

폐쇄성 수면무호흡질환에서 구개근 절제술과 구개근 및 보존적 구개수 절제술의 술 후 결과 비교

부산성모병원 이비인후과

김영중 · 김영준 · 김양재 · 구수권 · 이형주

Comparison of Postoperative Results between PMR and PMR with Partial Uvulectomy in Treating Obstructive Sleep Apnea

Young-Joong Kim, MD, Young-Jun Kim, MD, Yang-Jae Kim, MD,

Soo-Kweon Koo, MD, PhD and Hyoung-Ju Lee, MD

Department of Otorhinolaryngology, Busan Saint Mary's Hospital, Busan, Korea

– ABSTRACT –

Background and Objectives : Palatal muscle resection (PMR) is a surgical method that treats retropalatal airway obstruction. Sometimes elongated uvula can aggravate obstructive symptom in obstructive sleep apnea (OSA) patients. Uvulectomy is usually done in such cases to resolve the obstructive effect of the uvula. The purpose of this study was to compare postoperative results of PMR and PMR with partial uvulectomy in treating obstructive sleep apnea (OSA). **Materials and Methods** : Thirty-three patients with OSA due to retropalatal obstruction were treated with surgical method from June 2011 to May 2013. Seventeen patients underwent PMR and 16 patients underwent PMR with partial uvulectomy. Surgical method was decided by preoperative drug induced sleep endoscopy (DISE) analysis. Postoperative satisfaction criteria were analyzed before and after 3 months of each surgery via questionnaires based on visual analogue scale (VAS) of snoring, sleep apnea, and daytime sleepiness. Postoperative complications were analyzed before the surgery as well as 1, 4, and 12 weeks after the surgery via questionnaires based on VAS about foreign body sensation, dry throat, velopharyngeal insufficiency, swallowing difficulty, and voice change. **Results** : Postoperative satisfactions were significantly ($p < 0.05$) improved in both groups. There was no significant ($p > 0.05$) difference in postoperative satisfactions between the two groups. Foreign body sensation and dry throat were significantly ($p < 0.05$) increased in PMR with partial uvulectomy group. But these complications were resolved within 3 months. **Conclusions** : The PMR with partial uvulectomy group had more complications than the PMR group. Our results suggested that PMR with partial uvulectomy was preferable for cases requiring uvulectomy because some complications were resolved spontaneously. (*J Clinical Otolaryngol* 2014;25:156-162)

KEY WORDS : Palate · Uvulectomy · Complications · Obstructive sleep apnea.

서 론

폐쇄성 수면 무호흡 환자의 수술적 치료를 위해서는 폐쇄부위를 정확히 진단하여 치료하는 것이 중요하다. 특히 연구개 부위 폐쇄로 인해 발생한 폐쇄성 수면 무호흡 환자의 수술적 치료 방법은 여러 가지가 있으며, 그 중 해부학적으로 좁아져 있는 상기도의 공간을 넓혀주는 방법으로 레이저 구개수 구개성형술(laser-assisted uvulopalatoplasty, LAUP) 등이 있으며, 연구개 근육의 긴장도를 증가시켜 주는 방법으로 구개수 구개 피판술(uvulopalatal flap, UPF), 지지대 삽입술(pillar implant) 등이 있다.¹⁾ 그 외 상기도의 공간을 넓혀주고, 동시에 근육의 긴장도를 증가시키는 수술방법으로 Koo 등²⁾이 고안하여 발표한 구개근 절제술(palatal muscle resection)이 있으며, 이 방법은 한국에서 비교적 흔히 시행되고 있으며, 그 효과와 안전성이 증명되었다.^{3,4)} 하지만 코골이 환자의 경우 정상인에 비하여 구개수가 비대해져 있거나 길게 늘어나 있는 경우가 많고, 이로 인하여 코골이 및 연구개 폐쇄를 일으키는 경우가 많다.^{5,6)} 이에 저자들은 구개근 절제술을 시행한 군과 구개근 절제술과 보존적 구개수 절제술을 동시에 시행한 군의 수술 후 주관적인 만족도와 합병증을 비교 분석하였다.

대 상

2011년 6월부터 2013년 5월까지 본원에서 수면다원검사를 통하여 폐쇄성 수면 무호흡으로 진단받고, 수면 상기도 내시경 검사를 통하여 연구개 폐쇄로 인해 수술적 치료를 받은 33명의 환자를 대상으로 하였다. 수술 전에 굴곡형 비인두경 검사, 편도의 비대를 제외한 Friedman 병기 분류, 수면 상기도 내시경 검사를 통하여 비강내 종물이나 비중격 만곡증, 하비갑개 비대 등으로 인한 비폐색, 편도의 비대(tonsil grade 3 이상), 설근부 폐쇄, 하악돌출 혹은 소하악증을 가진 환자는 연구에서 제외되었다.

17명은 구개근 절제술을 시행하였으며, 16명은 구개근 절제술과 보존적 구개수 절제술을 동시에 시행하였다. 수술 전 시행한 수면 상기도 내시경 검사를 통하여 구개수가 늘어나 연구개 폐쇄에 관여할 경우(Fig. 1A) 구

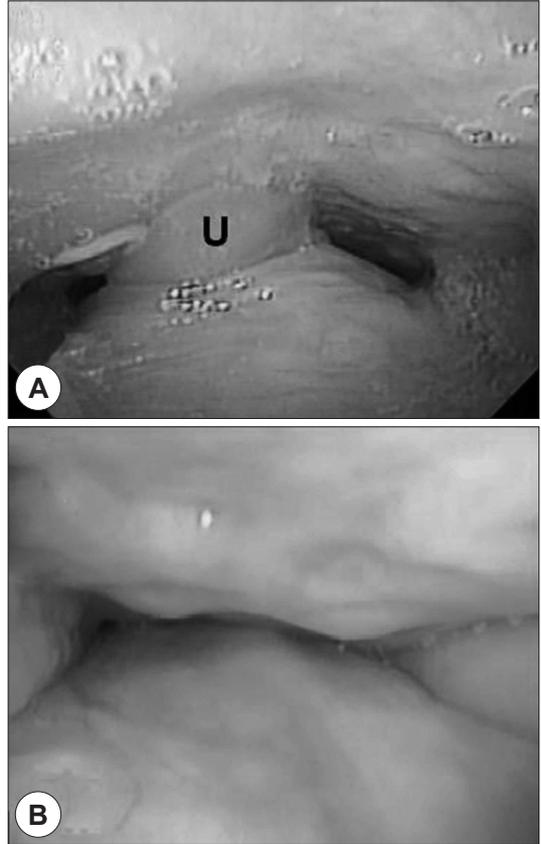


Fig. 1. Drug induced sleep endoscopy finding at retropalatal level. There was complete airway obstruction at retropalatal level. Hypertrophic and elongated uvula were involved in the upper airway obstruction (A). There was complete airway obstruction at retropalatal level without involving uvula (B). U : uvula.

개근 절제술 및 보존적 구개수 절제술을 동시에 시행하였고, 구개수가 연구개 폐쇄에 관여하지 않을 경우(Fig. 1B) 구개근 절제술만 시행하였다. 연령 분포는 구개근 절제술만 시행한 군에서는 29세에서 60세로 평균 41.9세였으며, 구개근 절제술과 보존적 구개수 절제술을 동시에 시행한 군에서는 19세에서 55세로 평균 39.9세였다. 성별 분포는 구개근 절제술만 시행한 군은 남자 11명과 여자 6명이었으며, 보존적 구개수 절제술을 동시에 시행한 군은 남자 15명, 여자 1명이었다. 평균 체질량 지수(body mass index, BMI)는 구개근 절제술만 시행한 군은 $24.09 \pm 3.80 \text{ kg/m}^2$, 보존적 구개수 절제술을 동시에 시행한 군은 $25.72 \pm 3.05 \text{ kg/m}^2$ 였으며, 수술 전 평균 Fried-

man Stage는 구개근 절제술만 시행한 군은 2.47 ± 1.23 , 보존적 구개수 절제술을 동시에 시행한 군은 2.73 ± 0.7 이었다. 수술 전 평균 무호흡-저호흡지수(apnea-hypopnea index, AHI)는 구개근 절제술만 시행한 군은 17.43 ± 17.50 /h, 보존적 구개수 절제술을 동시에 시행한 군은 31.58 ± 34.18 /h이었다.

수면 상기도 내시경 검사

수면 상기도 내시경 검사를 시행하기 전에 기도 분비물을 감소시키기 위하여 근육으로 항콜린제(glycopyrrolate 0.2 mg, Mobinul)를 투여하고, 환자의 자극을 최소화 하기 위하여 넓은 측 비강에 국소 혈관 수축제와 마취제가 혼합된 면구를 삽입하여 비강 점막을 수축 시켰다. 검사를 시행받는 모든 환자는 수술실에서 앙와위 자세로 검사를 시행하였고, 마취과 의사의 감시하에 midazolam(0.07 mg/kg)을 정맥으로 투여하여 수면을 유도한 후 검사하였다. 진정이 충분하지 않을 경우 1~2.5 mg의 midazolam을 추가 투약하거나 propofol(1.5 mg/kg)을 투여하였다. 수면 중 맥박산소측정법과 흉부 양극유도 심전도를 이용하여 감시하였고, 마취 심도는 정상적인 크기의 목소리에 반응이 없는 정도로 하였다. 이는 Modified Ramsay Score 5 혹은 Observer's Assessment of Alertness/Sedation Score 2~3에 해당하며 이전의 연구들에서 사용되어 왔다.⁷⁾ 폐쇄 부위에 대한 평가는 Koo 등⁸⁾에 의해 고안된 modified VOTE classification을 이용하였으며, 주관적인 요인을 배제하기 위해 서로 다른 두 명의 이비인후과 의사가 독립적으로 평가하여 그 값을 평균하였다.

수술 방법

모든 수술은 동일한 술자에 의해 전신 마취하에 시행되었다. 구개근 절제술은 Koo 등²⁾이 소개한 방법대로 위쪽 경계는 경구개에서 연구개로 이행되는 바로 아래쪽, 아래쪽으로는 구개수의 기저부를 일부 포함하여 절제 범위를 정하고, 좌, 우측은 편도의 앞쪽 지주의 연장선으로 범위를 정하였다. 단극성 소작기로 연구개의 점막과 구개수근, 구개거근, 구개설근의 일부를 포함하여 타원형으로 제거한 후 vicryl 2-0로 근육을 봉합한 후 vicryl 2-0로 절제된 점막의 변연을 단순 봉합하였다.

보존적 구개수 절제술은 구개근 절제술을 시행한 후 구개수의 첨단부 점막과 점막하층을 단극성 소작기로 절제후 vicryl 4-0로 절제된 점막의 변연을 단순 봉합하였다.

평가 방법

주관적인 만족도는 모든 환자에서 수술 전과 수술 후 3개월에 동일한 내용에 대하여 설문조사 하였다. 설문은 환자 또는 환자와 같이 생활하는 보호자를 대상으로 직접 설문조사하였다. 설문은 코골이, 수면 무호흡, 주간 졸림 3가지 항목에 대하여 증상 점수(visual analogue scale, VAS)를 조사하였고 각 군에서 수술 전,후의 증상 점수 변화를 비교하였다. 수술 후 합병증은 모든 환자에서 수술 후 1주, 4주, 12주에 설문조사하였으며, 설문은 구강 건조감, 구강내 이물감, 구개인두부전, 삼킴 장애, 음성 변화 5가지 항목에 대하여 증상 점수를 조사하였고 각 군에서 수술 전,후를 비교하였다. 증상점수는 0~10 점까지 점수를 측정하였으며, 점수가 높을수록 환자가 호소하는 증상이 심한 것으로 정의하였다.

통계 분석

모든 통계처리는 SPSS 18(IBM corporation, Somers, NY, USA)을 이용하여 주관적인 만족도에 대한 평가는 구개근 절제술만 시행한 군은 paired t-test로, 보존적 구개수 절제술을 동시에 시행한 군은 값이 정규성을 보이지 않아 Wilcoxon' signed rank test를 사용하였으며, 주관적인 만족도에 대한 두 수술군 간의 비교는 t-test를 사용하였다. 수술 후 합병증에 대한 시간적인 변화 및 두 수술군 간의 비교는 repeated measurements ANOVA를 사용하였으며, p-value가 0.05보다 작은 경우 의미가 있는 것으로 판정하였다.

결 과

구개근 절제술만 시행한 군과 보존적 구개수 절제술을 동시에 시행한 군 사이의 연령, 체질량 지수, Friedman 병기 분류, 수술전 무호흡-저호흡 지수에서 모두 의미있는 차이는 없었다(Table 1).

주관적인 만족도는 두 수술군 모두 코골이, 수면 무호흡, 주간 졸림 모두 의미있게 개선되었으며(Table 2), 코

끝의 경우 구개근 절제술만 시행한 군에서 수술 전과 수술 후의 증상점수 변화를 비교해 보았을 때 보존적 구개수 절제술을 동시에 시행한 군에 비하여 더욱 큰 차이를 보이는 것으로 보아(2.41 vs. 2.06) 만족도가 더 높았으며, 수면 무호흡과 주간 졸림은 보존적 구개수 절제술을 동시에 시행한 군에서 수술 전과 수술 후의 증상점수의 변화가 더욱 큰 차이를 보이는 것으로 보아 만족도가 더 높았지만 두 수술군 사이에 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(Table 3).

수술 후 합병증의 경과를 구개근 절제술만 시행한 군의 경우 수술 후 1주와 4주에 구강건조감, 구강내 이물감, 구개인두부전, 삼킴장애가 의미있게 발생하였다가

Table 1. Patient characteristics of the study groups

	PMR	PMR with uvulectomy
Age	41.94 ± 11.70	39.94 ± 12.89
Sex		
Male	11	15
Female	6	1
BMI (kg/m ²)	24.09 ± 3.80	25.72 ± 3.05
Friedman stage	2.47 ± 1.23	2.73 ± 0.70
AHI (/h)	17.43 ± 17.50	31.58 ± 34.18

PMR : palatal muscle resection, BMI : body mass index, AHI : apnea-hypnea index

Table 2. Variation of preoperative and postoperative subjective symptoms measured by the visual analogue scale in each surgical group

Symptoms	PMR			PMR with uvulectomy		
	Preop.	Postop.	p-value	Preop.	Postop.	p-value
Snoring	6.06	3.65	<0.001	7.06	5	<0.001
Sleep apnea	4.47	2.65	<0.001	6.44	4.06	<0.001
Daytime sleepness	3.29	1.82	<0.001	4.31	2.56	<0.001

Increase in score means that the symptom is severe. Preop. : preoperative, Postop. : postoperative, PMR : palatal muscle resection, p-value < 0.05 is significant value

Table 3. Comparisons of the subjective satisfaction measured by the visual analogue scale after surgery in two surgical groups

Symptoms	PMR	PMR with uvulectomy	p-value
	Preop.-postop.	Preop.-Postop.	
Snoring	2.41	2.06	0.318
Sleep apnea	1.82	2.38	0.153
Daytime sleepness	1.47	1.75	0.357

Preop. : preoperative, Postop. : postoperative, PMR : palatal muscle resection, p-value < 0.05 is significant value. Preop.-Postop. : It means the variation of the subjective satisfaction measured by the visual analogue scale after surgery

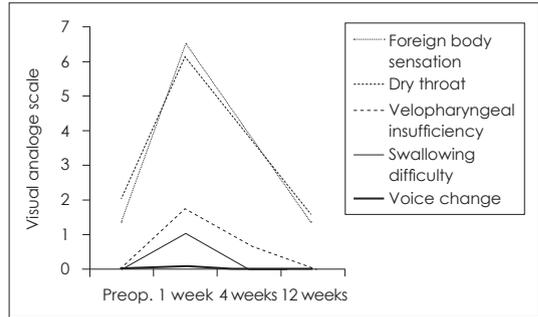


Fig. 2. Variation of surgical complications after palatal muscle resection. Preop. : preoperative, Increase in score indicating severe symptom.

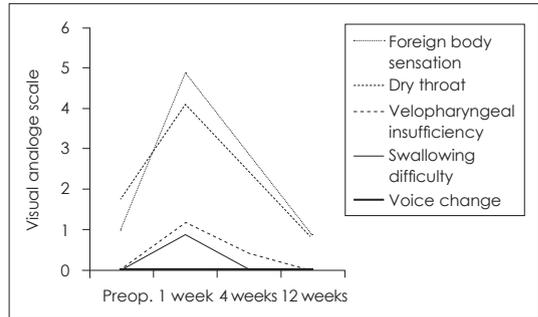


Fig. 3. Variation of surgical complications after palatal muscle resection with uvulectomy. Preop. : preoperative, Increase in score indicating severe symptom.

12주에 호전되었고, 음성의 변화는 발생하지 않았다 (Fig. 2). 보존적 구개수 절제술을 동시에 시행한 경우 구개근 절제술만 시행한 군과 비슷하게 구강 건조감, 구강 내 이물감, 구개인두부전은 1주와 4주에 의미있게 발생

하였다가 12주에 호전되었으며, 구개근 절제술만 시행한 군에서 발생하지 않았던 음성의 변화를 호소하는 경우가 있었지만 통계학적으로 유의하지는 않았다(Fig. 3). 두 수술군 사이의 합병증을 비교해 보면, 구강 건조감

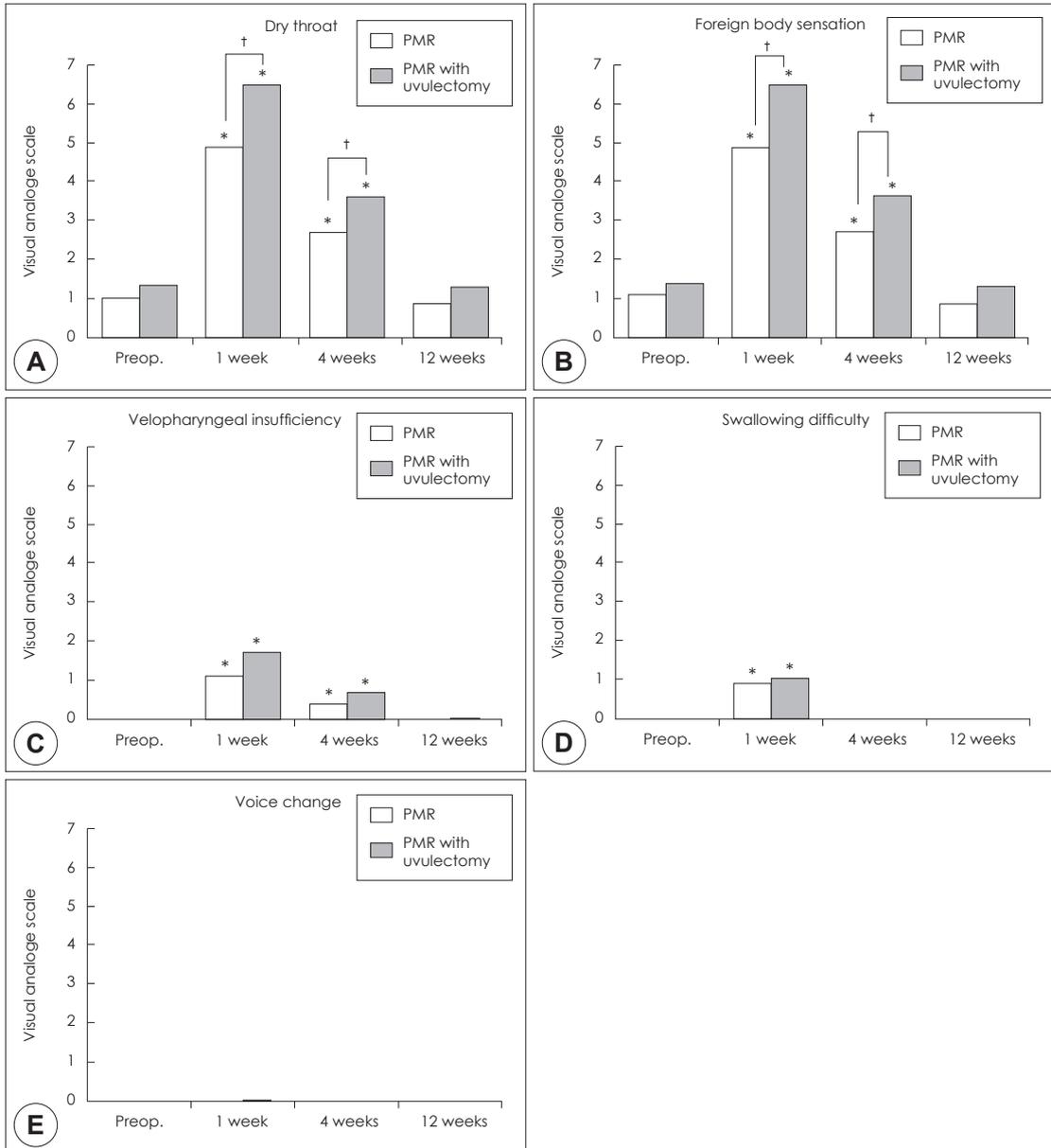


Fig. 4. Comparison of complications between palatal muscle resection and palatal muscle resection with uvulectomy. A : Dry throat. B : Foreign body sensation. C : Velopharyngeal insufficiency. D : Swallowing difficulty. E : Voice change. Preop. : preoperative, Increase in score indicating severe symptom. * : significant difference between preoperative and postoperative complications, † : significant difference between complications of two surgical methods.

과 구강내 이물감의 경우 두 수술군 모두 수술 후 1주와 4주에 유의하게 발생하였으며, 보존적 구개수 절제술을 동시에 시행한 군에서 더 많은 불편감을 호소하였다. 구개인두부전의 경우 두 수술군 모두 1주와 4주에 유의하게 발생하였으며, 보존적 구개수 절제술을 동시에 시행한 군에서 더 많은 불편감을 호소하였으나 유의한 차이는 보이지 않았다. 삼킴 장애의 경우 두 수술군 모두에서 수술 후 1주에 유의하게 발생하였고, 보존적 구개수 절제술을 동시에 시행한 군에서 더 많은 불편감을 호소하였으나 두 수술군 사이의 유의한 차이는 보이지 않았다. 음성의 변화는 보존적 구개수 절제술을 동시에 시행한 군에서 일부 발생하였으나 통계학적으로 유의하지는 않았다(Fig. 4).

고 찰

폐쇄성 수면 무호흡 환자의 수술적 치료는 폐쇄된 부위의 인두 구조를 변형시켜 기도를 확장시키는 것이다. 수면 중 상기도의 폐쇄부위는 한 부위에 국한될 수도 있지만, 비강, 구인두, 하인두 등 여러 부위에서 동시에 발생할 수도 있다. 따라서 수술 전에 정확한 폐쇄부위를 진단하여 수술 방법을 선택하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 수술 전 수면다원검사를 시행하여 폐쇄성 수면 무호흡이 진단된 환자에 대하여 약물유도 수면내시경 검사를 시행하였고, 이를 바탕으로 폐쇄부위를 확인하여 연구개의 폐쇄만 있는 환자를 대상으로 하였다.

폐쇄성 수면 무호흡 환자의 구개수는 Woodson 등⁵⁾의 연구에서 염증성 변화로 부종, 정맥울혈과 점막고유층이 비대해 있으며, Stauffer 등⁶⁾에 의하면 정상인에 비하여 더 많은 근육과 지방으로 구성되어 있음을 보고하였다. 실제로 약물유도 수면내시경 검사를 시행하였을 때 구개수는 비대해져 있거나 길이가 아래로 늘어나 있었으며, 변형된 구개수가 연구개의 폐쇄에 직접 관여하는 경우도 흔히 있었다. 하지만 현재 보편적으로 시행되는 구개수 구개인두 성형술(uvulopalatopharyngoplasty, UPPP)의 경우 구개수의 변형 여부에 관계없이 구개수를 절제하고 있으며, 이로 인한 구개인두 부전이나 구강내 건조감, 삼킴장애 등과 같은 수술 후 합병증이 보고되었다.⁹⁻¹¹⁾ 이에 대한 대안으로 구개수를 보존하는 변형된

술식들이 다양하게 문헌에 보고되고 있다.¹²⁻¹⁴⁾ 본 연구에서도 구개수가 비교적 정상적인 경우 구개근 절제술만 시행하고, 구개수가 변형되어 연구개의 폐쇄에 직접 관여하는 경우 구개근 절제술과 보존적 구개수 절제술을 동시에 시행하는 방법으로 선택적으로 수술적 치료를 하였으며, 두 수술군 사이의 효과와 합병증을 비교하고자 하였다.

구개근 절제술만 시행하였을 경우 여러 문헌에서 그 효과와 안전성은 증명이 되었으나,^{3,4)} 구개근 절제술과 보존적 구개수 절제술을 동시에 시행한 경우 그 효과와 합병증에 대해 보고한 문헌은 드물다. 본 연구에서 구개근 절제술과 보존적 구개수 절제술을 동시에 시행했을 경우 코골이, 수면 무호흡, 주간 졸림의 3가지 항목에 대한 주관적인 만족도는 구개근 절제술만 시행한 군과 비교하여 의미있는 차이없이 개선되었으나 구강내 건조감과 구강내 이물감과 같은 합병증은 더욱 많이 호소하였다. 이는 구개수의 기능 변화와 연관이 있는 것으로 생각된다. 즉, 음식물을 삼키는 과정에서 구개수 구개근(palatuvularis muscle)이 수축을 하면서 관여하는 연하작용, 흡입된 공기에 수분을 공급하는 호흡작용, 비음을 발생을 줄여주는 발성작용, 비인강 기류를 감지하는 수용체(pharyngeal airflow receptors)가 관여하는 비인강 확장 작용 등과 같은 구개수의 4가지 기능에 영향을 주었을 것으로 생각된다.¹⁵⁻¹⁸⁾ 이에 저자들은 구개수 절제술 시 구개수를 모두 제거하는 것이 아니라 구개수의 점막을 포함하여 점막 하층의 일부만 제거하는 보존적 구개수 절제술을 시행하였고, 수술 후 합병증은 발생하였지만 대부분 자연소실 되었다. 이는 구개수가 구강내 습윤화 기능을 하는데 필요한 장액점액샘이 구개수의 침단부에서 기저부로 갈수록 더 많이 분포하는데,¹⁹⁾ 이들 구조물을 최대한 보존하였기 때문에 발생하였던 합병증이 대부분 자연 소실된 것으로 생각된다.

수면 무호흡증과 관련된 연구개 수술의 효과는 주관적인 만족도와 객관적인 수술결과를 통하여 평가되어야 한다. 구개수 절제술의 객관적 수술결과는 Koo 등²⁾에 의하여 수술 전, 후 수면다원검사 및 자기공명영상의 비교를 통하여, Lee 등³⁾에 의하여 구개수 구개 피판술과의 비교를 통하여 객관적으로 수술효과가 증명되었다. 본 연구에서는 두 수술군의 수술 후 효과를 코골이, 수면

무호흡, 주간졸음 3가지 항목에 대하여 주관적 평가만을 하였으며, 수술 방법의 선택시 윤리적인 문제로 임의 배정을 하지 않아 두 수술간의 수술효과를 비교하여 판단하기에는 미흡한 점이 있다. 하지만 구개수를 부분적으로 제거하여 수술의 만족도는 높이면서 구개수의 지지부 기능을 보존함으로써 수술 후 발생할 수 있는 합병증을 줄일 수 있다는 것을 밝혀낸 것으로 의의가 있다. 향후 좀 더 많은 증례와 수술 후 객관적인 수술 효과에 대한 연구가 병행되어야 할 것으로 생각되며, 수술 후 합병증 발생에 구개수 절제가 미치는 영향을 좀 더 세밀하게 평가하기 위하여 보존적 구개수 절제술과 구개수 절제술을 비교하는 연구도 필요할 것으로 생각된다.

결 론

이번 연구 결과를 살펴 보았을 때 구개수를 보존한 구개근 절제술이 비교적 안전한 술식이다. 비록 구개수 절제술을 동시에 시행한 술식이 수술 후 합병증을 더 많이 호소하지만 특별한 치료 없이도 합병증은 심각하게 잔존하지 않으므로, 필요한 경우 구개수 절제술을 고려할 것을 제안하고, 구개수 절제술시 가능하면 점막하층 및 근육층의 구조를 손상시키지 않는 것이 합병증 발생을 줄이는 방법이라 생각된다.

중심 단어 : 연구개 · 구개수 절제술 · 합병증 · 폐쇄성 수면무호흡.

REFERENCES

- 1) Sher AE. Upper airway surgery for obstructive sleep apnea. *Sleep Med Rev* 2002;6(3):195-212.
- 2) Kim TH, Koo SK, Han CW, Kim YC, Ahn GY. Palatal muscle resection (PMR) for treatment of snoring patients. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2008;51(12):1119-23.
- 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) Koo SK, Myung NS, Choi JW, Kim YJ, Kwon SB. Clinical safety of PMR (palatal muscle resection) in which performed OSAS patients. *J Rhinol* 2012;19(2):101-6.
- 5) Woodson BT, Garancis JC, Toohill RJ. Histopathologic changes in snoring and obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 1991;101(12 Pt 1):1318-22.
- 6) Stauffer JL, Buick MK, Bixler EO, Sharkey FE, Abt AB, Monders EK, et al. Morphology of the uvula in obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1989;140(3):724-8.
- 7) Hernández-Gancedo C, Pestaña D, Peña N, Royo C, Pérez-Chrzanowska H, Criado A. Monitoring sedation in critically ill patients: bispectral index, Ramsay and observer scales. *Eur J Anaesthesiol* 2006;23(8):649-53.
- 8) Koo SK, Choi JW, Myung NS, Lee HJ, Kim YJ, Kim YJ. Analysis of obstruction site in obstructive sleep apnea syndrome patients by drug induced sleep endoscopy. *Am J Otolaryngol* 2013;34(6):626-30.
- 9) Roosli C, Schneider S, Hausler R. Long-term results and complications following uvulopalatopharyngoplasty in 116 consecutive patients. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2006;263(8):754-8.
- 10) Grøntved AM, Karup P. Complaints and satisfaction after uvulopalatopharyngoplasty. *Acta Otolaryngol Suppl* 2000;543:190-2.
- 11) Goh YH, Mark I, Fee WE Jr. Quality of life 17 to 20 years after uvulopalatopharyngoplasty. *Laryngoscope* 2007;117(3):503-6.
- 12) Kamami YV. Outpatient treatment of sleep apnea syndrome with CO2 laser: laser-assisted UPPP. *J Otolaryngol* 1994;23(6):395-8.
- 13) Powell N, Riley R, Guilleminault C, Troell R. A reversible uvulopalatal flap for snoring and sleep apnea syndrome. *Sleep* 1996;19(7):593-9.
- 14) Han D, Ye J, Wang J, Wang J, Zhang Y. Revised uvulopalatopharyngoplasty with uvula preservation and its clinical study. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 2005;67(4):213-9.
- 15) Koo SK. Pathophysiology of obstructive sleep apnea. *J Clinical Otolaryngol* 2001;12(1):15-21.
- 16) Sériès F1, Côté C, Simoneau JA, Gélinas Y, St Pierre S, Leclerc J, et al. Physiologic, metabolic, and muscle fiber type characteristics of musculus uvulae in sleep apnea hypopnea syndrome and in snorers. *J Clin Invest* 1995;95(1):20-5.
- 17) Huang MH, Lee ST, Rajendran K. Structure of the musculus uvulae: functional and surgical implications of an anatomic study. *Cleft Palate Craniofac J* 1997;34(6):466-74.
- 18) Series F, Simoneau JA, St Pierre S. Muscle fiber area distribution of musculus uvulae in obstructive sleep apnea and non-apneic snorers. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24(4):410-5.
- 19) Olofsson K, Mattsson C, Hammarström ML, Hellström S. Structure of the human uvula. *Acta Otolaryngol* 1999;119(6):712-7.