

Prognostic Factors for Improved Daytime Sleepiness after Uvulopalatal Flap for Obstructive Sleep Apnea

Young Hyo Kim, Dong Wook Lim, Kang Hyun Bang, Yoonseok Hwang and Tae Young Jang

Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Inha University College of Medicine, Incheon, Korea

폐쇄성 수면무호흡증후군의 치료를 위한 구개수구개피판술 후 주간졸음 호전을 예측하기 위한 술전 인자 분석

김영효 · 임동욱 · 방강현 · 황윤석 · 장태영

인하대학교 의과대학 이비인후-두경부외과학교실

Received May 28, 2013

Revised July 2, 2013

Accepted July 2, 2013

Address for correspondence

Tae Young Jang, MD, PhD
Department of Otorhinolaryngology-
Head and Neck Surgery,
Inha University
College of Medicine,
27 Inhang-ro, Jung-gu,
Incheon 400-711, Korea
Tel +82-32-890-3471
Fax +82-32-890-3580
E-mail jangty@inha.ac.kr

Background and Objectives We aimed to evaluate pre-operative factors for patients with obstructive sleep apnea (OSA) and determine the correlation these factors have with the improvement of daytime sleepiness based on the change of Epworth Sleepiness Scale (ESS) score before and after uvulopalatal flap (UPF).

Subjects and Method Twenty-two patients with OSA who had received UPF surgery were enrolled in the study. We checked age, body mass index (BMI), size of tonsils, and position of palate. Using the Muller maneuver, we quantified the degree of obstruction at the velopharynx and the tongue base level. The cephalometric variables were checked by X-ray. Apnea-hypopnea index, respiratory distress index, and lowest oxygen saturation were obtained by portable monitoring. Finally, we obtained ESS score before and after UPF. The correlation between the aforementioned pre-operative factors and changes in ESS score was evaluated.

Results A significant correlation was observed between the change in ESS score and patients' age ($R=0.168, p=0.031$), BMI ($R=0.642, p=0.004$), and posterior airway space (PAS) ($R=0.378, p=0.029$). Patients who were older than 40 years old ($p=0.030$), obese patients with $BMI \geq 25.0$ ($p=0.001$), and those who had reported severe daytime sleepiness before surgery (pre-operative ESS score $> 10, p < 0.01$) reported greater improvement of daytime sleepiness after UPF.

Conclusion We propose age, BMI, and wider PAS as predictors for greater improvement of daytime sleepiness after UPF in patients with OSA.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2013;56:495-500

Key Words Obstructive sleep apnea · Prognosis · Treatment outcome.

서 론

폐쇄성 수면무호흡증후군(obstructive sleep apnea syndrome) 환자들은 심한 코골이 및 수면무호흡으로 인한 주간 과다졸음, 피로 등의 문제를 호소한다. 또한 심혈관계 합병증과 같은 심각한 합병증을 동반할 수 있다. 따라서 최근 폐쇄성 수면무호흡증후군에 대해 보다 조기에 적극적인 치료를 시행하는 추세이다.¹⁾

폐쇄성 수면무호흡증후군에 대한 비수술적 치료로는 체중

감량, 수면시의 체위변경(positioning therapy), 구강내 장치 및 지속적 기도내압양압호흡(continuous positive airway pressure) 등이 있다. 그러나 많은 환자들이 이러한 비수술적 치료를 지속적으로 유지하는 데 어려움을 호소하므로, 이러한 경우 수술적 치료가 대안이 될 수 있다. 최근까지 구개수구개인두성형술(uvulopalatopharyngoplasty)이 폐쇄성 수면무호흡증후군 환자에서 좁아져 있는 구개 부위의 면적을 넓혀 주기 위한 수술적 치료로 널리 받아들여져 왔다. 최근 Powell 등²⁾에 의해 고안된 구개수구개피판술(uvulopalatal flap, UPF)은 구개수

구개인두성형술과 비슷한 정도의 성공률을 보이면서도, 수술 후 통증, 출혈, 구개인두부전증과 같은 합병증이 보다 적은 것으로 알려져 있다.³⁾

현재 폐쇄성 수면무호흡증후군에 대한 수술적 치료의 성공 여부를 평가하는 기준은 수면다원검사상 수면무호흡-저호흡 지수(apnea-hypopnea index, AHI)를 기준으로 하며, 술후 AHI가 술전에 비해 50% 이상 감소하면서 시간당 20회 미만인 경우로 정의된다.¹⁾ 이러한 기준에 따른 구개수구개피판술의 성공률은 일반적으로 약 50% 정도로 보고되고 있다.^{1,2)} Neruntarat¹⁾은 83명의 폐쇄성 수면무호흡증후군 환자에 대해 구개수구개피판술을 시행하고 평균 54.2개월 동안 장기간 관찰한 결과, 약 51.8%의 환자가 수술적 성공 기준을 만족한다고 보고하였다. 그러나 이러한 결과를 반대로 생각해 보면, 적어도 50% 정도의 환자들은 수술 후에도 지속적인 코골이 및 수면무호흡을 호소하게 된다는 것이다. 따라서 수술적 치료를 결정하기 전에, 높은 수술적 성공률과 관련된 술전 인자를 파악하는 것이 중요하다. 그럼에도 불구하고 현재까지 구개수구개피판술의 수술적 성공률을 예측할 수 있는 술전 인자에 관한 연구가 없는 실정이다.

최근까지 수면무호흡-저호흡지수, 호흡곤란지수(respiratory distress index) 및 수면 중 최저 혈중산소포화도(lowest oxygen saturation) 등의 수면다원검사 수치가 수술적 성공률을 평가하는 데 이용되어 왔다. 그러나 최근 이러한 수면다원검사상 수치들이 수술의 예후, 주관적인 증상의 호전 정도, 코골이 정도의 변화 등과 별다른 상관관계를 가지고 있지 않다는 연구 결과들이 보고되었다.⁴⁻⁸⁾ 실제 임상에서 구개수구개피판술 이후 환자는 주관적인 코골이 및 수면무호흡의 현저한 개선을 보고함에도 불구하고, 수면다원검사 수치상으로는 수술 성공 기준에 미치지 못하는 경우가 빈번하다. 따라서 수술의 효과를 판정하는 데 있어 환자의 주관적인 증상 개선을 평가하는 것도 고려되어야 한다.

따라서 본 연구에서는 구개수구개피판술 후 환자의 주간졸음 증상 호전과 상관성을 갖는 환자의 술전 인자(연령, 체질량지수, 신체검사 및 방사선학적 소견)를 규명하고자 하였다.

대상 및 방법

코골이 및 수면무호흡 증상을 주소로 치료를 위해 내원한 환자 중, 수술적 치료를 결정한 22명의 환자(남자 21명, 여자 1명, 16~53세)를 대상으로 하였다. 굴곡성 비인두내시경을 비강을 통해 삽입 후 Muller 법을 시행하였을 때, 22명의 환자 모두에서 50% 이상의 인두 부위 협착이 관찰되었다. 하인두 부위에 협착이 있는 환자 및 비용종, 심한 비중격만곡증, 비강내

양성 및 악성 종양 등 비강 부위 병변이 있는 환자는 본 연구에서 제외하였다. 연구 시작 전 환자들에게 연구의 취지를 설명하고 동의를 받았으며 본원 임상연구윤리위원회의 승인을 취득하였다.

환자들은 수술 전 주간졸음 증상에 대한 설문지(Epworth Sleepiness Scale, ESS score)를 작성하였다. 환자의 키 및 몸무게를 측정하여 체질량지수(kg/m²)를 계산하였다. 구강내 신체검사를 통해 편도 크기 및 구개 위치를 Friedman 분류법에 따라 분류하였다. Muller 법을 통해 인두부위 및 혀 기저부 부위 협착 정도를 평가하였다(Table 1).

방사선계측(cephalometry)을 통해 Sella-Nasion-point A가 이루는 각도(SNA), Sella-Nasion-Point B가 이루는 각도(SNB), 하악골 하연에서 설골까지의 거리(MP-H) 및 후비극에서 구개수까지의 거리(PNS-P) 및 posterior airway space (PAS) 등을 측정하였다. 수면다원검사를 위해 WATCH-PAT 100(Itamar Medical Ltd, Caesarea, Israel)을 사용하여 수면무호흡-저호흡지수, 호흡곤란지수, 최저 혈중산소포화도 농도 등을 측정하였다.

구개수구개피판술은 Powell 등²⁾에 의하여 고안된 방법에 준하여 시행되었다. 전신마취하에 모든 환자에서 편도적출술을 함께 시행하였다. 입원 중 환자들의 심한 수술 후 통증(visual analogue scale, VAS), 술후 출혈, 피판의 열개(dehiscence) 등과 같은 수술 후 조기 합병증에 대한 평가를 시행하였다. 술후 6개월째 외래 추적방문시 주간졸음 증상 설문지를(ESS score) 반복 시행하였고 지연성 합병증을 평가하였다. 술후 동의하는 환자에 한하여 수면다원검사를 반복수행하였다.

술후 ESS score 변화와 연관성을 갖는 술전인자(연령, 체질량지수, Friedman 분류, 방사선계측 및 수면다원검사 결과 등)를 알아보기 위해 선형회귀분석을 시행하였다. 통계분석을 위해 SPSS 19.0(Chicago, IL, USA) 및 비모수적 검정방법

Table 1. Baseline characteristics of 22 patients before uvulopalatal flap surgery

Variables	Value (mean \pm SD)
Age	39.0 \pm 11.4
BMI (kg/m ²)	25.9 \pm 3.9
Pre-operative ESS score	11.7 \pm 4.4
Tonsil size (I/II/III/IV)	6/10/5/1
Palate position (I/II/III/IV)	2/11/7/2
Friedman stage (I/II/III/IV)	4/11/7/0
AHI (times/hour)	27.5 \pm 18.6
RDI (times/hour)	33.3 \pm 19.3
Lowest SaO ₂ (%)	77.7 \pm 10.6

BMI: body mass index, ESS: Epworth Sleepiness Scale, AHI: apnea-hypopnea index, RDI: respiratory distress index, SaO₂: oxygen saturation, SD: standard deviation

(Mann-Whitney U test)을 이용하였으며, 0.05 미만의 *p*-value를 통계적 유의성의 지표로 삼았다.

결 과

환자 모두에서 수술 직후 통증은 경도에서 중등도(VAS score 3~6) 정도였으며, 진통제 정맥주사를 통해 용이하게 조절되었다. 수술 직후 심한 통증, 수술 부위 출혈, 감염 및 상처 열개 등의 합병증은 관찰되지 않았다. 22명 중 3명에서 수술 직후 식사시 경도의 인두역류 증상을 호소하였으나, 3명 모두에서 술후 1주일 이내 증상이 개선되었다. 술후 6개월째 추적관찰 시 모든 환자에서 ESS score의 호전을 보고하였으며, 지연성 합병증은 관찰되지 않았다.

선행회귀분석을 통해, 환자의 ESS score 개선 정도와 환자의 나이($R=0.168, p=0.031$), 체질량지수($R=0.642, p=0.004$), PAS($R=0.378, p=0.029$) 간에 유의한 상관관계가 있는 것을 알 수 있었다. ESS score 개선 정도와 환자의 신체검사 소견 (Friedman 분류 및 Muller 법에 의한 구개 폐쇄 정도)과는 유의한 상관관계가 관찰되지 않았다. 또한 ESS score 개선 정도와 수면다원검사상 수치(수면무호흡-저호흡지수, 호흡곤란지수, 최저 혈중산소포화도) 간에도 유의한 상관관계가 없었다 (Table 2).

환자를 연령에 따라 20대/30대/40대 등 각각의 연령 기준으로 분류해 보았을 때, 40대 이상의 환자들이 구개수구개피 판술 이후 ESS score 개선 정도가 유의하게 큰 것을 알 수 있었다(40대 미만: 5.4 ± 3.4 , 40대 이상: $7.6\pm4.2, p=0.030$)(Fig. 1). 체질량지수에 따라 환자를 분류한 결과, 비만도가 높은 환자(체질량 지수 25 이상)에서 주간졸음 증상 개선이 유의하게 높았다(25 미만 환자: 4.3 ± 2.5 , 25 이상 환자: $9.6\pm3.7, p=0.001$)

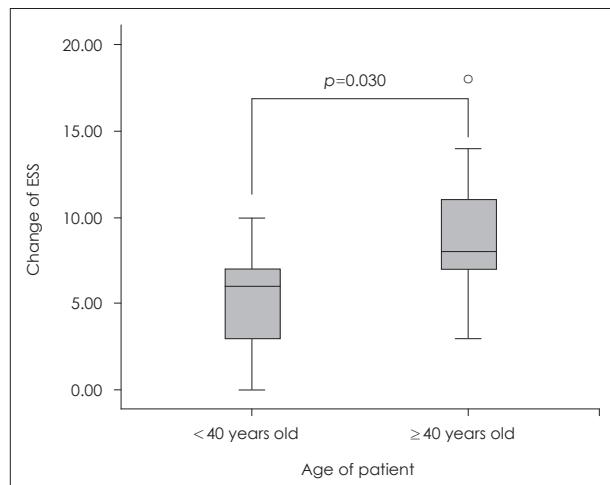


Fig. 1. Patients older than 40 years (n=13) reported greater change in Epworth Sleepiness Scale (ESS) score after uvulopalatal flap than those younger than 40 years old (n=9).

Table 2. Correlation between pre-operative factors of patients and change in Epworth Sleepiness Scale score before and after uvulopalatal flap operation

	Beta	SE	<i>p</i> -value
Demographic variables			
Age	0.168	0.072	0.031*
BMI (kg/m ²)	0.642	0.195	0.004*
Pre-operative physical findings			
Tonsil size	0.225	1.104	0.841
Palate position	0.846	1.155	0.472
Friedman staging	1.330	1.279	0.311
Muller (degree of velopharyngeal obstruction)	-0.016	0.034	0.636
Muller (degree of tongue base obstruction)	-0.026	0.033	0.428
Pre-operative cephalometric parameters			
SNA	-0.081	0.109	0.463
SNB	0.006	0.108	0.953
MP-H	-0.103	0.165	0.539
PNS-P	0.197	0.177	0.278
PAS	0.378	0.161	0.029*
Pre-operative polysomnographic parameters			
AHI	0.020	0.050	0.699
LDI	0.023	0.048	0.635
Lowest SaO ₂	0.049	0.088	0.581

*statistically significant (*p*<0.05). SNA: sella-nasion-point A angle, SNB: sella-nasion-point B angle, MP-H: distance from the mandibular plane to the hypoid bone, PNS-P: distance from the posterior nasal spine to the uvula, PAS: posterior airway space, BMI: body mass index, AHI: apnea-hypopnea index, LDI: respiratory distress index, SaO₂: oxygen saturation

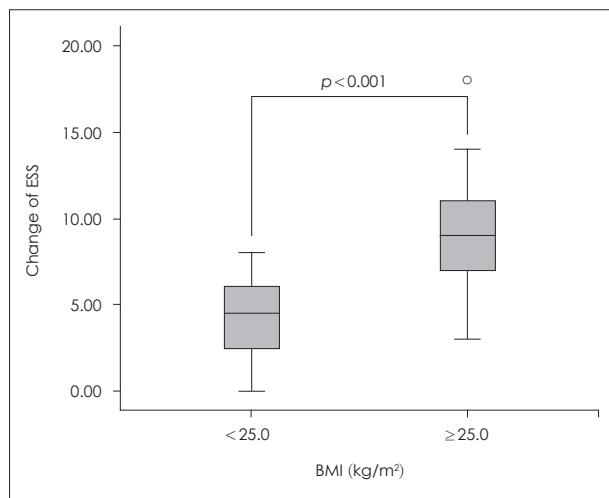


Fig. 2. Obese patients ($\text{BMI} \geq 25.0$, $n=14$) reported more subjective improvement of Epworth Sleepiness Scale (ESS) score after uvulopalatal flap compared with those with normal body weight ($\text{BMI} < 25.0$, $n=8$). BMI: body mass index.

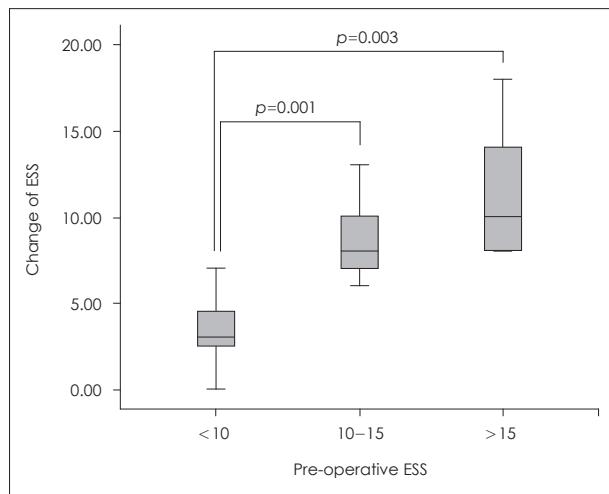


Fig. 3. Patients who had reported severer daytime sleepiness before surgery (>10 points on the pre-operative ESS) reported greater subjective improvement after surgery. Pre-operative ESS <10: 7 patients, 10 to 15: 10 patients, >15: 5 patients. ESS: Epworth Sleepiness scale.

(Fig. 2). 수술 전 주간 기면증을 보다 심하게 호소하였던 환자 (술전 ESS score 10 이상)에서 그렇지 않은 환자에 비해 수술 후 주간졸음 개선 정도가 유의하게 높은 것으로 나타났다(10점 미만: 3.4 ± 2.2 , 10~15점: 8.6 ± 2.3 , 16점 이상: 11.6 ± 4.3 , $p < 0.01$) (Fig. 3).

22명의 환자 중 5명이 수술 후 수면다원검사에 동의하였다. 수면무호흡-저호흡지수는 술전 30.7 ± 12.8 에서 수술 후 15.3 ± 8.3 으로 유의하게 감소하였다(Wilcoxon Signed Rank test, $p = 0.043$). 수술 전후 수면무호흡-저호흡지수의 변화 정도(%)는 앞서 평가한 연령, 체질량지수, Friedman 등급, 내시경 검사 및 방사선학적 계측치와 연관을 보이지 않았으며 ESS score 변

화량과도 유의한 연관성을 보이지 않았다.

고 찰

술후 수면다원검사상 수면무호흡-저호흡지수를 기준으로 하였을 때, 구개수구개피판술은 구개수구개인두성형술과 유사한 정도의 수술적 성공률을 보이는 것으로 알려져 있다.^{1,2)} 따라서 술후 통증, 출혈, 인두폐쇄부전 등의 술후 합병증이 적다는 점 등을 고려할 때 구개수구개인두성형술보다 유용성이 큰 수술이라 할 수 있다. 구개수구개피판술 후 환자의 증상 호전 등을 미리 예측할 수 있는 술전 인자에 관한 연구는 중요하며, 본 연구는 이에 대한 첫 연구이다. 본 연구에 참여한 22명 환자 중 아무도 술후 심한 통증 또는 수술 직후/지연성 합병증 등이 관찰되지 않았다. 이러한 결과는 이전의 연구결과들과 잘 부합한다고 할 수 있다.^{1,2)}

최근까지 다수의 연구자들이 폐쇄성 수면무호흡증후군에 대한 수술적 치료 후 수면다원검사 결과에 근거하여 수술적 성공률을 보고하였고, 이러한 성공률을 예측하기 위한 술전 인자에 관한 연구 결과를 발표해 왔다. Boot 등⁹⁾은 구개수구개인두성형술 후 고령의 환자에서 탈포화지수(desaturation index) 개선 정도가 보다 현저하다고 보고하였다. 본 연구에서도 40대 이상의 고령 환자에서 구개수구개피판술 이후 코골이로 인한 주간 증상 개선이 보다 유의하게 나타났다.

구개수구개인두성형술의 수술적 성공률 평가에 있어 술전 체중 및 체질량지수와의 상관관계에 대해서는 많은 이견이 있는 실정이다. Fujita 등⁴⁾은 수술 후 효과가 적었던 무반응군(술후 AHI 감소가 50% 이하)의 몸무게가 적정 체중의 125% 이하라고 보고하였다. 그러나 다른 연구자들은 체질량지수가 높은 환자에서 수술 후 성공률이 낮았다(술후 AHI 감소가 50% 이하)고 보고하였다.^{6,10)} 반면 Boot 등⁹⁾은 체질량지수와 수술적 성공률 간에는 별다른 상관관계가 없다고 보고하기도 하였다. 본 연구 결과 술전 체질량 지수가 높을수록 술후 ESS score 가 현저하게 개선되는 것을 알 수 있었으며, 특히 체질량지수 25 이상인 환자에서 그렇지 않은 환자에 비해 유의하게 높은 주간졸음 증상 호전을 보고하였다. 이러한 주관적 경향을 보다 객관적으로 규명하기 위해 술후 6개월째 수면다원검사 결과의 분석이 필요할 것이다.

Friedman 등¹¹⁾은 편도의 크기 및 구개의 위치, 체질량 지수 등을 바탕으로 하여 Friedman 분류법을 제안하였으며, 이 분류법에 따른 Stage I 환자에서 구개수구개인두성형술 후 성공률이 80% 이상이라고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 구개수구개피판술 후 주간졸음 증상 개선도와 편도 크기, 구개 위치 간에 유의한 상관관계를 관찰할 수 없었다. 이것은 아마

도 본 연구에 참여한 환자 대부분이 비슷한 정도의 편도 크기(Grade I 또는 II) 및 구개 위치(position I 또는 II)를 가지고 있었기 때문일 것으로 생각된다. 따라서 Friedman 분류상 다양한 크기 및 위치의 편도 및 구개를 갖는 대규모의 환자를 대상으로 한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

구개수구개인두성형술의 성공률을 예측하기 위한 술전 Muller 법의 유용성에 관한 연구에서, Petri 등¹²⁾은 Muller 법이 수술 후 성공률을 평가하는 데 있어 그다지 유용하지 않다고 주장하였다. 본 연구에서도, Muller 법에 의해 관찰된 구개 폐쇄 정도와 술후 ESS score 개선 정도 간에는 유의한 상관관계를 도출할 수 없었다. Muller 법은 구개인두 부위를 직접 관찰할 수 있는 간단한 방법임에도 불구하고, 환자가 깨어 있는 상태에서, 앉아서 시행한다는 데에서 많은 단점을 가지고 있다. 따라서 진정제를 이용하여 환자에게 수면을 유도하고 수면 상태에서 인두 부위를 내시경으로 관찰하는 유도수면하 내시경(sleep endoscopy) 기법이 최근 제안되었다.¹³⁻¹⁵⁾ 유도수면하 내시경상 인두부위 협착 정도와 구개수구개피판술 후 주간졸음 호전 정도 사이의 상관관계를 알아보기 위한 추가 연구가 진행되어야 할 것이다.

술전 예측인자로서의 방사선계측의 유용성에 관해서도 많은 논란이 있어 왔다. 방사선계측상 작은 PAS 및 큰 MP-H 값을 가지는 환자에서 수술 후 성공률이 낮다는 보고가 있었으며, Riley 등은 $PAS \leq 8$ mm, $MP-H \geq 20$ mm인 환자군을 구개수구개인두성형술 후 성공률이 낮은 환자군(poor candidate)으로 분류하기도 하였다.^{16,17)} 반면 Gislason 등¹⁸⁾은 방사선계측 수치와 구개수구개인두성형술의 수술적 성공률과는 별다른 연관이 없다고 주장하였다. 본 연구에서 보다 넓은 PAS 수치를 갖는 환자군이 술후 ESS score 개선 정도가 큰 것을 알 수 있었다. 술후 수면다원검사 등을 추가적으로 시행함으로써, 보다 객관적인 증명이 가능할 것으로 기대된다.

술전 수면다원검사 결과가 술후 결과를 예측하는 데 있어 도움이 되지 못한다는 의견이 이전부터 있어 왔다. Fujita 등⁴⁾은 술전 수면무호흡-저호흡지수, 호흡곤란지수, 최저 혈중산소포화도 등의 술전 수면다원검사 지표들과 구개수구개인두성형술의 성공률 간에 별다른 상관관계가 없다고 주장하였다. 이후 Schoen 등⁷⁾ 및 Larsson 등⁸⁾의 다른 연구자들도 Fujita 등과 비슷한 연구 결과를 발표하였다. 본 연구에서도 술전 수면다원검사 지표들과 구개수구개피판술 이후 주간졸음 증상 개선 정도 간에 유의한 상관관계를 찾을 수 없었다.

본 연구에서 주간졸음 증상은 연령이 높은 군, 체질량 지수가 높은 군, 보다 넓은 PAS 수치를 갖는 군 등에서 보다 현저히 개선되는 경향을 보였다. 그러나 술후 수면무호흡-저호흡지수의 변화 정도와 이들 지표는 별다른 연관성이 없는 것으로

로 나타났다. 술후 수면다원검사를 시행할 수 있었던 환자가 적었기 때문에, 의미있는 결론을 도출하기 위해서는 술후 수면다원검사를 보다 적극적으로 시행하여야 할 필요가 있다.

본 연구의 주된 단점 중 하나는 ESS score와 같은 주관적인 지표를 술후 결과의 주된 지표로 삼았다는 점이다. 술후 수면다원검사를 수행한 환자의 수가 적고 주간졸음 증상의 호전이 무엇에 의한 효과인지 제시하기 어려운 점이 본 연구의 단점이라 할 수 있다. 그러나 술후 수면다원검사 지표상의 변화가 실제 환자의 예후 및 주관적인 코골이의 개선 정도를 반영하지 못한다는 사실이 이미 잘 알려져 있다.⁴⁻⁸⁾ 반면 ESS score 설문을 반복적으로 시행하는 것은 임상적으로 매우 유용하며, 수면다원검사 지표들과 비교적 높은 상관관계를 가진다.¹⁹⁾ 수면다원검사를 반복 시행하는 데 소요되는 비용과 시간, 환자의 불편감을 고려할 때, ESS score를 이용하여 환자의 주관적인 증상 개선을 평가하는 것도 고려되어야 할 것이다. 또한 본 연구결과를 가지고 추후 환자에게 구개수구개피판술 후 예후에 대해 설명할 때, 비록 객관적인 수술의 성공 기준이 되지는 못할지라도 환자가 주관적으로 느끼는 증상 호전 등의 효과를 설명하는 데 있어 도움이 될 수 있을 것이다.

본 연구의 또 다른 단점은 참여 환자 수가 적으며 술후 추적 관찰 기간이 짧다는 것이다. 추후 보다 많은 수의 환자를 대상으로 장기간의 추적관찰을 시행함으로써, 본 연구에서 보였던 경향을 보다 객관적으로 증명하고 의미있는 결과를 도출할 수 있을 것이다. 또한 구개수구개인두성형술을 시행받은 환자군을 대조군으로 하는 비교연구 역시 추후 수행되어야 할 것이다.

Acknowledgments

This work was supported by INHA University Hospital Research Grant.

REFERENCES

- 1) Neruntarat C. Uvulopalatal flap for obstructive sleep apnea: short-term and long-term results. *Laryngoscope* 2011;121(3):683-7.
- 2) Powell N, Riley R, Guilleminault C, Troell R. A reversible uvulopalatal flap for snoring and sleep apnea syndrome. *Sleep* 1996;19(7):593-9.
- 3) Lee HM, Choi SW, Kang DW, Lee JH, Roh HJ, Cho KS. Comparative analysis for the surgical outcomes of uvulopalatal flap and palatal muscle resection in patients with obstructive sleep apnea. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2011;54(7):467-72.
- 4) Fujita S, Conway WA, Zorick FJ, Sicklesteel JM, Roehrs TA, Wittig RM, et al. Evaluation of the effectiveness of uvulopalatopharyngoplasty. *Laryngoscope* 1985;95(1):70-4.
- 5) Ryan CF, Dickson RI, Lowe AA, Blokmanis A, Fleetham JA. Upper airway measurements predict response to uvulopalatopharyngoplasty in obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 1990;100(3):248-53.
- 6) Katsantonis GP, Walsh JK, Schweitzer PK, Friedman WH. Further evaluation of uvulopalatopharyngoplasty in the treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1985;93(2):244-50.
- 7) Schoen LS, Anand VK, Weisenberger S. Upper-airway surgery for

- treating obstructive sleep apnea. Measuring and predicting success. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1987;113(8):850-3.
- 8) Larsson H, Carlsson-Nordlander B, Svanborg E. Long-time follow-up after UPPP for obstructive sleep apnea syndrome. Results of sleep apnea recordings and subjective evaluation 6 months and 2 years after surgery. *Acta Otolaryngol* 1991;111(3):582-90.
- 9) Boot H, Poublon RM, Van Wegen R, Bogaard JM, Schmitz PI, Ginaï AZ, et al. Uvulopalatopharyngoplasty for the obstructive sleep apnoea syndrome: value of polysomnography, Mueller manoeuvre and cephalometry in predicting surgical outcome. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 1997;22(6):504-10.
- 10) Doghramji K, Jabourian ZH, Pilla M, Farole A, Lindholm RN. Predictors of outcome for uvulopalatopharyngoplasty. *Laryngoscope* 1995;105(3 Pt 1):311-4.
- 11) Friedman M, Ibrahim H, Bass L. Clinical staging for sleep-disordered breathing. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2002;127(1):13-21.
- 12) Petri N, Suadicani P, Wildschiodtz G, Bjørn-Jørgensen J. Predictive value of Müller maneuver, cephalometry and clinical features for the outcome of uvulopalatopharyngoplasty. Evaluation of predictive factors using discriminant analysis in 30 sleep apnea patients. *Acta Otolaryngol* 1994;114(5):565-71.
- 13) Koutsourelakis I, Safruddin F, Ravesloot M, Zakynthinos S, de Vries N. Surgery for obstructive sleep apnea: sleep endoscopy determinants of outcome. *Laryngoscope* 2012;122(11):2587-91.
- 14) Kang IG, Lee YK, Min KK, Woo JH, Cha HE, Kim ST. Evaluation of the obstructive site in patients with obstructive sleep apnea using sleep endoscopy. *Korean J Otolaryngol* 2007;50(3):225-8.
- 15) Choi JW, Koo SK, Myung NS, Kim YJ, Lee GH, Lee HJ. Analysis of correlation between results of polysomnography and obstructive structure by drug-induced sleep endoscopy in obstructive sleep apnea patients. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2013;56(6):346-53.
- 16) deBerry-Borowiecki B, Kukwa AA, Blanks RH. Indications for palatopharyngoplasty. *Arch Otolaryngol* 1985;111(10):659-63.
- 17) Riley R, Guillemainault C, Powell N, Simmons FB. Palatopharyngoplasty failure, cephalometric roentgenograms, and obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1985;93(2):240-4.
- 18) Gislason T, Lindholm CE, Almqvist M, Birring E, Boman G, Eriksson G, et al. Uvulopalatopharyngoplasty in the sleep apnea syndrome. Predictors of results. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1988;114(1):45-51.
- 19) Martinez D, Breitenbach TC, Lumertz MS, Alcántara DL, da Rocha NS, Cassol CM, et al. Repeating administration of Epworth Sleepiness Scale is clinically useful. *Sleep Breath* 2011;15(4):763-73.