uyarı sonucu beyin sağ/sol hemisferlerinin aktive edilmesinden bağımsız bir biçimde tercih edilen ele yönelik (bu çalışmada sağ el) nöronal bilgi aktarma hızının daha büyük veya yanıt zamanının 60-100 ms

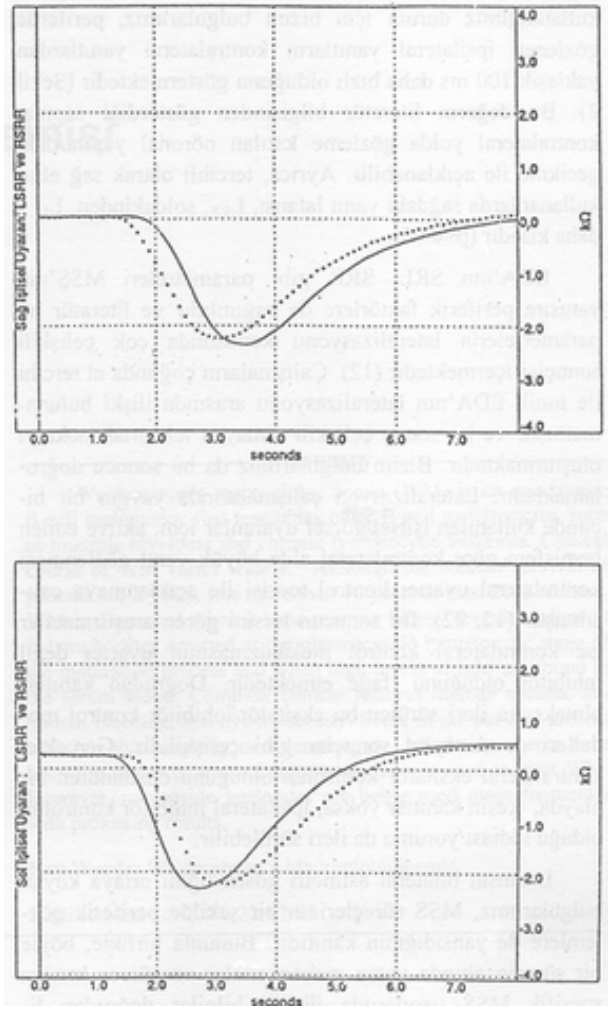
daha kısa olduğu bulunmuştur. Bu sonuç, insanda, corpus callosum'da gerçekleşen ve yaklaşık 3-4 ms dolayında olduğu ifade edilen gecikme (15) ile açıklanamaz. Periferik ve MSS'nin birlikte rol aldığı bu süreçte görülen lateralizasyon EDA-2 yolunu oluşturan nöronal yapıların davranışını yansıtır ve pek çok faktöre bağımlı olan EDA parametrelerinden (1,2) daha anlamlıdır (16). Doğrudan kanıtlarımız olmamakla birlikte, deneysel sonuçlarımız premotor-bazal gangliyon yolunda yer alan yapıların bilgi işleme hızının, sağ elini kullananlar için beyin sol hemisferinde daha yüksek olduğunu gösterir. Bu bulgu,



**Şekil 1.** Patella tendonuna uygulanan mekanik uyarı için, premotor-bazal gangliyon (EDA-2) yolunu içine alan iletimde, sağ eldeki SRR yanıtlarının (RSRR, noktalı eğriler) latansı, uyarılma bölgesinden bağımsız bir biçimde sol eldekiden (LSRR, sürekli eğriler) kısadır. Bu sonuç, tercihli olarak sağ elini kullananlarda, sol hemisferdeki bazal gangliyonun daha aktif olduğunu düşündürür.

sol hemisferdeki bazal gangliyonun daha aktif olduğunu belirten çalışmaların sonuçları ile tutarlıdır (17).

Çeşitli bilgi değerlendirme süreçlerinde etkin bir biçimde rol alan korteks alanlarını belirlemede radyofarmakolojik ajanlardan, beyin kan akımı dinamiğinden ve hücrelerin elektriksel etkinliğine eşlik eden manyetik alanların deteksiyonundan yararlanılmaktadır (17-21). Bu amaçla kullanılan günümüz ileri teknikleri pozitron emisyon tomografisi (PET), fonksiyonel manyetik rezonans (fMRI) ve manyetoensefalografi (MEG) şeklinde sıralanabilir. Bu yöntemler hem pahalıdır hem de henüz araştırma safhasında olan çeşitli yanları rutin klinik uygulamaya sokulmamıştır. Anatomik ve fonksiyonel görüntüleme sağlayan bu yöntemlerde bile, belli patolojilerin dışındaki beyin fonksiyonları ile ilgili bulgular



**Şekil 2.** Limbik-hipotalamik sistemi (EDA-1) aktive eden işitsel uyarılar için, ipsilateral yanıtlar, kontralateral yanıtlardan daha hızlıdır. Noktalı eğriler sağ elden, sürekli eğriler sol elden yapılan kayıtları göstermektedir. Yanıt latansları arasında 100 ms dolayında fark vardır.

çok kolay anlaşılır değildir ve mutlak değil bağlı gözlemleri yansıtır. Bu nedenle benzer bulguları ortaya koyan daha basit gözlem yöntemlerinden yararlanmak en doğal yoldur. MSS'nin periferik açılan pencerelerinden biri olan EDA, çok kolay elde edilen bir bilgi olmasına karşın yorumlaması oldukça güçtür. Güçlü görüntüleme yöntemleri ile daha basit yöntemlerin eş-zamanlı kullanılmasının ortaya koyduğu sonuçların birlikte değerlendirilmesi bu konudaki güçlükleri yenmemizi sağlayacaktır ve son yıllarda yapılan çalışmalarda bu yöntemin izlendiği görülmektedir (15,17-21). PET yöntemi ile premotor ve posterior parietal alanların kan akımını görüntüleyen ve işitsel/görsel uyarılara karşı duyusal-motor integrasyonu inceleyen Iacoboni ve arkadaşları (15) ipsilateral yanıtların kontralateral yanıtlardan 52 ms daha

hızlı olduğunu bulmuşlardır. İşitsel uyaran kullandığımız durum için bizim bulgularımız, periferde gözlenen ipsilateral yanıtların kontralateral yanıtlardan yaklaşık 100 ms daha hızlı olduğunu göstermektedir (Şekil 2). Bu değerler literatür bilgisinden gösterdiği sapma, kontralateral yolda gözleme katılan nöronal yapılarıdaki gecikme ile açıklanabilir. Ayrıca, tercihli olarak sağ elini kullananlarda sağdaki yanıt latansı,  $L_{RR}$ , soldakinden,  $L_{LL}$ , daha kısadır ( $p < 0.05$ ).

EDA'nın SRL, SRR gibi parametreleri MSS'nin yanısıra periferik faktörlere de bağlıdır ve literatür bu parametrelerin lateralizasyonu konusunda çok çelişkili sonuçlar içermektedir (12). Çalışmaların çoğunda el tercihi ile tonik EDA'nın lateralizasyonu arasında ilişki bulunamamıştır ve bu sonuç çelişkili olmayan tek ortak noktayı oluşturmaktadır. Bizim bulgularımız da bu sonucu doğrulamaktadır. Lateralizasyon çalışmalarında yaygın bir biçimde kullanılan işitsel/görsel uyaranlar için, aktive edilen hemisfere göre kontralateral elde büyük yanıt gözlenmesi kontralateral uyarıcı kontrol teorisi ile açıklanmaya çalışılmıştır (12, 22). Bu sonucun tersini gören araştırmacılar ise kontralateral kontrol mekanizmasının uyarıcı değil inhibitör olduğunu ifade etmektedir. Doğrudan kanıtlar olmaksızın ileri sürülen bu eksitator/inhibitör kontrol modelleri de deneysel sonuçlar gibi çelişkilidir. Gerçekte, kontralateral eksitator kontrolün olduğunu düşündüren bir olayda, kesin kanıtlar yoksa, ipsilateral inhibitör kontrolün olduğu iddiası/yorumu da ileri sürülebilir.

Latansın bilateral asimetri gösterdiğini ortaya koyan bulgularımız, MSS süreçlerinin bir şekilde periferik gözlemlere de yansıdığı kanıttır. Bununla birlikte, böyle bir sürecin altında yatan mekanizmalar ve sürece katılan spesifik MSS yapılarıyla ilişkili bilgiler doğrudan EDA'dan elde edilemez. Beynin çeşitli bölgelerinin özelleştirdiği bilgi işleme süreçlerinin/mekanizmalarının aydınlatılması EDA gibi basit yöntemlerin tanısal değerini artıracaktır. Tüm basitliğine rağmen EDA, otonom sinir sistemi aktivitesi hakkında bilgi toplayabildiğimiz en ucuz ve en kolay yöntemlerden biridir.

#### KAYNAKLAR

1. Boucsein W. Electrodermal Activity. New York: Plenum Press, 1992.
2. Naveteur J, Sequeira-Martinho H. Reliability of Bilateral Differences in Electrodermal Activity. Biol. Psychol. 1990; 31: 47-56.
3. Boyd GM, Maltzman I. Bilateral Asymmetry of Skin Conductance Responses During Auditory and Visual Tasks. Psychophysiology 1983; 20: 196-203.
4. Roman F, Carrillo E, Garcia-Sanchez FA. Responsiveness Patterns and Handedness Differences in Bilateral Electrodermal Asymmetry. Int. J. Psychophysiol. 1992; 12: 71-9.
5. Gruzelier J, Eves F, Connolly J. Reciprocal Hemispheric Influences on Response Habituation in the Electrodermal System. Physiol. Psychol. 1981; 9: 313-7.
6. Smith BD, Ketterer MW. Lateralized Cortical Cognitive Processing and Bilateral Electrodermal Activity: Effects of Sensory Mode and Sex. Biol. Psychol 1982; 15: 191-201.
7. Süer C, Özemesi Ç. Elektrodermal Aktiviteyi Etkileyen Faktörler (III). Sağ ve Sol Kayıt Bölgesi Farklılığı. HÜ Tıp Fakültesi Fizyoloji Bülteni 1990; 2 (3): 110-4.
8. Patterson J, Venables PH. Bilateral Skin Conductance and Skin Potential in Schizophrenic and Normal Subjects: The Identification of the Fast Habituator Group of Schizophrenics. Psychophysiology 1978; 15: 556-60.
9. Naveteur J, Godefroy O, Sequeira H. Electrodermal Level Asymmetry in a Unilateral Brain-Damaged Patient. Int. J. Psychophysiol 1998; 29 (3): 237-45.
10. Zocolotti P, Scabini D, Violani C: Electrodermal Responses in Patients with Unilateral Brain Damage J. Clin Neurophysiol. 1982; 4: 143-50.
11. Davidson RA, Fedio P, Smith PD, et al. Lateralized Mediation of Arousal and Habituation: Differential Bilateral Electrodermal Activity in Unilateral Temporal Lobectomy Patients. Neuropsychologia 1992; 30 (12): 1052-63.
12. Freixa i Baque E, Catteau MC, Moussec Y, et al. Asymmetry of Electrodermal Activity: A Review. Biol. Psychol 1984; 18: 219-38.
13. Schuller G, Papousek I. Bilateral Electrodermal Activity: Relationship to State and Trait Characteristics of Hemisphere Asymmetry. Int. J. Psychophysiol 1998; 31 (1): 1-12.
14. Fetz EE: Motor Function of Cerebral Cortex. In: Patton HD, Fuch AF, Hille B, Scher AM, Steiner R eds. Textbook of Physiology Vol. I Excitable Cells and Neurophysiology: WB Saunders, 1989: 623.
15. Iacoboni M, Woods RP, Mazziotta JC. Bimodal (auditory and visual) Left Frontoparietal Circuitry for Sensorimotor Integration and Sensorimotor Learning. Brain 1998; 121: 2135-43.
16. Esen F, Çelebi G, Ertekin C ve ark. Electrodermal Activity in Patients with Parkinson's Disease. Clin Auto Res 1997; 7: 35-40.
17. Scholz VH, Flaherty AW, Kraft E, et al. Laterality, Somatotopy and Reproducibility of Basal Ganglia and Motor Cortex during Motor Task (1). Brain Res. 2000; Oct 6, 879(1-2): 204-15.
18. Dassonville P, Zhu XH, Uğurbil K, et al. Functional Activation in Motor Cortex Reflects the Direction and the Degree of Handedness. Proc. Natl. Acad. Sci. 1997; 94: 14015-18.
19. Critchley HD, Elliot R, Mathias CJ, et al. Neural Activity Relating to generation and Representation of Galvanic Skin Conductance Responses: A Functional Magnetic Resonance Imaging Study. J Neurosci 2000; 20 (8): 3033-40.
20. Mier H van Tempel LW, Perlmutter JS, Raichle ME, et al. Changes in Brain Activity During Motor Learning Measured with PET: Effects of Hand Performance and Practice. J. Neurophysiol. 1998; 80: 2177-99.
21. Volkman J, Schnitzler A, Witte OW, et al. Handedness and Asymmetry of Hand Representation in Human Motor Cortex. J. Neurophysiol 1998; 79: 2149-54.
22. Gross JS, Stern JA. An Investigation of Bilateral Asymmetries in Electrodermal Activity. Pavlovian Journal of Biological Science. 1980; 15: 74-80.

**Geliş Tarihi:** 16.04.2001

**Yazışma Adresi:** Dr.Ferhan ESEN

Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Biyofizik AD, ESKİŞEHİR

