

Adli Açıdan Zor Olgular; Posttravmatik Anosmi

A Difficult Aspect of Forensic Cases: Posttraumatic Anosmia: Review

Cengiz ÇEVİK,^a
Adnan ÇELİKEL,^b
Cengiz ARLI,^a
Cem ZEREN^b

^aKulak Burun Boğaz Hastalıkları AD,
^bAdli Tıp AD,
Mustafa Kemal Üniversitesi
Tayfur Ata Sökmen Tıp Fakültesi, Hatay

Geliş Tarihi/Received: 19.11.2013
Kabul Tarihi/Accepted: 10.01.2014

Yazışma Adresi/Correspondence:
Adnan ÇELİKEL
Mustafa Kemal Üniversitesi
Tayfur Ata Sökmen Tıp Fakültesi,
Adli Tıp AD, Hatay,
TÜRKİYE/TURKEY
celikeladnan@yahoo.co.uk

ÖZET Travma sonrası anosmi olgularında tanının konulması, koku kayıp oranının belirlenmesi, travma ile illiyet bağının kurulması oldukça zordur. Bu çalışmada, anosmi nedenleri, tanı, iyileşme süreçleri ve adli rapor düzenlenmesinde karşılaşılan sorunların literatür eşliğinde tartışılması amaçlanmıştır. Anosmik vakaların %7,5'inin travma sonrasında meydana geldiği ve bu vakaların içinde adli olguların oranının %35 olduğu bildirilmiştir. Tedavi sonrası koku duyusunun geri kazanımının uzun sürdüğü hatta literatür verilerine göre yedi yıl sonra tekrar koku almaya başlayan olgular bildirilmiştir. Bu nedenle anosmi vakalarında işlev kaybı veya işlevde sürekli zayıflama konusu rapor düzenlenmesinde sorun oluşturmaktadır. Raporlamada koku kaybının ne kadarının işlevde sürekli zayıflama, ne kadarının işlev kaybı niteliğinde değerlendirileceği konusu da diğer bir sorundur. Hukukta eşitlik ilkesi gereği bu raporların düzenlenmesi için standart bir süre belirlenmelidir. Ayrıca simülasyona açık bir konu olması nedeniyle hastaların muayene bulgularının değerlendirilmesine dikkat edilmelidir. Koku bozukluklarının değerlendirilmesinde objektif yöntemlerin azlığı ve belli bir standardizasyonun olmayışı bu hastalarda tanı koymayı zorlaştırmaktadır. Olfaktör sensitivitesini ölçmek için en sık kullanılan subjektif testlerden olan UPSIT ve "Sniffin Sticks (SS)" testlerindeki bazı kokular Türk toplumuna yabancıdır. Bu nedenle testlerde kullanılan kokuların toplumumuza uyarlanması gerekmektedir. Anosmi hâlen adli ve tıbbi açıdan tanı ve tedavisi net olarak aydınlatılmamış bir konudur.

Anahtar Kelimeler: Adli tıp; anosmi

ABSTRACT In the cases of posttraumatic anosmia, it is very difficult to establish the diagnosis, determine the severity of smell loss and explaining the causal link between trauma and anosmia. The aim of this study was to discuss; causes of anosmia, the courses of diagnosis and remission, difficulties on composing forensic reports; together with a review of the literature. It is reported that 7.5 % of anosmia cases are due to trauma and 35% of them are legal cases. After the treatment, the recovery of the sense of smell generally takes a long time. There are some reports indicating that the sense of smell was almost back to normal even after seven years. Therefore composing legal reports, stating loss of function or permanent partial loss of function, in cases of anosmia is a troublesome issue. Another problem for legal reports is how to determine the proportions of lack of function and permanent partial loss of function. According to the principle of equality, a standard period of time should be declared for composing these reports. Possible malingering and symptom exaggeration must be taken in mind during the evaluation of the patients. The lack of a standardized method for the assessment of the smell disorders makes it difficult to establish the diagnosis accurately. UPSIT and "SniffinSticks (SS)" are the most commonly used subjective tests used to measure the Olfactory sensitivity. Some of the odours used in these tests are unfamiliar to Turkish population. For this reason, they should be adapted to Turkish population. Legal and medical aspects of the diagnosis and treatment of anosmia has still not been clearly elucidated.

Key Words: Forensic medicine; anosmia

Koku duyusunun dışarıdan gelen tehlikelere karşı uyarıcı olması, insanların günlük hayatında önemli yere sahiptir. Bu nedenle koku duyusunun kaybı önemli sorunları beraberinde getirmektedir.¹ Toplumda koku bozuklukları genellikle koku almadaki hassasiyetin azalması şeklinde görülmektedir.¹ Yirmi yaş ve üstü popülasyonda koku alma bozukluklarının %13,3'ünün hiposmi, %5,8'inin anosmi olarak görüldüğü bildirilmiştir.²

Anosmik vakaların %7,5'i travma sonrasında meydana gelmektedir.³ Ayrıca anosmi vakalarının içinde adli olguların oranının %35 olduğu bildirilmiştir.⁴

Koku duyusu bozukluklarının değerlendirilmesinde objektif yöntemlerin azlığı ve belli bir standardizasyonun olmayışı bu hastalarda tanı koymayı zorlaştırmaktadır. Travma sonrası koku almada bozukluk tarif eden hastalarda mutlaka nazal endoskopi, bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) tetkiklerinin yapılması önerilmiştir. Ancak bu tetkiklerin olfaktör sinir liflerinde meydana gelen hasarı göstermede yetersiz olduğu bildirilmiştir.⁵

Kafa travması sonrası meydana gelen koku duyusundaki kayıp olfaktör sinir liflerinin nazal bölgede (Kribriiform plaka) kesilmesi, mekanik nazal tıkanıklık veya santral sinir sistemi travmasına bağlı olarak meydana gelmektedir. Travma sonrası yukarıdaki sebeplerden en sık karşımıza çıkan kribriiform plakada olfaktör sinir liflerinin kesilmesidir. Posttravmatik anosmi hastalarında sebep net olarak belirlenememiş ve olguların 1/3'ünde koku alma bozukluğunun düzeldiği bildirilmiştir.⁶

Koku duyusunun kaybı ile ilgili tanı zorluğu, kayıp oranının belirlenmesi, travma ile illiyet bağının kurulması adli olgularda önemlidir. Bu çalışmada travma sonrası oluşan anosmi ile ilgili literatür araştırması ve yapılan uygulamaların derlenmesi ile adli tıbbi uygulamalarda karşılaşılan sorunların tartışılması amaçlanmıştır.

EPİDEMİYOLOJİ

Koku bozukluğu etiyojisinde 200'den fazla faktör suçlanmaktadır. Üst solunum yolu enfeksiyonu

(%18-45), nazal/sinüs hastalıkları (%7-56), kafa travması (%8-20), toksinler/ilaçlar (%2-6) ve konjenital koku kayıpları (%0-4) en sık suçlanan faktörlerdir.⁷ Kafa travması sonrası koku alma bozukluğu sıklığı için literatürde çeşitli oranlar verilmiştir. Hastaların yaklaşık %5'inde anosmi ve/veya hiposmi şeklinde klinik belirti veren kalıcı koku alma bozukluğu görüldüğü bildirilmiştir.⁶ Kafa travması geçirmiş hastalarda Sumner ve ark. %7,5'inin, Zusho ve ark. %4,2'sinin ve Murphy %8-20'sinin koku duyusu bozukluğundan yakındığını bildirmiştir.⁷⁻⁹ Callahan çalışmasında, anosminin kafa travmasının çok yaygın bir sekeli olduğunu ve hastaların yaklaşık %56'sının etkilendiği, fakat olguların %40'ının koku duyusundaki kaybın farkında olmadıklarını bildirmiştir.¹⁰ Diğer bir çalışmada ise olfaktör sinir hasarının kafa travmasının ciddiyetiyle orantılı olarak arttığı bildirilmiştir.¹¹ Kafa travması sonrası hastalar genellikle yoğun bakım ünitelerinde takip edildiklerinden koku alma bozukluğu şikâyeti göz ardı edilmektedir. Hastanın kliniği stabil hale geldikten sonra olfaktör sinir fonksiyonları yönünden tekrar değerlendirilmesi travma sonrası koku alma bozukluğu sıklığı ile ilgili daha sağlıklı bilgiler verecektir. Kafa travması sonrasında gelişen olfaktör sinir hasarı genellikle ileri derecede koku duyusu kaybıyla sonuçlanmakta ve hastalar anosmi ve/veya hiposmiden şikâyet etmektedir.^{5,6}

PATOFİZYOLOJİ

Kern ve ark., travma sonrası olfaktör sinir hasarı patofizyolojisinde temel olarak üç neden olduğunu savunmuştur. Bunlardan en sık görüleni kribriiform plaka bölgesinde olfaktör sinir liflerinin kesilmesi ve/veya hasara uğramasıdır. Diğer nedenler travma sonrasında nazal kavitenin mekanik olarak tıkanıklığı ve beyin travmasıdır.⁶ Olfaktör sinirin kribriiform plakadaki hasarında muhtemel mekanizma künt travmaya bağlı kafatası içerisinde beyin dokusunun göreceli olarak hareketinden kaynaklandığı düşünülmüştür.⁶ Yamagashi ve ark., travma sonrası olfaktör sinir hasarı olan hastalarda yaptıkları histopatolojik incelemelerde, olfaktör sinir hücrelerinin sayısında ciddi azalma olduğunu tespit etmiştir.¹²

Bu bilgiler ışığında travma sonrası olfaktör sinir hasarında patofizyolojik mekanizma şu şekilde tanımlanabilir: 1) Travmaya bağlı nazal epitelde meydana gelen hasar, 2) Beynin göreceli hareketi sonrası ve/veya kırık sonucu, olfaktör sinir liflerinde, kribriform plakada olfaktör bulbusa girmeden önce meydana gelen kopmalar 3) Olfaktör bulbusu ve/veya lateral veya medial koku yollarını etkileyen kontüzyon ve/veya ödem.¹³

HASTANIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Birçok hastalıkta olduğu gibi anamnezde koku alma bozukluklarının değerlendirilmesinde de önemlidir. Kafa travması sonrası koku hassasiyeti kaybı şikâyeti olan hastalarda koku fonksiyonu derecesini belirlemede yaş, cinsiyet, kafa travmasının şiddeti, kafa travmasından sonra geçen süre sorgulanmalıdır.¹⁴ Hastalarda nazal kavitenin endoskopik muayenesi, mukozal hasar ve mekanik tıkanıklık varlığının tespiti için önemlidir. Kafa travması geçiren hastalarda nazal bölgeyi içine alan görüntüleme yöntemleri ikinci aşamayı oluşturur. Kafa travmasını takiben koku duyusunu büyük oranda kaybetmiş hasta incelenirken frontal lobda hasar veya fonksiyon bozukluğu ile ilişkili nörolojik ve/veya davranış bozukluğu belirtileri olup olmadığı belirlenmelidir. Hastayı inceleyen hekim kafa travması sonrası nörolojik semptomlar olmasa da frontal lobun etkilenmesine bağlı olarak hastanın günlük işlevlerinde etkilenme olabileceğini unutmamalıdır.^{15,16}

Görüntüleme yöntemlerinden kemik yapılar için BT tercih edilirken, yumuşak dokuların ve beyin değerlendirilmesi için MRG kullanılmaktadır. Radyolojik inceleme yapıldıktan sonra hastalara objektif ve subjektif koku alma testleri uygulanır.¹⁷

Literatürde kafa travması sonrası olfaktör sinir hasarı görülen hastalarda beyin belli bölgelerinde (özellikle frontal lob) fonksiyon kaybı olduğu bildirilmiştir.¹⁸ Fakat mevcut görüntüleme yöntemleri sadece dokunun anatomisi ile ilgili bilgi verebildiğinden patofizyolojiyi aydınlatmada yetersiz kalmaktadır.¹⁸

Atighechi ve ark. çalışmalarında kafa travması sonrası anosmi şikâyeti ile başvuran hastalarda tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi (SPECT) ve

MRG tetkiklerinin olfaktör sinir fonksiyonlarını göstermedeki etkilerini araştırmışlardır.¹⁹ Yazarlar posttravmatik anosmi için MRG'de frontal lob ve olfaktör bulbus hasarının ve SPECT'te frontal, sol temporal ve sol parietal loptda hipoperfüzyon tespit edilmesinin anlamlı olduğunu bildirmiştir.¹⁹ Mann ve ark. da fonksiyonel perfüzyon SPECT yönteminin konvansiyonel yöntemlere (BT, MRG) ek olarak posttravmatik anosmi hastalarında beyin özellikle koku duyusu ile bağlantılı bölgelerinin fonksiyonunu göstermede daha faydalı olduğunu bildirmiştir.²⁰

KOKU ALMA BOZUKLUĞUNUN KLİNİK DEĞERLENDİRİLMESİ

Koku alma bozukluğunun klinik değerlendirilmesinde koku algılama testleri kullanılmaktadır.¹⁷ Koku algılama testleri hastaya verilen kokuların hasta tarafından algılanmasına dayanan subjektif testler ve olfaktör bölgedeki elektriksel potansiyellerin kayıt edilmesine dayanan objektif testler (elektrofizyolojik) olmak üzere iki çeşittir. Koku algılama testlerinde, testi yapan uzmanın verilen koku uyarılarının konsantrasyonunu, akış hızını uygulama süresini standartlaştırmalı, çok iyi kontrol etmelidir. İkinci önemli özellik ise yapılan testin pratik ve kolay uygulanabilir olmasıdır.

DİLÜSYON TESTLERİ

Koku içeren madde hava veya sıvı içeren tüp içerisinde hastaya koklatılır ve hastanın kokuyu hissedeceği orana kadar arttırılarak kokuyu hissettiği değer kaydedilir. Hastanın değerleri normal kişilerin koku alma eşikleri ile karşılaştırılır (Her iki taraf ayrı ayrı değerlendirilmelidir).

OLFAKTÖR SPEKTROGRAM

Herkes tarafından bilinen kokular sıvı içinde çözülmüş halde bir enjektör ve/veya burun ucuna yerleştirilen tüp ile burun içine verilir. Hastanın kap içinde hangi kokuyu hangi miktarda alabildiği kaydedilir. Eşik belirlemenin yanı sıra kokuyu ayırt etme testidir.

BUTANOL EŞİK TESTİ

İki ayrı kabın birine su diğerine su ile çözülmüş butanol konulur. Hastadan iki kaptan hangisinin

kokulu olduğunun ayırt etmesi istenir. Hasta ayırımı yapana kadar butanol+su olan kaba butanol eklenir. Kokulu şişeyi ayırt ettiği zaman, arttırma yapılmadan tekrar sorulur ve hasta yine bilirse eşik değer olarak kabul edilir. Hastadan elde edilen eşik değeri normal kişilerle karşılaştırılır.^{21,22}

SUBJEKTİF (PSİKOFİZİK) TESTLER

Kokunun algılanmasında kullanılan bu testler kendi içerisinde dört ana başlık altında incelenir.²³

a) Kokunun algılanması: Kişinin algılayabildiği en düşük konsantrasyondaki değeri saptamak amacıyla hastaya algılayabileceği en düşük konsantrasyon ve algılayamayacağı konsantrasyon verilerek yapılan değerlendirme yöntemidir.

b) Kokunun diskriminasyonu: Hastadan kendisine verilen kokulardan farklı olanı bulmasına dayanan yöntemdir (iki kokudan farklı olanı ve/veya aynı kokudan birkaç adet bulunan kutudan farklı olanı bulması gibi).

c) Kokunun tanınması: Hastaya bir koku koklatılıp kendisine verilen içerisinde farklı kokuların bulunduğu koku sepetinden koklatılan kokuyu bulmasına dayanan yöntemdir.

d) Kokunun identifikasyonu: Bu test üç farklı şekilde yapılabilmektedir. En yaygın kullanılanı Pennsylvania Üniversitesi Koku Belirleme Testi [University of Pennsylvania Smell Identification Test (UPSIT)]'dir.²³ UPSIT, çoktan seçmeli bir test olup denegin kendisine verilen kokuyu koku listesinden bulmasına dayanan testtir.

Yücepur ve ark., UPSIT koku algılama testinin Türk toplumunda koku fonksiyonunun değerlendirilmesi için yetersiz olduğunu bildirmiştir.²⁴ UPSIT testinde yer alan kokulara Türk toplumunun yabancı olduğunu bildirmiştir. Bundan dolayı UPSIT testinde kullanılan kokuların değiştirilmesini veya Türk toplumuna uygun normatif veri kurmak gerektiğini bildirmiştir.²⁴

İnsanlarda olfaktör sinir sensitivitesini ölçmek için dünyada en sık kullanılan testler, UPSIT ve "Sniffin Sticks (SS)" koku algılama testleridir. SS koku testi UPSIT'ten yaklaşık 10 yıl sonra geliştirilen ve daha detaylı bir testtir.^{25,26} Hummel ve ark. SS koku testinin kimlik testine ek olarak, koku ve

kokulu eşik ayırımı testi dâhil üç alt testi içerdiğinden kokunun değerlendirilmesinde UPSIT'ten daha yararlı olduğunu bildirmiştir. Ayrıca SS test altı yaş üstü çocuklara uygulama imkânı sağlaması ile de UPSIT'e göre daha üstündür.²⁵

Takebayashi ve ark., Japonya'da intravenöz uygulanan standart koku algılama testleri ile Toyota ve Takagi (T&T) olarak bilinen standart koku algılama testlerini karşılaştırmış ve hastanın kendi kendine uygulayabildiği koku anket testlerinin daha üstün olduğunu bildirmiştir.²⁷

Fortin, yaptığı çalışmada kafa travmasını takiben çoğu hastanın koku alma bozukluklarının farkında olmadıklarını bildirmiştir.²⁸ Yazar, koku alma bozukluğunu değerlendirmek için UPSIT ve Alberta koku alma testini karşılaştırmış ve iki test arasında anlamlı fark tespit edememiştir. Bundan dolayı posttravmatik koku alma bozukluklarında klinisyenlerin bu iki testten herhangi birinin kullanılabilceğini bildirmiştir.²⁸

Neumann ve ark., koku algılama testlerinde kullanılan kokulara hastaların aşına olmasının önemi vurgulamış, bundan dolayı farklı ülke ve kültürlerde koku tanıma testlerinin standardizasyonunun zor olduğunu bildirmiştir. SS test ve hastaya koku koklatılıp tanımlaması ve/veya bulması esasına dayanan subjektif koku algılama testlerinde farklı kültürlerde belirli alternatiflerin gerekliliği vurgulanmıştır. Kültürel farklılıklar dikkate alınarak testin bileşenlerinde yapılan küçük değişiklikler anosmi ve/veya hiposmi ile gelen hastalarda testin etkinliğini arttırabilmektedir.²⁹

OBJEKTİF (ELEKTROFİZYOLOJİK) TESTLER

a) Elektro-olfaktografi: Olfaktör epitelinin kokuya karşı duyarlı olduğu 1937 yılında ilk kez Hosoya ve Yoshida tarafından köpeklerde yapılan çalışmayla tanımlanmıştır.³⁰ Bu çalışmadan bağımsız olarak 1956 yılında Ottoson, kurbağaların ve tavşanların kokuyla uyarılmış olfaktör bölgelerinden yavaş, negatif ve monofazik potansiyeller elde ettiğini bildirmiştir ve "elektro olfaktogram (EOG)" ismini vermiştir.^{30,31} Koku testlerinin objektif değerlendirilmesinde kullanılan EOG'da olfaktör bölgeye elektrot yerleştirilir ve bu elektrotlar epitel

yüzeyindeki siliaların elektrik potansiyellerini ölçer. Reseptörün uyarılması durumunda negatif dalga meydana gelir. Elektrot yerleşim yeri ile ilgili olarak bu alanda çalışanlar elektrotların farklı alanlara yerleştirilmesi gerektiğini savunmuşlardır. Thommesen ve Doving, elektrotları kafa tabanından kribriiform plaka tabanına yerleştirmiştir.³² Son zamanlarda ise elektrotun kemiği kaldırıp olfaktör epitelin içine doğru yerleştirilmesini savunan birçok görüş vardır. Bu test yardımıyla olfaktör muakoza hastalıkları ile santral koku bozuklukları arasındaki ayırım yapılabilmektedir.³³

b) Uyarılmış olfaktör potansiyeller: 1966 yılında Finkenzeller koku uyarımı ile elektroensefalografi (EEG)'de değişiklik ortaya çıkabileceği hipotezi üzerinden koku uyarımı ile serebral uyarılmış potansiyelleri tanımlamıştır.³⁴ Koku alma bozukluğunun objektif tanısında EEG'nin kullanılabileceğini ise ilk kez Auffermann bildirmiştir.³⁵ Bonanni ve ark., "OlfactoEEG" olarak tanımladıkları ve uyarın sonrası beyin aktivitesi oluşumuna dayalı yöntemin koku analizinde geleneksel EEG'den daha avantajlı olduğunu bildirmiştir.³⁶ Bu yöntemde bir koku uyarımını takiben beyin arka bölgelerinde alfa aktivitesi sonradan ortadan kalkmaktadır. Bu teknik özellikle geçmişte mediko-legal tartışmalarda kullanılmıştır. Geleneksel EEG'lerde alfa dalgası posterior bölgelerde çok az veya hiç tespit edilememektedir. "OlfactoEEG" ile bu daha kolay hale gelmektedir.³⁶

PROGNOZ

Posttravmatik anosmili hastaların prognozu hakkında yapılan çalışmalarda iyileşme ve koku duyusunu tekrar kazanma süresinin iki-üç yıl sürdüğü

bildirilmiştir.^{37,38} Ayrıca literatürde yedi yıl sonra tekrar koku almaya başlayan vakalar bulunmaktadır.³⁹

SONUÇ

Koku alma, insanların yaşam kalitesini etkileyen duyulardan birisidir. Türk Ceza Kanunu duyulardan birinin fonksiyonel olarak sürekli zayıflamasını veya kaybını sanığın aleyhine cezayı arttırıcı unsur olarak kabul etmektedir. Bu nedenle adli olguların raporları yazılırken koku duyusundaki kaybın travma ile illiyeti, koku kayıp oranı, iyileşme olup olmayacağı hususları açıklayıcı ve net olmalıdır. Fakat tedavi sonrası koku duyusunun geri kazanımının iki-üç yıl sürmesi, hatta literatürde yedi yıl sonra tekrar koku almaya başlayan hastaların olması nedeniyle bu vakalarda işlev kaybı veya işlevinde sürekli zayıflama konusunda raporun düzenlenmesi sorun oluşturmaktadır. Hukukta eşitlik ilkesi gereği bu raporların düzenlenmesi için standart bir süre belirlenmelidir. Raporlamada koku kaybının ne kadarının işlevde sürekli zayıflama ve ne kadarının işlev kaybı niteliğinde değerlendirileceği konusu da diğer bir sorundur. Ayrıca temaruza açık bir konu olması da hastaların muayene bulgularını değerlendirmede kontrol edilmesi gereken önemli bir konudur. Bu nedenle simülasyonu engellemek için trigeminal siniri uyarın amonyak gibi iritan maddeler kullanılarak, hastanın koku ile verdiği bilgilerin doğruluğu sınanmalıdır. Olfaktör sinir duyarlılığını ölçmek için uluslararası en sık kullanılan "UPSIT" ve "SS" testlerinde kullanılan bazı kokuların Türk toplumuna yabancı olması nedeniyle acil olarak ulusal bir teste ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Nordin S, Brämerson A. Complaints of olfactory disorders: epidemiology, assessment and clinical implications. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 2008;8(1):10-5.
2. Brämerson A, Johansson L, Ek L, Nordin S, Bende M. Prevalence of olfactory dysfunction: the skövde population-based study. *Laryngoscope* 2004;114(4):733-7.
3. Karanfil R, Zeren C, Şenoğlu M, Keten A, Çevik C. [Anosmia after head trauma: a case report]. *KSÜ Tıp Fak Der* 2010;3(7):128-30.
4. Miani C, Bracale AM, Moreschi C, Codarini M, Ortolani F. [Post-traumatic anosmia: description of a clinical case, proposal of a standardized protocol and medico-legal comments]. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2002;22(3):142-9.
5. Fujii M, Fukazawa K, Takayasu S, Sakagami M. Olfactory dysfunction in patients with head trauma. *Auris Nasus Larynx* 2002;29(1):35-40.
6. Kern RC, Quinn B, Rosseau G, Farbman AI. Post-traumatic olfactory dysfunction. *Laryngoscope* 2000;110(12):2106-9.
7. Murphy C, Doty RL, Duncan HJ. Clinical disorders of olfaction. In: Doty RL, ed. *Handbook of Olfaction and Gustation*. 2nd ed. New York: Taylor&Francis; 2003. p.461-78.
8. Ogle W. Anosmia, or cases illustrating the physiology and pathology of the sense of smell. *Med Chir Trans* 1870;53:263-90.

9. Sumner D. Post-traumatic anosmia. *Brain* 1964;87:107-20.
10. Callahan CD, Hinkebein JH. Assessment of anosmia after traumatic brain injury: performance characteristics of the University of Pennsylvania Smell Identification Test. *J Head Trauma Rehabil* 2002;17(3):251-6.
11. Green P, Rohling ML, Iverson GL, Gervais RO. Relationships between olfactory discrimination and head injury severity. *Brain Inj* 2003;17(6):479-96.
12. Yamagishi M, Okazoe R, Ishizuka Y. Olfactory mucosa of patients with olfactory disturbance following head trauma. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1994;103(4 Pt 1):279-84.
13. Costanzo RM, Zasler ND. Epidemiology and pathophysiology of olfactory and gustatory dysfunction in head trauma. *J Head Trauma Rehabil* 1992;7(1):15-23.
14. Doty RL, Yousem DM, Pham LT, Kreshak AA, Geckle R, Lee WW. Olfactory dysfunction in patients with head trauma. *Arch Neurol* 1997;54(9):1131-40.
15. Martzke JS, Swan CS, Varney NR. Posttraumatic anosmia and orbital frontal damage: Neuropsychological and neuropsychiatric correlates. *Neuropsychology* 1991;5(3):213-25.
16. Varney NR, Busbnell DL, Nathan M, Kabn D, Roberts R, Rezaei K, et al. [Neuro SPECT correlates of disabling "mild" head injury: Preliminary findings]. *J Head Trauma Rehabil* 1995;10(3):18-28.
17. Hummel T, Sekinger B, Wolf SR, Pauli E, Kobal G. 'Sniffin' sticks': olfactory performance assessed by the combined testing of odor identification, odor discrimination and olfactory threshold. *Chem Senses* 1997;22(1):39-52.
18. Fujiwara E, Schwartz ML, Gao F, Black SE, Levine B. Ventral frontal cortex functions and quantified MRI in traumatic brain injury. *Neuropsychologia* 2008;46(2):461-74.
19. Atighechi S, Salari H, Baradarantar MH, Jafari R, Karimi G, Mirjali M. A comparative study of brain perfusion single-photon emission computed tomography and magnetic resonance imaging in patients with post-traumatic anosmia. *Am J Rhinol Allergy* 2009;23(4):409-12.
20. Mann NM, Vento JA. A study comparing SPECT and MRI in patients with anosmia after traumatic brain injury. *Clin Nucl Med* 2006;31(8):458-62.
21. Çakır N. [The nose and paranasal sinuses]. *Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi*. 2. Baskı. Ankara: Nobel Yayınları; 1999. p.210-3.
22. Leopold D. Physiology of olfaction. In: Cummings CW, Fredrickson JM, Harker LA, Krause CJ, Richardson MA, Schuller DE, eds. *Otolaryngology Head&Neck Surgery*. 2nd ed. St. Louis: Mosby-Year Book; 1998. p.770-98.
23. Doty RL, Shaman P, Dann M. Development of the University of Pennsylvania Smell Identification Test: a standardized microencapsulated test of olfactory function. *Physiol Behav* 1984;32(3):489-502.
24. Yücepur C, Özücer B, Değirmenci N, Yıldırım Y, Veyseller B, Ozturan O. University of Pennsylvania smell identification test: application to Turkish population. *Kulak Burun Bogaz Ihtis Derg* 2012;22(2):77-80.
25. Hummel C, Zucco GM, Iannilli E, Maboşhe W, Landis BN, Hummel T. OLAF: standardization of international olfactory tests. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2012;269(3):871-80.
26. Katotomichelakis M, Balatsouras D, Tripsianis G, Tsaroucha A, Homsiglou E, Danielides V. Normative values of olfactory function testing using the 'sniffin' sticks'. *Laryngoscope* 2007;117(1):114-20.
27. Takebayashi H, Tsuzuki K, Oka H, Fukazawa K, Daimon T, Sakagami M. Clinical availability of a self-administered odor questionnaire for patients with olfactory disorders. *Auris Nasus Larynx* 2011;38(1):65-72.
28. Fortin A, Lefebvre MB, Ptiito M. Traumatic brain injury and olfactory deficits: the tale of two smell tests! *Brain Inj* 2010;24(1):27-33.
29. Neumann C, Tsioulos K, Merkonidis C, Salam M, Clark A, Philpott C. Validation study of the "Sniffin' Sticks" olfactory test in a British population: a preliminary communication. *Clin Otolaryngol* 2012;37(1):23-7.
30. Scott JW, Scott-Johnson PE. The electroolfactogram: a review of its history and uses. *Microsc Res Tech* 2002;58(3):152-60.
31. Ottoson D. Analysis of the electrical activity of the olfactory epithelium. *Acta Physiol Scand Suppl* 1955;35(122):1-83.
32. Thommesen G, Doving KB. Spatial distribution of the EOG in the rat; a variation with odour quality. *Acta Physiol Scand* 1977;99(3):270-80.
33. Chaput MA, Chalansonnet M. Recording the slow potentials evoked by odors in the olfactory mucosa of awake animals. *J Neurosci Methods* 1997;75(2):193-8.
34. Finkenzeller P. [Average EEG potentials in olfactory stimulation]. *Pflügers Arch Gesamte Physiol Menschen Tiere* 1966;292(1):76-80.
35. Auffermann H, Gerull G, Mathe F, Mrowinski D. Olfactory evoked potentials and contingent negative variation simultaneously recorded for diagnosis of smell disorders. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1993;102(1 Pt 1):6-10.
36. Bonanni E, Borghetti D, Fabbrini M, Maestri M, Cignoni F, Sartucci F, et al. Quantitative EEG analysis in post-traumatic anosmia. *Brain Res Bull* 2006;71(1-3):69-75.
37. Duncan HJ, Seiden AM. Long-term follow-up of olfactory loss secondary to head trauma and upper respiratory tract infection. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1995;121(10):1183-7.
38. Zusho H. Posttraumatic anosmia. *Arch Otolaryngol* 1982;108(2):90-2.
39. Zeren C, Çökkeser Y, Karanfil R, Arslan MM. Olfactory nerve injury: a case report. *Turkish Journal of Forensic Medicine* 2011;25(3):229-33.