



Otonom Sinir Sistemi Anatomisi ve Değerlendirilmesi

Anatomy and Assessment of the Autonomic Nervous System

Gülseren AKYÜZ, Merve AKDENİZ LEBLEBİCİER

Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Özet

Otonom Sinir Sistemi (OSS); vücudun vejetatif fonksiyonlarından sorumludur. Çok sayıda gangliyon, pleksus, serebrospinal çekirdek ve sinirden oluşmuştur. Visseral ya da vejetatif sinir sistemi olarak da bilinen OSS kan basıncı, sindirim sistemi motilitesi, salgı bezleri, mesane fonksiyonları, terleme, vücut ısısı ve birçok başka faaliyetin kontrolüne yardım eder. Bütün düz kasları ve kalbi innerve eden OSS, iç ortamın belli sınırlar dahilinde sabit ve kararlı kalmasını sağlar. OSS, sempatik sistem (torakolomber-adrenerjik), parasempatik sistem (kraniosakral-kolinergik) ve enterik sistem (non-adrenerjik-nonkolinergik) olmak üzere 3 komponentten oluşur. Bu sınıflama, santral sisteminden çıkış yerine, periferik gangliyonların dağılımına, iç organların üzerinde fizyolojik açıdan farklı etkilerine ve farmakolojik ajanlara verdikleri yanıtlara göre yapılır. OSS işlev bozukluklarının değerlendirilmesi, doğru tanının konması ve tedavinin planlanması açısından OSS anatomisi ve fizyolojisinin iyi bilinmesi gereklidir. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg 2012;58 Özel Sayı 1: 1-5.*

Anahtar Kelimeler: Otonom sinir sistemi; anatomi; fizyoloji; tanısal testler

Summary

Autonomic Nervous System (ANS) is responsible for the vegetative functions of the body. It is composed of many ganglions, plexi, cerebrospinal nuclei and nerves. ANS, which is also known as visceral or vegetative nervous system, helps to control many functions, such as blood pressure, gastrointestinal motility, glands, bladder functions, sweating and body temperature. ANS innervates all the smooth muscles and the heart, and keeps to stabilize body functions within certain limits. ANS is composed of 3 components: sympathetic system (thoracolumbar-adrenergic), parasympathetic system (craniosacral- cholinergic) and enteric system (nonadrenergic- noncholinergic). Autonomic nerves are classified with regard to their origin from central nervous system, the distribution of peripheral ganglions, their various physiological effects on visceral organs, and response to pharmacological agents. It is essential to know the anatomy and the physiology of the ANS, in order to evaluate disorders, achieve the correct diagnosis and to plan accurate treatment. *Turk J Phys Med Rehab 2012;58 Suppl 1: 1-5.*

Key Words: Autonomic nervous system; anatomy; physiology; diagnostic tests

Giriş

1. Otonom Sinir Sistemi Anatomisi ve Fizyolojisi

Otonom sinir sistemi (OSS) isteğimiz dışında çalışır ve bu özelliği ile somatik sistemden ayrılır. Otonom afferent ve efferent lifler spinal ve kranial sinirler aracılığıyla santral sinir sistemine girer ve çıkar. Medulla spinalis ve beyin sapında otonom reflekslere aracılık eden ara nöronlarla bağlantı yapar (Resim 1). İç ve dış çevredeki değişiklikler ve emosyonel faktörler büyük oranda hipotalamustan inen lifler aracılığıyla otonomik aktiviteyi etkiler.

OSS nöromediatörler yoluyla etkisini gösterir. Asetilkolin (Ach) ve Noradrenalin (NA) otonom sinir sisteminde bulunan başlıca nörotransmitterlerdir (1). Tüm pregangliyonik sonlanmalardan Ach açığa çıkar. Bütün postgangliyonik parasempatik liflerden Ach salgılanır ve muskarinik reseptörler üzerinden etki gösterir. Postgangliyonik sempatik liflerden genelde NA salgılanır, alfa ya da beta reseptör üzerinden etki gösterir (Resim 2). Pregangliyonik lifler B tipi liflerdir, hücre gövdeleri merkezi sinir sistemindedir. Miyelinli aksonları merkezi sinir sistemine girer. Postgangliyonik lifler C tipi liflerdir, hücre gövdeleri otonom sinir sistemindedir. Miyelinsiz aksonlar efektör bölgeye girer (2).

A) Sempatik Sinir Sistemi

Sempatik sinir sistemi; vücutta üretilen enerjinin tüketilmesine neden olan katabolik aktivitelerin harekete geçmesini sağlar. Sempatik sinir sisteminde pregangliyonik nöronlar kısa olup T1-L2 segmentinden köken alır, transmitteri asetilkolindir, postgangliyonik nöronlar ise uzun olup transmitteri noradrenaldır. Pregangliyonik nöronlar T1-L2 segmentlerinde spinal gri cevherin intermediyolateral hücre kolonunda yer alır. Postgangliyonik nöronlar vertebral kolonun iki yanına sıralanmıştır. Pregangliyonik nöronların aksonları ön kökten geçerek ramus kommunikans albus aracılığı ile paravertebral sempatik gangliyona girer (Resim 3). Pregangliyonik lifler; üst gangliyonda, alt gangliyonda, aynı segmentteki paravertebral gangliyonda ya da postgangliyonik nöronda sinaps yapabilir. Hipogastrik, çölyak, mezenterik plexus, pelvik ve abdominal organların düz kasları, bez ve damarlarını innerve edebilir. Bunların dışında adrenal medulla innervasyonu sağlayabilir (Tablo 1). Sempatik sinir sistemi temel mediyatörü noradrenalin olup sadece adrenal medullada %80 adrenalin ve %20 noradrenalin salgır (1).

B) Parasempatik Sinir Sistemi

Parasempatik sistem; vücutta enerji üretilmesi ve bu enerjinin depolanmasını neden olan anabolik aktivitelerin harekete geçmesini sağlar. Bunun yanında diğer organların bazal bir aktivitede çalışmasından sorumludur. Parasempatik liflerin presinaptik nöronları 3, 7, 9 ve 10. kranial sinirlerde ve 2-3-4. sakral segmentlerde bulunur (Resim 4). Kranial sinirlerden çıkan lifler gözde iris ve siliyer kaslara, gözyaşı ve tükürük bezlerine, farinks, özofagus, gastrointestinal traktusun düz kaslarına ve bezlerine, kalbe, karaciğere ve safra kesesine gider (3). Sakral lifler, kolonun distal kısmını, rektumu, mesaneyi ve cinsel organları innerve eder (Tablo 1). Parasempatik gangliyonlar; hedef organ yakınındaki küçük gangliyonlarda ya da hedef organ içindeki plexuslardadır. Pregangliyonik lifler daha uzun, postgangliyonik lifler hedefe daha yakın olduğu için daha kısadır. Parasempatik sistemde; presinaptik nöron ile postsinaptik nöron arasındaki sinapsta ve postsinaptik nöronla hedef organ arasındaki sinapsta açığa çıkan nörotransmitter asetilkolindir (1).

C) Enterik Sinir Sistemi

Enterik sistem, gastrointestinal traktus, pankreas ve safra kesesini innerve eder. Gastrointestinal motiliteyi, sekretuar aktiviteyi, vasküler aktiviteyi ve inflamasyonu regüle eder. Çok sayıda gangliyon içerir ve bu gangliyonlar plexus olarak adlandırılan ağları oluşturmak üzere birbirine bağlanır. Gastrointestinal sistem boyunca yer alan Auerbach plexusu (miyenterik plexus) motiliteyi, Meissner plexusu (submukozal plexus) sekresyonu sağlar (4).

D) Otonom Sinir Sistemi Faaliyetlerinin Kontrolü

OSS'nin kontrolü; frontal lob, hipotalamus, amigdoloid nükleus ve limbik sistem tarafından sağlanır. Frontal lob otonom fonksiyonların en yüksek entegrasyon merkezidir. Bir taraf frontal lobun uyarımı ile karşı taraf ekstremitelerde terleme ve ısı değişikliği olur. Superior frontal lobun arka kısmı ile girus cingulinin ön bölümünü bilateral tutan lezyonlar mesane ve barsak kontrolünün kaybına yol açar. Hipotalamusun posterior ve lateral bölümlerinin uyarımı ile sempatik yanıt, ön bölümünün uyarımı ile parasempatik yanıt alınır.

2. Otonom Sinir Sisteminin Değerlendirilmesi

OSS'deki bozukluklarda, OSS ile beraber diğer sistemler de etkilenmiş olabilir. Temel olarak OSS; otonom yetmezliğin varlığının saptanması, dağılımının ve şiddetinin belirlenmesi, periferik

nöropatilerde otonom tutulum varlığının araştırılması, değişkenlik gösteren otonom işlev bozukluğunun saptanması ve otonom işlev bozukluğunun hasta üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla değerlendirilir. Otonom bozukluğun tanınması için ayrıntılı öykü alınması ilk ve en önemli basamak olup klinik muayene ve laboratuvar değerlendirme ile tedavi planlanır (5).

Otonom Sinir Sistemi Bozukluğunda Görülen Semptomlar:

a) *Ortostatik Hipotansiyon*: Semptomlar sabahın erken saatlerinde, tokluk döneminde, uzun süre ayakta kalmakla, ağır fiziksel egzersizle artar. Paroksizmal ortostatik taşikardi sendromu (POTS) gelişebilir. Baş dönmesi, çarpıntı, güçsüzlük ortaya çıkabilir.

b) *Vazomotor Değişiklikler*: Başlangıçta sadece üşüme hissi, zamanla deride renk değişikliği ve trofik değişiklikler görülebilir.

c) *Gastroparezi*: En önemli belirti kilo kaybıdır. Anoreksi, çabuk doyma, devamlı şişkinlik ve bulantı hissi görülür.

d) *Diyare*: Genelde geceleri görülür, aniden olur ve sonrasında tamamen geçer. Feçes, sindirilmemiş yağ ve lifsi yapılar içerir.

e) *Nörojenik Mesane*: Parasempatik bozukluğa bağlı, miksiyonu başlatmada güçlük görülür. Bazen de sık sık idrara çıkma şikayeti olur. Sebepi retansiyona bağlı mesanenin dolup taşmasıdır.

f) *Cinsel İşlev Bozuklukları*: Ereksiyon, ejakülasyon, mesane içine retrograd ejakülasyon görülebilir.

g) *Pupil İşlev Bozuklukları*: Görme bulanıklığı, parlak ışıkta göz kamaşması ve geceleri görme kaybı görülebilir.

3. Otonom Bozukluğu Araştırma Yöntemleri

Otonom bozukluğu açığa çıkarmak için birtakım testler yapılır. Bunlar; sabah-akşam kortizol düzeylerinin ölçümü, plazma katekolamin düzeyi ölçümü, doku biyopsisi alınarak amiloid birikiminin saptanması, pupillografi ve kardiyovasküler reflekslere dayalı testlerdir. Değerlendirmede en sık kullanılan testler kardiyak otonom işlev testleridir.

3.1. Parasempatik İşlev Bozukluğunun Değerlendirilmesi

a) *Kalp Hızı Değişkenliği (KHD)*: Vücutun farklı çevresel etkenlere karşı doğal adaptasyon mekanizmasıdır. Yüksek değişkenlik sağlıklı bir insanda adaptasyon yeteneğinin bir bulgusu iken KHD'de düşme bu kontrol mekanizmasında bozukluğa işaret eder. KHD değerlendirilirken istirahatte kalp hızı değişkenliği, derin solunumla kalp hızı değişkenliği, valsava oranı, duruş değişikliğine göre kalp hızı yanıtı değerlendirilir. İstirahatte kalp hızı; hasta yatmadan önce ve yatıktan sonra maksimum ve minimum kalp hızı arasındaki fark değerlendirilerek hesaplanır. Derin solunumla kalp hızı değişikliği (R-R aralık değişkenliği) sinüs aritmisi olarak da adlandırılır. Normal bir insanda solunumun kalp hızına etkisi en fazla 5-6 kez/dk soluk sayısı ile elde edilir (6).

b) *R-R Aralık Değişkenliği (RRAD)*: Hastanın başı 30° fleksiyonda, supin pozisyonken her iki elin dorsumuna disk elektrodlar yerleştirilir. İstirahatte ve derin solunumda (5 sn aralıklı 6/dk) art arda 20 QRS kompleksi kayıtlarılır. RRAD % değişkenliği; en uzun R-R aralığından en kısa R-R aralığının çıkarıldıktan sonra ortalama R-R aralığına bölünmesi ve elde edilen değer 100 ile çarpılması sonucu hesaplanır. Normale göre %50'den fazla değişim patolojiktir (7). Kardiyovagal etki arttıkça RRAD artar. Özellikle parasempatik sistem fonksiyonlarını değerlendirmede kullanılır. Yapılan bir çalışmada inme sonucu hemiplejik/hemiparetik hastalarda sempatik ve parasempatik sistem fonksiyonu incelenmiş, sempatik deri yanıtı (SDY) ve RRAD

hesaplanmıştır. Sonuçta; SDY latansında kontrol grubu ile, hasta grup arasında fark bulunmazken SDY amplitüdü ve RRAD oranında fark bulunmuştur. Bu durum inme geçiren hastalarda hem sempatik hem parasempatik sistem fonksiyonlarında inhibisyon olduğunu destekler niteliktedir (8).

c) *Valsalva Testi*: Valsalva testi hasta otururken ya da supin pozisyondayken, sfingomonometreyle 40 mmHg basıncı 15 sn içinde tutması söylenerek yaptırılır. En uzun R-R değeri en kısa R-R değerine bölünerek hesaplanır. Sağlıklı bir insanda kalp hızı inspiyumla artar, ekspiyumla azalır. Valsalva manevrasıyla da önce kan basıncı artar, kalp hızı artar. Nefes verince de kalp hızı ve kan basıncı düşer. Ani ayağa kalkma sırasında kalp hızı 10-20 vuru/dk artar. Ayağa kalkışta kalp hızı en yüksek değere 15. atımda ulaşır, 30. atımda sabitleşir. Hastalar oturur veya yatarken 15. atımda ölçülen R-R oranı ve 30. atımda ölçülen R-R oranı alınır. Valsalva oranının 1,05 ya da daha fazla olması normaldir (9).

3.2. Sempatik İşlev Bozukluğunun Değerlendirilmesi

a) *Kantitatif Sudomotor Akson Refleks Testi (KSART)*:

Deride asetilkolinin iyontoforez yoluyla değerlendirildiği ve postgangliyonik sudomotorun aracılık ettiği bir akson refleks testidir. Vücuttaki ter üretiminin miktarı, higrometre ve çok bölmeli ter hücresiyle hesaplanır. Kayıtlar; bir üst, iki alt ekstremitede eş zamanlı, simetrik olarak yapılır. Üst ekstremitede; mediyal antebraiyal kutanöz sinir, alt ekstremitede; sural sinir, safenöz sinir, peroneal sinirden kayıt alınır. Test; normal yanıt, azalmış yanıt, yanıt yok, fazla yanıt ve kalıcı yanıt şeklinde değerlendirilir. Testin normal bulunması, postgangliyonik sempatik sudomotor bütünlüğü belirtir (10).

b) *Termoregülatuar Ter Testi (TTT)*:

Sempatik sudomotor işlev ile ilgili merkezi ve periferik yapıları değerlendiren bir yöntemdir. Cilt ıslanınca rengi değişen bir toz ile kaplanır. Ter odasında, kızıl ötesi ısıtıcılar ile hastanın vücut sıcaklığı 45-60 dk süre içinde 38-38,5 dereceye getirilir. Anormal terleyen bölgeler

Tablo 1.Sempatik ve parasempatik sinir sisteminin fizyolojik etkileri.

	PARASEMPATİK SINIR SİSTEMİ	SEMPATİK SINIR SİSTEMİ
KALP KASI		
SA düğüm	Kalp hızı ↓	Kalp hızı ↑
Kasılma gücü	↓	↑
AV düğüm, Purkinje hücreleri	İleti hızı ↓	İleti hızı ↑
KAN DAMARLARI		
Deri ve mukoza arterleri	-	Vazokonstriksiyon
Abdomen arterleri	-	Vazokonstriksiyon
İskelet kası arterleri	-	Vazokonstriksiyon
Koroner damarlar	Vazodilatasyon	Vazokonstriksiyon
Venler		Vazokonstriksiyon
SOLUNUM SİSTEMİ		
Bronşiyal kaslar	Kontraksiyon	Gevşeme
Bronşiyal bezler	Sekresyon ↑	Sekresyon ↓
MİDE ve BARSAKLAR		
Motilite ve Sekresyon	↑	↓
SAFRA KESESİ ve KANALLARI	Kontraksiyon	Gevşeme
KARACİĞER		Glukoneogenez, glukojenoliz
MESANE		
Detrusör kas	Kontraksiyon	Gevşeme
İnternal sfinkter	Gevşeme	Kontraksiyon
GENİTAL ORGANLAR		
Uterus	Değişken	Gebede kontraksiyon, gebe olmayanda dilatasyon
Erkek cinsiyet organları	Ereksiyon	Ejekülasyon
GÖZ		
Siliyer kas	Kontraksiyon	Hafifçe gevşeme
Sfinkter kas	Kontraksiyon (miyozis)	-
Radyal kas	-	Kontraksiyon
DERİ		
Pilomotor kaslar	-	Kontraksiyon
Ter bezleri	-	Sekresyon

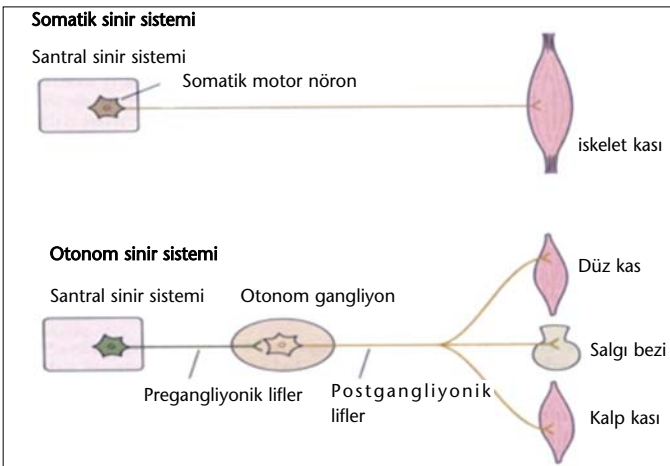
saptanır ve toplam vücut yüzeyine yüzdelenir. Sonuçlar 7 farklı termoregulator ter paternine göre sınıflandırılmıştır. Distal anhidroz; en fazla parmaklar, diz altı ve karındadır. Segmental anhidrozda geniş tersiz alanlar normal terleyen sempatik dermatomal sınırlarla komşudur. Fokal ter yokluğu durumunda sınırlı dermatomlar, periferik sinir bölgeleri ya da küçük deri bölgelerinde tersiz alanlar oluşur. Global anhidrozda ise toplam vücut yüzeyinin %80'ini aşan bölgede ter yokluğu mevcuttur. Bölgesel anhidrozda toplam vücut yüzeyinin %80'inden az ama geniş bölge tutulumları vardır. Yukarıda tanımlanan durumların birlikte olması durumuna karışık patern denir. Normal ter dağılımında ise kemik çıkıntılar, baldır yanı ve uyluk içi dışındaki bölgelerde normal terleme olur.

c) İstirahat Anında Ter Çıkışı:

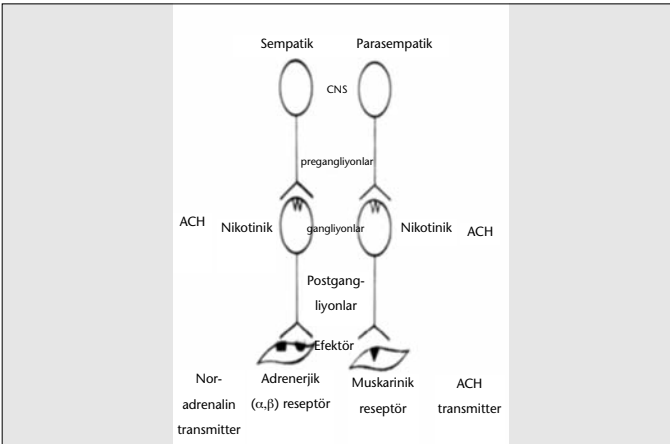
İstirahatte ter aktivitesinin varlığı, normal oda sıcaklığında ter bezi aktivitesini gösterir. Hastalara büyük kapsüller yapıştırılır. Ölçümler eş zamanlı ve iki taraflı yapılmalıdır. Alt ve üst ekstremiteler için 4 bölgede çalışılır. Üst ekstremitede, hipotenar eminens ve ön kolun iç tarafı; alt ekstremitede ekstansör digitorum brevis ve bacağın iç kısmı kullanılır. Ölçüm 5 dakika boyunca yapılır. Refleks sempatik distrofi hastalarda sıklıkla yanıcı dizestezi ve aşırı terleme bulgusu saptanır.

d) Teletermografi ve İnfraruj Termometre:

Teletermografi ile deri ısısının dağılımı, intrafuj termometre ile deri ısısı değerlendirilir.



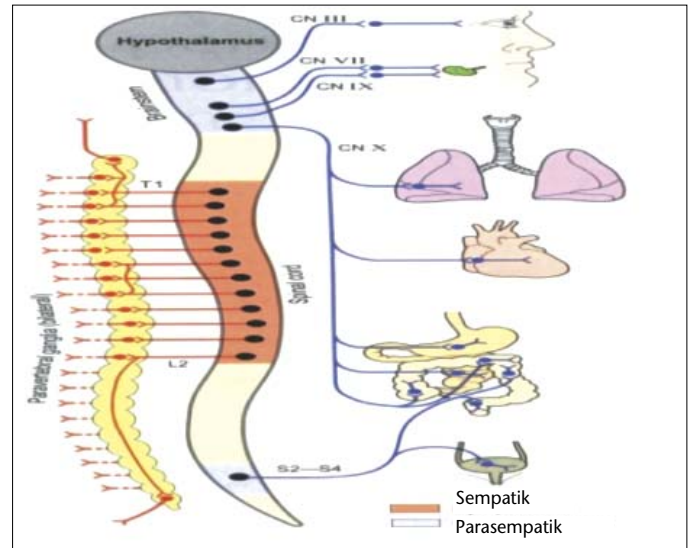
Resim 1. Otonom sinir sistemi ve somatik sinir sisteminde pregangliyonik ve postgangliyonik liflerin innervasyonu.



Resim 2. Pregangliyonik ve postgangliyonik liflerden salınan nörotransmitterlerin dağılımı.

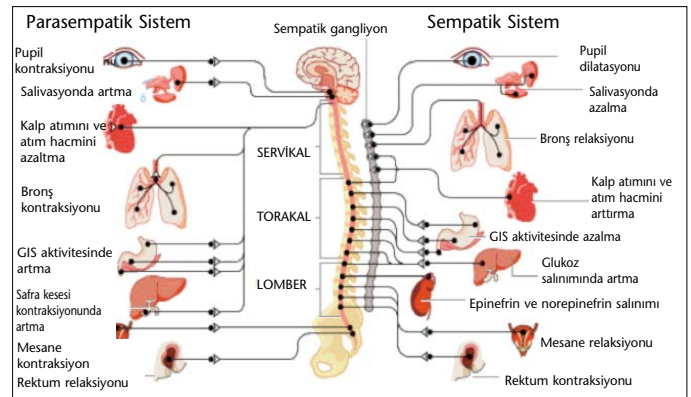
e) Sempatik Deri Yanıtı:

SDY, derinin spontan ya da uyarılmış elektrik aktivitesinin ölçümü olup periferik sempatik aktivitenin bir göstergesi olan sudomotor işlevlerinin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılır. Sempatik sudomotor lifler ter bezlerini innerve eder. Rutin EMG cihazı ile ölçüm yapılır. Aktif kayıt elektrodu ter bezlerinin en fazla olduğu avuç içi ya da ayak tabanına, referans elektrod ise el ya da ayak dorsumuna yerleştirilir. Latans, amplitüd ve dalganın morfolojisi değerlendirilir. El bileğinde median sinir, ayak bileğinde ise posterior tibial sinir uyarı için tercih edilen bölgelerdir. Dört ekstremitenin birinde yanıt yoksa veya sağ ile sol taraf arasında %50'den fazla amplitüd farkı varsa SDY anormal olarak yorumlanır. SDY'nin latans değerinin sudomotor yolların efferent iletimi, yani miyelinsiz C liflerinin iletimini yansıttığı



SEMPATİK SİSTEM T1-L2
PARASEMPATİK SİSTEM 3,4,7,10. kafa çiftleri ve S2-S4 arası
III = okülomotor sinir; Edinger-Westphal çekirdeği
VII = fasiyal sinir, n. salivarius superior
IX = glossofaringeal sinir, n. salivarius inferior
X = vagus siniri, dorsal vagal çekirdek, n. ambiguus

Resim 3. Sempatik sistemin presinaptik nöronları T1-L2 arasında, parasempatik sistemin presinaptik nöronları 3, 7, 9 ve 10. kranial sinirlerde ve 2-3-4. sakral segmentlerde bulunur.



Resim 4. Sempatik ve parasempatik sinir sisteminin anatomik şeması.

düşünülmektedir. Amplitüd ölçümü ise aktive olabilen ter bezlerinin yoğunluğunu göstermektedir (11).

f) Pupil İşlevlerinin Değerlendirilmesi:

Pupil işlevini değerlendirmek için konjunktiva kesesine kokain yerleştirilir. Sempatik innervasyon sağlamsa pupil genişler, okulosempatik lezyon varlığında bu yanıt azalır ya da hiç alınmaz. Amfetamin sadece postgangliyonik lifler sağlamken pupil genişlemesine neden olur. Bu nedenle oküler sempatik gangliyon öncesi ve sonrası lezyonların ayırımını sağlar.

Diğer Otonom Sinir Sistemi Testleri

Tükrük testi, ortostatik stres testi, uzun süre ayakta durmaya kan basıncı ve kalp hızı yanıtları, baroreflaks duyarlılığının araştırılması, denervasyon süpersensitivitesinin belirlenmesi, nörojenik alevlenme testi, mental stres testi, soğuk yüz testi diğer otonomik testlerdir (12).

Sonuç olarak; OSS tutulumundan şüphelenildiğinde olanaklar doğrultusunda otonomik testler yapılmalıdır. Bu sayede otonomik yetmezliğin varlığının belirlenmesi, yetmezliğin/bozukluğun tipi ve şiddeti, otonomik yetmezliğin dağılımının ve yerinin ortaya konması, hayatı tehdit edici bozuklukları taklit eden selim otonom bozuklukların (kronik anhidroz, vazovagal senkop) teşhisini koymak mümkündür. Birçok tedavi yöntemi, OSS üzerine etkileri de göz önüne alınarak geliştirilmekte, açıkçası OSS'nin önemi giderek daha iyi anlaşılmaktadır.

Kaynaklar

1. Snell R. The Autonomic nervous system. Clinical neuroanatomy. 4th ed. USA: Lippincott Publishers; 1997. p. 459-88.

2. Waxman S. Otonom sinir sistemi. In: Yıldırım M, editor. Korrelatif nöroanatomi. 24th ed. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2002. p. 248-64.
3. <http://lokman.cu.edu.tr/anestezi/anestezi-not/otonoms.htm>. Accessed June 02, 2012.
4. Baykal Y, Özet G, Özdemir Ç. Enterik sinir sistemi ve hastalıklardaki rolü. Türkiye Klinikleri, J Med Sci 1999;19:40-7.
5. Akyüz G. Otonom sinir sistemi elektrofizyolojisi. In: Beyazova M, Gökçe Kutsal Y, editors. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. 2nd ed. Ankara: Güneş Kitabevi; 2003. p. 560-70.
6. Türkdöğün D, Akyüz G. Otonom sinir sistemi elektrofizyolojisi. In: Akyüz G, editor. Elektrodiagnostik. 1st ed. Ankara: Güneş Kitabevi; 2003. p. 437-64.
7. Fuenmayor AJ, Rosales JG, Fuenmayor AM. Relationship between autonomic nervous system test results, ejection fraction and inducibility of sustained ventricular arrhythmias by means of electrophysiological studies. Cardiology 1996;87:200-4.
8. Müslümanoğlu L, Akyüz G, Akı S, Karşıdağ S, Us O. Evaluation of autonomic nervous system functions in post-stroke patients. Am J Phys Med Rehabil 2002;81:721-5.
9. <http://www.jove.com/video/2502/quantitative-autonomic-testing>. Accessed May 23, 2012.
10. Illigens BM, Gibbons CH. Sweat testing to evaluate autonomic function. Clin Auton Res 2009;19:79-87.
11. Schondorf R. The role of sympathetic skin response in the assessment of autonomic function. In: Low PA, editor. Clinical autonomic disorders: evaluation and management. Boston: Little, Brown and Company; 1993. p. 231-42.
12. Ravits J, Hallett M, Nilsson J, Polinsky R, Dambroisa J. Electrophysiological tests of autonomic function in patients with idiopathic autonomic failure syndromes. Muscle Nerve 1996;19:758-63.