

# 부비동 내시경 수술 후 후각변화에 대한 예측 인자

대구가톨릭대학교 의과대학 이비인후과학교실

예 미 경

## The Predictive Factors of Olfactory Changes after Endoscopic Sinus Surgery

Mi Kyung Ye, MD

Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, School of Medicine, Catholic University of Daegu, Daegu, Korea

Olfactory dysfunction is one of the most common complaints of patients with chronic rhinosinusitis. Patients who suffer from olfactory dysfunction report a negative effect on their overall quality of life. Chronic rhinosinusitis-related olfactory impairment is the most treatable form of olfactory disorder; however, outcomes after endoscopic sinus surgery (ESS) are challenging to predict. Previous studies have documented a wide range in overall improvement after ESS. The purpose of this study is to review the factors that predict changes in olfaction after ESS.

**KEY WORDS:** Olfaction disorders · Sinusitis · Surgical procedures · Operative · Outcome assessment.

### 서 론

후각장애는 만성 부비동염에 흔히 동반되는 증상 중 하나로 환자들의 삶의 질에 지대한 영향을 미친다. 비부비동의 염증성질환으로 인한 후각장애는 많은 후각 장애의 원인들 중에서 가장 치료가 용이하다고 알려져 있다.<sup>1-4)</sup> 그러나 부비동내시경 수술 후 후각의 호전은 일률적이지 않고 예측이 어려운 면이 많다. 이는 부비동염으로 인한 후각 장애가 단지 후열부위의 폐색으로 인한 전도성 장애로 인한 것이 아니라 독성 염증 물질로 인한 후각신경상피세포의 손상을 유발하여 감각신경성 장애도 동반하기 때문이다.<sup>1)3)</sup>

부비동 내시경 수술 후 후각의 호전율에 관한 연구 결과들을 살펴보면 보고마다 차이가 많음을 알 수 있다.<sup>2)5-10)</sup> 이는 혼합성 장애라는 병리생리학적 기전 외에도 후각 측정 방법이나 후각호전 기준에 대한 표준화된 합의점이 없기 때문이

기도 하다.<sup>2)7)</sup> 부비동염 환자를 치료하는 데 있어 수술 후 후각의 호전 여부나 정도는 환자뿐만 아니라 의사에게도 향후 치료 계획 수립에 있어 아주 중요한 사항이지만 아직 연구가 많이 되어 있지 않은 분야이기도 하다. 이에 부비동 내시경 수술 후 후각호전 여부를 예측할 수 있는 다양한 요인들의 역할에 대한 문헌들을 검토하여 정리해보고자 한다.

### 부비동 수술 후 후각의 호전율

대체로 50~83%의 환자에서 부비동 내시경 수술(endoscopic sinus surgery, ESS) 후 후각기능이 호전되었다고 하였다.<sup>5)6)</sup> 더 낮은 호전율을 보고한 문헌들을 살펴보면, Kim 등은 항생제 치료에 호전이 없고 국소 혹은 전신 부신피질 호르몬 투여를 하지 않은 만성부비동염 환자에서 ESS 전과 술 후 6개월째 좌우측 비강 별로 후각에 대한 평가를 시행하였다.

논문접수일: 2018년 9월 15일 / 수정완료일: 2018년 11월 13일 / 심사완료일: 2018년 11월 27일

교신저자: 예미경, 42472 대구광역시 남구 두류공원로 17길 33 대구가톨릭대학교 의과대학 이비인후과학교실

Tel: +82-53-650-4525, Fax: +82-53-650-4533, E-mail: miky@cu.ac.kr

비강의 82%에서 후각 장애가 있었고, 이중 42%에서 수술 후 부탄올 역치 검사(Buthanol threshold test, BTT) 점수가 호전되었지만, 대부분의 환자는 저후각증이 남아있는 상태였다. 환자의 23%에서는 수술 후 BTT 점수가 오히려 악화되는 것으로 나타났다.<sup>7)</sup> 부비동수술을 받았던 환자 206명을 대상으로 술 전 및 술 후 4개월째 후각 검사를 한 결과 호전이 23%, 변화 없던 경우가 68%, 악화된 경우가 9%이었다.<sup>8)</sup> Delank 등은 술 후 후각 개선은 70%의 환자에서 있었지만, 21%의 환자들만 정상 후각이 되었다고 하였다. 수술 후 후각이 나빠진 경우도 8%에서 있었다.<sup>9)</sup> 비용종이 있는 부비동염 환자에서 부비동 수술 3.5개월 후 30%, 12개월 후 32%의 호전이 있었으며, 12개월에 걸쳐 안정되게 유지되었다.<sup>10)</sup>

문헌마다 호전율의 편차가 큰 것은 연구에 사용된 후각 검사 방법이 부탄올 역치검사, 후각인지검사(Smell Identification Test, SIT), Sniffin' Sticks test, T&T olfactometry, 설문조사 등 다양하였으며, 호전 기준도 모두 달랐기 때문으로 생각된다.

수술 후 후각이 좋아지는 기전은 명확히 확립되어 있지는 않지만 비강내의 비용종을 제거함으로써 후열로 냄새 분자들의 접근이 용이하게 되고, 비부비동 점막의 전체적인 염증 하중을 감소시키기 때문으로 생각하고 있다. 그러나 수술 후에 오히려 후각기능이 나빠질 수도 있는데 이는 후각 상피세포의 직접적인 손상, 공기 흐름의 변화, 반흔 생성, 허혈성 손상 등에 기인한다고 할 수 있다.<sup>27)</sup> 후각상피의 회복은 비강 점막의 치유에 영향을 받게 되는데 환자에 따라서는 ESS 후 6개월 이후까지도 비점막이 완전히 회복되지 않는 수도 있고, 특히 재수술의 경우는 술 후 12~24개월 정도 지나야 후각 호전이 나타난다고 보고된 바 있다. 상처 치유가 늦어 완전히 회복되지 않은 상태에서 술 후 후각 검사를 할 경우, 후각기능이 술 전보다 더 떨어진 것으로 나올 가능성도 생각해야 한다.<sup>27)</sup>

이렇듯 ESS 수술 후에 후각 기능이 좋아지더라도 대부분의 환자에서 저후각증이 남는 경우가 많고, 종종 후각이 나빠지기도 한다.<sup>5)11)12)</sup> 후각이 더 나빠진 환자들은 상대적으로 술전 후각 기능이 좋았던 경우가 많았다.<sup>8)</sup> 비록 소수이지만 이러한 잠재적인 위험성에 대해 충분한 설명이 필요하며, 수술 후 후각기능 변화에 영향을 미치는 인자들에 대해 잘 알고 있을 필요가 있다.

## 비용종의 유무

비용종의 유무가 예측인자가 되지 못한다는 주장도 있

만,<sup>7)13)</sup> 대부분의 연구에서 비용종이 있는 환자가 없는 환자에 비해 ESS 후에 후각 기능이 더 많이 호전되었다고 보고하고 있다.<sup>8)10)11)14)</sup> 심한 비용종이 있었던 환자의 86%는 무후각증 상태였고, 수술 후 후각이 호전되었다.<sup>9)</sup> Perry 등이 ESS를 시행받은 178명을 대상으로 주관적인 후각호전 여부를 조사한 결과, 비용종이 있던 환자가 없던 환자보다 술 전 후각 기능이 더 나빴고, 수술 후 1년째 후각이 호전되긴 했지만 비용종이 없던 사람보다 여전히 후각 기능장애는 더 심한 것으로 나타났다.<sup>15)</sup> 재발성이나 난치성 부비동염으로 재수술을 받은 경우에서 16개월 이상의 추적 관찰 결과 환자의 약 반수에서 후각 호전이 있었고, 특히 비용종이 후열을 막고 있었던 경우가 더 많이 호전 되었다.<sup>6)</sup> 종합하면 비용종이 있는 환자가 없는 환자보다 술 전 후각 기능은 더 떨어져 있고, 수술 후 호전율은 더 높지만 저후각에 머무는 경우가 더 많다고 할 수 있다.

## 후각 장애의 중증도

술전 후각장애의 심한 정도가 술 후 후각 호전의 예측인자가 되지 못한다는 결과도 있지만,<sup>13)</sup> 무후각증 환자에서 저후각증 환자에 비해 술 후 후각 호전율이 높다는 보고가 더 많다. 정도는 조금씩 차이가 나며, 저후각증은 호전이 없었지만, 무후각증 환자에서는 호전이 있었다는 연구와,<sup>11)</sup> 무후각증에서 75.0% 호전되었지만, 저후각증은 42.5%만이 호전되었다는 연구도 있고(Fig. 1),<sup>5)</sup> 무후각증이 두배 더 호전율이 높았다는 보고도 있다.<sup>7)</sup>

그러나 정상후각으로의 회복은 저후각증 환자는 25%였던 데 반해, 무후각증 환자에서는 5% 뿐 이어서,<sup>9)</sup> 비록 수술

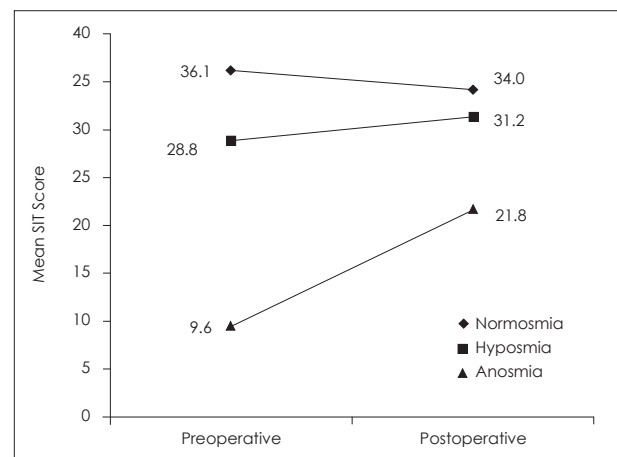


Fig. 1. Postoperative trends in olfactory improvement by olfactory status. SIT: Smell Identification Test (adapted from reference<sup>5)</sup>).

후 후각의 호전율은 무후각증 환자가 더 높지만 저후각증 상태로 남는 경우가 많음을 알 수 있다.

## 부분적 중비갑개 절제

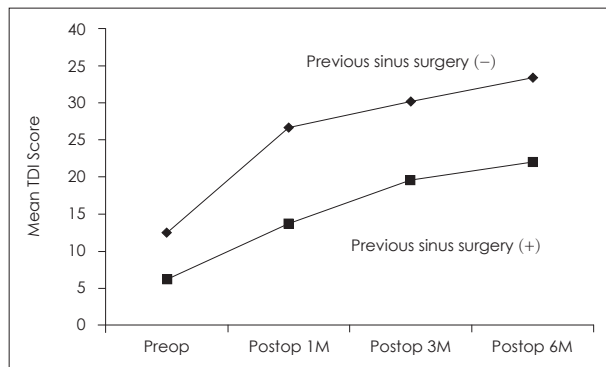
중비갑개가 후열을 가리고 있는 경우 이를 부분적으로 절제한 군에서 보존한 군보다 후각에 있어 유의한 이익이 있었다.<sup>16)</sup> 그러나 전혀 후각 호전에 효과가 없었다는 결과도 보고되어 있고,<sup>17)</sup> 연구자료가 많지 않은 편이다.

중비갑개의 절제는 후각섬유조직의 손상이나 후열 내의 정상 공기역학 패턴의 변화를 초래하여 후각 기능에 부정적인 효과를 초래할 가능성이 있으므로 절제에 신중을 기해야 할 것이다.<sup>9)</sup>

## 코수술 병력

ESS를 받았던 116명을 대상으로 이전의 부비동 수술 여부에 따른 후각역치, 분별, 인지점수(threshold, discrimination, identification, TDI) 점수 호전 정도를 비교했을 때, 두 그룹 모두 후각이 호전되었지만, 이전에 수술을 받지 않았던 환자 군에서 재수술군보다 좀 더 후각 호전이 많았다(Fig. 2).<sup>18)</sup>

모든 종류의 코수술에는 후각 기능을 악화시킬 수 있는 가능성이 내포되어 있다고 할 수 있다. 이는 아주 섬세한 후각 신경상피세포 자체에 대한 손상뿐만 아니라 약물 치료나 비강내 해부학적 구조의 변형, 지속된 점막 부종이나 가피 형성 등의 과정에서 일어나는 간접적인 영향으로도 가능하다. 사골동절제술, 비용종 제거술, Caldwell-Luc 수술, 비골 정복술, 비성형술, 비중격교정술 등 다양한 코수술 후 후각 기



**Fig. 2.** Olfactory function expressed as the mean threshold-discrimination-identification (TDI) score of the 116 patients who underwent Endoscopic Sinus Surgery in relation to previous sinus surgeries. TDI score significantly stepwise improved in both groups (both  $p < 0.001$ ), with a similar pattern between patients ( $p$  value for interaction  $< 0.001$ ) (adapted from reference<sup>18)</sup>).

능을 측정하였을 때 66%의 환자에서 UPSIT(the university of Pennsylvania smell identification test) 점수가 호전되거나 그대로였으며, 34%에서 점수가 감소하였고, 한 명은 무후각증이 되었다. 나이, 성별, 수술의 종류, 전신마취 여부에 따른 차이는 없었다.<sup>12)</sup>

재발을 자주해서 수술을 여러 번 받은 난치성 부비동염 환자에서는 신생골 형성(neo-osteogenesis)이나 골염(osteitis or ossification)소견이 44.9~64% 정도로 높게 나타날 수 있으며, 이런 환자에서 술후 후각 결과가 나빴던 경우가 많았다. 재수술 후 후각 호전율이 술 후 6~12개월에 44.8%, 12~24개월에 47.8%로,<sup>6)</sup> 일반적인 후각 호전율보다 낮게 보고되고 있다.

## 후각 상실 기간

후각상실의 기간이 후각 회복 예측인자가 되지 못한다는 결과도 있지만,<sup>7)10)</sup> 10년 이상 후각 장애가 있었던 환자에서 의미있게 회복율이 떨어진다는 연구결과도 있다.<sup>18)</sup>

## 흡 연

흡연이 수술 결과나 상처치유, 술 후 합병증 발생에 나쁜 영향을 준다는 것은 잘 알려져 있지만, ESS 후 후각변화에 대한 흡연의 역할에 관해서는 아직 논란이 있다. 흡연이 ESS 후 후각기능에 직접적으로 안 좋은 영향을 주고, 후각을 평가할 때 연령과 흡연 사이의 상호작용이 중요하며 특히 40세 이상의 환자에서 흡연의 나쁜 영향이 심하였다.<sup>19)</sup> 수술 후 후각 기능장애가 고연령층에서는 흡연자가 80%인데 반해 비흡연자는 42%만이 지속되어 차이가 컸지만, 젊은 연령층에서는 흡연 여부가 후각기능에 거의 영향을 끼치지 않았다는 결과도 있다.<sup>20)</sup>

흡연이 ESS 결과나 후각기능에 큰 영향이 없다는 연구결과들도 많다.<sup>21-23)</sup> ESS 후 1, 3, 6개월째 후각 기능을 관찰했을 때, 흡연자와 비흡연자 양군 모두에서 TDI 평균 점수가 시간이 지남에 따라 유의하게 높아졌다. 전 기간에 걸쳐 흡연자의 TDI 점수가 비흡연자보다 조금 낮기는했지만 통계적으로 의미있는 차이는 아니었다. 그러나 흡연 양에 따른 영향을 분석해보았을 때 다량의 흡연은 술 후 6개월 후각역치 점수에 유의한 음의 상관관계를 나타내었다.<sup>24)</sup> 비록 흡연여부가 ESS 후 후각기능에 영향을 미치는 주된 예측 인자가 아니라 할 지라도 적어도 다량의 흡연만은 금하는 것이 권장된다.

## 술전 컴퓨터단층촬영 소견상 염증의 정도

컴퓨터단층촬영(computed tomography, CT)에서 염증이 심했던 환자들이 술전 후각 기능이 더 나빴고, 덜 심했던 환자보다 수술 후 평균 후각 기능이 더 많이 호전되었다.<sup>15)25)</sup> 일측성 Lund-MacKay CT 점수에서 전사골동에 부분적인 음영만 있었던 경우에는 ESS 후 후각호전이 많았지만, 다른 부비동 염증 정도는 후각 결과에 통계적으로 의미있는 영향을 주지 않았다는 보고도 있고,<sup>7)</sup> Lund-MacKay CT 점수와<sup>26)</sup> 비강내 체적분(intranasal volume segments)<sup>27)</sup>이 술전 후각 상태를 예측하는 데는 유용하나,<sup>28)29)</sup> 술 후 후각 회복을 예측하지는 못한다는 결과도 있다.<sup>13)28)</sup>

후열의 염증은 이 영역으로의 공기유입을 막을 뿐만 아니라 후각신경상피의 손상을 일으켜 후각 장애를 초래한다. 후열부위의 비용종성 변화를 내시경으로 쉽게 관찰하기 어려운 경우 CT촬영으로 정보를 얻을 수 있으며,<sup>30)</sup> 술전 CT에서 후열 부위를 평가함으로써 술 후 후각 회복을 예측할 수 있다.<sup>7)</sup>

술 전 CT 소견에서, 특히 후열의 앞쪽 부분의 혼탁 정도가 술 후 후각 결과의 중요한 예후 인자였고, 후각점수 호전과 정상 후각으로 되는 비율은 후열 전방부의 염증이 경도로 있었던 경우에서 중등도 이상이었던 그룹보다 더 높았다.<sup>31)</sup>

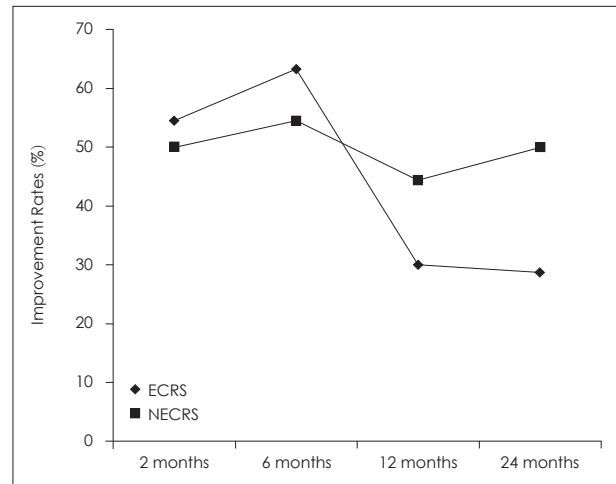
## 사골동 점막의 병리조직소견

심한 후각장애를 가진 환자들은 정상 후각인 사람에 비해 사골동 점막의 병리조직검사서 호산균이 많고, 기저막의 비후되어 있었다. 그러나 이러한 염증소견들이 술 후 후각 호전을 예측하지는 못했다.<sup>5)</sup>

## 호산구성 대 비호산구성 만성부비동염

호산구성 부비동염으로 인한 후각 장애는 수술 후 일시적인 호전 후 시간이 지나면서 악화되는 양상을 보였고, 비호산구성 부비동염에서는 상대적으로 후각 호전이 안정적이었다. 그러므로 호산구성 부비동염 환자를 수술 후 추적 관찰 할 때에는 후각이 나빠질 수 있음을 염두에 두어야 한다(Fig. 3).<sup>32)</sup>

부비동 수술 후 후각 점수의 호전은 비용종의 유무가 가장 중요하고, 비용종이 있는 경우 그 다음으로 중요한 인자는 호산구증의 유무이며, 비용종과 호산구증이 있는 경우 술 후 4개월째 후각 점수가 가장 많이 호전되었다.<sup>8)</sup>



**Fig. 3.** Time series variation of improvement rates (%) at 3rd, 6th, 12th, 24th month after ESS. Note that olfaction was maintained after ESS in NECRS group, while patients in ECRS group showed a transient improvement, but then deteriorated. ECRS: eosinophilic chronic rhinosinusitis, NECRS: non-eosinophilic chronic rhinosinusitis (adapted from reference<sup>32)</sup>).

## 알레르기성 비염 및 Aspirin-Exacerbated Respiratory Disease(AERD)

알레르기성 비염의 동반 여부가 ESS 후 후각 회복에 영향을 미친다는 연구도 있고,<sup>24)</sup> 후각 호전의 예측인자가 되지 못한다는 연구결과도 있다.<sup>13)</sup> AERD는 ESS 후 후각 결과에 부정적 영향을 끼치는 예측인자로 알려져 있다.<sup>6)33)</sup> 알레르기 환자가 비알레르기 환자에 비해 술 후 후각결과가 나쁜 것처럼 보이지만, 후각능, 연령, 다른 내과병력들을 보정하고 비교하면 TDI 점수의 호전에 차이가 없고 정상 후각으로 회복되는 정도도 비슷하였다.<sup>34)</sup> 그러나 AERD환자는 ESS 후 후각회복이 제한적이고 정상후각으로 회복도 용이하지 않았다.<sup>34)</sup> 천식을 포함한 알레르기성 질환이 동반된 만성 부비동염에서의 후각 장애는 물리적인 기도 폐색보다는 점막의 염증에 더 많이 기인하는 것으로 생각되고 있다.<sup>35)</sup>

## 요 약

본 종설에서는 부비동 수술 후 후각 회복에 영향을 미치는 인자들에 대해 서술 하였으며, 이들을 숙지함으로써 술 전에 후각 회복 여부를 예측할 수 있고, 술 후 후각 회복율을 높이는데 도움을 주고자 하였다. 부비동 내시경 수술 후 후각 기능은 다양한 치료 결과를 나타내고, 호전되었다고 하더라도 저후각증 상태로 남아있는 경우도 많은데, 이는 반복적인 감염과 상피조직의 손상이 후각신경세포들의 불가역적



인 손상이나 편평상피화 및 섬유화를 초래함으로써 기인할 수 있다. 수술 후에도 지속되는 점막의 부종이나 후열 부위의 염증도 후각 회복을 저해할 수 있다. 술 전 후각이 무후각증 일수록, 비용종이 있을수록, CT상 후열 혼탁이 정도일수록, 부비동 수술 과거력이 없을수록, 후각장애 기간이 짧을수록, 비호산구성 부비동염, 상저 회복이 순조로울수록 수술 후 후각 회복율이 높다고 할 수 있다. 만성부비동염에 동반되는 후각 장애는 환자나 의사 모두에게 해결이 힘든 문제이자 수술 후 결과를 정확하게 예측하기 어려운 문제로 남아있으며, 향후 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각한다.

중심 단어 : 후각장애 · 부비동염 · 부비동 수술 · 예측인자.

## REFERENCES

- 1) Raviv JR, Kern RC. Chronic sinusitis and olfactory dysfunction. *Otolaryngol Clin North Am* 2004;37(6):1143-57.
- 2) Kim BG, Oh JH, Choi HN, Park SY. Simple assessment of olfaction in patients with chronic rhinosinusitis. *Acta Otolaryngol* 2015;135(3):258-63.
- 3) Yoon HC, Kim TM, Joo JW, Song IS, Hong S-N, Yoo JH, et al. The impact of nasal polyposis on olfactory dysfunction in chronic rhinosinusitis. *J Rhinol* 2017;24(1):31-6.
- 4) Choi SH, Kim ST, Park HM, Moon KH, Jung JH, Cha HE. Analysis of characteristics and steroid effects in olfactory dysfunction patients. *J Rhinol* 2016;23(1):39-43.
- 5) Soler ZM, Sauer DA, Mace JC, Smith TL. Ethmoid histopathology does not predict olfactory outcomes after endoscopic sinus surgery. *Am J Rhinol Allergy* 2010;24(4):281-5.
- 6) Hsu CY, Wang YP, Shen PH, Weitzel EK, Lai JT, Wormald PJ. Objective olfactory outcomes after revision endoscopic sinus surgery. *Am J Rhinol Allergy* 2013;27(4):96-100.
- 7) Kim BG, Kang JM, Shin JH, Choi HN, Jung YH, Park SY. Do sinus computed tomography findings predict olfactory dysfunction and its postoperative recovery in chronic rhinosinusitis patients? *Am J Rhinol Allergy* 2015;29(1):69-76.
- 8) Pade J, Hummel T. Olfactory function following nasal surgery. *Laryngoscope* 2008;118(7):1260-4.
- 9) Delank KW, Stoll W. Olfactory function after functional endoscopic sinus surgery for chronic sinusitis. *Rhinology* 1998;36(1):15-9.
- 10) Schriever VA, Gupta N, Pade J, Szewczynska M, Hummel T. Olfactory function following nasal surgery: a 1-year follow-up. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2013;270(1):107-11.
- 11) Litvack JR, Mace J, Smith TL. Does olfactory function improve after endoscopic sinus surgery? *Otolaryngol Head Neck Surg* 2009;140(3):312-9.
- 12) Kimmelman CP. The risk to olfaction from nasal surgery. *Laryngoscope* 1994;104(8 Pt 1):981-8.
- 13) Jiang RS, Su MC, Liang KL, Shiao JY, Hsin CH, Lu FJ, et al. Preoperative prognostic factors for olfactory change after functional endoscopic sinus surgery. *Am J Rhinol Allergy* 2009;23(1):64-70.
- 14) Minovi A, Hummel T, Ural A, Draf W, Bockmuhl U. Predictors of the outcome of nasal surgery in terms of olfactory function. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2008;265(1):57-61.
- 15) Perry BF, Kountakis SE. Subjective improvement of olfactory function after endoscopic sinus surgery for chronic rhinosinusitis. *Am J Otolaryngol*. 2003;24(6):366-9.
- 16) Choby GW, Hobson CE, Lee S, Wang EW. Clinical effects of middle turbinate resection after endoscopic sinus surgery: a systematic review. *Am J Rhinol Allergy* 2014;28(6):502-7.
- 17) Friedman M, Caldarelli DD, Venkatesan TK, Pandit R, Lee Y. Endoscopic sinus surgery with partial middle turbinate resection: effects on olfaction. *Laryngoscope* 1996;106(8):977-81.
- 18) Danielides V, Katotomichelakis M, Balatsouras D, Riga M, Simopoulou M, Kantas E, et al. Evaluation of prognostic factors for olfaction in nasal polyposis treated by endoscopic sinus surgery. *Rhinology* 2009;47(2):172-80.
- 19) Sugiyama K, Matsuda T, Kondo H, Mitsuya S, Hashiba M, Murakami S, et al. Postoperative olfaction in chronic sinusitis: smokers versus nonsmokers. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2002;111(11):1054-8.
- 20) Sugiyama K, Hasegawa Y, Sugiyama N, Suzuki M, Watanabe N, Murakami S. Smoking-induced olfactory dysfunction in chronic sinusitis and assessment of brief university of Pennsylvania smell identification test and T&T methods. *Am J Rhinol* 2018;20(5):439-44.
- 21) Watelet JB, Annicq B, Van Cauwenberge P, Bachert C. Objective outcome after functional endoscopic sinus surgery: prediction factors. *Laryngoscope* 2004;114(6):1092-7.
- 22) Smith TL, Mendolia-Loffredo S, Loehrl TA, Sparapani R, Laud PW, Nattinger AB. Predictive factors and outcomes in endoscopic sinus surgery for chronic rhinosinusitis. *Laryngoscope* 2005;115(12):2199-205.
- 23) Das S, Becker AM, Perakis H, Prosser JD, Kountakis SE. The effects of smoking on short-term quality of life outcomes in sinus surgery. *Laryngoscope* 2007;117(12):2229-32.
- 24) Danielides V, Katotomichelakis M, Balatsouras D, Riga M, Tripsianis G, Simopoulou M, et al. Improvement of olfaction after endoscopic sinus surgery in smokers and nonsmokers. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2009;118(1):13-20.
- 25) Minwegen F, Thomas JP, Bernal-Sprekelsen M, Dazert S, Minovi A. Predictive value of disease severity on self-reported rating and quantitative measures of olfactory function outcomes after primary endoscopic sinus surgery. A prospective study. *Rhinology* 2014;52(4):437-43.
- 26) Lund VJ, Mackay IS. Staging in rhinosinusitis. *rhinology* 1993;31:183-4.
- 27) Damm M. Intranasal volume and olfactory function. *Chemical Senses* 2002;27(9):831-9.
- 28) Konstantinidis I, Triaridis S, Printza A, Vital V, Ferekidis E, Constantinidis J. Olfactory dysfunction in nasal polyposis: correlation with computed tomography findings. *ORL* 2007;69(4):226-32.
- 29) Litvack JR, Mace JC, Smith TL. Olfactory function and disease severity in chronic rhinosinusitis. *Am J Rhinol Allergy* 2009;23(2):139-44.
- 30) Mueller C, Temmel AFP, Toth J, Quint C, Herneth A, Hummel T. Computed tomography scans in the evaluation of patients with olfactory dysfunction. *Am J Rhinol* 2018;20(1):109-12.
- 31) Kim DW, Kim JY, Jeon SY. The status of the olfactory cleft may predict postoperative olfactory function in chronic rhinosinusitis with nasal polyposis. *Am J Rhinol Allergy* 2011;25(2):90-4.
- 32) Oka H, Tsuzuki K, Takebayashi H, Kojima Y, Daimon T, Sakagami M. Olfactory changes after endoscopic sinus surgery in patients with chronic rhinosinusitis. *Auris Nasus Larynx* 2013;40(5):452-7.
- 33) Katotomichelakis M, Gouveris H, Tripsianis G, Simopoulou M, Papanathassiou J, Danielides V. Biometric predictive models for the evaluation of olfactory recovery after endoscopic sinus surgery in patients with nasal polyposis. *Am J Rhinol Allergy* 2010;24(4):276-

- 80.
- 34) Katotomichelakis M, Riga M, Davris S, Tripsianis G, Simopoulou M, Nikolettos N, et al. Allergic rhinitis and aspirin-exacerbated respiratory disease as predictors of the olfactory outcome after endoscopic sinus surgery. *Am J Rhinol Allergy* 2009;23(3):348-53.
- 35) Gaines AD. Anosmia and hyposmia. *Allergy Asthma Proc* 2010;31(3):185-9.