

이관 성형술

부산대학교 의학전문대학원 이비인후과학교실

최성원 · 공수근

Eustachian Tuboplasty

Sung-Won Choi, MD and Soo-Keun Kong, MD, PhD

Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Pusan National University School of Medicine, Busan, Korea

서 론

이관 성형술(Eustachian tuboplasty)은 일반적으로 이관개구부전(Eustachian tube dilative dysfunction)과 이관개방증(Patulous Eustachian tube)에서 이루어 지는 수술적 치료를 모두 의미한다. 여기서는 이관개구부전과 이관개방증에서 현재 시행되고 있는 수술적 치료방법에 대해 정리 해서 다루고자 한다.

본 론

이관개구부전(Eustachian tube dilative dysfunction)

만성적인 이관개구부전은 반복적인 삼출성중이염, 유착성중이염 등의 중이 질환을 유발하는 중요한 요인이다. 이관개구부전은 대략 전체 인구의 1% 정도로 추정되고 있으며, 여러가지 약물요법, 비강 질환 치료 등의 보존적 요법에 반응하지 않는 환자들이 상당수 있다. 지난 수십 년간 이런 환자들에서 고막 절개 및 환기관삽입술 시행이 거의 유일한 치료방법으로 시행되어져 왔다. 하지만 2000년 초 이후로 다양한 방법들이 시도 되고 있으며,

이관성형술과 관련된 치료 방법과 성적에 대해 정리해서 소개하고자 한다.

레이저 이관 성형술(Laser Eustachian tuboplasty)

Diode Laser 혹은 CO2 laser를 이용해서 이관의 비인강 개구부 후부에 점막과 연골 일부를 절개함으로써 이관을 넓혀주는 방법이다.¹⁾ 간략하게 술식을 기술해 보면 주로 전신마취하에 비강내 점막수축제 도포 후 이관 비인강 개구부 입구에 lidocaine with 1:100,000 epinephrine 주사 후 CO2 laser(12 W) 혹은 diode laser(7 W)를 이용해서 비인강 이관 입구부 post. cushion(med. cartilaginous lamina)에 laser cauterization을 mucosa에 시행해서 내부의 연골 일부가 노출될 때 까지 깊이로 시행한다. 이때 이관 입구의 ant. cushion에는 손상을 주지 않아야 술 후 이관협착등을 방지할 수 있다. 술 후 비강 국소 스테로이드를 주기적으로 분무하여 관리한다.

56명의 환자에서 시행하여 술 후 1년 정상 중이 함기화(68%), 2년째 71%, 3년 이상 65%에서 정상 중이 함기화를 이루어 만성 이관기능부전에 좋은 치료로 제시하였다.²⁾ 다른 연구자에 따라서는 90% 이상의 효과를 보고하였다.³⁾ 최근 전향적 연구에서는 30명 환자에서 laser Eustachian tuboplasty 후 이관 기능 검사에서 blocked pattern 보였던 17명 중 13명에서 술 후 뚜렷한 기능 호전을 보여 미세 침습적인 시술을 통해 이관개구부전 환자의 치료에 효과적이라고 보고하였다.⁴⁾ Laser Eustachian

교신저자 : 공수근, 49241 부산광역시 서구 구덕로 179
부산대학교 의학전문대학원 이비인후과학교실
전화 : (051) 240-7336 · 전송 : (051) 246-8668
E-mail: entkong@gmail.com

tuboplasty는 국소 마취 하에 외래에서도 시행 가능하다는 장점이 있다.

미세절삭기를 이용한 이관 성형술(Microdebrider Eustachian tuboplasty)

미세절삭기(Microdebrider)를 이용해서 이관의 비인강 개구부 후부에 비후되어 있는 점막 일부를 제거함으로써 이관기능부전을 호전시키는 방법이다. 전신마취하에 시행하며, 비점막수축제 사용 후 비인강 이관 입구 post-cushion에 1% lidocaine with 1:100,000 epinephrine을 점막하 주사 후 4 mm blade debrider tip을 이용하여 비후된 점막을 제거한다. 이관 입구부의 후면과 상면의 점막을 microdebrider를 이용해서 제거하며, 전면부 입구부의 점막은 보존하여 술 후 발생할 수 있는 유착을 피해야 한다. 대부분 약 1 cm 정도의 직경의 점막을 제거하게 되며, 술 후 small gelfoam을 이관입구부에 유치시키고 수술을 종료한다. 술 후 식염수 비강세척으로 유지한다.⁵⁾ 20명의 환자 중 14명(70%)에서 이충만감 증상 호전을 보여 효과 있음을 보고하였다. 비교적 간단한 방법으로 특히 동반되어 있는 부비동 질환 수술 시 동시에 시행할 수 있다는 장점이 있다.

풍선 이관 성형술(Balloon Eustachian tuboplasty, BET)

풍선 이관 성형술(BET)은 비인강 이관 개구부 내부로 balloon이 장착된 특수 고안된 카테터를 삽입한 이후 풍선 확장을 시키는 방법이다. 대부분 전신 마취로 시행하며 내시경 하에서 비인강 이관 내부로 풍선 카테터를 진입한 이후 10~12 atm 압력으로 2분간 풍선을 확장시킨 후 제거한다.⁶⁾ 2010년 처음 기술된 이후 현재까지 많은 임상 결과 보고가 이어지고 있으며,⁷⁾ 후향적 코호트 연구로 1,076귀에서 5년 결과를 보고하였으며, 82% 환자에서 술 후 5년후까지 증상 호전을 보였다고 보고하여 만성 이관 기능 부전 치료에 안전하고 효과적인 치료로 제시하였다.⁸⁾ 삼출성중이염 및 유착성중이염 80명 환자에서 BET 시행 후 2.5년 추적관찰 결과 80%의 환자에서 시술 후 발살바가 가능하였으며, 더 이상의 환기관삽입술이 필요하지 않았음을 보고 하였다.⁹⁾ 만성 이관개구부전, 반복적 환기관삽입술이 필요한 재발하는 삼출성중이염, 유착성중이염등, 그 적용 범위를 확대해

나가고 있으며, 현재까지 전세계적으로 약 2만명 이상 시술 될 정도로 안정성과 그 효과가 인정되고 있다.¹⁰⁾

또한 만성적인 이관 기능 부전이 있는 33명의 소아를 대상으로 풍선 이관 성형술을 시행하여, 모든 환자에서 합병증 없이 술전과 비교하여 술 후 증상 호전을 보였다고 보고하여, 성인 뿐만 아니라 소아에서도 안전하고 효과적으로 치료 가능함을 제시하였다.¹¹⁾

대부분의 풍선 이관 성형술은 전신 마취로 시행되나, 최근 발표된 여러 연구에서는 적절한 기구와 프로토콜을 사용하여 국소 마취 하에 안전하게 풍선 이관 성형술이 시행될 수 있음을 보고하였다. 간략하게 술식을 기술해 보면 비강 마취를 위해 xylometazoline을 비강 내에 점적하고, 50 mg cocaine을 0.01% adrenalin 1 mL에 섞어 패드에 적신 후 양쪽 코에 15~20분 가량 삽입한다. 이관 내 국소 마취는 기관 석션 카테터를 풍선 확장카테터와 25 mg/25 g lidocaine/prilocaine cream(EMLA)이 채워진 실린지에 연결하고, EMLA 1 mL을 넣고 5분간 국소 마취 한다. 이후 전신 마취로 시행하는 풍선 이관 성형술과 동일한 방법으로 수술을 진행하였다.^{8,12)}

최근에는 비인강 이관 개구부를 통한 풍선 이관 성형술 방법 뿐만 아니라 중이 이관 개구부를 통한 방법도 연구되고 있다. 6구의 사체 11개의 이관에서 내시경으로 확인하며 중이 이관 개구부로 풍선 카테터를 삽입하고 확장시킨 후, 전산화 단층 촬영을 시행하였고 모든 경우에서 주변 구조물의 손상 없이 성공적으로 이관 연결 부위가 확장되는 것을 확인하였다.¹³⁾ 다른 연구에서는 만성 중이염 또는 진주중성 중이염 환자들을 대상으로 병변에 대한 수술과 함께 내시경에서 중이 이관 개구부가 명확히 관찰되는 환자 중 이관의 폐쇄가 확인된 7구를 대상으로 중이를 통한 풍선 이관 성형술을 시행하였고, 술 후 이관의 확장을 내시경을 통하여 즉시 확인 가능하였고, 3개월 이후의 영상학적 검사에서도 잘 유지됨을 보고하였다.¹⁴⁾ 중이 이관 개구부를 통한 풍선 이관 성형술의 안전성과 효능에 대한 충분한 증거는 아직까지 확립되어 있지 않다. 하지만 추가적인 임상 연구 및 사체 연구를 통하여 그 적용 범위가 확대될 것으로 생각된다.

이관개방증(Patulous Eustachian tube)

정상적인 이관은 안정시에 닫혀있고 침을 삼키거나 호흡을 하는 동작과 valsalva maneuver 등을 통해 열리게 된다. 이관의 연골부가 평상시에도 비정상적으로 계속 열려 있게 되면 비인강과 중이강 사이를 자유롭게 공기와 소리가 들락거리면서 자가강청(autophonia), 자신의 호흡음 청취, 이충만감 등의 증상이 나타나게 되는데 이를 이관개방증으로 정의할 수 있다.

이관이 닫혀 있는 동안 중이의 점막과 혈관에서의 지속적인 가스 흡수로 인해 음압이 형성되며, 흡수되는 가스 중 질소는 빠르게 흡수되며 산소와 이산화탄소 사이의 가스 교환은 상대적으로 느리게 흡수되어 중이강의 가스 분포가 대기와 달라진다. 이 때 화학수용체(chemoreceptor)와 압력수용체(baroreceptor)의 자극을 통해 중이의 항상성(homeostasis)을 위해 이관이 열리는 것으로 생각된다. 이관은 주로 구개범장근(tensor veli palatini muscle)에 의해 400 ms의 짧은 시간 열린다. 휴식 시 닫혀 있는 이관이 열리게 되는 것은 밸브처럼 되어 있는 이관 연골부 중간부위 5 mm 정도로 생각된다. 열렸던 이관이 닫히는 기전은 많은 연구가 되어 있지 않으나 몇 가지 요인이 작용할 것으로 생각된다. 연골성 이관이 제 위치로 돌아가려는 특성(recoiling memory), 구개범장근의 이완력(relaxing bulk), 그리고 이관 주변 조직의 압력 등의 요인으로 닫히게 된다. 환자들의 증상은 일과성부터 일상 생활에 지장이 큰 경우까지 다양하다. 임신 기간 중 발생한 일과성 증상은 출산 후 자연적으로 없어지는 경우도 있으며, 과도한 다이어트로 갑자기 체중이 감소한 경우는 체중이 회복되면서 증상이 사라질 수도 있다. 이런 일과성 증상이 아닌 경우에는 환자의 사회적 활동에 현저한 장애를 초래하게 되는데 이런 경우는 적극적으로 치료를 시도해야 할 것이다. 여기서는 현재까지 진행되고 있는 이관개방증의 치료 중 이관 성형술과 관련된 치료 방법에 대해 정리하고자 한다.

비인강 이관 개구부 주입술(Injection Eustachian tuboplasty)

이관 주위 조직에 여러 삽입 물질을 이용하여 이관 개구부를 좁혀주는 방법들이 제시 되었는데, 최초 paraffin 을 사용하였으나 paraffin granuloma가 발생하는 단점을

지적하였다.¹⁵⁾ 26명의 환자에서 이관개구부 전후방으로 Teflon을 주입한 결과 19명에서 증상의 완전 소실을 보고하였으나,¹⁶⁾ Teflon을 같은 방법으로 주입 후 내경동맥으로 들어가 대뇌의 혈전으로 사망한 경우를 보고하여 더 이상 사용되지 않고 있다.¹⁷⁾

또 다른 연구자는 이관 통기 카테터를 통해 가는 정맥 카테터를 이관내로 15 mm 정도 삽입 후 Gelfoam과 glycerin 혼합액을 이관내로 주입한 결과 증상이 즉시 사라지는 것을 보고하였다.¹⁸⁾ 국내에서는 몇 명의 환자에서 흡인기로 얻은 복부 지방을 내시경하에서 이관 개구부 전하부에 주입하여 효과적 이었다고 하였으나 자가 지방 주입은 지방의 높은 흡수로 인해 반복 주입이 필요할 수 있다는 단점이 있다.^{19,20)} 저자는 환자의 이주연골(tragus)를 이용하여 연골을 잘게 만들어 Bruning injector를 이용하여 이관의 비인강 개구부 상부 및 후부에 주입하여 33귀 중 23귀(69%)에서 술 후 2년 이상 관찰 결과 만족할 만한 결과를 보였다.^{21,22)} 연골은 지방에 비해 상대적으로 거의 흡수가 되지 않는 장점을 가지고 있어 지방보다는 연골을 이용하는 것이 치료 효과는 더 우수할 것으로 생각된다. 또한 최근에 안면 성형에 이용되는 필러(Radiesse®, Calcium hydroxylapatite)를 이용하여 주입을 하는 방법도 있다.^{6,23,24)} 이러한 여러가지 물질의 비인강 이관개구부에 주입술을 시행하기 전에는 반드시 PNS CT(CE)를 술 전에 촬영하여 내경 동맥의 위치를 확인하고 시행해야 한다.

비인강 이관 개구부 재건술(Patulous Eustachian tube reconstruction)

이관개방증 환자의 이관 전측벽 결손으로 인한 밸브를 재건해 주는 방법으로 연골을 이용한 이관 재건술을 소개 하였으며, 수술 방법을 소개하면 다음과 같다.^{25,26)}

전신마취 하 구강과 비강으로 접근을 하는데, 환측의 비강을 통해 45도 내시경을 고정하고 구강에는 편도 수술시 사용하는 mouth gag를 거치시킨다. 연골을 얻기 위해 tragus, concha에서 연골을 채취한 후 2~4조각으로 연골을 재단한다. 내시경을 제외한 다른 수술 도구는 구강을 통해 이관 개구부로 접근한다. 이관 입구부의 점막에 KTP laser(2,500 mW/1,000 ms)를 이용하여 9시 방향부터 3시 방향까지 이관의 상방 연골부가 노출될 때까지

절개를 가한다. 점막 하부와 연골막 사이로 점막이 손상되지 않도록 조심스럽게 박리하여 이관의 협부까지 접근한다. 연골 조각의 침부를 안쪽으로 2~4조각을 삽입하여 새로운 밸브를 만들어 준다. 절개 부위를 2-0 Vicryl를 이용하여 2~3군데 봉합을 한다. 하지만 전신마취하에서 시술되며 시술 시간도 3~4시간 걸리며 방법 또한 쉽지 않다. 시행한 14명의 환자에서 6명(43%)에서 증상의 호전을 보여 어려운 시술 방법에 비해 증상 호전이 높지 않은 문제가 있는 것으로 생각된다.

비인강 이관 개구부 카테터 삽입술(Nasopharyngeal Eustachian tube catheter insertion)

비인강 이관 개구부에 IV catheter(14 혹은 16 gauge)를 이용하여 삽입하는 방법을 제안하였다.²⁶⁾ 카테터 내부를 bone wax로 막은 후 비내시경 하에서 이관에 삽입하는 방법으로 삽입된 카테터는 이관의 협부(isthmus, junctional portion)을 통과할 때 약간의 저항이 느껴지며 협부를 완전히 통과할 때까지 삽입하면 된다. 하지만 삽입한 카테터의 탈출률과 삼출성중이염 발병 빈도에 대해서는 언급이 없으며 보고도 없었다. 다른 카데바 연구에서 14, 16, 18 G 카테터를 이용하여 삽입한 연구결과 16 G 카테터가 가장 쉽고 이관 크기에 적합하다는 연구가 있었으며,²⁷⁾ 실제 시행하여 카테터 탈출을 막기 위해 입구부에 점막층과 카테터를 봉합하여 고정하는 방법을 기술한 보고도 있다.²⁸⁾

중이강 이관 개구부 카테터 삽입술(Transtympanic Eustachian tube catheter insertion)

전방 고실개방술을 통해 중이에서 이관의 골부에 정맥 카테터를 삽입하고 고막에 환기관을 삽입하는 방법을 제안하였다.²⁹⁾ 이관내 삽입된 카테터를 다시 제거할 수 있는 장점이 있고 카테터와 이관 골부 벽 사이에 어느 정도 틈이 남아있어 시간이 지나 환기관이 빠져나온 후에도 고막의 함몰이나 중이 삼출액을 볼 수 없었다고 하였으나, 증례가 많지 않고 그 후의 결과 등에 대한 문헌 보고가 없었다. 최근 다른 연구에서 고막절개술을 통해 이관의 골부에 특수 제작한 silicone plug를 42구에 삽입하여 71%의 성공률을 보고 하였다.³⁰⁾ 국소 마취 하에 간단히 시행할 수 있다는 장점이 있다. 저자들은 특수 제

작한 silicone plug 대신 bone wax로 내부를 막은 카테터를 이용하여 이관에 삽입한 후 고막패치술을 시행하였으며, 35귀 중 29귀(82%)에서 증상의 호전을 보고하여 쉽고 효과적으로 치료할 수 있는 방법으로 제시 하였다.³¹⁾ 이 때는 주로 18 G, 25 mm 정도의 카테터를 Y-shape으로 만든 후 고막절개창을 통해 간단히 삽입을 하면 된다.

이관 폐쇄(Permanent Eustachian tube closure)

이관의 완전 폐쇄는 이관개방증의 증상을 완전히 없앨 수 있지만, 영구적인 환기관 삽입술을 해야 되는 경우가 많다. 이관 개구부 연골의 외관과 내관이 만나는 부위를 절개하고 연골의 일부를 제거하는 것으로 이관 내강을 폐쇄시키는 방법을 제안하였으나 효과는 성공적이지 못하였고 영구적인 이관 폐쇄의 단점이 있었다고 하였다.³²⁾ 다른 연구에서는 비인강 내시경을 이용해 이관 개구부에 전기소작술을 시행 후 복부에서 얻은 지방으로 이관 개구부를 막아주며 중이 환기관을 삽입하는 방법을 고안하고 술 후 일 년 이상 추적 경과가 만족스러웠다고 하였다.³³⁾ 최근에는 14귀를 대상으로 비인강 이관 입구부에 전기소작술 후 지방으로 막고 입구 봉합하여 12귀(85%)에서 증상 소실을 보였다고 하였다.³⁴⁾

구개범장근 전위술 및 익돌구(Pterygoid hamulus) 절제술

구개범장근은 유일하게 이관을 여는 근육으로 구개범장근의 긴장도를 낮추면 연골과 Ostmann 지방조직 등의 반발 탄성력으로 인한 수동적 이관 폐쇄를 기대할 수 있다. 구개범장근 전위술(transposition)로 익돌구 내측으로 근육을 전위시켜 10명 중 9명에서 적어도 6개월간 증상을 호전 시켰다고 보고하였으며,³⁵⁾ 다른 연구에서는 익돌구 절제술(Pterygoid hamulotomy)을 시행하여 5년간 경과관찰 하였을 때 16명 중 11명에서 증상의 완전소실 또는 호전을 보고하였다.³⁶⁾

결 론

만성 이관개구부전과 이관개방증등의 이관 질환이 현 재까지 치료가 쉽지 않아 많은 다양한 치료방법이 시도 되고 있는 것이 사실이다. 하지만 최근 상기에 기술한 다양한 치료 방법이 연구되고 임상 적용이 되고 있어 심각

한 이관 문제를 가지고 있는 환자에서 다양한 이관 성형술을 통해 증상의 개선과 치료에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

중심 단어 : 이관개구부전 · 이관개방증 · 이관성형술.

본 연구는 2016년 부산대학교병원 임상연구비 지원으로 이루어졌음.

REFERENCES

- 1) Poe DS, Metson RB, Kujawski O. *Laser eustachian tuboplasty: a preliminary report. Laryngoscope* 2003;113(4):583-91.
- 2) Kujawski OB, Poe DS. *Laser eustachian tuboplasty. Otol Neurotol* 2004;25(1):1-8.
- 3) Yañez C. *Cross-hatching: a novel technique for eustachian tuboplasty. preliminary report. Otolaryngol Head Neck Surg* 2010;142(5):688-93.
- 4) Jumah MD, Jumah M, Pazen D, Sedlmaier B. *Laser eustachian tuboplasty: efficiency evaluation in the pressure chamber. Otol Neurotol* 2012;33(3):406-12.
- 5) Metson R, Pletcher SD, Poe DS. *Microdebrider eustachian tuboplasty: a preliminary report. Otolaryngol Head Neck Surg* 2007;136(3):422-7.
- 6) Schröder S, Lehmann M, Sudhoff HH, Ebmeyer J. *Treatment of the patulous eustachian tube with soft-tissue bulking agent injections. Otol Neurotol* 2015;36(3):448-52.
- 7) Ockermann T, Reineke U, Upile T, Ebmeyer J, Sudhoff HH. *Ballon dilatation eustachian tuboplasty: a clinical study. Laryngoscope* 2010;120(7):1411-6.
- 8) Schröder S, Lehmann M, Ebmeyer J, Upile T, Sudhoff H. *Ballon eustachian tuboplasty: a retrospective cohort study. Clin Otolaryngol* 2015;40(6):629-38.
- 9) Silvola J, Kivekäs I, Poe DS. *Ballon dilation of the cartilaginous portion of the eustachian tube. Otolaryngol Head Neck Surg* 2014;151(1):125-30.
- 10) Dai S, Guan GF, Jia J, Li H, Sang Y, Chang D, et al. *Clinical evaluation of balloon dilation eustachian tuboplasty surgery in adult otitis media with effusion. Acta Otolaryngol* 2016;136(8):764-7.
- 11) Jenkel F, Kappo N, Gliese A, Loewenthal M, Lörincz BB, Knecht R, et al. *Endonasal dilation of the eustachian tube (EET) in children: feasibility and the role of tubomanometry (Estève) in outcomes measurement. Eur Arch Otorhinolaryngol* 2015;272(12):3677-83.
- 12) Luukkainen V, Kivekas I, Hammaren-Malmi S, Rautiainen M, Poyhonen L, Aarnisalo AA, et al. *Ballon eustachian tuboplasty under local anesthesia: is it feasible? Laryngoscope* 2017;127(5):1021-5.
- 13) Dean M, Chao WC, Poe D. *Eustachian tube dilatation via a transtympanic approach in 6 cadaver heads: a feasibility study. Otolaryngol Head Neck Surg* 2016;155(4):654-6.
- 14) Tarabichi M, Najmi M. *Transtympanic dilatation of the eustachian tube during chronic ear surgery. Acta Otolaryngol* 2015;135(7):640-4.
- 15) Zollner F. *Die klaffende ohrtompete, storungen dadurch und vorschlage zu ihrer behebung. Z Hals Nasen Ohr* 1937;42:287-98.
- 16) Pulec JL. *Abnormally patent eustachian tubes: treatment with injection of poly-tetrafluoroethylene (Teflon) paste. Laryngoscope* 1967;77(8):1543-54.
- 17) O'Connor AF, Shea JJ. *Autophony and the patulous eustachian tube. Laryngoscope* 1981;91(9):1427-35.
- 18) Ogawa S, Satoh I, Tanaka H. *Patulous eustachian tube: a new treatment with infusion of absorbable gelatin sponge solution. Arch Otolaryngol* 1976;102(5):276-80.
- 19) Jeong JY, Yoon YJ, Lee DS, Kim BJ. *Two cases of free fat graft at patulous eustachian tube. Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 1997;40(8):1222-5.
- 20) Jang CH, Choi TW. *Free fat autograft with topical anticholinergic for patulous eustachian tube. Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2000;43(2):221-4.
- 21) Kong SK, Lee IW, Goh EK, Park SH. *Autologous cartilage injection for the patulous eustachian tube. Am J Otolaryngol* 2011;32(4):346-8.
- 22) Oh SJ, Lee IW, Goh EK, Kong SK. *Endoscopic autologous cartilage injection for the patulous eustachian tube. Am J Otolaryngol* 2016;37(2):78-82.
- 23) Oh SJ, Kang DW, Goh EK, Kong SK. *Calcium hydroxylapatite injection for the patulous eustachian tube. Am J Otolaryngol* 2014;35(3):443-4.
- 24) Vaezaafshar R, Turner JH, Li G, Hwang PH. *Endoscopic hydroxyapatite augmentation for patulous eustachian tube. Laryngoscope* 2014;124(1):62-6.
- 25) Kwon HK, Goh EK, Oh SJ, Lee IW, Kong SK. *Clinical feature of patulose Eustachian tube and correlation with nasal cavity volume. J Clinical Otolaryngol* 2013;24:194-200.
- 26) Poe DS. *Diagnosis and management of the patulous eustachian tube. Otol Neurotol* 2007;28(5):668-77.
- 27) Poe DS, Handzel O. *Diagnosis and management of the patulous eustachian tube. In: Brackmann DE, Shelton C, Arriaga MA, editors. Otolologic Surgery. 3rd ed. Philadelphia: Saunders Elsevier;2009. p.93-105.*
- 28) Manes RP, Kutz JW, Isaacson B, Batra PS. *Technical feasibility of endoscopic eustachian tube catheter placement: a cadaveric analysis. Am J Rhinol Allergy* 2013;27(4):314-6.
- 29) Rotenberg B, Davidson B. *Endoscopic transnasal shim technique for treatment of patulous eustachian tube. Laryngoscope* 2014;124(11):2466-9.
- 30) Bluestone CD, Cantekin EI. *Management of the patulous eustachian tube. Laryngoscope* 1981;91(1):149-52.
- 31) Sato T, Kawase T, Yano H, Suetake M, Kobayashi T. *Trans-tympanic silicone plug insertion for chronic patulous eustachian tube. Acta Otolaryngol* 2005;125(11):1158-63.
- 32) Oh SJ, Lee IW, Goh EK, Kong SK. *Trans-tympanic catheter insertion for treatment of patulous eustachian tube. Am J Otolaryngol* 2015;36(6):748-52.
- 33) Simonton KM. *Abnormal patency of the eustachian tube: surgical treatment. Laryngoscope* 1957;67(4):342-59.

- 34) Doherty JK, Slattery WH. *Autologous fat grafting for the refractory patulous eustachian tube. Otolaryngol Head Neck Surg* 2003;128(1):88-91.
- 35) Rotenberg BW, Busato GM, Agrawal SK. *Endoscopic ligation of the patulous eustachian tube as treatment for autophony. Laryngoscope* 2013;123(1):239-43.
- 36) Stroud MH, Spector GJ, Maisel RH. *Patulous eustachian tube syndrome: preliminary report of the use of the tensor veli palatini transposition procedure. Arch Otolaryngol* 1974;99(6):419-21.
- 37) Virtanen H, Palva T. *Surgical treatment of patulous eustachian tube. Arch Otolaryngol* 1982;108(11):735-9.