

2016년 대한흉부심장혈관외과학회 통합 학술대회 및 연수교육

【2016년 흉벽연구회 학술대회】

How to Manage Lower Anterior Bony Thorax Defect - Case Discussion

연세대학교 강남세브란스병원 흉부외과학교실

이 성 수

Cross Bar Technique

가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원 흉부외과학교실

문 영 규

Video-assisted Removal of Broken Substernal Bar in Recurrent Pectus Excavatum Patient Underwent Modified Ravitch Operation: A Case Report

가톨릭대학교 의과대학 성빈센트 병원 흉부외과

안세하, 장용진, 조덕곤, 조규도

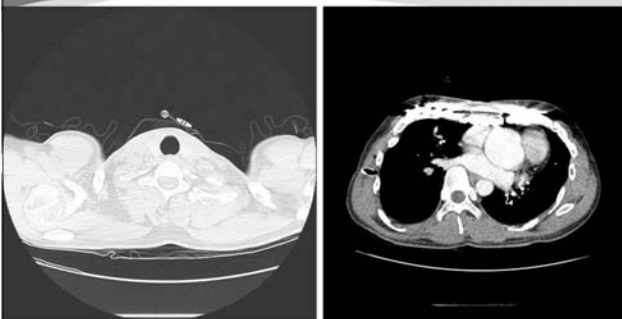
Case

- ▶ M/19
- ▶ Chief complaint : Chest pain
- ▶ Dx. : Spontaneous pneumothorax(2nd episode) & broken substernal strut
- ▶ Marfan syndrome with pectus excavatum, scoliosis
- ▶ Op Hx.
 - 1st op : 2004, Nuss operation
 - 2nd op : 2008.11.21 VATS LUL wedge resection
 - 3rd op : 2008.11.26 Modified Ravitch operation (Sternal support with substernal strut)

Preop. Evaluation - Plain x-ray



Preop. Evaluation - Chest CT



Operation

- ▶ Skin incision on previous op site of anterior chest
- ▶ Sufficient dissection and exposure of substernal strut and then removal of Lt sided fragment of broken plate after overgrowth bone resection
- ▶ Difficult removal of Rt sided plate due to substernal bone overgrowth into plate holes
- ▶ position change to Lt down decubitus
- ▶ Identification of Rt substernal plate, broken tip of plate and then removal of substernal overgrowth bone using biopsy instruments
- ▶ After complete exposure of plate, careful plate removal through anterior chest wound

Operation

Postop. Plain x-ray

Case review

Modifications of the open repair:
'Ravitch procedure'

Surgical repair of Pectus Excavatum and Pectus Carinatum

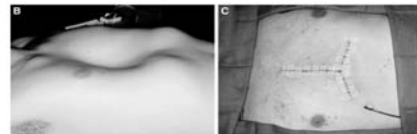
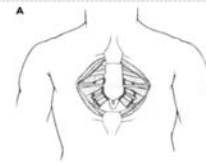
- ▶ During the past 50 years...
 - ▶ **Surgical repair of PE has evolved significantly**
- ▶ Two most common methods among various techniques...
 - ▶ (1) **Modifications of the open approach**
 - ▶ (2) The Nuss approach.
- ▶ **Modifications of the open repair** (first described by Ravitch)
 - ▶ Resects minimal cartilage
 - ▶ Yields excellent results with low morbidity
 - ▶ Lower cost, shorter hospitalization, and less postoperative pain

Surgical repair of Pectus Excavatum and Pectus Carinatum

- ▶ Modifications includes mesh, but the majority of procedures include
- ▶ **Placement of a metal strut to support the sternum**
 - may be left in place for 6 months to a year.
- ▶ Ideal for patients who have...
 - ▶ Combination of PE and carinatum,
 - ▶ Significant asymmetry,
 - ▶ Extensive defects involving the upper ribs and cartilage.

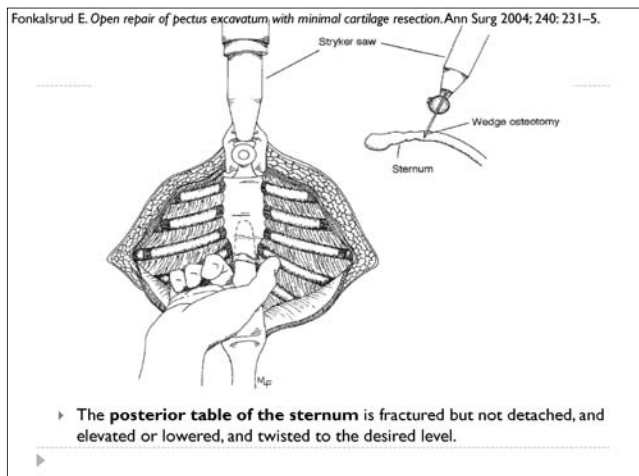
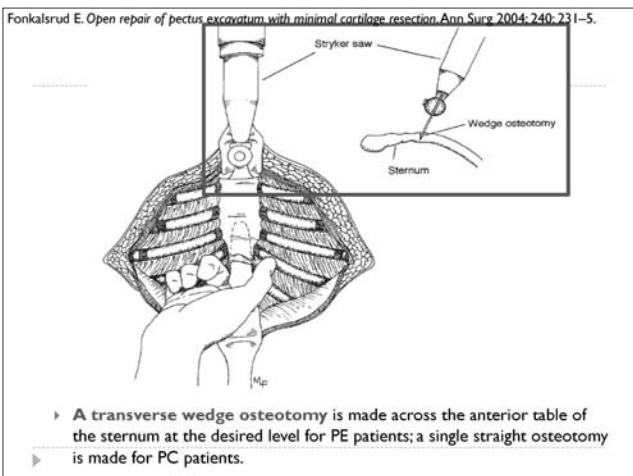
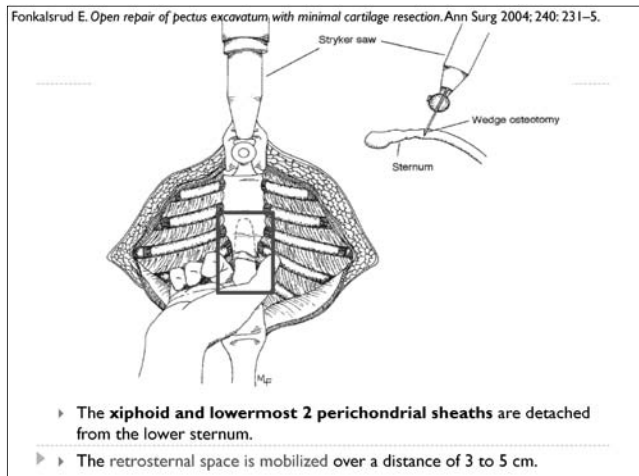
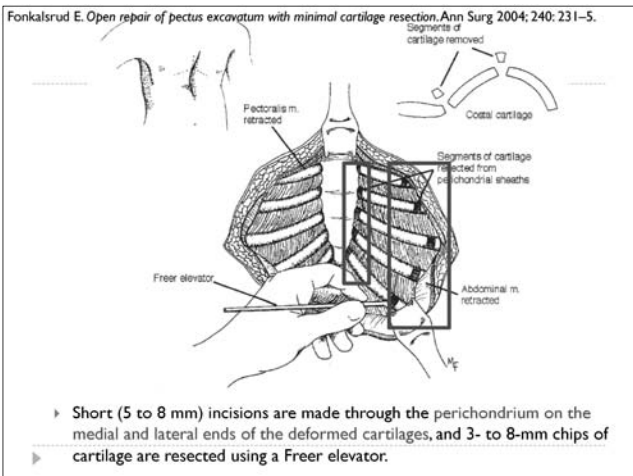
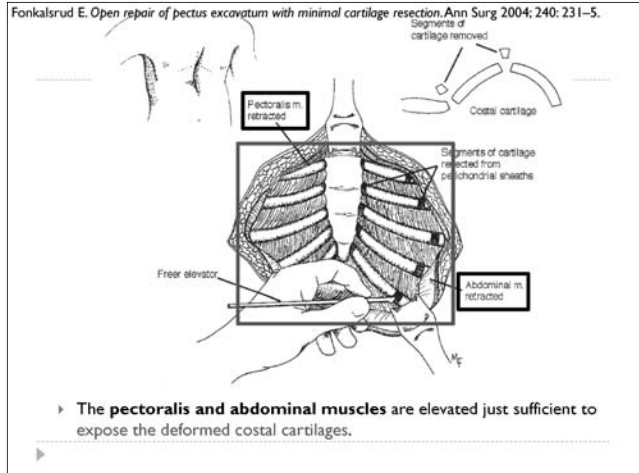
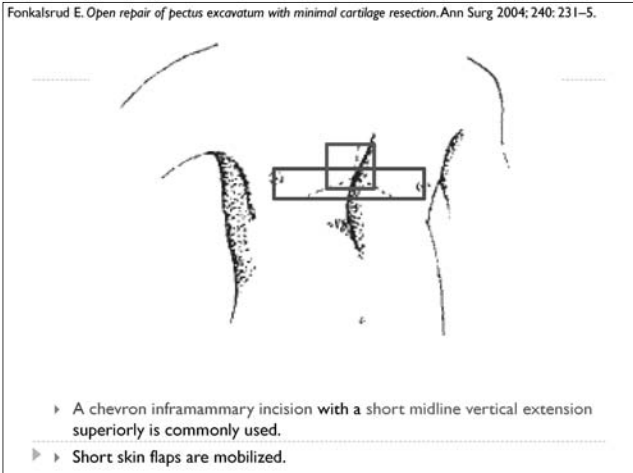
Jaroszewski D. *Current management of pectus excavatum: a review and update of therapy and treatment recommendations.* J Am Board Fam Med 2010; 2: 230-9.

Surgical repair of Pectus Excavatum and Pectus Carinatum



(A) Schematic diagrams
(B and C) Operative photographs, depicting the modified Ravitch procedure.

Jaroszewski D. *Current management of pectus excavatum: a review and update of therapy and treatment recommendations.* J Am Board Fam Med 2010; 2: 230-9.



Fonkalsrud E. Open repair of pectus excavatum with minimal cartilage resection. Ann Surg 2004; 240: 231-5.

- ▶ The xiphoid and costal cartilages are reattached to the sternum with nonabsorbable suture or wire.
- ▶ The lateral ends of the costal cartilages are sutured back to the ribs.

Fonkalsrud E. Open repair of pectus excavatum with minimal cartilage resection. Ann Surg 2004; 240: 231-5.

- ▶ The sternal periosteum is sutured over the wedge osteotomy.
- ▶ An Adkins strut is placed across the lower chest anterior to the sternum and costal cartilages and attached to the appropriate rib on each side with fine wire.

Fonkalsrud E. Open repair of pectus excavatum with minimal cartilage resection. Ann Surg 2004; 240: 231-5.

- ▶ A large wire or 2 large absorbable sutures are placed around the lower sternum and secured to the strut.

Discussion

- ▶ **most surgeons prefer internal fixation of the sternum to prevent paradoxical respiration and redepression**
- ▶ **Stainless steel struts of appropriate size placed retrosternally for internal fixation are extracted after 6 months on outpatient basis**
- ▶ **Other materials for fixation of sternum and anterior thorax are: autologous costal cartilage, Kirschner wire, Steinman pins, and, lately, bioabsorbable bars.**

- ▶ **prefer to use steel struts**
- ▶ **cheap, easy to find, and easy to place and extract**
- ▶ **to obtain optimal chest contour and reattachment of the costal cartilages to the sternum**
- ▶ **to minimize the occurrence of postoperative respiratory distress caused by paradoxical chest wall motion, reduce pain, permit early ambulation and deeper respirations, as well as reduce hospitalization and cost, and maximize the extent to which the defect was permanently corrected.**
- ▶ **an unbelievable complication should always be kept in mind**

Conclusion

- ▶ **a strong and potentially longstanding sternal and perichondreal support postoperatively**
- ▶ **the pectus bar had enough force to elevate the anterior chest wall, which was more powerful than a strut**
- ▶ **used the pectus bar instead of a strut**

Ann Thorac Surg 2007;84:647-8 KIM ET AL
MODIFIED RAVITCH PROCEDURE USING A PECTUS BAR

Severity of Chest Wall depression in Pectus Excavatum Is Associated with Cardiac Dysfunction: Prospective Observation Study in the Nuss Minimally Invasive Repair

Thoracic and Cardiovascular Surgery,
Korea University Guro Hospital

Kook Nam Han, Hyun Koo Kim, Young Ho Choi

Background

It has been hypothesized that there is impairment of cardiac function in pectus excavatum have visible deformities of the heart on radiological images. This study is based upon the measurement of B-type natriuretic peptide (BNP) secreted by the ventricle of the heart in response to excessive stretching of heart muscles by the severity of the chest wall depression in pectus excavatum

Methods

Prospectively, we measured the blood level of BNP at pre/postoperative 1,3,5 and 7 days in 50 patients underwent Nuss pectus repair. We investigated the correlation between serial changes of BNP and severity of chest wall deformity (Haller index).

Results

The mean Haller index was 4.2 ± 0.8 (3.3–6.2) in patients with severe chest wall depression (CT index ≥ 3.2 (n=34)). FVC% (p=0.007) and FEV1% (p=0.040) were impaired and preoperative BNP was more elevated in severe group (p=0.012) compared to non-severe group. Postoperatively, BNP level in severe group remained higher compared to non-severe group until postoperative 5 days. The BNP level in severe group was normalized at postoperative 7 days.

Conclusions

Our results might provide the objective evidence of cardiac dysfunction and differences of postoperative recovery by the severity of chest wall depression in pectus excavatum.

Table 1. Patients characteristics

Group	CT index < 3.2 (n=16)	CT index ≥ 3.2 (n=34)
Age	13 ± 5 (6-22)	13 ± 8 (3-33)
Sex		
Male	14	27
Female	2	7
BMI	17.7 ± 2.9 (13-25.4)	16.7 ± 2.6 (7.3-21.1)
Haller index	2.9 ± 0.3 (2.4-3.2)	4.2 ± 0.8 (3.3-6.1)
Asymmetric index	1.07 ± 0.04 (1.01-1.15)	1.06 ± 0.03 (1.01-1.13)
FVC%	90 ± 13 (71-112)	76 ± 13 (44-94)
FEV1%	90 ± 13 (74-119)	77 ± 22 (52-97)
DLCO%	91 ± 21 (60-123)	84 ± 14 (50-103)

Table 2. Follow-up B-type natriuretic peptide

Group	CT index < 3.2 (n=16)	CT index ≥ 3.2 (n=34)
Preop	25.3 ± 17.1	45.4 ± 35.9
POD1	327.3 ± 151.2	423.5 ± 371.2
POD3	134.7 ± 179.6	252.5 ± 303.1
POD5	39.9 ± 28.4	135.9 ± 174.2
POD7	28.9 ± 21.1	55.4 ± 41.7

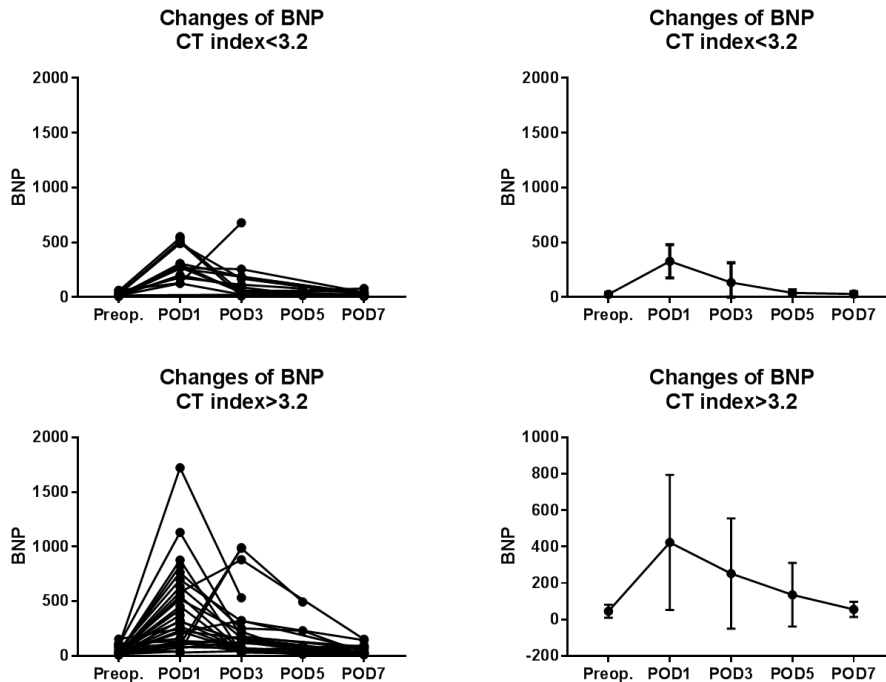


Fig. 1. Serial measurement of B-type natriuretic peptide in patients underwent Nuss pectus repair.

Right Upper Lobectomy with Wide Chest Wall Resection for Lung Cancer Surgery

대구파티마병원 흉부외과

허동명, 김병호, 한원경

49세 남자로 RUL lung mass로 2015년 2월 타 대학병원에서 NSCLC로 진단받은 후 neoadjuvant therapy후 수술치료 고려하였으나 1개월후 추적검사에서 종양의 진행이 빨라서 치료불가능 상태로 판단되어서 진통제 등의 보존적 치료하면서 지내다가, 2015년 5월 본원에 내원하여 lung biopsy 시행하였고 NSCLC (T3N0M0, stage IIB)로 진단되어 2016.5.29일부터 2016.7.24일까지 Etoposide-Cisplatin (EP) 3차례 치료 및 방사선 치료(5000 cGy, 200 cGy×25) 받은 후 종양크기가 감소하여서 2016.8.25일 right upper lobectomy of lung with chest wall wide resection (3rd-7th rib)하고 2장의 2 mm Goretex graft를 붙여서 chest wall reconstruction 수술 후 양호한 경과를 보이다 2016.9.14일 퇴원하였으며 수술 후 9개월까지 잘 지내고 있는 상태이다.

The Role of Minimally Invasive Thoracoscopic Approach for the Operation of Non-small Cell Lung Cancer Involving Vertebral Column: A Case Report

서울대학교 의과대학 서울대학교병원 흉부외과학교실

현관용, 강창현, 박샘이나, 황유화, 이현주, 박인규, 김영태

Close cooperation with neurosurgical team is a key factor for the success in surgical treatment of non-small cell lung cancer (NSCLC) invading vertebral column. We report a case of successful resection of vertebra and NSCLC with the support of thoracoscopic lobectomy and vertebral dissection.

52-year-old man with a complaint of back pain was referred to our clinic for a lung mass. Computed tomography scans of the chest revealed a 3.1 cm sized NSCLC, which was invading chest wall and T2 vertebra. Magnetic resonance imaging also demonstrated extrapleural mass abutting 2nd rib head and T2-3 vertebra at the 2nd intercostal space with no spinal cord impingement. With a finding of interval decrease in the size of lung and bone lesions after neoadjuvant concurrent chemoradiation for the tumor, the patient underwent surgery. For safe and faster vertebral resection, partial discectomy and intercostal artery ligation was performed through right thoracoscopic approach. Then the patient was turned over opposite site and thoracoscopic left upper lobectomy and mediastinal lymphadenectomy was performed. Partial discectomy and intercostal artery ligation was also performed in left side. En-bloc T2 vertebrectomy and 2nd-3rd left rib partial resection was performed by neurosurgeon in prone position and T2 interbody reconstruction using a cage, and posterior stabilization from C7 to T6 were performed. The patient fared well postoperatively and recovered full strength without any weakness or gait disturbance. His pain improved significantly and he was discharged home at the 8th post-operative day. Final pathological findings were consistent with T4 adenocarcinoma of the left upper lobe, but with microscopic tumor infiltration of the resection margin of the 2nd and 3rd rib. For which, he was arranged for a 3-week boost radiation therapy over the left posterior chest wall.

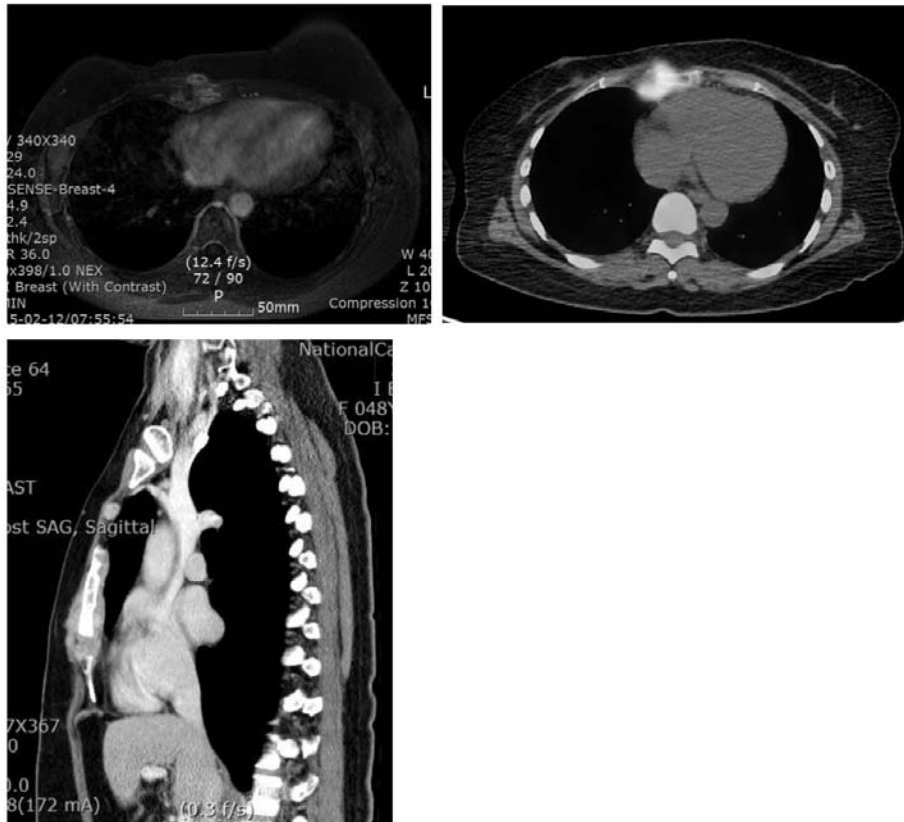
Thoracoscopic vertebral dissection may help minimize the surgical trauma and maximize the mobilization of the vertebra during total vertebrectomy. It also provides safe operation field for further neurosurgical dissection by putting aside the aorta from the vertebral body. Hence, it offers the surgeon another tool in the treatment of NSCLC involving vertebral column.

Sternectomy and Anterior Chest Wall Reconstruction Using Titanium Plates for Recurrent Breast Cancer

국립암센터 흉부외과

양희철, 문덕환, 전재현, 김문수, 이종목

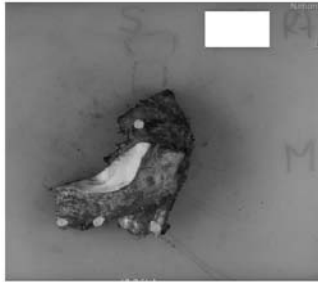
2002년 우측 유방암(Intraductal carcinoma) 진단 후 Rt. breast lumpectomy 시행하고 보조항암화학요법 (AC#4) 및 방사선 치료 후 5년간 Tamoxifen 치료 마치고 2010년 이후 follow up loss 되었던 49세 여자 환자로, 우측 유방암 재발 소견으로 2015년 2월 breast core needle biopsy, Breast MRI 및 PET-CT 시행하였다. Mass 는 $4.5 \times 3 \times 6.7$ cm 크기로 sternum과 인근 rib들을 침범하고 있었으며, 다른 장기로의 전이 소견은 없었다.



전신마취하에 Clamshell incision을 통해 아래와 같이 수술 시행하였다.

1. En bloc chest wall resection including skin, muscle, sternal body and Rt. 3-7th rib

2. Chest wall reconstruction with Titanium plates and Gore-Tex patch 2 mm



Postoperative courses

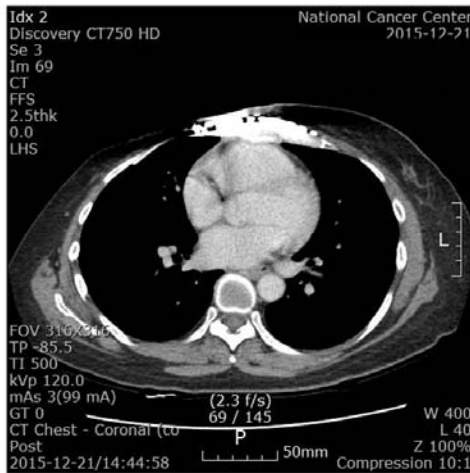
POD #1: Extubation and transfer to general ward

POD #3: Chest tube removal

POD #7: J/P drain removal

POD #8: Discharge

POD #1y 3mo: NED (doing well without wound problem & respiratory difficulty)



결 론

가볍고 내구성이 뛰어나며, molding이 상대적으로 쉬운 Titanium plate를 이용한 앞 흉벽 재건술은 환자의 흉곽 모양을 수술 전처럼 만들어 줄 수 있으며, 이는 호흡 기능 보존에 도움이 될 것으로 기대한다.

악성흉벽종양의 수술

서울대학교 의과대학 서울대학교병원 흉부외과학교실

박 인 규

흉벽에는 외상으로 인한 혈종, 양성종양, 전이성종양, 또는 원발성악성육종 등 다양한 종괴가 발생할 수 있고, 원인에 따라 치료방법의 차이가 크기 때문에 치료 전에 충분한 평가와 진단이 이루어져야 적절한 치료를 시행할 수 있다. 흉벽악성종양에 대한 부적절한 진단방법과 불완전한 절제술은 환자의 생존 가능성을 심각하게 저해할 수 있기 때문에 흉부외과 의사가 진단 방법과 치료 원칙을 숙지하고 전 과정을 주도하는 것이 중요하다.

악성흉벽종양의 진단

모든 흉벽 종양은 악성종양의 가능성을 염두에 두고 접근하여야 한다. 약 50-70% 환자에서 종괴가 촉진되고, 20-50% 환자가 통증을 호소한다. 일반적으로 통증은 악성종양에서 자주 나타나지만 양성종양 환자의 약 30% 도 통증을 호소한다. 이 외에 체중감소, 림프절비대, 또는 상완신경총 신경증 등이 동반될 수 있으며 Ewing's sarcoma 경우에는 발열이나 전신쇠약감이 나타나기도 한다. 환자의 평균연령은 양성종양이 26세, 악성종양이 40세로 다르기 때문에 환자의 나이가 진단을 추정하는데 도움이 된다. Osteosarcoma에서 alkaline phosphatase의 증가가 나타날 수 있으나 이는 비특이적인 소견이며 일반적으로 혈액검사는 흉벽종양의 진단에 도움이 되지 않는다. 흉부 x선 검사 사진은 늑골의 종양의 자라는 속도를 추정하는데 도움이 되므로 가능한 과거 x선 사진을 확인하여야 한다. 흉부 CT는 종양의 특성과 흉막, 종격동, 및 폐 등의 침범 여부, 그리고 폐전이 여부 등을 평가하는데 유용하므로 모든 환자에서 시행하여야 한다. MRI는 CT에 비해 검사시간이 오래 걸리는 단점이 있으나 악성종양에서 연부조직 침윤 여부와 신경이나 혈관과의 관계를 평가하는데 CT보다 유용하다. Bone scan이나 PETCT는 병변의 특성을 파악하는데 도움이 되며 전신전이 진단을 위해 시행할 수 있다.

방사선검사로 악성이 완전히 배제 되지 않는 경우에는 조직학적 진단을 얻는 것이 가장 중요하다. 일부 육종에서는 수술전 항암화학치료가 기본적인 치료이며 Ewing's sarcoma, plasmacytoma, 또는 전이를 동반한 경우에는 항암화학치료가 필요하기 때문에 조직학적 진단은 필수적이다. Needle biopsy (fine needle aspiration, core biopsy), incisional biopsy, 또는 excisional biopsy (wide local excision) 등으로 조직진단을 얻을 수 있다. 전통적으로는 종양을 완전절제하면 정확한 진단과 동시에 치료가 가능하고, 종양세포의 파종 가능성이 없으며, 절제 후 추가치료가 가능하기 때문에 excisional biopsy가 우선적으로 고려되어 왔다. 그러나, 최근에는 needle biopsy 정확도가 90%에 이르기 때문에 needle biopsy를 우선적으로 시행할 것을 권장하며 excisional biopsy는 2cm 미만의 종양이나 영상검사로 양성종양의 증거가 명백한 경우에 시행할 것을 추천하고 있다. Incisional biopsy는 극히 제한된 경우에서 조심스럽게 시행하여야 하며 주위 연부조직으로 종양세포가 파종되는 것을 최소화하여야 한다.

악성 흉벽종양의 치료

육종은 항암화학치료에 대한 반응에 따라 크게 항암화학치료 민감군(chemosensitive)과 내성군(chemoresistant)으로 구분할 수

있다. 수술전 항암화학치료는 종양의 화학치료민감도를 평가와 수술범위 축소의 장점이 있다. 육종의 치료 방침은 크게 1. 항암치료 → 수술 → 항암화학치료, 2. 근치적절제술 및 흉벽재건, 3. 수술 전 항암화학치료 → 수술 등으로 구분할 수 있다. 1번은 osteosarcoma, rhabdomyosarcoma, PNET, Ewing's sarcoma 등에 적용할 수 있고, 2번은 전이가 없는 malignant histiocytoma, fibrosarcoma, liposarcoma, synovial sarcoma 등에 적용할 수 있고, 3번은 전이를 동반하였으나 원발병소가 절제 가능한 osteosarcoma 등에서 적용 가능하다. 그러나 소아환자나 10 cm 이상의 고악성도(high-grade) 심부종양에서는 증례 별로 적절한 치료방침을 정하여야 한다.

악성골조직육종

1. Chondrosarcoma

Chondrosarcoma는 가장 흔한 흉벽의 악성종양으로 전체 흉벽종양의 25%, 악성흉벽종양의 50%를 차지한다. Chondroma와 마찬가지로 전흉부에 발생하며 80%는 늑골에, 20%는 흉골에 발생한다. 약 12.5%는 외상과 관련이 있다. CT 소견은 점상 석회화(stippled calcification)를 동반한 방사선 투과성병변(radiolucent lesion)으로 보인다. Incisional biopsy 등으로는 chondroma와의 감별이 어렵기 때문에 excisional biopsy로 진단된다. 대부분의 chondrosarcoma는 서서히 자라며 저악성도(low-grade) 종양이다. 치료는 4 cm 절제연의 광범위절제술이며 항암화학치료나 방사선치료에 대한 반응도는 낮다. 흉골에 발생한 경우에는 흉골과 양측 늑골까지 함께 절제하여야 한다. 종양의 악성도와 절제범위가 예후인자이며, 국소절제 후 재발율은 50%이고 광범위절제 후 재발율은 17%이다. Mayo clinic의 보고에 따르면 치료범위에 따른 5년 생존율은 광범위 절제술은 96%, 국소절제술(local excision)은 70%, 고식적수술은 40% 이다. 최근 발표된 Scandinavian Sarcoma Group 연구에서는 2cm 이상의 절제연 절제술 후 10년 생존율을 92%로 보고하고 있다.

2. Osteosarcoma

Osteosarcoma는 가장 흔한 골종양이지만, 흉벽에 발생하는 빈도는 낮다. 항암화학치료에 민감하기 때문에 수술전 항암화학치료 후에 광범위절제술을 하고 이후에 항암화학치료를 시행한다. 폐전이가 있는 경우에도 절제가 가능하다면 수술전 항암화학치료 후에 수술을 시행한다.

3. Ewing's sarcoma

대부분의 환자가 5-30세 사이이며 소아에서 가장 흔한 악성흉벽종양이다. 점점 강도가 증가하는 통증을 호소한다. 방사선검사서 특징적인 onion-peel 소견을 보인다. 세침조직검사로 진단 가능하지만 excisional biopsy가 필요할 수 있다. 침범된 늑골전체를 절제하고 위-아래 늑골은 부분절제 한다. 수술전 항암화학치료 후 절제술이 기본치료이다. 수술전 항암화학치료의 완전관해율은 5% 정도이며, 절제범위를 줄이는데 도움이 된다. 이는 소아환자의 흉벽절제에 매우 중요한 요소이다. 절제술 후 방사선치료는 불완전절제 환자에서만 효과가 있는 것으로 보고되고 있다.

악성연부조직육종

1. Malignant fibrous histiocytoma

Malignant fibrous histiocytoma는 fibroblast에서 기원하는 악성종양으로 장년기 이후에 발생하는 연부조직육종 중에 가장 흔한 육종이다. 주로 50-70세 사이에 주로 발생하며, 20세 이하에는 매우 드물게 발생한다. 통증을 동반하며 큰 경우에는 촉진되기도 한다. 방사선검사서 주위 연부조직과 골의 파괴 동반한 종괴로 나타난다. 치료는 4 cm 이상의 절제연을 확보하여 광범위절제술이며 2/3 이상의 환자에서 국소재발이나 원격전이가 발생한다.

2. Liposarcoma

Liposarcoma는 대부분 통증을 동반하지 않는 종괴로 나타나며 대부분 저악성도 종양이다. 치료는 광범위절제술이며 절제연에 종양이 없는지 동결절편검사로 확인하여 필요하면 추가 절제를 시행하여야 한다. 국소재발은 재수술하거나 방사선치료를 시행할 수 있으며 생존에는 영향이 없는 것으로 알려져 있다.

3. Fibrosarcoma

Fibrosarcoma는 통증을 동반하는 커다란 종괴로 나타나며 방사선검사에서 주위 조직의 파괴 소견을 보인다. 치료는 광범위 절제이며 5년 생존율은 50-60% 정도이다.

4. Rhabdomyosarcoma

흉벽에 드물게 발생하며 항암화학치료에 잘 반응한다. 치료는 수술전 항암화학치료 후 절제술이다.

흉벽의 절제와 재건

흉벽전이, 양성종양, 및 저악성도 종양의 경우에는 2 cm 절제연의 국소절제만으로도 충분하지만 악성종양에서는 4 cm 이상의 절제연을 확보하여 광범위절제술을 시행하여야 한다. 따라서 흉벽의 악성종양 절제를 위해서는 4 cm 이상의 절제연을 확보할 수 있게 절제범위 및 절제구조물에 대한 계획과 재건에 대한 계획을 정하는 것이 중요하다. 병변의 위치와 주위조직 침범 여부가 절제범위를 결정하는데 중요하며 악성종양의 경우 종양경계로부터 위와 아래 정상늑골을 포함하여 절제하여야 한다. 흉곽 측면부 종양의 경우에는 단순한 광범위 절제술을 시행하고 필요에 따라 폐, 흉막, 근육, 또는 피부를 같이 절제할 수 있다. 흉곽의 전면부에 발생한 경우에는 흉골의 부분절제가 필요할 수 있으며 흉골에 발생한 경우에는 흉골전체를 절제하여야 할 수도 있다. 흉곽의 후면부의 종양 중에 늑골두(rib head) 근처에 발생하여 costovertebral articulation을 넘어간 경우에는 부분적인 척추절제(vertebrectomy)가 필요할 수 있다. 흉벽의 골격재건(skeletal reconstruction) 여부나 방법에 대해서는 정확한 기준이 정립되어 있지 않다. 일반적으로 감염이 있거나 5 cm 이하의 흉벽결손은 재건하지 않는다. 후흉벽 상부의 10 cm 미만의 흉벽결손도 재건이 필요치 않지만, 견갑골하부 근처의 흉벽결손은 5 cm 이하일지라도 견갑골의 흉강 침범(impingement)을 방지하기 위해 재건하여야 한다. 이외의 5 cm 이상의 흉벽결손은 재건이 필요하다. 흉벽의 안정화(stabilization)을 위해서는 2-mm Gore-Tex soft tissue patch[®], Prolene mesh[®], 및 Marlex mesh[®] 등을 사용할 수 있다. Gore-Tex patch[®]나 Prolene mesh[®]는 단단히 고정하면 모든 방향으로 장력이 발생하여 강도를 유지하는 특성이 있지만, Marlex mesh[®]는 한 방향으로만 장력이 전달되는 특성이 있다. Gore-Tex patch[®]는 흉막액의 침투를 막아주고, 주위 골조직에 단단히 고정하면 충분한 정도로 안정적으로 흉벽을 유지하며 근육피판(myocutaneous flap)을 사용할 경우 훌륭한 플랫폼 역할을 하는 장점이 있어 가장 선호되는 재료이다. 일반적으로 강성물질(rigid material)을 사용할 필요는 없으나 필요하다면 자가늑골이식, 금속판, 및 double-layer mesh sandwiched with methylmethacrylate 등을 사용할 수 있다. 방사선괴사나 괴사를 동반한 종양과 같이 감염이 있는 경우에는 인공물질 대신 근육피판을 이용한다. 흉벽에 방사선치료를 받은 과거력이 있는 경우에는 섬유화로 인해 골격재건은 필요치 않을 수 있다. 연부조직의 결손이 큰 경우에는 반드시 수술 전에 성형외과와 협의하여 수술계획을 세워야 한다. 호흡보조치료법이 발달하여 수술후 호흡부전치료의 성적이 양호하므로 호흡부전을 우려하여 절제범위를 축소시키지 말아야 한다.

References

1. Pairolero PC and Arnold PG. Chest wall tumors: Experience with 100 consecutive patients. J Thorac Cardiovasc Surg 1985;90:367-372.
2. McAfee MK, et al. Chondrosarcoma of the chest wall: Factors affecting survival. Ann Thorac Surg 1985;40:535-541.
3. King RM, et al. Primary chest wall tumors: Factors affecting survival. Ann Thorac Surg 1986;41:597-601.

4. Coindre JM, et al. Prognostic factors in adult patients with locally controlled soft tissue sarcoma. A study of 546 patients from the French Federation of Cancer Centers Sarcoma Group. *J Clin Oncol.* 1996;14:869-877.
5. Pairolero PC. Extended resection for lung cancer. How far is too far? *Eur J Cardio-Thorac Surg* 1999;16:S48-S50.
6. Charpelier AR, et al. Sternal resection and reconstruction for primary malignant tumors. *Ann Thorac Surg* 2004;77:1001-1006.
7. Laken A, et al. A reconstructive algorithm for plastic surgery following extensive chest wall resection. *Br J Plast Surg* 2004;57:295-302.
8. Kraybill WG, et al. Phase II study of neoadjuvant chemotherapy and radiation therapy in the management of high-risk, high-grade, soft tissue sarcomas of the extremities and body wall: Radiation Therapy Oncology Group Trial 9514. *J Clin Oncol* 2006;24:619-625.
9. Widhe B and Bauer HC. Surgical treatment is decisive for outcome in chondrosarcoma of the chest wall: A population-based Scandinavian Sarcoma Group study of 106 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009;137:610-614.
10. Bedi M, et al. Prognostic variables in patients with primary soft tissue sarcoma of the extremity and trunk treated with neoadjuvant radiotherapy or neoadjuvant sequential chemoradiotherapy. *Radiat Oncol.* 2013;8:60
11. Ahmad U, et al. Resection of primary and secondary tumors of the sternum: An analysis of prognostic variables. *Ann Thorac Surg* 2015;100:215-221.
12. Bedetti B, et al. Local control in Ewing Sarcoma of the chest wall: Results of the EURO-EWING 99 trial. *Ann Surg Oncol* 2015;22:2853-2859.
13. Tsukushi S, et al. Non-rigid reconstruction of chest wall defects after resection of musculoskeletal tumors. *Sur Today* 2015;45:150-155.
14. Unal OU, et al. Clinicopathologic characteristics, treatment outcomes, and prognostic factors of primary thoracic soft tissue sarcoma: a multicenter study of the Anatolian Society of Medical Oncology. *Thorac Cancer* 2015;6:85-90.

Chest Wall Resection and Reconstruction in Infection

부산대학교 의과대학 부산대학교병원 흉부외과학교실

이 호 석

감염과 방사선에 의한 손상에 의한 연부조직 괴사는 흉벽 절제의 상당부분을 차지한다. 흉벽 감염과 괴사의 치료 원칙은 기저 원인과 환자의 건강상태에 따라 일부 결정되지만, 일반적으로는 손상된 조직의 광범위 절제와 혈관이 풍부하고 건강한 연부조직으로 결손 부위를 재건하는 것이 원칙이다. 악성 종양의 경우 시행되는 절제와 달리, 기저 조직의 섬유화 때문에 skeletal reconstruction의 필요 없는 경우도 있다.

흉벽 감염

흉벽의 감염은 비교적 드물지만 호흡에 악영향을 미치고 흉강과 종격동으로 전파의 가능성이 있어서 생명을 위협할 수 있다. 임상적 예후는 intervention의 시기, 면역 저하 정도, 균의 종류, 감염의 범위에 따라 주로 결정된다.

원인 균은 화농성 균, 결핵균과 actinomyces 등을 포함하며 흉벽 감염의 위험은 면역저하와 수술이나 외상의 기왕력이 있을 때 증가한다. 또한 혈관내 마약 사용의 기왕력이 있는 환자는 sternoclavicular joint, sternochondral joint, manubriosternal joint에 septic arthritis의 위험이 높다. AIDS 환자에서 흉벽 감염은 정상 면역 상태 환자보다 더욱 심하다.

특히 면역 저하 환자에서는 임상 증상과 혈액 진단 검사의 신뢰도가 낮기 때문에 영상의학적 진단이 중요한 역할을 한다. 전산화 단층 촬영과 자기공명영상이 진단과 감염의 범위를 정량화하는 데 중요하다. 전산화 단층 촬영은 뼈의 손상을 찾아 내는 데 더욱 정확한 반면, 자기공명영상은 좀더 나은 연부조직침범의 형상화를 제공한다.

1. Sternoclavicular joint injection

Sternoclavicular (SC) joint는 연부조직이 별로 없는 gliding synovial joint이다. SC joint는 쇄골의 medial inferior head, 1번 늑연골, manubrium의 lateral notch로 구성된다.

SC joint 감염은 화농성 관절염의 2%를 차지하는 드문 질환이다. 하지만 일단 발생하면 환자의 20%에서 농양이 발생하고 관절박으로 빠르게 진행하여 fistula를 만들고 종격동염으로 진행된다.

위험인자로 혈관내 마약 사용, 당뇨, 장기간의 혈액투석, 장기간의 steroid 사용 등을 들 수 있다. 관절에 균이 inoculation되는 것은 주로 혈행성 전파에 의하지만 주변 조직에서 접촉성 전파에 의할 수도 있다. 원인 균은 다양한데 일반적으로는 Staphylococcus aureus가 많으며, 혈관내 마약사용자에서는 Pseudomonas aeruginosa가 흔하게 동정된다.

화농성 SC joint 감염의 95%는 일측성이며 우측에 약간 더 잘 생긴다. 임상 증상은 압통, 피부 발적, 관절의 부종 등이다. 통증은 거의 대부분에서 나타나지만 25%의 환자에서는 어깨에만 통증을 호소할 수 있다. 발열은 환자의 65%에서만 발생한다.

영상의학적 진단은 어려울 수 있는데 전산화 단층 촬영이 중요한 역할을 하며 뼈의 erosion, sclerosis, 신생 뼈가 진단의 주된 소견이지만 증상 발현 1-2주 내에는 발견이 잘 되지 않을 수 있다. 감염이 오래 지속된 경우 단순방사선촬영만으로도 erosion, 관절의 pseudoenlargement를 발견할 수 있다. 이런 경우 초음파가 관절내의 effusion, synovial enlargement를 평가하는 데 유용

하다.

화농성 관절염의 치료는 감염의 범위에 따라 결정된다. 뼈의 destruction이나 관절낭 외부의 fluid가 없는 경우 원인이 될만한 요소를 제거하고 광범위 항생제를 사용하면서 대증적인 치료로 시작할 수 있다. 절개와 배농은 제한된 질환의 경우나 진단을 위한 검체가 필요한 경우 유용하다. 이러한 덜 침습적인 치료가 초기 감염의 조절을 위해 시행되었다면 절개와 배농으로는 해결되는 경우가 드물기 때문에 면밀한 추적관찰이 필요하다. 절개/배농으로 감염 치료가 실패할 경우 적극적인 수술적 변연 절제술이 필요하다. 관절 주위의 fluid collection, 농양, 뼈의 destruction, 항생제 사용 후에도 지속되는 발열의 경우 관절의 광범위 en bloc 절제가 필요하다.

En bloc resection에는 주로 inverted L-shape의 절개 (쇄골의 medial half-2번째 혹은 3번째 늑간의 흉골)가 사용된다. 손상된 조직을 광범위하게 제거하고 건강한 대흉근과 sternocleidomastoid (SCM) 근육을 손상된 뼈로부터 분리한다. 주로 Rongeur와 periosteal elevator, Gigli saw를 사용하여 염증성 종괴에서 2-3 cm의 거리를 두고 쇄골을 절제하고 Manubrium은 1/2정도만 절제하며 1번 늑연골과 medial portion을 절제한다. 필요한 경우 2번, 3번 늑연골도 같이 절제한다.

SC joint 감염은 최종 봉합 전에 여러 차례의 변연 절제술이 필요한 경우도 흔하다. 개방 상처의 경우 VAC을 적용할 수도 있고 작은 상처의 경우 secondary intention에 의해 치유되도록 기다리기도 한다. 하지만 대부분의 경우 대흉근을 사용한 advancement flap이 필요하다.

감염이 심할 경우 수술적 치료와 더불어 장기간 항생제 사용이 필요하다. 수술적 치료를 광범위하게 하더라도 어깨의 기능은 대부분 잘 보존된다.

비전형적 감염이 SC joint에 발생할 수도 있는데 extraspinal tuberculosis arthritis의 3%가 SC joint에 발생한다. 영상의학적 특징 소견으로 염증성 종괴, 신생뼈의 발생이 없는 점, 농양 wall의 석회화, 쇄골하 혈관의 눌림을 들 수 있다.

Bruccellar SC joint 감염은 드물지만 보고되고 있다. 기축에 발생하는 그람 음성 균인데 endemic area (지중해 연안, 중동, 라틴 아메리카)에서 감염된 고기나 우유를 섭취 후 사람에게 감염될 수 있다. 2-5%에서 SC joint에 감염을 일으키는데 수술적 치료는 거의 필요없으면 6-12주의 장기 항생제 투여가 필요하다.

SC joint 감염과 감별해야될 질환 중 하나로 SAPHO (synovitis, acne, pustulosis, hyperostosis, and osteitis) syndrome을 들 수 있다. SAPHO는 감염은 없으면서 관절과 피부에 염증을 나타내는 것이다. 60-90%의 환자에서 SC joint가 연관된다. SAPHO 증후군은 청소년과 젊은 성인에 흔하며 오랫동안 재발하는 경과를 보인다. Hyperostosis와 osteitis의 결과로 발생하는 뼈의 통증의 가장 특징적인 증상이다. 건강한 젊은 성인이 반복적인 SC 관절염을 동반하고 감염이 동반되지 않는다면 다른 피부 질환의 기왕력을 확인해야한다. SAPHO 증후군 환자는 흔하게 불필요한 항생제 사용과 수술적 치료를 받게 되는 경우가 있다. 주된 치료는 4주간의 NSAID 치료이다.

2. 괴사성(necrotizing) 흉벽 감염

괴사성 연부조직 감염은 초기에 적극적인 수술적 처치가 필요한, 치명적인 질환이며 주로 복부, 회음부, 하지에 발생하지만 신체 모든 부위에 발생할 수 있다. 특히 당뇨 등의 면역저하 환자에서 유병율이 높다. 환자는 상처의 임상 양상에 비해 아주 심한 통증을 특징적으로 호소한다. 전신적인 특징으로는 발열, 오한, 의식 변화, 저혈압, 빈맥 등으로 들 수 있다.

일부에서는 단일 균(Clostridium perfringens, Streptococcus)에 의해 야기되지만 전형적으로는 혐기성 혹은 호기성의 여러 균에 의해 야기된다. 주로 농흉 환자의 배액을 위한 흉관 주위에서 발생한다.

치료는 초기의 적극적인 수술적 변연절제술, 광범위 항생제, 수액치료 등으로 이루어진다. 흔하게 매일 반복적으로 수술적 변연절제술이 필요하기도 하다. 흉벽의 괴사성 감염은 다른 부위의 괴사성 감염에 비해 2배의 사망률(60-80%)을 보인다.

괴사성 감염이 빠르게 진행되기 때문에 underlying fibrosis가 없으며 조직의 손실이 큰 경향이 있기 때문에 재건술이 필요한 경우가 많다. 이 경우 인조물의 사용은 금기이며, flap으로 사용해야할 근육이 감염되는 경우가 많아 수술적 치료에 어려움을 겪는 경우가 있다.

3. Infections secondary to Tuberculosis and other atypical pathogens

결핵은 흉벽에 잘 발생하지 않는다. 폐외 결핵은 15% 정도이며 이중의 10%만이 흉벽에 발생한다. Tuberculosis 농양은 늑골, 늑연골 접합부, 늑골-척추체 관절, 척추에 생길 수 있으며 특히 흉골의 경계부에 호발하는데 폐결핵에 속발하는 내흉 임파절 (internal mammary lymph node) 감염에 의한 것이라고 여겨진다. 임파절의 caseation은 흉벽을 erosion시키고 결과적으로 붓게 만든다. 결핵에 의한 bone erosion은 granulation tissue에 의한 압박 괴사에 의하거나 결핵균에 의한 직접 감염에 의해 발생한다. 진단이 되면 결핵 약제의 투약이 필수이며 주된 치료이지만 결핵에 의한 cold abscess는 수술적 치료가 필요한 경우가 흔하다. 연부 조직과 뼈의 광범위 절제가 재발의 방지를 위해 필요하고 근육 flap을 사용한 재건이 주로 사용된다.

Actinomycosis도 드물게 흉벽의 감염을 일으킬 수 있다. 원인균은 그람 양성 혐기성 균이며 주로 정상 상재균으로 발견된다. 정상적인 mucosal barrier가 손상되어 감염이 발생하며 주로 경부-안면부(65%), 복부(20%), 흉부(15%)에 발생한다. 흉부 actinomycosis는 구강 위생이 나쁜 환자에서 폐로의 흡인이 원인이 되며 흉막과 흉벽으로 감염이 진행되게 된다. 진단은 Actinomyces를 동정해야만 하지만 배양이 잘 되지 않는 어려움이 있다. 따라서 조직검사를 통해 sulfur granule을 발견하는 것이 진단의 주 목적이다. 치료는 배농과 penicillin 요법이다.

이상에 흉벽에서 발생할 수 있는 감염의 종류와 특징, 치료에 대해 살펴보았다. 요약하자면 각 원인에 맞는 적절한 치료를 선택하여야 하며, 수술적 치료의 경우 재발을 막기 위해 광범위 절제가 필요하며 인조물질 보다는 근육 flap을 사용한 재건술이 바람직하다고 볼 수 있다. 복잡한 flap 등이 필요할 경우 성형외과와 협조한다면 흉벽 감염의 치료에 좋은 결과를 얻을 수 있다.

Post-sternotomy Infection in Cardiac Surgery

연세대학교 심장혈관병원 흉부외과학교실

Hyun chel Joo

Post-sternotomy infection

- Most cardiac surgery procedures are performed through a median sternotomy, an approach pioneered by Milton in 1897.

“ Although fairly uncommon, infective complications for this type of incision remain a difficult challenge for cardiac surgeons ”

Pierre voisine et al 9th sabiston

Definition

- *Mediastinal dehiscence* : in the absence of clinical or microbiologic evidence of infection.
- *Mediastinal wound infection* : clinical or microbiologic evidence of infected presternal tissue and sternal osteomyelitis, with or without mediastinal sepsis and with or without unstable sternum.

Classified by EL Oakley and Wright

Deep sternal wound infection(DSWI)

can be defined by one of the following

- (1) the presence of an organism isolated from culture of mediastinal tissue or fluid
- (2) evidence of mediastinitis seen during operation
- (3) one of the following conditions: chest pain, sternal instability or fever ($>38^{\circ}\text{C}$) in combination with either purulent discharge from the mediastinum or an organism isolated from blood culture or culture of mediastinal drainage

Incidence and Causes

- Incidence : 0.75% ~2.4%
- most common microorganisms : Staphylococcus aureus and coagulase-negative staphylococci
- Gram negative or fungi : less common

microorganisms

- ***S. aureus infection*** : more aggressive, systemic sign(bacteremia), perioperative contamination or nasopharygeal colonization
- ***Gram negative infection*** : commonly associated with a more complicated postoperative course, prolonged intensive care unit (ICU) stay, and concomitant nosocomial infections such as pneumonia, urinary tract infections, and abdominal sepsis

Risk Factors

- Obesity, diabetes mellitus, COPD, heart failure, renal failure, smoking, poor dental hygiene, older age, male gender, prolonged hospital stay, the use of an intra-aortic balloon pump.

Diagnosis

- Should be Suspected :
sternal tenderness, instability, erythema, fluid collection, wound dehiscence, or purulent discharge with fever or leukocytosis

Diagnosis

- Clinical sign
- Blood culture
- Wound/ discharge culture
- CT
- PET
- Echocardiogram

Surgical Management

Primary Closure and Irrigation

Continuous Antibiotic
Irrigation in the
Treatment of Infection

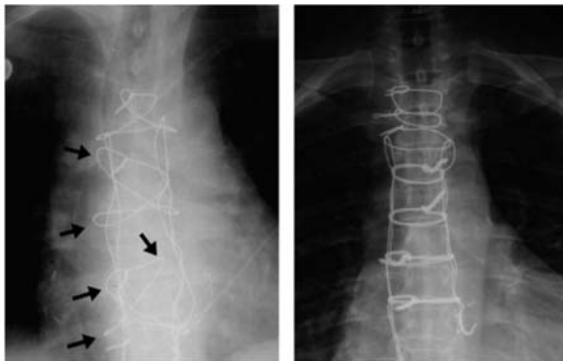
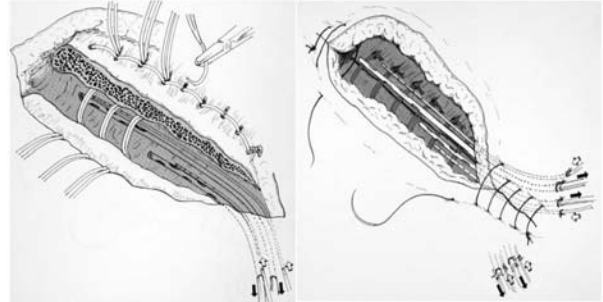
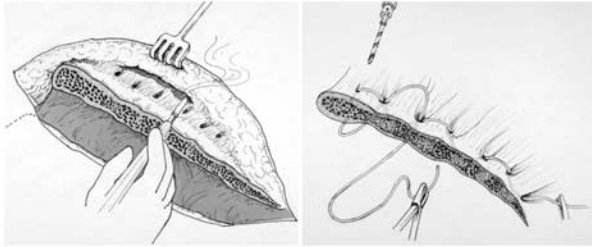
H. B. SHUMACKER, JR., M.D.
AND
I. MANDELBAUM, M.D.
INDIANAPOLIS

Arch Surg. 1963;86(3):384-387

Treatment of postoperative sternal dehiscence with mediastinitis: Twenty-four-year use of a single method

J. Ernesto Molina, MD, PhD, Elaine C. Nelson, RN, CNS, and Robin R. A. Smith, RN, CNP

The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery • October 2006



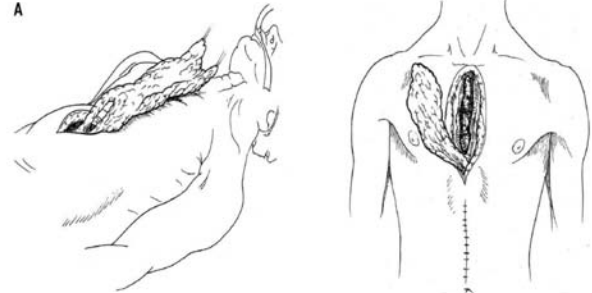
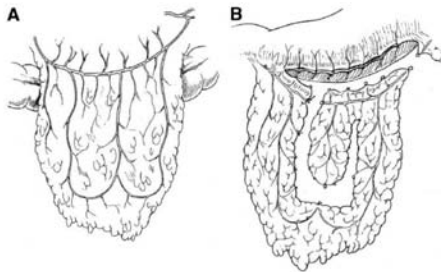
Results: Of 114 patients, 109 (96%) had mediastinitis, positive for *Staphylococcus* species in 101 (92.6%). The cure rate was 98% (112/114); hospital stay was 14 days (range, 12-16 days), with no deaths.

A B

Soft Tissue Flaps

- **Omental Flaps**
 - rich blood supply
 - immunologic properties
 - potential capacity to nourish infected tissue
 - improve wound healing

introduced by lee AB surgery 1976



• **Omental Flaps**

include abdominal wall herniation (20%), hematoma (8%), and seroma (4%).

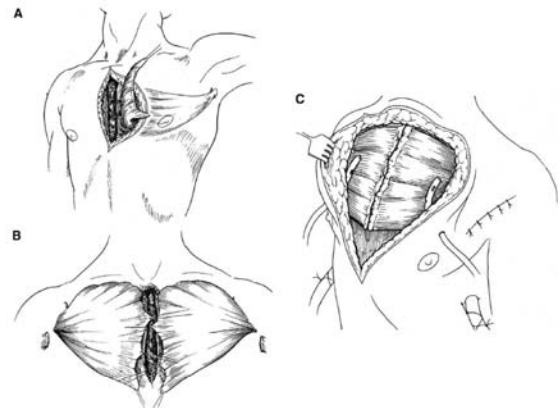
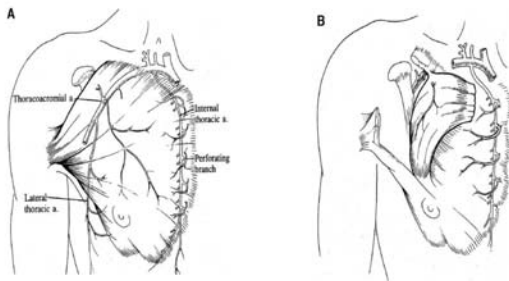
Pectoralis Major Muscular Flaps

Current Concepts in the Management and Reconstruction of the Dehiscenced Median Sternotomy

Geoffrey M. Graeber, MD, and William T. McClelland, MD

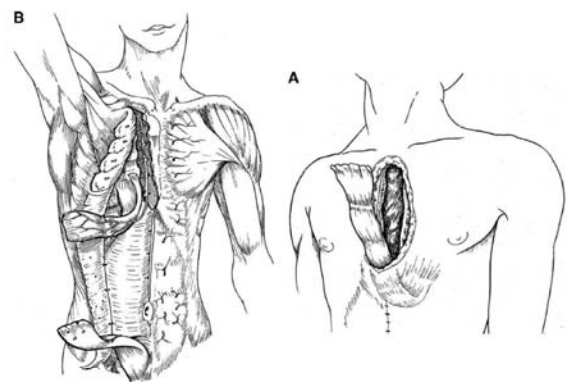
Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery, Vol 16, No 1 (Spring), 2004: pp 92-107

Pectoralis Major Muscular Flaps



Rectus Abdominis Muscular Flaps

- using the superior epigastric artery and vein for blood supply
- dehiscence of the inferior third of the sternum
- 85% success rate



Fixation

- Rigid titanium plates
- Plates are transversally placed across the sternal halves at separate levels (manubrium, second, third, and fourth ribs)



Recurrent sternal infection following treatment with negative pressure wound therapy and titanium transverse plate fixation¹⁾

Geneviève Gaudreau^a, Victor Costache^{b,*}, Chanel Houde^a, Daniel Cloutier^a, Livia Montalin^a, Pierre Voisine^a, Richard Baillo^a

^aDepartment of Cardiac and Plastic Surgery, Laval University, QC, Canada
^bDepartment of Cardiac Surgery, CHU Grenoble, Cedex Grenoble, France

Received 2 May 2009; received in revised form 28 July 2009; accepted 31 July 2009; Available online 22 September 2009

Abstract

Objective: To provide a definition for recurrent sternal infection (RSI), analyse the risk factors and describe the management of this complication following treatment of deep sternal wound infection (DSWI) with horizontal titanium sternal osteosynthesis and coverage with pectoralis major myocutaneous flaps. **Methods:** Between 2002 and 2007, 10 665 patients were submitted to open-heart surgery (OHS) in our institution, of whom 149 (1.4%) developed a DSWI. Negative pressure wound therapy (NPWT) followed by sternal osteosynthesis with musculocutaneous coverage was used in 92 (61.7%) patients. A retrospective review was done using a prospectively maintained database to identify risk factors for recurrent infection in this group of patients. **Results:** Of the 92 patients who underwent sternal osteosynthesis, nine (9.8%) developed recurrent sternal infection requiring hardware removal. Univariate analysis showed that preoperative methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) status (33.3% vs 6.1%; $p = 0.03$) and prolonged intubation time in ICU (44.4% vs 14.6%; $p = 0.05$) were significant risk factors. Two-thirds of these patients were also found to be infected with the same germ as the one responsible for their initial DSWI. No death was reported and sternal integrity was preserved in all patients despite plate removal. **Conclusions:** To lower the rate of RSI in patients treated with transverse sternal osteosynthesis along with myocutaneous coverage for DSWI, surgeons must consider the MRSA preoperative status as a significant predictor of RSI and/or persistent infection. Chest-wall integrity in patients with RSI can be maintained after hardware removal, even after only a few weeks following initial plating.

© 2009 European Association for Cardio-Thoracic Surgery/EuroSociety B.V. All rights reserved.

Keywords: Deep sternal wound infection; Mediastinitis; Negative pressure wound therapy; Sternal reconstruction with titanium plates

Vacuum-Assisted Closure Therapy

- introduced by Morykwas in 1997
- local negative pressure through an open-pore polyurethane foam covered
- Continuous drainage increases blood flow
- favors cellular organization and granulation tissue formation
- providing sternal stabilization
- mobilization of the patient



Vacuum-Assisted Closure Therapy

- negative pressure ranging from -75 mm Hg to -125 mm Hg.
- Wound care with additional debridement was performed as needed every 2 to 3 days
- repeated cultures were negative
- C-reactive protein levels were below 60 mg/L.
- Thick paraffin gauzes were used under the foam sponges to protect the right ventricle

algorithm for treatment has been proposed by Sjögren and coworkers

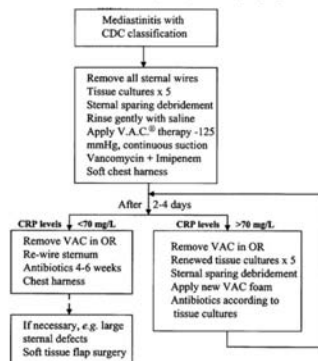
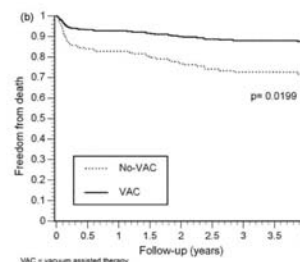


Fig. 2. Algorithm for vacuum-assisted closure therapy in poststernotomy mediastinitis.

Impact of deep sternal wound infection management with vacuum-assisted closure therapy followed by sternal osteosynthesis: a 15-year review of 23 499 sternotomies

Richard Baillo^{a,*}, Daniel Cloutier^a, Livia Montalin^a, Louise Côté^c, François Lellouche^b, Chanel Houde^a, Geneviève Gaudreau^a, Pierre Voisine^a

European Journal of Cardio-thoracic Surgery 37 (2010) 880–887



Conclusion

- Deep sternal wound infection remains an important problem after median sternotomy, associated with significant morbidity and mortality rates.
- Good clinical practice based on appropriate preventive measures, early recognition, and treatment are mandatory because they have been shown to provide significant improvement in outcome