

# EMOSYON VE OTONOM SİNİR SİSTEMİ

K.Topalkara\*, A.Arslan\*\*

*Bu makalede emosyonun oluşumunda rol oynayan anatomik yapılar ve emosyon ile otonom sinir sistemi arasındaki ilişkiler gözden geçirildi. İlk bölümde emosyon ile limbik sistem ilişkisi ve emosyonun ortaya konmasında otonom sinir sisteminin rolü incelendi. İkinci bölümde emosyon ve otonom sinir sistemi ilişkisine yönelik bazı klinik çalışmaların bulguları özetlendi.*

**Anabtar kelimeler:** Emosyon, Otonom sinir sistemi, Limbik sistem

## *Emotion and autonomic nervous system*

*In this paper, anatomical structures playing a part in the formation of the emotion and the relationships between emotion and autonomic nervous system were reviewed. In the first part, the relationship between emotion and limbic system, and the role of the autonomic nervous system in the mediation of the emotion were reviewed. In the second part, the findings of some clinical studies in relation to emotion and autonomic nervous system were summarized.*

**Key words:** Emotion, Autonomic nervous system, Limbic system

**Emosyon:** Sözlük anlamı olarak emosyon; mental bir eksitasyon veya heyecan durumu ile birlikte otonom sinir sisteminin (OSS) kontrolü altında olan çeşitli tipte bedensel değişiklikleri içeren ve genellikle belli tipte bir davranış veya eyleme yol açan organizmanın kompleks bir durumudur (1). Hayatın temel bir özelliği olan emosyonun insan yaşamında santral bir rol oynadığı düşünülmektedir (17).

Emosyon gerçek veya hayali bir uyaran ile başlatılır. Ortaya çıkarılan emosyonel durum psişik bir biçimde yansıtılır. Emosyonun 4 bileşeni vardır (1): "Stimulus (uyaran)", "affect (duygulanım)", "otonomik-visseral değişiklikler" ve "belli bir aktivite tipine itilme".

Emosyonlar en iyi şekilde yüz ifadesi olarak tanımlanabilir. Bu, yüz kaslarının nöronal aktivasyonu ile tetiklenir. Yüz ifadeleri ile birbirinden ayırt edilebilen en az 6 farklı temel emosyon grubu vardır (2,5,6): "korku (fear)", "Öfke (anger)", "Üzüntü (sadness)", "Nefret (disgust)", "Mutluluk (happiness)" ve "Şaşkınlık (surprise)".

İnsanda emosyonların oluşumu ve ifadesi kognitif yetenekler ile yakın bağlantılı olmasına rağmen kısmen eğitim ve kültür alanından bağımsız görünmektedir, çünkü dünyanın birçok bölgelerinde temel

emosyonlar kolayca ve aynı biçimde tanınabilmektedir. Temel emosyonlar yüksek primatların evriminde büyük bir olasılıkla iletişim mekanizması olarak ortaya çıkmıştır. Emosyonların motor bölümleri hemcinslere ve diğer türlerin elemanlarına karşı sinyal karakterine sahiptir (5). Farklı kültür çalışmaları, infant çalışmaları ve kıyaslamalı çalışmalardan elde edilen kanıtlar emosyonel ifadelerin kalıtsal olduğunu desteklemektedir (3,7).

Emosyonlar efferent ifadelerini sadece motorik değil spesifik vejetatif reaksiyonlarla da gösterirler. Yalnız somatomotorik reaksiyonlar (örneğin yüz ifadesi) değil, vejetatif adaptasyon reaksiyonlarında farklı temel emosyonlar için spesifiktir. Vejetatif adaptasyon reaksiyonlarının tamamen farklı insan gruplarında kognitif süreçlerden, öğrenmeden ve kültürel yapıdan bağımsız olduğu bulunmuştur. Emosyonlar sırasında ortaya çıkan vejetatif fonksiyonlar genel aktivasyon reaksiyonları değildir (5).

Emosyonel hislerin temelini açıklamak için ileri sürülen ilk teori olan visseral feedback (James-Lange) teorisi emosyonel tecrübenin visseral aktivitelerin farkında olunması olduğunu ileri sürmüştür. Ancak tüm visseral afferent liflerin kesilmesinden sonra da emosyonel değişikliklerin ortaya çıkabildiği gösterildikten sonra bu teori popülerliğini kaybetmiştir (1).

Santral emosyon teorileri, hislerin veya subjektif emosyonların tamamen santral sinir sistemi aktivitesine (vücuttaki fizyolojik değişikliklere değil beyin aktivitesine) bağlı olduğunu ileri sürmektedir (26).

\*: Yrd. Doç. Dr. Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı, Sivas

\*\*Prof. Dr. Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, İzmir

Beyni spesifik adaptasyon reaksiyonuna götürecek olan, beyin içerisindeki merkezi nöronal programlardır. Bunlar emasyon sırasında selektif olarak aktive edilirler. Böylece hem emasyon ve bunun somatomotor reaksiyonları hemde spesifik vejetatif adaptasyon reaksiyonları merkezi olarak (olasılıkla limbik sistem ve hipotalamus) temsil edilmektedir. Duyulan emasyonların tipi, motor ifadesi (yüz ifadesi) ve vejetatif sistemlerin aktivasyon kalıbı birbiri ile korelasyon göstermektedir (5).

Emasyon uyaran bir duruma eşlik eden kognitif değerlendirme ve visseral değişiklikler beyin tarafından kontrol edilir. Beynin spesifik bölgelerinin emasyona ilişkin değişikliklerden (visseral veya kognitif) sorumlu olup olmadığı sorusu emasyona ilişkin hemisferik asimetrliler hakkındaki çoğu çalışmada vurgulanmıştır (26). Klinik bulgular emasyonel informasyonun işlenmesinde sağ hemisferin rol oynadığını göstermektedir (9,11,19,23). Heilman ve ark. (1975) sağ hemisfer hasarlı hastaların konuşma tonu ile iletilen emasyonel mesajları algılamada sol hemisfer hasarlı hastalardan daha fazla zorlandıklarını bildirmişlerdir (11). Bunu destekleyecek şekilde Sackheim ve ark. (1978) emasyonların yüzün sol yarısında daha belirgin ifade edildiğini vurgulamışlardır (23).

**Emasyon ve Limbik sistem:** Emasyonla ilgili yapılar sinir sisteminin en kompleks ve en az anlaşılmış bölümleri arasında yer alan limbik sistem yapılarıdır. Limbik lop; singulat ve parahipokampal girusları, hipokampal formasyonu (hipokampus, dentate girus ve subikulum), subkallosal girus, amigdala ve parolfaktor alanı içerir (1). Mac Lean (1958) tarafından kullanılan limbik sistem terimi limbik lobun tüm yapılarına ilaveten amigdaloid kompleks, septal bölge, preoptik alan, hipotalamus, anterior talamus, habenula ve raphe nükleusları ile interpedünlükler nükleusu içeren santral mezensefalon tegmentumunu kapsar (18). Limbik sistem resiprokal olarak neokorteks, hipotalamus ve beyin sapı ile bağlantılı olan kortikal ve subkortikal yapılardan oluşmuştur ve böylece vücut içerisinde afferent informasyonlar alınarak bunların vejetatif, endokrin sistemlere girişi sağlanmaktadır (5). Limbik sistem neokorteks ile frontal ve temporal loplar üzerinden bağlantı kurar. Frontal lop limbik sistemin muhtemelen en önemli neokortikal bağlantı yeridir. Diğer yandan frontal lop hipotalamusa direkt nöronal bağlantısı olan yegane neokortikal alandır (5).

Emasyonel davranışla ilgili nöral yapıları 3 başlıkta inceleyebiliriz: 1. Amigdala, 2. Prefrontal ve singulat korteks ve 3. Hipotalamus

**Amigdala:** Klüver ve Bucy (1939), bilateral temporal lobektomiden sonra gelişen aşırı sakinlik ve diğer davranış değişikliklerini gösterdikten sonra amigdala emasyonel davranışla ilgili dikkatlerin odağını oluşturmuştur (16). Genel olarak amigdalanın emasyonel davranış ve eşlik eden otonom yanıtları açısından hipotalamusun bir modülatör ya da regülatörü olarak çalıştığı kabul edilmektedir (25). Hopkins (1975), ilk olarak amigdalanın santral nükleusundan orijin alan uzun, inisi bir monosinaptik sistemin varlığını göstermiştir. Bu yapı rat, kedi ve maymunda kaudal medullaya kadar projekte olmaktadır (12). Takip eden çalışmalar santral nükleusun lateral posterior hipotalamus, santral gri cevher, red nükleusa lateral mezensefalon tegmentumu, substantia nigra, ventral tegmental alan, ponsun lateral retiküler formasyonu, parabrakial nükleuslar, lokus seruleus ve subseruleus, nükleus traktus solitarius (NTS) ve vagus'un dorsal motor nükleusuna projekte olduğunu göstermiştir (13,27). Hopkins ve ark. (1981), bu nükleusun beyin sapı boyunca "defans" reaksiyonuna aracılık eden liflerin kaynağı olabileceğini ileri sürmüştür (13).

Emasyonel davranışın nöral temelini anlamadaki major güçlük bir duyuşsal input'un nasıl bir algıya dönüştüğü ve bu algının daha sonra nasıl bir motor output'a (örneğin kardiovasküler değişiklikler paterni) dönüştüğünün anlaşılmasındadır. Turner ve ark. (1980), maymunlarda neokortekste bulunan primer duyuşsal algılama alanlarından modalite-spesifik asosiasyon alanlarına giden yolları izleyerek şu sonuçlara varmışlardır (28): - Tüm duyuşsal sistemler basal ön beyindeki daha santral limbik yapılar veya hipotalamus yerine amigdaloid komplekse projekte olan alanlar içerirler. - Yüksek oranda işlenen duyuşsal informasyon ile amigdaloid aktivite üzerine progresif olarak daha büyük etkiler beklenir. - Amigdalanın her bölümü özel bir duyu sisteminin major etkisi altındadır.

Amigdala bir dizi efferent projeksiyona sahiptir ve bunlar somatomotorik, vejetatif, endokrin ve emasyonel davranış tiplerinin koordinasyonuna katılmaktadır (5).

Amigdala'dan ventral striatum ve periaqueductal gri cevhere olan projeksiyonlar motor davranışı etkiler (vücut durumu ve yüz ifadesi, el kol hareketlerinin tümü), hipotalamus ve beyin sapına olan projeksiyonlar karakteristik vejetatif ve endokrin adaptif değişimlere neden olurlar. Amigdala asosiasyon korteksi ve frontal kortekse geri projeksiyonlarda yapar ve böylece duyuşsal ve kognitif içerikler affektif bir içerik ile donatılırlar (5).

### **Prefrontal ve Singulat korteks:**

Anatomik incelemeler prefrontal bölgede en az 2 major bölümde ilişki olduğunu göstermiştir.

- Limbik sistem ile güçlü bağlantıları olan bir bölge. Kaada ve ark. (1949) tarafından bu bölgenin otonom yanıtları, kan basıncını ve solunumu etkilediği gösterilmiştir (15),- Major duyuşal sistemler ile ilişkili olan geriye kalan kısımlar (Nauta, 1971) (20).

Prefrontal korteks daha sonra intermediolateral (IML) hücrelere gidecek olan lateral hipotalamus, zona inserta ve santral gri cevher gibi birkaç subkortikal yapıya projekte olmasına rağmen IML hücrelere input gönderen diğer major nükleer gruplara veya direkt IML hücrelere giden projeksiyonlar gösterilememiştir (25).

Porrino ve ark. (1981), maymunun frontal lobunun, amigdaladan hem direkt (amigdalokortikal) hem de indirekt (amigdalotalamokortikal) input alan anterior singulat girusu içeren ventromedial bölge ve direkt ya da indirekt amigdalofugal aksonları bulunmayan dorsolateral bölge olarak bölünebileceğini düşünmüşler ve frontal lobun limbik kısmının ventromedial bölge olduğunu kabul etmişlerdir (22).

Burada yokluğu ile dikkati çeken konu emosyonun Papez devresidir (emosyonun nöral yapısı olarak limbik sistemin hipokampus, forniks, mamiller cisim, anterior talamik nükleuslar ve singulat girus bölümlerinden oluşan devre). Anterior singulat girus ve bunun amigdalaya major projeksiyonu Papez devresi ile bir overlap noktası oluşturur. Diğer bir overlap olasılıkla hipokampusun major projeksiyon hedefi olan ve emosyonel davranışta rolü bulunan septal alandır. Papez devresindeki geriye kalan yapıların otonom aktivite veya emosyonel davranış üzerine anlamlı etkileri gösterilememiştir (25).

**Hipotalamus:** Hipotalamus uzun zamandır emosyonel davranışın nöral integrasyon yeri olarak kabul edilmektedir (25). Emosyonel davranışa eşlik eden kardiyovasküler yanıtlar için nöral substrat ile ilgili bir makalede Smith ve ark. (1980), şartlı emosyonel yanıt (Conditioned Emotional Response - CER) örneği ile eğitilen hayvanlarda özel kardiyovasküler yanıt paternlerinin oluşturulabildiğini ve bu paternin diğer davranışlara eşlik eden kardiyovasküler paternden farklı olduğunu göstermişlerdir (24). Stimüle edildiğinde CER sırasındaki kardiyovasküler yanıt paternlerini oluşturan özel bir hipotalamus alanı bulunmuştur. Emosyonel yanıtları kontrol eden hipotalamik alan (Hypotalamic Area Controlling Emotional Responses - HACER) ismi verilen bu alanın çıkarılması hayvan CER durumunda

tekrar test edildiğinde kardiyovasküler yanıtların tam olarak kaybolmasına neden olmuştur. Fonksiyonel olarak tanımlanan HACER, anatomik olarak lateral hipotalamusun en medial kısmı ve perifornikal bölgeyi içermektedir (25).

HACER amigdalanın birkaç alanına da (septal nükleuslar, preoptik alan ve Broca'nın diagonal bandı) bağlantı yapmaktadır. Bu yapıların tümünün emosyonel davranış ile ilgili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca santral gri cevher, zona inserta, medial ve parabrakial nükleuslar, lokus seruleus, raphe nükleusları, NTS ve vagal kompleks ile bağlantıları da vardır. Bu yapıların tümünün kardiyovasküler kontrol fonksiyonları olduğu ve spinal kord'da bulunan otonom outflow'a projeksiyonları olduğu gösterilmiştir (25).

HACER direkt olarak IML hücrelere ve IML hücrelere direkt projekte olan santral sinir sisteminin diğer yapılarına da projekte olmaktadır. Otonom outflow üzerine bu derecedeki kontrol, hipotalamusun OSS'nin ana ganglionu olduğu fikrini destekler ve HACER bölgesinin, emosyona eşlik eden kardiyovasküler yanıtları kontrol eden bir merkez tanımına uyduğunun kanıtlarını da sağlar (25).

Yeni alınan bilginin kardiyovasküler ve diğer otonom yanıtları oluşturmak üzere beyin sapı nükleer grupları ve oradan IML hücrelere nasıl iletiildiği hala önemli bir sorudur. Anatomik olarak multipl duyuşal modalitelerin etkileşebildiği asosiasyon korteksine bakmak gerekir. Bu açıdan hem temporal lop korteksi hem de prefrontal korteks adaydırlar (çünkü bu bölgelerden emosyonel ve otonom yanıtlar üzerine etkiler gösterilmiştir). Bu kortekslerin her ikisinin de çok spesifik şekilde amigdalaya projekte olduğu ve buradan projeksiyon aldığı kanıtlanmıştır (25).

Psikolojik süreçten santral otonom kontrole geçiş noktasının hipotalamusta olduğu düşünülmektedir (prefrontal korteksten hipotalamusa bazı direkt inputlar olmasına rağmen bu geçiş muhtemelen amigdala aracılığı ile olmaktadır). Hipotalamus amigdaladan paternli bir şekilde input alır ve ventromedial nükleus ile lateral hipotalamusa olan major afferent projeksiyonlar, emosyonel davranış ve kardiyovasküler kontrolde önemli olduğu bilinen yapılar ile direkt bağlantı sağlarlar (25).

HACER emosyonel davranış sırasındaki major otonom kontrol sistemi olarak görünmektedir. IML hücrelere gelen inputların total kontrolunda bu bölge biyolojik bir anlamlılık taşımaktadır. Bu alan IML hücre kolonuna projekte olan her bölgeyi belirgin şekilde etkilemektedir (25).

## **Emosyon ve Otonom sinir sistemi ilişkisine yönelik klinik çalışmalar:**

Ekman ve ark. (1983), OSS'nin emosyonlar arasında farklılık gösterdiğini vurgulamışlardır. Çalışmalarında öfke sırasında hem kalp hızı hemde deri ısısını yüksek, korku ve üzüntü sırasında kalp hızını yüksek, deri ısısını düşük; mutluluk, nefret ve şaşkınlık sırasında ise kalp hızını düşük olarak bulmuşlardır. Bu çalışma pozitif ve negatif emosyonlar arasındaki genel farklılıkları göstermesi yanında 4 negatif emosyon arasındaki otonom farklılıklarında ilk kez göstermiştir (8).

Levenson ve ark. (1991), emosyon spesifik OSS aktivitesini yaşlı bireylerde incelemişler ve oluşan spesifik OSS aktivite paternlerinin gençlerde bulunanlara benzediğini göstermişlerdir (17).

Bu iki çalışmanın bulguları otonomik spesifikite nin emosyonun ortaya çıkarılma şeklinden ziyade emosyonun tipi ile belirlendiği hipotezini desteklemektedir.

Hubert ve Jong-Meyer (1991), emosyon indükleyen film stimuluslarına otonom, nöroendokrin ve subjektif yanıtları incelemişlerdir. Analizler, filmlerin farklı mood paternleri oluşturduğunu göstermiştir. Hoş ve neşeli bir durum indükleyen çizgi film, bedensel duyularda çok az değişiklik, kalp hızında geçici azalma ve elektrodermal aktivitede hızlı bir azalma oluştururken, irritasyonda artışla birlikte neşelilik ve relaksasyonda belirgin bir azalma oluşturulan korku filmi, birkaç bedensel duyuda belirgin değişiklik, elektrodermal aktivitede artış ve kalp hızında geçici bir azalma oluşturmuştur. Filmlere bağlı kortizol düzeyinde değişiklik gözlenmemiştir (14).

Bireyler emosyonlarını verbal olarak ifade etmek için cesaretlendirildiklerinde spesifik otonom kanallarda değişiklikler olur. Bireyler emosyonel ifadelerini aktif olarak inhibe etmek zorunda olduklarında birçok sağlık problemi açısından artmış risk gösterirler. Yazarak veya konuşarak travmatik tecrübelerin verbal olarak ifade edilmesinin fiziksel sağlığı düzelttiği ve immun fonksiyonu artırdığı gösterilmiştir (4).

Emosyon indükleyen bir uyaran ile karşılaştıklarında içe dönük kişiler çok az bir yanıt gösterirken, dışa dönük kişiler reaksiyonlarını açık biçimde ifade ederler. İçe dönükler emosyonel olarak yüklü uyarılara maruz kaldıklarında dışa dönüklerden daha yüksek deri iletkenliği gösterirler. Ayrıca içe dönükler bu şartlar altında kalp hızında artış gösterirken dışa dönükler göstermemektedirler (4).

İçe dönükler emosyonel ifadeyi aktif olarak suprese etmeye çalışırlar. Fowles (1980), bireyler kendi davranışlarını inhibe veya suprese etmeye zorlandıklarında elektrodermal aktivitede spesifik artışlar olduğunu göstermiş ve elektrodermal aktivitenin davranışsal inhibisyonun bir marker'ı olabileceği sonucuna varmıştır (10).

Pennebaker ve Chew (1985), insanlar bir suç ile suçlandıklarında ve spontan davranışlarını inhibe ettiklerinde deri kondüktans düzeylerinin arttığını bulmuşlardır (21).

Bu veriler negatif emosyonların açığa vurulmasının fizyolojik aktivite ve stresi azaltabildiğini, bu tip düşünce ve duyguların aktif inhibisyonunun ise bedensel aktivasyonu artırabildiği veya uzatabildiğini düşündürmektedir.

## **Kaynaklar:**

1. Adams RD, Victor M. Limbic Lobes and the Neurology of the Emotion. In: Principles of Neurology. 4th edition, Singapore: Mc Graw-Hill, 1989, 409-421.
2. Alaoui-Ismaili O, Robin O, Rada H, Dittmar A, Vernet-Maury E. Basic emotions evoked by odorants: comparison between autonomic responses and self-evaluation. *Physiol Behav* 1997; 62:713-720.
3. Andrew RJ. Evolution of facial expression. *Science* 1963; 142:1034-1041.
4. Berry DS, Pennebaker JW. Nonverbal and verbal emotional expression and health. *Psychoter Psychosom* 1993; 59:11-19.
5. Birbaumer N, Janig W. Motivation and emotion. In: Schmidt RF, Thews G eds. *Physiologie des Menschen*. 26. Auflage, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1995, 167-183.
6. Collet C, Vernet-Maury E, Delhomme G, Dittmar A. Autonomic nervous system response patterns specificity to basic emotions. *J Auton Nerv Syst* 1997, 62:45-57.
7. Dimberg U. Facial reactions, autonomic activity and experienced emotion: a three component model of emotional conditioning. *Biological Psychology* 1987, 24:105-122.
8. Ekman P, Levenson RW, Friesen WV. Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions. *Science* 1983, 221:1208-1210.
9. Etcoff NL. Perceptual and conceptual organization of facial emotions: hemispheric differences. *Brain Cogn* 1984, 3:385-412.
10. Fowles DC. The three arousal model: implications of Gray's Two factor Learning Theory for heart rate, electrodermal activity, and psychopathy. *Psychophysiology* 1980, 17:87-104.
11. Heilman KM, Scholes R, Watson RT. Auditory affective agnosia: disturbed comprehension of affective speech. *J Neurol Neurosurg Psychiatr* 1975, 38:69-72.

12. Hopkins DA. Amygdalotegmental projections in the rat, cat and rhesus monkey. *Neurosci Lett* 1975, 1:263-270.
13. Hopkins DA, Holstege G. Amygdaloid projections to the mesencephalon, pons and medulla oblongata in the cat. *Exp Brain Res* 1978, 32:529-547.
14. Hubert W, Jong-Meyer R. Autonomic, neuroendocrine, and subjective responses to emotion-inducing film stimuli. *Int J Psychophysiol* 1991, 11:131-140.
15. Kaada BR, Pribram KH, Epstein JA. Respiratory and vascular responses in monkeys from temporal pole, insula, orbital surface and cingulate gyrus. A preliminary report. *J Neurophysiol* 1949, 12:347-356.
16. Klüver H, Bucy PC. Preliminary analysis of functions of the temporal lobes in monkeys. *Arch Neurol Psychiatr* 1939, 42:979-1000.
17. Levenson RW, Carstensen LL, Friesen Wv, Ekman P. Emotion, physiology, and expression in old age. *Psychology and Aging* 1991, 6:28-35.
18. Mac Lean PD. Contrasting functions of limbic and neocortical systems of the brain and their relevance to psychophysiological aspects of medicine. *Am J Med* 1958, 25:611.
19. Mc Laren J, Bryson SE. Hemispheric asymmetries in the perception of emotional and neutral faces. *Cortex* 1987, 23:645-654.
20. Nauta WJH. The problem of the frontal lobe: a reinterpretation. *J Psychiatr Res* 1971, 8:167-187.
21. Pennebaker JW, Chew CH. Deception, electrodermal activity and inhibition of behavior. *J Pers Soc Psychol* 1985, 49:1427-1433.
22. Porrino LJ, Crane AM, Goldman-Rakic PS. Direct and indirect pathways from the amygdala to the frontal lobe in rhesus monkeys. *J Comp Neurol* 1981, 198:121-136.
23. Sackheim HA, Gur RC, Saucy M. Emotions are expressed more intensely on the left side of the face. *Science* 1978, 202:434-436.
24. Smith OA, Astley CA, De Vito JL, Stein JM, Walsh KE. Functional analysis of hypothalamic control of the cardiovascular responses accompanying emotional behavior. *Fed Proc* 1980, 39:2487-2494.
25. Smith OA, De Vito JL. Central neural integration for the control of autonomic responses associated with emotion. *Ann Rev Neurosci* 1984, 7:43-65.
26. Springer SP, Deutsch G. Neglect, amnesia, music, and emotion. In: *Left Brain, Right Brain*. 4th edition, Newyork: W.H. Freeman and Company, 1993, 173-200.
27. Takeuchi Y, Mc Lean JH, Hopkins DA. Reciprocal connections between amygdala and parabrachial nuclei: ultrastructural demonstration by degeneration and axonal transport of horseradish peroxidase in the cat. *Brain Res* 1982, 239:538-588.
28. Turner BH, Mishkin M, Knapp M. Organization of the amygdalopetal projections from modality-specific cortical association areas in the monkey. *J Comp Neurol* 1980, 191:515-543.