



편도선 절제술 환자에서 사용하는 수술기구들의 효용성 비교

김상훈 · 이갑균 · 박지환 · 조규섭 · 김성동

부산대학교 의과대학 이비인후과학교실

Comparing the Efficacy of Surgical Instruments in Tonsillectomy Patients

Sanghoon Kim, Gab-Kyun Lee, Ji-Hwan Park, Kyu-Sup Cho, Sung-Dong Kim

Department of Otorhinolaryngology and Biomedical Research Institute, Pusan National University School of Medicine, Pusan National University Hospital, Busan, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives: To compare the efficacy of three surgical methods in tonsillectomy patients; combination of monopolar and bipolar diathermy (diathermy), coblation dissection using Evac (coblation), Harmonic scalpel assisted dissection (harmonic). **Materials and Methods:** Ninety-seven patients underwent tonsillectomy in a single institute between January 2020 and May 2021. Postoperative pain was evaluated using visual analogue scale (VAS) on postoperative 1 day, 1 week, 2 weeks, and 4 weeks. Degree of epithelization (DOE) was measured to assess recovery state on follow up period. Lastly, we compared operative time among the three groups to evaluate surgical efficacy. **Results:** Significant differences have been observed among three groups in operative time, postoperative pain score and DOE evaluated on week 1, 2, and 4. Both Harmonic and coblation group had significantly lower VAS and higher DOE, when compared with diathermy group. As for operative time, coblation group showed shorter operative time compared to other two groups. **Conclusion:** Both coblation and harmonic group showed better postoperative results when compared to diathermy method. Coblation and harmonic assisted tonsillectomy may be a safe, and effective method for tonsillectomy.

KEY WORDS: Tonsillectomy; Surgical instruments; Pain, postoperative.

서론

편도선 절제술은 이비인후과에서 일반적으로 많이 시행되는 수술적 치료 중 하나이다. 대부분의 경우, 생명을 위협하는 위험한 술기가 아니지만 수술 후의 통증과 식이곤란, 출혈 등의 불편감을 호소하기도 한다. 수술 후 통증에 대한 한 전향적 연구에 따르면 편도선 절제술 후의 통증은 통증 강도가 높은

25개의 수술 중 하나로 보고되기도 하였다.¹⁾

수술 후 통증은 이차적으로 식이곤란으로 인한 영양부족, 수면의 부족 및 수면단절에도 영향을 미쳐 삶의 질에 나쁜 영향을 미친다. 이에 통증을 줄이는 다양한 수술기구들이 개발되고 소개되었다.

먼저 coblation은 식염수와 함께 고주파 에너지를 사용하여 상대적으로 저온인 40°C-70°C에서 조직의 세포간 결합을

Received: November 17, 2021 / Revised: December 15, 2021 / Accepted: January 17, 2022

Corresponding author: Sung-Dong Kim, Department of Otorhinolaryngology and Biomedical, Research Institute, Pusan National University School of Medicine, Pusan National University Hospital, Busan 49241, Korea

Tel: +82-51-240-7824, Fax: +82-51-246-8668, E-mail: applekims@hanmail.net

Copyright © 2022. The Busan, Ulsan, Gyeongnam Branch of Korean Society of Otolaryngology-Head and Neck Surgery.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

분해할 수 있는 이온화 입자의 플라즈마 장을 생성하여 조직을 절제하는 방법이다.^{2,3)} 조직이 낮은 온도에서 절제가 되기 때문에 열로 인한 조직의 손상이 적고, 수술 후 통증이 감소한다.⁴⁾

다음으로 Harmonic(Ethicon Endo-Surgery, Cincinnati, OH, USA)은 50-100 μm 의 거리에서 55.5 kHz의 초음파 주파수를 사용하여 조직을 절제하면서 동시에 혈관을 응고시킨다.⁵⁾ Coblation과 마찬가지로 비교적 낮은 온도(40°C-80°C)를 생성하므로 주변조직으로의 열 손상을 최소화 할 수 있다.⁶⁾

양극성의 바이폴라와 단극성의 모노폴라와 같은 투열 기구(diathermy)를 이용한 편도선 절제술은 여러 기구들이 개발되기 전 가장 많이 사용했던 외과적 방법으로 전류를 사용하여 혈관을 응고시키고 절제를 하는 방법이다. 전기에너지가 기구의 끝 작은 영역에 집중됨으로써 조직이 빠르게 가열되어 혈관이 응고된다.⁷⁾

이상적인 편도선 절제술은 몇 가지 조건을 충족해야 한다. 첫째, 수술 전후 출혈이 적어야 하고, 둘째, 통증의 정도가 낮고, 시술이 단기간에 시행되며 어렵지 않으며, 마지막으로 수술 후 합병증의 발생률이 낮아야 한다. 편도선 절제술 합병증의 발생률을 줄이기 위해 다양한 수술 기법이 도입되었지만 가장 적절하고 안전한 편도선 절제술 방법에 대해서는 아직 합의된 바가 없다.

본 연구의 목적은 3가지 수술방법인 투열 편도절제술과 coblation, harmonic을 비교하는 것이다.

대상 및 방법

대상

본 연구는 2019년 1월부터 2021년 5월까지 단일 의사에게 편도선절제술을 시행 받은 환자들을 대상으로 단일 센터에서 후향적 연구로 시행되었으며, 연구의 프로토콜은 기관심사위원회의 승인을 받았다(IRB number: 2107-003-104).

본 연구에서 편도선 절제술의 적응증은 다음과 같다: (1) 재발성 편도선염; (2) 코골이를 초래하는 편도 비대; (3) 편도결석. 하지만 12세 미만의 소아, 출혈 장애, 급성 감염, 두개 안면 기형 또는 편도 종양의 병력이 있는 환자는 이 연구에서 제외되었다.

수술 술기

모든 절차는 기관 내 삽관과 함께 전신 마취 하에 수행되었다. 환자는 rose position으로 시야확보를 위해 Dingmann

을 사용하였다. 편도선 조직을 제거한 후 거즈 패키징을 사용하여 추가 출혈을 조절하고, 충분하지 않으면 양극 투열 요법으로 국소적 전기 소작을 시행하였다. Coblation군의 환자 31명 중 3명(9.6%)과 harmonic군의 환자 26명 중 9명(34.6%)에서 추가적인 전기 소작이 필요했으며, diathermy군에서는 모든 환자에서 바이폴라를 이용한 양극성 투열요법을 시행하였다.

Diathermy tonsillectomy

편도선이 노출될 때까지 단극 소작법으로 측연을 따라 절개하였다. 편도가 절제되고 편도 층이 완전히 노출될 때까지 편도 주위 절단면을 통한 절개를 수행하였다. 특정 출혈 부위는 양극 소작으로 지혈하였으며, 에너지는 모노폴라 및 바이폴라 소작 모두에 대해 20 W로 설정하였다.

Coblation dissection tonsillectomy

초기 절개는 편도의 전방 상부를 따라 단극 소작으로 이루어졌다. 편도의 상부 극이 노출된 후 Evac™ 70(ArthroCare ENT, Sunnyvale, CA, USA) coblation wand를 사용하여 coblation 박리를 시행하였고, 장치 설정은 절제 7 및 코블레이션 3이었다. 절제 후 출혈이 확인된 경우 두 편도선의 양극 소작으로 추가 지혈을 시행하였다.

Harmonic scalpel assisted tonsillectomy

위에서 언급한 바와 같이 초기 절개는 단극 소작으로 이루어졌으며, Harmonic SYNGERY®로 조직의 박리와 절제를 시행하였다. 절제 후 출혈 조절이 확인되면 양극 소작을 시행하였다.

수술 후 관리

수술 후 염증조절을 위해 항생제(Flomoxef)를 사용하였으며(2 g/day 성인, 70 mg/kg/day 18세 이하), 통증은 propacetamol IV 투여와 PO acetaminophen 500 mg 1일 2회 투여로 조절하였다. 환자는 다른 합병증이 발견되지 않은 경우 수술 다음날 퇴원하였으며, 퇴원약으로 1주일간의 3세대 세파계열 항생제를 처방받았다.

평가방법

환자의 평가는 수술 후 1, 7, 14, 28일에 시행하였다.

1. 환자의 주관적인 증상을 visual analogue scale(VAS)을 사용하여 평가하였다(0=통증 없음, 10=매우 심한 통증).

2. 편도 수술 후 치유 정도는 검증된 상피화 정도(degree of epithelization)로 평가하였다.

- Grade 1: 상피화가 이루어지지 않음
- Grade 2: 상피화의 시작(30% 미만의 상피화)
- Grade 3: 30%-75% 상피화
- Grade 4: 75% 이상 상피화
- Grade 5: 완전한 상피화

3. 수술시간은 첫 절개부터 시작하여 지혈이 완료될 때까지의 시간으로 계산하였다.

통계분석

본 연구에서 얻은 데이터는 평균±표준편차로 제시하였다. 통계적 유의성은 SPSS 소프트웨어 버전 20.0(SPSS, Chicago, IL, USA, <http://www.spss.com>)을 사용하였으며, $p < 0.05$ 는 통계적 유의성을 나타내는 것으로 간주되었다.

결과

총 97명의 환자가 등록이 되었고, 남자가 57명, 여자가 40명이었으며, 나이는 12세에서 52세로 평균연령은 15.9 ± 13.4 이다. Diathermy군의 평균 나이는 23.2세, coblation군의 평균 나이는 21.7세, harmonic군의 평균 나이는 19.9세이고, 3군 사이의 연령에서 통계적으로 유의한 차이는 없었으며($p=0.294$), 대상자중 수술 후 출혈로 이차적인 지혈 및 수술을 시행한 경우는 없었다(Table 1).

Diathermy군에서 평균 수술시간은 26.16 ± 4.50 분, coblation군은 23.48 ± 4.14 분, harmonic군은 27 ± 3.46 이다(Table 2). Coblation군은 harmonic군에 비해 유의하게 짧은 수술시간을 보였다. 그러나 diathermy군과 harmonic군 사이에는 통계적으로 유의한 결과를 보이지 않았다(Table 3).

수술 후 통증은 VAS를 이용하여 평가하였다. VAS 점수는

Table 1. Demographics of patients (n=94)

Characteristics	Operative method		
	Diathermy	Coblation	Harmonic
Gender			
Male	27	16	14
Female	13	15	12
Age (y)	23.2 (12–52)	21.7 (12–45)	19.9 (12–39)
Total (n)	40	31	26

n: numbers.

Table 2. Mean and standard deviation variable of postoperative pain and operative time of three techniques

	Diathermy tonsillectomy (mean±SD)	Coblation tonsillectomy (mean±SD)	Harmonic scalpel tonsillectomy (mean±SD)	p-value for ANOVA analysis
Operation time (min)	26.16±4.50	23.48±4.14	27±3.46	0.007*
VAS 1 day	4.84±1.30	4.42±1.59	4.12±2.03	0.203
VAS 1 week	3.61±0.91	2.84±1.86	2.65±1.69	0.015*
VAS 2 weeks	2.53±0.84	1.58±0.67	1.29±0.47	<0.001*
VAS 4 weeks	1.22±0.42	1.03±0.18	1.00±0	0.008*

* $p < 0.05$ statistically significant.

VAS: visual analogue scale, SD: standard deviation.

Table 3. Multiple comparison analysis of operative time

Pairwise 95% confidence interval	Adjusted p-value
$-4.99 \leq \text{Coblation} - \text{Diathermy} \leq -0.37$	0.019*
$-2.00 \leq \text{Harmonic} - \text{Diathermy} \leq 3.67$	0.762
$0.48 \leq \text{Harmonic} - \text{Coblation} \leq 6.55$	0.019*

* $p < 0.05$ statistically significant.

수술 후 1일에는 세 군 사이에 유의한 차이가 없었으나, 수술 후 1, 2, 4주에는 통계적으로 유의한 차이가 있었다(Table 2). 특히 다중비교분석에서 coblation군과 harmonic군의 VAS 점수는 diathermy군에 비해 수술 후 1, 2, 4주에서 유의하게 낮았다(Table 4).

수술 후 치료의 정도는 검증된 DOE(degree of epithe-

lization) grading system으로 평가하였다. 수술 후 1, 2, 4주의 DOE는 세 군 사이 AVONA 분석에서 유의한 차이가 있었지만(Table 5), 두 군 사이 다중비교분석에서 coblation군과 harmonic군의 DOE는 diathermy군과 비교하여 수술 후 1주와 2주에 유의한 차이를 보였다(Table 6).

수술 후 4주째는 diathermy군에 비해 coblation군에서 유

Table 4. Multiple comparison analysis of postoperative pain

	Pairwise 95% confidence interval	Adjusted p-value
VAS 1 day	-1.26≤Coblation - Diathermy≤0.42	0.466
	-1.75≤Harmonic - Diathermy≤0.31	0.225
	-1.41≤Harmonic - Coblation≤0.80	0.793
VAS 1 week	-1.55≤Coblation - Diathermy≤0.003	0.051
	-1.92≤Harmonic - Diathermy≤0.01	0.046*
	-1.21≤Harmonic - Coblation≤0.83	0.896
VAS 2 weeks	-1.35≤Coblation - Diathermy≤-0.55	<0.001*
	-1.73≤Harmonic - Diathermy≤-0.74	<0.001*
	-0.82≤Harmonic - Coblation≤0.24	0.407
VAS 4 weeks	-0.37≤Coblation - Diathermy≤-0.02	0.026*
	-0.44≤Harmonic - Diathermy≤-0.01	0.036*
	-0.26≤Harmonic - Coblation≤0.20	0.940

* p<0.05 statistically significant.
VAS: visual analogue scale.

Table 5. Epithelization score

	Diathermy tonsillectomy (mean±SD)	Coblation tonsillectomy (mean±SD)	Harmonic scalpel tonsillectomy (mean±SD)	p-value for ANOVA analysis
DOE 1 week	1.39±0.49	1.94±0.68	1.76±0.44	<0.001*
DOE 2 weeks	1.94±0.56	3.32±0.65	3.35±0.49	<0.001*
DOE 4 weeks	4.76±0.43	4.97±0.18	4.82±0.39	0.04*

* p<0.05 statistically significant.
DOE: degree of epithelization.

Table 6. Multiple comparison analysis of epithelization score

	Pairwise 95% confidence interval	Adjusted p-value
DOE 1 week	0.25≤Coblation - Diathermy≤0.85	<0.001*
	0.01≤Harmonic - Diathermy≤0.75	0.044*
	-0.57≤Harmonic - Coblation≤0.23	0.562
DOE 2 weeks	1.07≤Coblation - Diathermy≤1.70	<0.001*
	1.03≤Harmonic - Diathermy≤1.80	<0.001*
	-0.39≤Harmonic - Coblation≤0.45	0.983
DOE 4 weeks	0.01≤Coblation - Diathermy≤0.41	0.034*
	-0.18≤Harmonic - Diathermy≤0.31	0.783
	-0.41≤Harmonic - Coblation≤0.12	0.393

* p<0.05 statistically significant.
DOE: degree of epithelization.

의한 차이를 보였고, harmonic군은 diathermy군에 비해 유의한 차이를 보이지 않았다. 수술 후 1, 2, 4주에 coblation군과 harmonic군에서는 유의한 차이가 없었다(Table 6).

고찰

편도 절제술은 이비인후과 영역에서 가장 많이 시행되는 수술 중 하나이다. 술기가 간단하고 비교적 안전한 수술이라고 알려져 있지만, 수술 후 출혈뿐만 아니라 삶의 질에 영향을 줄 수 있는 통증 또한 중요한 합병증으로 보고된다.⁸⁾

편도 절제술은 고식적으로 모노폴라와 바이폴라를 포함한 diathermy 방식으로 많이 시행되었으나, 2000년대 초반부터 coblation, harmonic뿐만 아니라, CO₂ laser, microdebrider, 플라즈마 나이프 등 통증과 출혈을 줄일 수 있는 다양한 수술기구들이 도입되었다.⁹⁾ 국내에서도 보험급여의 변화로 비급여 항목이었던 기구들의 사용빈도가 증가하였다.

Coblation은 양극성 고주파 에너지를 사용하여 연부조직에 비열성 용해를 일으키는 기전을 기반으로 한다.¹⁰⁾ 에너지는 생리 식염수와 같은 전도성 매체를 통해 전달되도록 만들어지는데, 이는 diathermy시 발생하는 열(400°C-600°C)과 비교하여 현저히 낮은 열(40°C-70°C)을 발생시킨다.¹¹⁾

많은 연구들에서 diathermy와 비교하여 coblation에서 수술 후 출혈과 수술 후 통증이 유의하게 적었으며, 정상식이 및 일상생활로의 복귀 시점이 유의하게 빠르고, 또한 2차 감염 및 지연성 출혈의 발생률이 적다고 보고하고 있다.¹²⁻¹⁵⁾

Harmonic은 55.5 kHz의 기계적 진동을 사용하여 조직 응고와 절제를 동시에 시행한다. 기계적 진동은 조직에 압력을 가하여 분열시키고, 단백질을 변형시키며, 혈관을 응고시키는데, 상대적으로 낮은 열 에너지를 발생시켜(40°C-80°C) 수술 중 주변 조직의 열손상을 최소화 함으로 수술시간을 단축시킬 수 있고, 통증도 줄일 수 있다.^{16,17)}

몇몇 연구들에서 harmonic이 diathermy와 비교하여 수술 후 적은 통증과 정상식이로 빠른 회복을 할 수 있다고 보고하였다.¹⁸⁻²⁰⁾

하지만 harmonic이 diathermy와 비교하여 수술 후 두 번째 주에 더 심한 통증과 이통을 보인다는 보고가 있으며,²¹⁾ 두 수술 방법 사이에 수술 후 통증의 유의한 차이가 없으며, harmonic의 상대적 이점이 없다는 상충되는 보고들도 있다.^{22,23)}

Diathermy를 제외하고 coblation과 harmonic을 비교한 연구도 있었으며, harmonic이 수술 후 통증과 정상식이로 돌

아가는 시간은 통계적으로 유의한 차이가 없지만, 수술시간, 2차 출혈의 빈도가 유의하게 낮았다.²⁴⁾

본 연구에서는 diathermy, coblation 그리고 harmonic까지 3가지 수술방법을 비교하였다. 기존의 2가지 방법을 비교한 연구들은 많았지만, 3가지 방법을 모두 비교한 연구는 매우 드물며,²⁵⁾ 본 연구에서는 기존의 연구와 달리 정상식이 및 일상생활로의 회복과 관련이 깊은 상피화를 평가함으로써 통증에 대한 주관적 불편감 이외에도 수술부위에 대한 객관적 지표도 포함하였다.

3가지 방법을 비교한 이전연구에서 harmonic이 수술 중 출혈과 수술시간에서 유의한 차이를 보고하였지만,²⁵⁾ 본 연구에서 coblation은 다른 두 수술방법보다 통계적으로 유의하게 짧은 수술시간을 보였다. 수술 후 통증은 이전연구에서 통계적으로 유의한 결과가 없었지만,²⁵⁾ 본 연구에서는 수술 후 1, 2, 4주에서 유의한 값을 보였고, 특히 coblation군과 harmonic군의 VAS 점수는 diathermy군에 비해 낮았다.

수술 후 1, 2, 4주의 상피화의 정도는 3군간 유의한 차이를 보였으며, 특히 coblation군과 harmonic군이 diathermy군과 비교하여 수술 후 1주와 2주에 유의한 차이를 보였다. 반면 수술 후 1, 2, 4주에 coblation군과 harmonic군에서는 유의한 차이가 없었다.

본 연구는 97명 정도의 인원을 대상으로 하였고, 나이에 대한 엄격한 제한이 이루어지지 않았다는 점, 그리고 후향적으로 연구가 진행되었다는 한계가 있다. 향후에는 15세 미만과 성인으로 분리하여 더 많은 환자를 대상으로 전향적 연구가 이루어지길 기대한다.

결론

Coblation과 harmonic은 기존의 diathermy에 비해 빠른 수술시간, 수술 후 적은 통증, 그리고 빠른 상피화를 통해 일상생활로의 빠른 회복을 보였다. 상기 두 energy device는 편도절제술에서 diathermy를 대체할 수 있는 방법으로 고려하기에 충분한 이득이 있다고 사료된다.

Acknowledgements

Not applicable.

Funding Information

This work was supported by the year 2022 clinical research grant from Pusan National University Hospital.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

ORCID

Sanghoon Kim, <https://orcid.org/0000-0001-6186-0790>

Gab-Kyun Lee, <https://orcid.org/0000-0002-3169-7846>

Ji-Hwan Park, <https://orcid.org/0000-0001-9301-6957>

Kyu-Sup Cho, <https://orcid.org/0000-0002-4381-6996>

Sung-Dong Kim, <https://orcid.org/0000-0002-8436-5722>

Author Contribution

Conceptualization: Cho KS.

Data curation: Lee GK.

Formal analysis: Park JH.

Writing - original draft: Kim S.

Writing - review & editing: Kim S, Lee GK, Park JH, Cho KS, Kim SD.

Ethics approval

Not applicable.

References

1. Gerbershagen HJ, Aduckathil S, van Wijck AJM, Peelen LM, Kalkman CJ, Meissner W. Pain intensity on the first day after surgery: a prospective cohort study comparing 179 surgical procedures. *Anesthesiology* 2013;118(4):934-44.
2. Sergeev VN, Belov SV. A new method of high-frequency electrosurgery (coblation technology). *Med Tekh* 2003;37(1):21-3.
3. Temple RH, Timms MS. Paediatric coblation tonsillectomy. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2001;61(3):195-8.
4. Shapiro NL, Bhattacharyya N. Cold dissection versus coblation-assisted adenotonsillectomy in children. *Laryngoscope* 2007;117(3):406-10.
5. Fenton RS, Long J. Ultrasonic tonsillectomy. *J Otolaryngol* 2000;29(6):348-50.
6. Cushing SL, Smith O, Chiodo A, Elmasri W, Munro-Peck P. Evaluating postoperative pain in monopolar cautery versus harmonic scalpel tonsillectomy. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2009;141(6):710-5.
7. Pinder DK, Wilson H, Hilton MP. Dissection versus diathermy for tonsillectomy. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;2011(3):CD002211.
8. Warnock FF, Lander J. Pain progression, intensity and outcomes following tonsillectomy. *Pain* 1998;75(1):37-45.
9. Gallagher TQ, Wilcox L, McGuire E, Derkay C. Analyzing factors associated with major complications after adenotonsillectomy in 4776 patients: comparing three tonsillectomy techniques. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2010;142(6):886-92.
10. Nithya V, Dutta A, Sabarigirish K. A comparative study of coblation assisted adenotonsillectomy and cold dissection adenotonsillectomy in children. *Int J Otorhinolaryngol Head Neck Surg* 2017;3(1):122-7.
11. Woloszko J, Gilbride C. Coblation technology: plasma-mediated ablation for otolaryngology applications. *Proceedings of the SPIE* 2000;3907:306-16.
12. The Royal Children's Hospital Melbourne. Clinical Guidelines (nursing): pain assessment and measurement. [Internet]. 2019. [cited 2021 May 3]. Available from: https://www.rch.org.au/rchcpg/hospital_clinical_guideline_index/Pain_assessment_and_measurement/
13. Mitic S, Tvinnereim M, Lie E, Šaltytė BJ. A pilot randomized controlled trial of coblation tonsillectomy versus dissection tonsillectomy with bipolar diathermy haemostasis. *Clin Otolaryngol* 2007;32(4):261-7.
14. Rakesh S, Anand TS, Payal G, Pranjal K. A prospective, randomized, double-blind study of coblation versus dissection tonsillectomy in adult patients. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg* 2012;64(3):290-4.
15. Noordzij JP, Affleck BD. Coblation versus unipolar electrocautery tonsillectomy: a prospective, randomized, single-blind study in adult patients. *Laryngoscope* 2006;116(8):1303-9.
16. Gossot D, Buess G, Cuschieri A, Leporte E, Lirici M, Marvik R, et al. Ultrasonic dissection for endoscopic surgery. The E.A.E.S. Technology Group. *Surg Endosc* 1999;13(4):412-7.

17. Parsons SP, Cordes SR, Comer B. Comparison of post-tonsillectomy pain using the ultrasonic scalpel, coblator, and electrocautery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2006;134(1):106-13.
18. Wiatrak BJ, Willging JP. Harmonic scalpel for tonsillectomy. *Laryngoscope* 2002;112(8 Pt 2 Suppl 100): 14-6.
19. Walker RA, Syed ZA. Harmonic scalpel tonsillectomy versus electrocautery tonsillectomy: a comparative pilot study. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2001;125(5): 449-55.
20. Collison PJ, Weiner R. Harmonic scalpel versus conventional tonsillectomy: a double-blind clinical trial. *Ear Nose Throat J* 2004;83(10):707-10.
21. Akural EI, Koivunen PT, Teppo H, Alahuhta SM, Löppönen HJ. Post-tonsillectomy pain: a prospective, randomised and double-blinded study to compare an ultrasonically activated scalpel technique with the blunt dissection technique. *Anaesthesia* 2001;56(11):1045-50.
22. Leaper M, Mahadevan M, Vokes D, Sandow D, Anderson BJ, West T. A prospective randomised single blinded study comparing harmonic scalpel tonsillectomy with bipolar tonsillectomy. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2006;70(8):1389-96.
23. Pajić-Penavić I, Đanić D, Mrzljak-Vučinić N, Matić I, Vuković-Arar Ž, Dikanović M. Postoperative quality of life after two different methods of tonsillectomy. *Wien Klin Wochenschr* 2013;125(17-18):524-8.
24. Basu S, Sengupta A, Dubey AB, Sengupta A. Harmonic scalpel versus coblation tonsillectomy a comparative study. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg* 2019; 71(4):498-503.
25. Subasi B, Oghan F, Tasli H, Akbal S, Karaman NE. Comparison of three tonsillectomy techniques in children. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2021;278(6):2011-5.