

하비갑개 골-골막-점막 복합이식을 이용한 뇌척수액 유출 복원술

연세대학교 의과대학 이비인후과학교실,¹ 연세대학교 의과대학 기도점액연구소²
백광하¹ · 김지형¹ · 문영민¹ · 김창훈^{1,2} · 윤주현^{1,2} · 조형주^{1,2}

Usefulness of Inferior Turbinate Bone-Periosteal-Mucosal Composite Free Graft for Cerebrospinal Fluid Leakage

Kwangha Baek, MD¹, Jihyung Kim, MD¹, Youngmin Moon, MD¹,
Chang-Hoon Kim, MD, PhD^{1,2}, Joo-Heon Yoon, MD, PhD^{1,2} and Hyung-Ju Cho, MD, PhD^{1,2}

¹Department of Otorhinolaryngology-Haed & Neck Suregery, Yonsei University, College of Medicine, Seoul; and

²The Airway Mucus Institute, Yonsei University, College of Medicine, Seoul, Korea

Background and Objectives: Endoscopic repair of cerebrospinal fluid (CSF) leak can avoid morbidity of open approaches and has shown a favorable success rate. Free mucosal graft is a good method, and multi-layered repair is more favorable. The inferior turbinate has been commonly utilized for the free mucosal graft, but we newly designed it as a bone-periosteal-mucosal composite graft for multilayered reconstruction.

Subjects and Method: Four subjects with a skull base defect were treated with this method. The inferior turbinate was partially resected including the conchal bone and was trimmed according to defect size. Both bony parts and periosteum were preserved on the basolateral side of the mucosa as a composite graft. The graft was applied to the defect site using an overlay technique.

Results: All cases were successfully repaired without any complications. Three of them had a defect size greater than 10–12 mm, and the graft stably repaired the CSF leakage.

Conclusion: Endoscopic repair of CSF leakage using inferior turbinate composite graft is a simple and easy method and would be favorable for defect sizes greater than 10 mm.

KEY WORDS: Cerebrospinal fluid · Repair · Inferior turbinate · Composite graft.

서 론

뇌척수액 비루는 비강 또는 부비동 사이의 구조물인 뼈, 점막, 경막, 지주막이 모두 손상되어 지주막하 공간과 비강 또는 부비동이 통하게 될 때 발생한다. 뇌척수액 비루의 원인은 다양하며, 크게 외상성과 비외상성으로 나눌 수 있다. 외상성은 다시 사고에 의한 경우가 80%, 수술로 인한 경우

16%, 자발성이 4%로 나뉘어 진다.¹⁾ 이러한 뇌척수액 비루의 호발부위는 사골동 천장 혹은 우측 사상판의 가측판(lateral lamella of cribriform plate)으로 알려져 있다. 뇌척수액 비루가 발생하면 두통 등의 증상이 생기며, 비강 내에 존재하는 세균이 상행으로 감염되어 뇌수막염이 발생할 수도 있으며, 비강 내 공기가 두개강 내로 들어가서 생기는 기 뇌증(pneumocephalus)도 생길 수 있으므로 뇌기저부 결손

논문접수일: 2018년 4월 1일 / 수정완료일: 2018년 6월 23일 / 심사완료일: 2018년 8월 25일

교신저자: 조형주, 03722 서울 서대문구 연세로 50-1 연세대학교 의과대학 이비인후과학교실

Tel: +82-2-2228-3602, Fax: +82-2-393-0580, E-mail: hyungjucho@yuhs.ac

을 막아 뇌척수액 비루를 치료하는 것은 매우 중요하다.

뇌척수액 비루의 치료는 크게 보존적 치료와 수술적 치료로 나눌 수 있다. 보존적 치료는 두부 거상 및 침상 안정, 두개 내압 상승(기침, 재채기, 코풀기)의 예방, 항생제, 요추천자 배액술 같은 방법이 알려져 있다. 하지만 이러한 치료에도 약 50%에서는 결손부분의 회복이 이루어지지 않으며,²⁾ 뇌막염 등의 심각한 합병증의 가능성이 있다. 수술적 치료는 크게 두개내 또는 두개외 접근법으로 분류되어 다양한 방법들이 고안되었으나, 1981년 Wigand에 의해 내시경적 교정 방법이 발표된 이후, 비교적 높은 성공률로 인하여 내시경을 이용한 두개내 접근법을 통한 재건 수술은 뇌척수액 비루 치료의 표준으로 여겨지고 있다.¹⁻⁸⁾ 이러한 내시경적 교정 방법은 뇌척수액 비루가 발생한 결손부위의 위치, 범위, 발생 원인 등에 따라 다양한 방법들이 적용될 수 있다. 이식편(graft)의 삽입방법에 따라 underlay법 혹은 overlay법으로 나눌 수 있으며, 이식편의 종류에 따라 유리 피판(free graft) 혹은 혈관성 피판(vascularized flap) 방법으로 나뉘며, 혈관성 피판(vascularized flap)으로는 일반적으로 접형구개동맥(sphenopalatine artery)의 비중격분지로 공급되는 비중격 피판(nasoseptal flap)을 통한 재건이 이루어진다. 유리 피판(free graft) 술식에서는 점막, 근막, 연골, 혹은 뼈 등을 이용하게 되며, 이들의 단독사용 혹은 선택적 조합을 통한 복합 사용으로 재건이 이루어 지는데, 성공율을 높이기 위해서는 각 이식편 재료의 단독 사용 보다는 복합 사용이 성공율을 높일 수 있는 것으로 알려져 있다.

이에 저자들은 최근 경험한 뇌척수액 비루에서 하비갑개 골-골막-점막 복합 이식편을 이용한 유리 피판(free graft) 방법을 고안(Fig. 1) 하여 시행한 복원술로 좋은 결과를 얻어 이의 방법과 유용성을 보고 하고자 하였다.

대상 및 방법

본 술식은 총 4명(남자 3명, 여자 1명)의 뇌척수액 유출 환

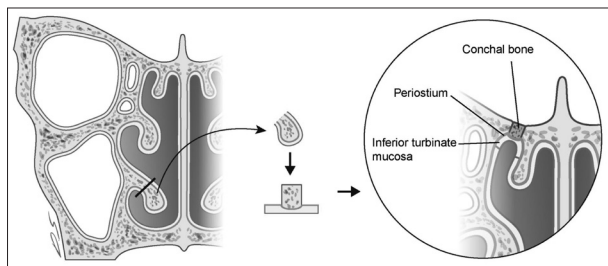


Fig. 1. Schematic illustration showing procedures of inferior turbinate bone-periosteum-mucosal composite free graft for skull base defect.

자에게 시행이 되었다.

먼저 뇌척수액이 유출되는 결손부위의 위치와 범위를 확인하고, 결손 부 주변 점막을 제거하여 뼈 부위가 노출이 되도록 한 다음(Fig. 2A), 지혈 거즈를 넣어 압박을 해준다. 그 다음, 하비갑개 앞부분 하단의 점막을 뼈를 포함하여 conchotomy scissors를 이용하여 채취를 한다(Fig. 2B). 채취된 하비갑개 조직에서 뼈가 부착되어 있는 상태를 유지하면서 결손부위크기에 맞게 뼈의 비교적 평평한 부분은 남기고 여분의 뼈 부분은 조심스럽게 떼어낸다(Fig. 2C). 주변부 점막은 뼈에서 박리를 할 때 골막이 점막에 부착되어 남겨질 수 있도록 주의한다. 이식편 크기는 결손부위를 충분히 덮고 남을 수 있을 정도로 다듬는다. 결국 이식편의 모양은 점막이 넓게 펼쳐진 안쪽 가운데 부분에 하비갑개뼈가 결손부위 크기로 부착되어 있고, 주변 점막은 골막이 부착되어 있는 상태가 된다. 결손 부위의 지혈거즈를 제거하고, 준비해둔 하비갑개 골-골막-점막 복합 이식편을 조심스럽게 결손 부위로 이동시킨다. 이식편 가운데의 뼈 부분은 결손부위에 잘 맞추어 끼워 질 수 있도록 한 뒤 주변점막이 잘 퍼져서 결손부위를 포함하여 넓게 덮혀 지도록 조심스럽게 펼친다(Fig. 2D). 주변부로 뇌척수액이 새지 않는 것을 확인한 뒤 Tisseal® (fibrin sealant; Baxter Healthcare, Deerfield, IL, USA)을 이식편 및 주변 부위에 넓게 뿌려 이식편이 고정될 수 있도록 하고(Fig. 2E), 그 위에 Gelfoam® (Upjohn, kalamazoo, MI, USA), Nasopore® (synthetic polyurethane foam, Polyganics BV, Netherlands)를 차례대로 덮은 후 바세린 거즈 팩킹으로 이식편이 떨어지지 않도록 지지를 한다(Fig. 2F).

결 과

첫 번째 환자(case 1)는 47세 남자로 안과로부터 수양성 비루를 주소로 본과에 협진 의뢰 되었다. 그레이브스 병 진단 후 안과적으로 양측 안와벽 감압술 시행 중 우측 사골동 천정부위의 결손으로 인한 뇌척수액 비루가 의심이 되어 본과에 협진 의뢰되었다. 전산화 단층촬영을 시행한 결과 우측 안와주위 지방조직이 비강내로 밀려나와 있는 소견과 함께, 우측 사상판의 가측판(lateral lamella of cribriform plate)에 결손이 관찰되고 있으며, 이 부위에서 뇌척수액 비루가 발생하는 것으로 의심이 되었다(Fig. 3). 전신마취 하에 내시경을 이용하여 비강내 접근하였으며, 뒤쪽 사골동의 바깥측에서 안와감압술을 시행한 지판결손 부위를 통해 안와 주위 조직이 비강 안으로 밀려나와 시야를 가리고 있었다. 안와 쪽에

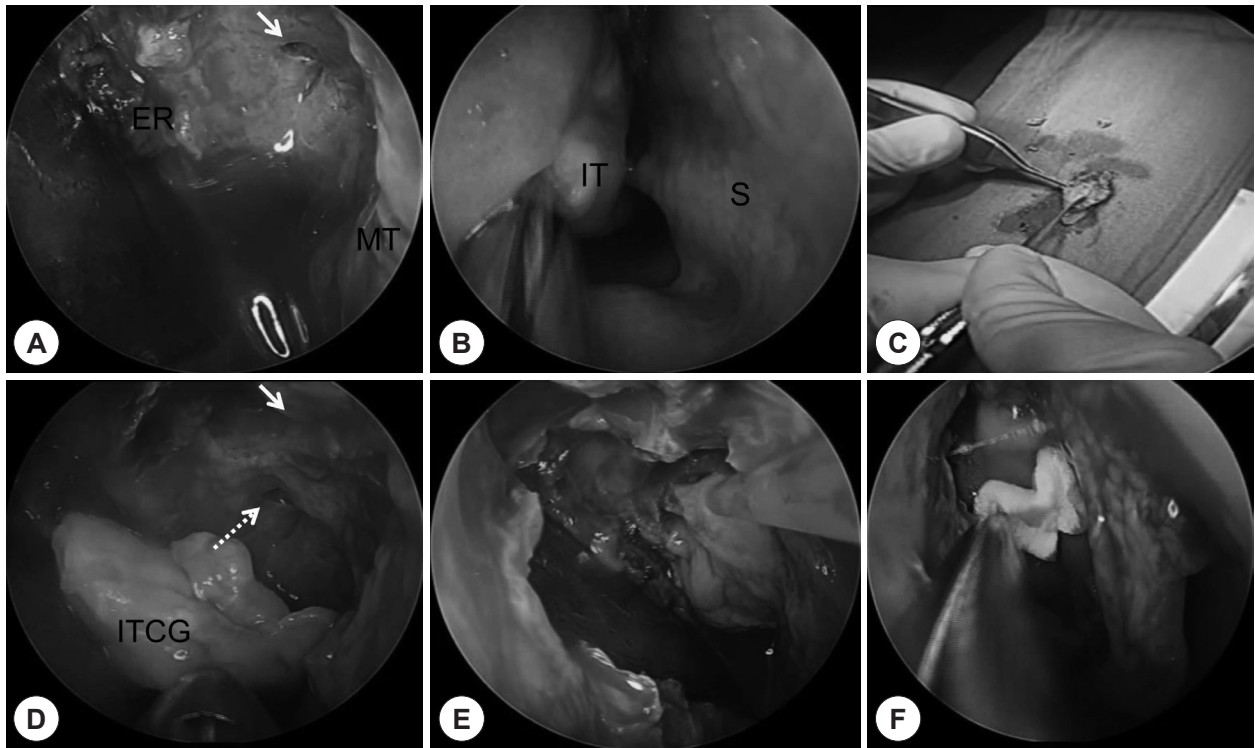
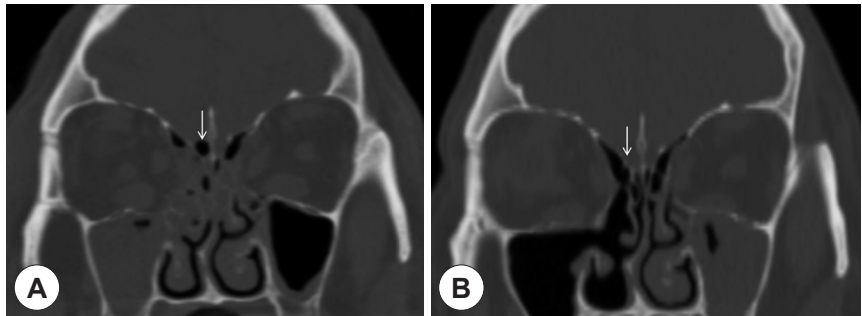


Fig. 2. Intraoperative photos of inferior turbinate bone-periosteum-mucosa free graft for skull base defect.

Fig. 3. Paranasal sinus coronal CT scan images from the patient of case 1. A: Preoperative image showing bony defect of lateral lamella of cribriform plate. B: Postoperative image showing repaired bony defect using inferior turbinate composite free graft.



서 거상기를 삽입 후 안주 주위 조직을 견인하여 비강 내 공간을 확보하였으며, 사상판의 가측판(lateral lamella of cribriform plate)에 생긴 약 10 mm 직경의 결손부위를 통해 뇌척수액이 유출되는 것을 확인하였다. 방법에 기술된 바와 같이 하비갑개 점막-골막-골 복합 이식편을 이용한 overlay 방법으로 결손부위를 복원하였다. 수술 후에는 침상안정을 취하게 하였으며, 요추천자는 시행하지 않았다. 술 후 특이 합병증은 관찰되지 않았고 별 다른 문제 없이 퇴원하였다.

두 번째 환자(case 2)는 57세 남자로 역시 그레이브스 병 진단 후 안과에서 안와벽 감압술 시행 중 뇌척수액 유출이 의심되어 본과로 의뢰되었다. 환자는 심한 두통을 호소하였으며, 전산화단층촬영을 시행한 결과 우측 사골동 천정부위에서 약 8 mm 정도의 결손을 통한 뇌척수액 유출이 관찰되

었다(Fig. 4). 두개강 내에서는 뇌척수액이 과다하게 유출이 되어 공기음영이 전반적으로 증가하는 기뇌증(pneumocephalus)소견이 보였다. 전신마취 하에 결손부위의 복원을 위하여 하비갑개 점막-골막-골 복합 이식편을 채취하였다. 결손 부위의 주변 점막을 제거하여 뼈 부위와 dura를 노출시킨 후 다시 측정 하였을 때 약 12 mm 정도로 증가하였고, 역시 overlay 방법으로 수술을 시행하였다. 수술 후에는 침상안정을 취하게 하였으며, 이번에는 뇌척수액 유출의 양이 많아 신경외과 협진 의견 하에 요추천자를 5일 간 시행 후 제거하였다. 술 후 특이 합병증은 관찰되지 않았고 별 다른 문제 없이 퇴원하였다. 수술 이후 8개월까지 경과관찰 하였으며 재발 및 특이 합병증은 관찰되지 않았다(Fig. 4).

세 번째 환자(case 3)는 66세 남자로 1년 전부터 지속된

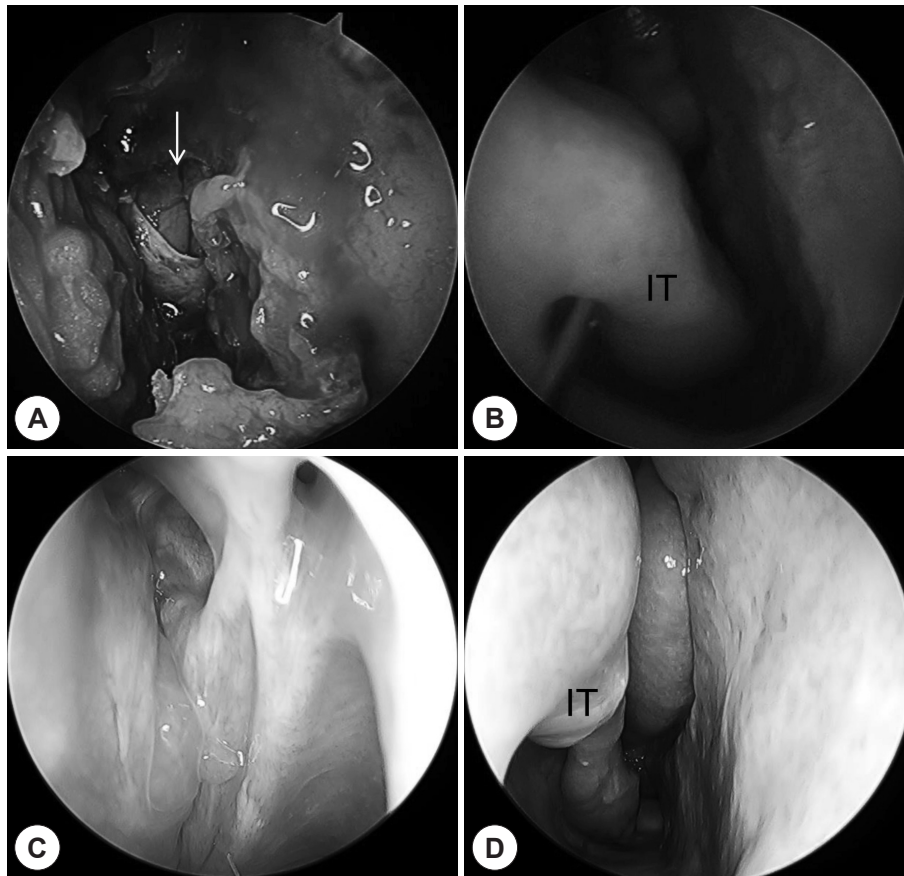


Fig. 4. Intraoperative photos showing (A) skull base defect & (B) inferior turbinate. POD 8months photos showing (C) skull base defect & (D) inferior turbinate.

좌측 코막힘을 주소로 외래 내원하였다. 특이 과거력은 없었으며, 뇌수술 및 두부 외상, 비내 수술력도 없었다. 환자 좌측 코막힘 외에 가끔씩 우측에서 맑은 물과 같은 콧물이 흐르는 증상이 있다고 진술하였다. 비내시경 검사상 우측 중비도에 작은 크기의 용종 및 비중격만곡이 확인되었으나 그 외 특이소견은 관찰되지 않았다. 수술 전 시행한 전산화 단층촬영에서는 비중격만곡 및 양측 만성부비동염이 소견 관찰되었고 그 외 특이소견은 역시 관찰되지 않았다. 먼저 비중격교정술 시행 후 좌측 부비동 수술을 먼저 시행하였으며, 이어 우측 부비동 수술을 진행 중 다소 출혈이 많은 편이었으나 별다른 문제 없이 진행이 되었다. 수술을 마무리 할 때 즈음 우측 사상판의 가측판(lateral lamella of cribriform plate)에 결손과 함께 박동성의 뇌척수액 비루가 확인되었다. 수술 전 CT에서 이 부위의 결손은 관찰되지 않았고 수술 과정에서 손상이 된 것으로 추정되었다. 발견된 결손 부위는 약 5 mm 정도의 직경이었으나, 주변부 점막을 제거하고 뼈부위를 노출시켰을 때 결손부위가 약 10 mm 정도로 증가하였다. 역시 같은 방법으로 결손 부위를 복원하였으며, 요추천자는 시행하지 않았고, 별다른 합병증 없이 잘 회

복되었다.

네 번째 환자(case 4)는 60세 여자로 안구부종을 주소로 안과로 내원하여 전산화 단층촬영상 안와 상부층에 생긴 골막하 농양과 함께 사골동 부위에 점액류 낭종 및 부비동염 소견 동반되었다. 지관에 결손부위가 의심되었으며, 사골동 내 염증이 안와 내로 파급된 것으로 판단되었다. 환자는 이전에 부비동염에 대한 내시경 부비동 수술 병력이 있었다. 항생제 치료에도 증상의 호전이 없어 전신마취하에 내시경 부비동수술을 통하여 사골동의 배농과 동시에 안과에서는 흡인 및 배농(aspiration and drainage)으로 안와내 상부층에 존재하는 골막하 농양의 배농을 계획하였다. 안와내 농양은 별다른 문제 없이 배농되었다. 사골동의 점액류 낭종도 내시경 부비동 수술로 역시 배농이 가능하였으며, 전산화 단층촬영 소견에서 후사골동 부위에도 염증 소견이 있어 이 부위를 열기 위해 중비갑개의 수직판으로 추정된 골벽을 부분적으로 개방하였다. 이때 농성 분비물 대신 혈성 분비물이 지속적으로 흘러나왔고, 박동성은 보이지 않았다. 수술 당시에는 뇌척수액 유출을 의심하지 못한 상태로 수술을 종료하였다. 수술 후 경과를 확인하기 위하여 시행한 전산화단

층촬영에서 안와내 골막하농양은 양이 감소되었으나, 후사골동 천정 부위에 결손이 의심되었고, 결손부위 바로 상부의 두개강 내에 공기가 유입된 소견이 관찰되었다. 환자는 38도 이하의 미열이 반복되었고 오심 증상이 동반된 두통이 있었으나 경부강직 등은 없었다. 뇌척수액 천자를 통한 검사를 시행하지는 않았으나, CT 상 뇌기저부 결손으로 인한 뇌척수액 유출 및 뇌수막염 증상이 의심되어 결손부위의 수술을 계획하였다. 전신마취 하에 지난번 수술 시 넣어둔 흡수성 지혈제를 제거하고 두개저 결손 부위를 다시 확인하였고 약 7 mm 정도로 측정되었다. 결손부의 주변 점막을 제거하여 정리한 후 하비갑개 골-골막-점막 복합 이식편을 이용하여 결손부위를 복원하였다. 요추천자는 시행하지 않았고, 별다른 합병증 없이 잘 회복되었다.

고 찰

뇌기저부 결손이 발생하였을 때 이를 복원하는 것은 뇌척수액 유출을 방지하고 공기가 두개강 내로 유입되는 것을 막을 뿐만 아니라, 무균적으로 유지되어야 하는 두개강 안쪽을 비강을 완전히 분리시켜 감염이 되지 않도록 하기 위하여 매우 중요하다.⁹⁻¹¹⁾ 내시경을 이용한 비내접근을 통한 복원술은 개두술(craniotomy) 후 뇌를 견인해야 하는 두개의 접근법보다 수술에 따른 위험성이 적다. 내시경을 이용한 뇌기저부 복원에서 혈관성 피판(vascularized flap)을 이용하는 경우는 성공율이 94%로 보고되고 있으며,¹²⁾ 유리 점막 피판(free mucosal graft)의 경우는 성공율이 낮아 비교적 작은 크기의 결손에 적용을 하는 것이 좋으며, 다양한 요소들을 고려하는 것이 성공율을 높이기 위해 중요하다.^{9,12-14)}

결손 부위의 위치와 크기를 정확히 평가해야 하며, 거미막(arachnoid)의 손상 정도를 파악하는 것도 필요하다. 그 외에 뇌압의 상승 여부, 이전 방사선 치료 병력, 지속적인 기뇌증(pneumocephalus) 등도 성공율에 영향을 미치는 요소들이다. 일반적으로 10 mm 이상 크기의 결손은 혈관성 피판(vascularized flap)이 성공율을 높이기 위하여 고려되는 것이 좋다.¹⁵⁾ 특히, 뇌수조(cistern)과 직접 교통이 되는 사대(clivus)나 안장위 부위(suprasellar area)의 결손에는 실패율을 낮추기 위하여 혈관성 피판(vascularized flap)이 적합하다. 혈관성 피판(vascularized flap)으로는 일반적으로 흔히 비중격 피판(nasoseptal flap)이 사용되는데, 필요에 따라 비강저 부분과 비중격의 앞부분 점막까지 박리하여 채취를 하면 전두개저부터 터키안(sella turcica)에 이르기까지 도달이 가능하여 결손부위 복원이 가능하다.¹⁶⁾ 본 증례 보고들

에서 비중격 피판이 일차적으로 사용되지 않은 이유는 결손 부위가 광범위하지 않았고 일차 수술이 실패를 하였을 경우 재수술시 비중격 피판 사용을 고려하였기에 우선적으로 비갑개 부위를 이용한 유리점막 피판 복원술을 시행하였다.

내시경적 접근법으로 이용할 수 있는 혈관성 피판(vascularized flap)으로는 inferior turbinate pedicled flap이 있다. 이는 접형구개동맥(sphenopalatine artery)의 분지인 후외측비동맥(posterior lateral nasal artery)에서 이어지는 하비갑개 동맥(inferior turbinate artery)을 주공급 동맥으로 하여 하비갑개의 점막을 박리하여 결손 부위를 복원하게 되며,^{17,18)} 전사골동맥(anterior ethmoidal artery)을 주 공급 동맥으로 한 anterior based inferior turbinate flap으로 이용하기도 한다.¹⁹⁾

10 mm 미만 크기의 결손은 유리 점막 피판(free mucosal graft)으로도 성공적으로 복원이 가능하다. Free mucosal graft를 시행할 때에도 자가이식편(뼈, 지방, 근막), 동종이식편(cadaveric pericardium, lyophilized dura mater), 혹은 hydroxyapatite 같은 재료를 함께 이용한 복합이식(composite graft) 재료로 underlay와 overlay 방법을 동시에 적용하는 것이 가장 추천이 된다.

유리 점막 피판(free mucosal graft)의 공여부는 중비갑개 점막 및 비중격 점막, 하비갑개 점막 등이 많이 사용되어진다. 10 mm의 이하의 작은 크기의 결손은 중비갑개 점막 및 비중격 점막의 사용도 충분히 고려할만 하다. 하지만 10 mm 이상의 큰 결손을 위해 해당 부위에서 점막을 충분히 채취하는 경우 합병증이 발생할 수 있다. 중비갑개 점막의 경우 대부분 결손 부위와 가까이 위치하기 때문에 점막 채취시 이차적인 손상 및 결손부의 확대가 발생할 수 있으며, 비중격 점막의 경우 비중격 천공등의 문제가 발생할 수 있다.

하비갑개 점막은 비교적 넓은 범위의 점막을 쉽게 얻을 수 있고, 떼어낸 공여 부위도 별다른 합병증 없이 잘 회복이 가능하다. 일반적으로는 하비갑개 골부위를 사용하지 않고 점막 부위만을 박리하여 사용을 한다.^{17,20)} 그러나 10 mm 크기의 결손이 절대적 기준이 되는 것은 아니며, 그 이상 크기의 결손에서도 유리피판에 의한 좋은 결과가 보고되었다.²¹⁾ Cassano 등도 하비갑개의 점막과 골막 부위만을 이용한 overlay free graft로 0.2~2.8 cm 까지의 결손 복원을 시도하여 우수한 치료 성적을 보고하였다.²⁰⁾ 이들의 보고에서 수술 후 실패는 모든 예에서 원인지 자발적(spontaneous) 뇌척수액 유출이 원인이었던 경우였으며, 결손부위의 크기와 상관없이 10 mm보다 작거나 큰 경우 모두가 존재하였다. 최소 1년 이상의 추적관찰에서 수막류(meningocele)나 수

막뇌류(meningoencephalocele) 등의 합병증은 발생하지 않았다.²⁰⁾ 가능하면 뼈나 연골 등 경도가 있는 재료를 함께 사용하는 것이 수술 성공률을 높이고 이들 합병증을 줄일 수 있을 것을 예상되나 아직까지 술자의 선호도에 따라 수술 방법이 다르며 결과도 다양하게 보고된다.²²⁾ 저자들의 의견으로는 가능하다면 뼈 구조물이 동시에 사용된 복합이식 방법이 overlay 방법에서 좀 더 안전할 것으로 예상되어 하비갑개 골-골막-점막 복합 이식 방법을 고안하게 되었다. 저자들의 경험에 의하면 세 개의 층으로 동시에 재건이 된다고 볼 수 있으며, 뼈 구조물이 결손 부위에 맞추어 삽입이 되므로 비교적 큰 결손 부위에도 박동성으로 발생하는 뇌척수액 유출에 대하여 이식된 피판을 안정적으로 유지하는 데 매우 도움이 되었다. 피판을 결손부위에 삽입 즉시 박동성 뇌척수액 유출이 막히는 것을 관찰 할 수 있었으며, 그 위에 fibrin glue를 뿌려 피판을 안정적으로 고정시킨 후 Gelfoam® 등으로 지지를 해주면 비교적 간단히 수술을 마무리 할 수 있었다. 또한 수막류 등과 같은 지연성 합병증을 예방하는 효과도 있을 것으로 예상된다. 그러나 본 술 식의 단점으로는 코의 생리적 기능에 중요한 역할을 하는 하비갑개의 넓은 부분을 절제를 하게 되므로 빈 코 증후군 혹은 위축성 비염 등의 합병증을 초래할 수 있는 가능성이 있다는 점이다. 본 증례에서는 공여 부위 및 환자 증상에서 수술 후 별다른 문제가 발생하지 않았으나, 공여부위에서 점막을 절제 시 이러한 점을 고려할 필요가 있으며, 가능하다면 비중격만곡증이 있어 좁은 부위에서 채취하거나 하비갑개 비후가 심한 쪽에서 채취하는 것이 이러한 합병증을 예방하는 데 도움이 될 것으로 사료된다.

결 론

뇌기저부 결손으로 인한 뇌척수액 유출을 복원하기 위하여 하비갑개 골-골막-점막 복합 이식을 이용한 overlay 방법은 비교적 큰 결손 부위에도 안정적으로 유지가 가능하였으며, 간단하고도 유용하게 사용될 수 있는 방법으로 사료된다.

중심 단어 : 뇌척수액 · 복원술 · 하비갑개 · 복합이식.

Acknowledgments

The authors would like to thank MID (Medical Illustration & Design) for his help with the illustrations.

REFERENCES

- 1) Loew F, Pertuiset B, Chaumier EE, Jaksche H. Traumatic, spontaneous and postoperative CSF rhinorrhea. *Adv Tech Stand Neurosurg* 1984;11:169-207.
- 2) Stankiewicz JA. Cerebrospinal fluid fistula and endoscopic sinus surgery. *Laryngoscope* 1991;101:250-6.
- 3) Mirza S, Thaper A, McClelland L, Jones NS. Sinonasal cerebrospinal fluid leaks: management of 97 patients over 10 years. *Laryngoscope* 2005;115:1774-7.
- 4) Wigand ME. Transnasal ethmoidectomy under endoscopic control. *Rhinology* 1981;19:7-15.
- 5) Alexander A, Mathew J, Varghese AM, Ganesan S. Endoscopic Repair of CSF Fistulae: A Ten Year Experience. *J Clin Diagn Res* 2016; 10:MC01-04.
- 6) Ibrahim AA, Okasha M, Elwany S. Endoscopic endonasal multi-layer repair of traumatic CSF rhinorrhea. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2016;273:921-6.
- 7) Senior BA, Jafri K, Benninger M. Safety and efficacy of endoscopic repair of CSF leaks and encephaloceles: a survey of the members of the American Rhinologic Society. *Am J Rhinol* 2001;15:21-5.
- 8) Turgut S, Ercan I, Pinarci H, Beskonakli E. First experience with transnasal and transseptal endoscopic and microscopic repair of anterior skull base CSF fistulae. *Rhinology* 2000;38:195-9.
- 9) Harvey RJ, Smith JE, Wise SK, Patel SJ, Frankel BM, Schlosser RJ. Intracranial complications before and after endoscopic skull base reconstruction. *Am J Rhinol* 2008;22:516-21.
- 10) Bernal-Sprekelsen M, Bleda-Vazquez C, Carrau RL. Ascending meningitis secondary to traumatic cerebrospinal fluid leaks. *Am J Rhinol* 2000;14:257-9.
- 11) Bernal-Sprekelsen M, Alobid I, Mullol J, Trobat F, Tomas-Barberan M. Closure of cerebrospinal fluid leaks prevents ascending bacterial meningitis. *Rhinology* 2005;43:277-81.
- 12) Harvey RJ, Parmar P, Sacks R, Zanation AM. Endoscopic skull base reconstruction of large dural defects: a systematic review of published evidence. *Laryngoscope* 2012;122:452-9.
- 13) Patel MR, Stadler ME, Snyderman CH, Carrau RL, Kassam AB, Germanwala AV, et al. How to choose? Endoscopic skull base reconstructive options and limitations. *Skull base: Official Journal of North American Skull Base Society* 2010;20:397-404.
- 14) Kassam AB, Prevedello DM, Carrau RL, Snyderman CH, Thomas A, Gardner P, et al. Endoscopic endonasal skull base surgery: analysis of complications in the authors' initial 800 patients. *Journal of Neurosurgery* 2011;114:1544-68.
- 15) Harvey RJ, Nogueira JF, Schlosser RJ, Patel SJ, Vellutini E, Stamm AC. Closure of large skull base defects after endoscopic transnasal craniotomy. *Clinical article. Journal of Neurosurgery* 2009;111:371-9.
- 16) Pinheiro-Neto CD, Prevedello DM, Carrau RL, Snyderman CH, Mintz A, Gardner P, et al. Improving the design of the pedicled nasoseptal flap for skull base reconstruction: a radioanatomic study. *Laryngoscope* 2007;117:1560-9.
- 17) Chin D, Harvey RJ. Endoscopic reconstruction of frontal, cribriform and ethmoid skull base defects. *Advances in oto-rhino-laryngology* 2013;74:104-18.
- 18) Fortes FS, Carrau RL, Snyderman CH, Prevedello D, Vescan A, Mintz A, et al. The posterior pedicle inferior turbinate flap: a new vascularized flap for skull base reconstruction. *Laryngoscope* 2007;117: 1329-32.
- 19) Amit M, Cohen J, Koren I, Gil Z. Cadaveric study for skull base reconstruction using anteriorly based inferior turbinate flap. *Laryngoscope* 2013;123:2940-4.
- 20) Cassano M, Felippu A. Endoscopic treatment of cerebrospinal fluid leaks with the use of lower turbinate grafts: a retrospective review

- of 125 cases. *Rhinology* 2009;47:362-8.
- 21) Zweig JL, Carrau RL, Celin SE, Schaitkin BM, Pollice PA, Snyderman CH, et al. Endoscopic repair of cerebrospinal fluid leaks to the sinonasal tract: predictors of success. *Otolaryngology--head and neck surgery: official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery* 2000;123:195-201.
- 22) Heo SJ, Kim JS. Endoscopic Management of Cerebrospinal Fluid Rhinorrhea. *J Rhinol* 2014;21(1):15-21.