
General Aspects of Myocardial Protection in Open Heart Surgery

서울의대 흉부외과
노준량

- I. Before Bypass
- II. During Bypass
 - 1. Beating Heart
 - 1). Normothermia
 - 2). Hypothermia
 - 2. Ventricular Fibrillation
 - 1). Normothermia
 - 2). Hypothermia
 - 3. Arrested Heart
 - 1). Ischemic Arrest.
 - a. Normothermia
 - b. Hypothermia
 - 2). Pharmacological Arrest
- III. After Bypass

비혈성 혈성 심정지액 (crystalloid versus blood cardioplegia)

연세대학교 흉부외과

강 면 식

심정지액의 사용은 개심술이 시작된 초기 단계인 1955년 Melrose등이 처음 보고하였으나 고농도의 포타슘 이온에 의해 심근의 수축과 손상이 발생된 것이 보고된 이후 한동안 사용이 중단되다 심근의 손상이 부적절한 포타슘의 농도에 기인하는 것이 밝혀지면서 새로운 조성에 의해 널리 사용되고 있다. 냉혈포타슘심정지액 또한 1957년과 1960년 Cross등과 Barnhard등에 의하여 사용이 보고된 이래 심한 심근의 손상이 보고되어 역시 사용이 한동안 중단되었었다. 그러나 1978년 Follette등과, 1979년 Cunningham등에 의하여 crystalloid 심정지액에 비하여 혈액심정지액의 우수성이 보고된 이후 이에 대한 많은 연구가 있었다.

심정지액은 심장을 대사성으로 정지시키기 위해 거의 대부분에서 포타슘을 사용하며, 세포의 포타슘의 농도를 높여 세포막간 포타슘의 격차를 줄여 세포를 탈분극시키고 세포막의 이온펌프를 유지하는데 필요한 에너지를 줄여준다. 이러한 목적을 달성하기 위해서는 crystalloid 심정지액의 경우 포타슘의 농도가 15-20mM/L가 적당한 것으로 알려져 있으며, 혈액심정지액에서는 25-30mM/L의 포타슘이 필요한 것으로 알려져 있다. 심정지액에는 포타슘 이외에도 다른 여러 성분이 필요하다. 마그네슘은 세포내에 존재하는 중요한 양이온으로 주로 mitochondria와 myofibrile에 존재한다. 세포막에서 마그네슘은 칼슘 receptor site와 결합하여 칼슘의 세포내 유입을 지연시킨다. 또한 마그네슘은 고에너지 인산염의 중요 구성요소일뿐 아니라, 세포효소계에서도 cofactor로서 작용한다. 칼슘은 actin-myosin이 상호 작용하는데 중요한 구성요소이며, 심근의 수축을 조절하는데 중요한 역할을 담당한다. 칼슘은 또한 세포막의 integrity를 유지하는데도 관여하며, 세포내에서 여러가지 기능을 수행하는 것으로 알려져 있다. 그러나 세포내 칼슘의 침착은 허혈성 심장손상과 재관류로 인한 심근의 손상과 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다. 소량의 칼슘은 세포막의 integrity를 유지하는데 필요하며, 칼슘이 없는 용액을 사용하게되면 유리심근에서 재관류시 칼슘에 의해 심한 재관류 손상이 발생하는 것으로 알려져 있다. 이를 "calcium paradox"라 하며 실제 임상에서 사용시에는 저체온법과 collateral circulation에 의해 유리심근에서 보는 심한손상은 발생하지 않으나 소량의 칼슘은 필요할 것으로 보여진다. crystalloid심정지액에서는 일반적으로 0.5-1mL의 칼슘 농도를 사용하고, 혈액심정지액에서는 소량의 citrate를 첨가함으로써 칼슘의 농도를 낮출 수 있다. 이같이 심정지액내의 칼슘의 농도를 낮추는 외에 심정지액에 마그네슘이나 procaine을 섞어 칼슘의 세포내 유입을 제한하는 방법과 slow channel calcium-blocking agent를 사용하는 방법이 많이 연구되고 실제 사용되어 좋은 효과를 보고 있으나 칼슘길항제의 사용은 심근의 기능을 저하시키고, 진도계에 영향을 미치는 문제점이 있을 수 있다. 심정지액내 어느 정도의 소듐을 사용하는 것이 좋으나 하는 문제에 대해서는 논란이 있다. 갑작스러운 소듐의 제거는 심정지를 빨리 유도할 수는 있으나 칼슘의 세포내 유입을 촉진시킨다. 국소마취약제도 널리 사용되고 있으며 이를 사용할 경우 sodium channel을 차단하여 심정지를 유발하고, 칼슘의 세포내 유입을 막아주게 된다. 또한 수술후 재관류 초기에 심실세동의 발생을 감소시키는 효과도 있다. 이외 심정지액은 적절한 중화능력과 삼투압을 가져야 한다. 심정지액에 산소를 공급해주어야 할 필요가 있느냐에 관하

여 최근 발표된 문헌을 보면 거의 대부분이 유산소심정지액이 일반 심정지액에 비하여 우월하다고 보고되고 있으며 유산소 심정지액이 무산소심정지액에 비하여 우월한점은 에너지가 생성되는 기전을 보아도 알 수 있다. 비혈성심정지액을 사용할 때에는 심근은 무산소 상태의 대사때 생성되는 적은양의 에너지에 의존하여야 한다. 즉 무산소 상태에서는 1M의 포도당이 대사되어 2M의 ATP가 생성되나 유산소 하에서는 1M의 포도당이 대사되어 36M의 ATP가 생성된다. Bretschneider등은 이러한 점을 들어 유산소하 대사의 중요성을 강조하였다. 심정지액을 통하여 산소를 공급하는 방법에는 혈액을 사용하는 방법, fluorocarbon을 사용하는 방법, stroma-free hemoglobin을 사용하는 방법, crystalloid 심정지액에 산소를 용해시키는 방법이 있다.

이중 혈액심정지액의 이점은 산소 운반능력이 크고, 에너지가 소실된 심장에서 능동적 소생력을 발휘하고, 재관류로 인한 손상을 막을 수 있고, 혈액회석을 막아 주고, 교질 삼투압을 제공하고, 우수한 중화능력이 있으며, 유체역학적인 이점과, endogeneous oxygen free radical scavenger(superoxide dismutase, catalase, and glutathione)를 제공하는 것과 같이 이미 알려진 사실 이외에 혈액의 구성성분(즉 효소, cofactor, substrate, 전해질)도 중요한 역할을 할 것으로 생각되어지고 있다. 2시간 동안 대동맥차단을 하고 혈성심정지액과 비혈성심정지액을 투여한군을 비교하여 보면 혈성심정지액을 사용한 군에서 정상에 비하여 수축력이 더 큰것으로 나타났으며 이는 아마도 체외순환중에 나온 catecholamine이 심장에 작용해 일어난 결과로 생각되어진다. 비혈성심정지액을 사용하였을 경우에도 역시 양호한 회복을 보였으나 완전하지는 못했다. 혈성심정지액을 사용하면 수술후 심전도상의 이상이 줄어들고, inotropic need도 줄어 드는 것으로 나타났다. 그러나 혈성심정지액도 정도의 차이는 있으나 심근의 손상에 의한 효소치의 상승을 볼 수 있다. 혈성심정지액을 사용하는데 있어 지적되고 있는 문제점은 다음과 같다. (1) 낮은 온도에서 헤모글로빈의 산소와의 친화력이 증가되어 세포단계에서 산소를 원활히 내주지 못하게 되는 문제와 (2) 이론적으로 15°C 이하의 온도에서는 혈액이 멎어질 가능성이 있어 점도가 높아질 염려가 있으며, (3) 관상동맥협착이 있는 경우 비혈성 심정지액이 보다 고루 분포되지 않을까 하는 점과 (4) 산소공급원과 같은 복잡한 전달 장치가 필요하다는 점을 들 수 있다. 그러나 위와 같은 문제점은 첫째, 장시간 대동맥차단을 하는 경우 4°C 혈성 심정지액을 사용하게 되면 기초요구양에 비하여 10배까지도 산소를 공급해 줄 수 있다. 둘째, 4°C 혈성심정지액을 사용하여 4시간동안 대동맥차단을 안전하게 할 수 있는 것으로 보아 낮은 온도의 혈성심정지액을 사용하는데 문제가 없을 것으로 생각 되어지며 셋째, 4°C의 비혈성 심정지액과 혈성심정지액을 250mL/min의 속도로 투여하였을때 비혈성 심정지액의 낮은 점도로 인하여 대동맥압이 낮으나, 혈성심정지액을 사용하였을때는 높은 대동맥압으로 인하여 막힌 관상동맥을 넘어 심정지액을 보다 잘 투여할수 있어 보다심근의 온도를 낮출 수 있었다(5°C). 이같은 실험결과로 보아 비혈성심정지액은 낮은 점도로 인하여 막힌 관상동맥을 우회하여 정상 관상동맥으로 빠져나가는 것을 알 수 있다. 넷째, 일회용 혈성심정지액 투여기가 개발되어 몇년째 사용되고 있으며 reservoir, 손으로 용액을 섞는 다든가, 지체 된다던가 하는 문제점 없이 사용할 수 있다. 이장치는 구경이 다른 두개의관이 있어 인공심폐기로 부터 혈액과 심정지액을 적절하고 즉시 섞어주게 된다.

Buckberg등이 사용하는 표준심정지액에는 500-600 μ M/L의 칼슘이 있고 glutamate나 aspartate는 함유하고 있지 않다. 그러나 에너지가 고갈된 심장에서 warm cardioplegic induction이나 warm reperfusion시에 Krebs cycle intermediate인 glutamate와 aspartate를 함유하고, 낮은 ionic calcium(150-250 μ M/L)이 되도록 citrate phosphate dextrose(CPD)를 첨가한 혈액심정지액을 사용하여 좋은 결과를 보고하였다. 또한 glutamate나 aspartate외에도 glucose, branched amino acid 등을 섞어좋은 결과를 보았다는 보고도 있다. 재관류로 인한 손상이 칼슘의 과도한 세포내 유입에 의해 발생하는 것 외에 oxygen free radical이 재관류시 심근의 손상을 유발한다는 점에 착안하여

free radical damage를 감소시키는 효소나 약제를 심정지액의 첨가제로 사용하려는 연구도 많이 이루어지고 있으며, 기타 prostacyclin analog등을 사용하는 연구도 있다.

최근 신생아의 심근은 성인의 심근과는 형태학적으로나 생화학적으로 다르다는 것이 밝혀짐에 따라 immature heart보호 방법에 관한 많은 연구가 있었다. 알려진 바로는 immature heart에서는 허혈상태시 아미노산이 대사가 중요한 역할을 수행한다고 하며 이외 심정지액의 투여 방법, 심정지액의 조성, 심정지액의 온도 등에 관한 많은 연구가 발표되고 있다.

최근의 연구 결과중 특이한 것은 일반적으로 사용 되어온 포타슘을 이용한 심정지액과는 달리 alcohol이나 adenosine을 사용하는 방법등 기발하고 좋은 연구들이 발표되고있어 보다 나은 심정지액이 계속 개발될 것으로 보인다.

순행성 · 역행성 관관류법 Antegrade vs Retrograde Cardioplegia

전남의대 흉부외과
이 동 준

개심술에 있어서 심정지역의 투여는 순행성 관관류법(antegrade cardioplegia)이 일반화되어 있으나, 심한 관동맥 협착 환자(critical coronary artery disease)나 그외의 몇몇 특수한 질환에서 볼 수 있는 통상적인 순행성 관관류법에서의 문제점을 보완하기 위한 방법의 하나로 관상정맥동을 통한 역행성 관관류법(retrograde coronary sinus cardioplegia)이 대두되어 많은 실험적 연구와 임상경험이 보고되고있다.

아직 논란이 많은 분야이지만 이 역행성 관관류법에 대한 발전사, 수기, 적응증, 장단점등을 잘 이해하고 적용하는 것이 필요할 것으로 생각되어 문헌고찰과 함께 알아보도록 하겠다.

History

1. suggestion of retrograde perfusion 1898, Pratt
2. first experimental study 1956, Balanco
3. first clinical apply to calcific aortic stenosis 1956, Lillehei
4. reappearance of retrograde perfusion 1967, Davies
5. numerous experimental and clinical study
6. retrograde cardioplegia through right atrium 1986, Fabiani

Indication

1. severe coronary artery disease
2. reoperative CABG
3. aortic or multiple valve operation
4. operation on ascending thoracic aorta(Bentall op)
5. some congenital heart disease(arterial switch)

Anatomy of coronary vein

1. veins draining to coronary sinus
 - 1) great cardiac vein
 - 2) middle cardiac vein
 - 3) small cardiac vein
2. veins draining directly to cardiac chambers
 - 1) anterior cardiac veins
 - 2) thebesian veins

Disadvantage of Antegrade cardioplegia

1. cannula에 의한 수술시야의 방해, 또는 cannula의 탈락
2. mechanical injury to coronary ostium

3. prolongation of ACC time
4. uneven distribution of cardioplegic solution distal to coronary occlusion

Advantage of Retrograde cardioplegia

antegrade cardioplegia의 단점을 보완할 수 있다.

Disadvantage of Retrograde cardioplegia

1. low flow at capillary level of RV and septum

보완책

- 1) RV cooling by cold cardioplegic solution
 - 2) topical cooling 의 병용
 - 3) right atrial cardioplegia
 - 4) catheter design의 개선
2. injury of coronary venous system

보완책

- 1) maintenance of optimal pressure by pressure monitoring
3. slow cardiac arrest

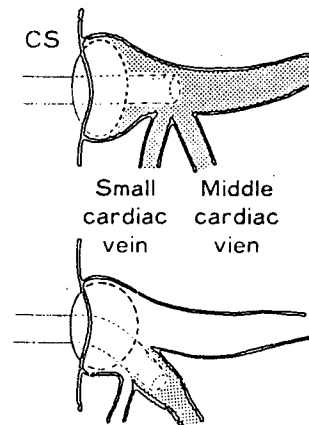
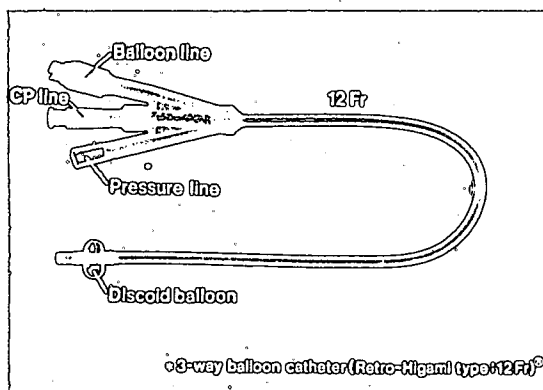
보완책

- 1) initial antegrade cardioplegia
- 2) initial crystalloid cardioplegia

Conclusion

역행성 관관류법에 대한 장, 단점을 잘 파악하고 이에대한 보완책을 개선해 나가며, 또한 올바른 임상 적용례에 적용함으로써 일반적인 순행성 관관류법과 더불어 유익한 심근보호의 한 방법으로 사용될 수 있다고 생각된다.

**new catheter design



재관류 손상의 예방

계명대의대 흉부외과
이 광 숙

관상혈류 차단에 따른 허혈성 심장질환에서 심근세포의 손상은 허혈시간의 경과에 따라 역동적으로 진행되기 때문에 심근손상이 가역적인 초기에는 내과적(혈전용해제, PTCA) 및 외과적(CABG) 방법으로 관상혈류를 재개시키므로 허혈로 인한 대사이상 및 기계적 수축능력의 저하를 거의 정상으로 회복시킬 수 있다. 그러나 허혈상태가 진행되어 심근세포들이 비가역적으로 손상받기 시작하는 경우에는 관상혈류의 재개에도 불구하고 심근손상이 회복되기 보다는 오히려 악화되어 임상적으로는 치명적인 부정맥 등 심한 심근손상이 유발될 수 있으며 이러한 현상을 재관류 손상이라 한다.

실제적으로 “재관류손상”이란 용어는 다양한 실험적 및 임상적 상황에 쓰이며 각각의 경우에 따라 적절한 정의들이 있다(표 1).

Buckberg 등은 심장수술시 재관류 손상에 대하여, 관상혈류의 재개 즉 대동맥차단의 해제나 관상동맥 우회술시 야기되는 대사적, 기능적, 및 구조적 변화로 이는 외과의가 재관류의 조건을 개선하므로써 예방할 수 있다고 하였으며 이러한 재관류 손상은 허혈상태시 적절한 심근보호가 이루어 지지 않았을 때 발생한다고 하였다. 재관류손상이 허혈로 인한 심장의 손상이 관상혈류의 재개로 표출되는 것인지 혹은 재관류에 의한 손상 그 자체인지는 잘 알려져있지 않다.

최근 심정지약의 이용으로 수술시 재관류손상의 위험은 많이 감소하였으나 cardiac hypertrophy, extensive coronary artery disease, advanced heart disease(NYHA, class IV), 심인성 속동의 환자에서는 여전히 재관류손상의 위험이 높다.

재관류손상의 여러 형태를 보면 아래와 같다.

1. ACCELERATION OF MYOCYTE NECROSIS : ischemic cell은 재관류후에 explosive cell swelling과 widespread architectural disruption을 보이며 cell death를 야기한다. 이는 재관류시 이미 비가역적으로 손상받은 세포가 재관류에 의해 괴사의 속도가 가속된 것으로 본다. 만약 재관류로 가역적으로 손상받은 세포의 괴사가 이루어 진다 해도 거 양은 많지 않을 것이다.

2. ISCHENIC CELL SWELLING : 이는 심근의 모세혈관을 압박하여 관류를 방해한다. 재관류시 세포의 부종을 심화시켜 가역적으로 손상받은 세포에 치명적인 손상을 줄수 있다.

3. THE “NO-REFLOW” PHENOMENON : 이는 장시간의 ischemia후 재관류시 지속적인 관류가 유지되지 않음을 의미한다. 이러한 현상은 ischemia에 의한 미세혈관의 손상과 myocardial contracture에 의한 것으로 여겨진다.

4. REPERFUSION-INDUED HEMORRHAGE : 이는 the no-reflow phenomenon과 같이 미세혈관의 손상에 의한것으로 생각되며 주로 재관류시 이미 괴사된 심근에 일어난다.

5. THE CALCIUM PARADOX AND OXYGEN PARADOX : Ischemia동안 Ca^{++} -free hypoxic media에 의해 관류되든 심근에 칼슘이온과 산소가 재주입되면서 sarcolemma에 손상을 주고 ischemic cell에 대량의 칼슘이온이 들어 간다. 심장수술시 calcium paradox는 칼슘이온이 없는 용액으로 재관류하므로써 예방할 수 있고, oxygen-derived free radicals에 의한 oxygen paradox는 free-radical scavengers에 의하여 방지할 수 있다.

이러한 재관류손상들은 재관류시 관류액의 성분을 변화하고 관류조건을 개선하므로 어느정도 예

방할 수 있다.

재관류손상을 방지하기 위하여 유의해야할 사항(표 2).

(1) 손상받은 세포의 수선에 필요한 에너지 생산을 위한 호기성 대사를 위하여 산화된 혈액을 이용한다.

(2) 산소이용을 극대화 시키기 위하여 충분한 시간 재관류를 시행한다.

(3) 제한된 산소가 수선과정에 이용될 수 있게 심장을 마비시켜 불필요한 산소소모를 줄인다.

(4) glutamate와 같은 기질을 공급하여 적절한 호기성 에너지 생산을 도운다.

(5) 관류액의 pH를 알카리화 시켜 조직의 산증을 교정하고 회복기에 효소 및 대사기능을 원활히 한다.

(6) 일시적으로 관류액의 칼슘이온을 줄인다.

(7) 관류액을 고장성으로 하고 관류압을 낮춤으로(50mmHg이하) 재관류에 따른 부종을 방지한다.

(8) 관류액의 온도를 37℃로 올려 대사회복의 속도를 효과적으로 한다.

Table 1. Component definitions of reperfusion injury

Postischemic contractile dysfunction or metabolic abnormalities
Reperfusion arrhythmias
Postischemic microvascular obstruction or compression leading to reduced reperfusion or failed reperfusion(no-reflow phenomenon)
Death of myocytes that still were viable at the initiation of reperfusion, i.e., lethal reperfusion injury
Accelerated cellular disintegration(contraction band necrosis)
Weekening of myocardial infarct or scar by a deleterious aspect of reperfusion, e.g., hemorrhage

Table 2. Principles of reperfusion modification

Principle	Method
Provide oxygen	Blood(Hct 20 to 30%)
Lower energy demand	Cardioplegia(KCI)
Optimize metabolic rate	Normothermia(37℃)
Reduce calcium influx	Chelation(CPD)
Reverse acidosis	Buffer(THAM)
Avoid edema	Hyperosmolarity(360mOsm)
	Low pressure(50mmHg)
Replenish substrate	Glutamate(26mM)

심장, 심폐보존(Heart, Heart-lung preparation)

영남의대 흉부외과
한 승 세

최근 국내에서는 뇌사 입법문제의 거론과 함께 장기이식에 대한 관심이 점차 고조되고 있다. 장기이식의 역사가 오랜 서구에서는 공여장기의 절대적인 부족현상과 관련된 연구가 활발히 진행되고 있는데 크게 두가지를 지적할 수 있다.

첫째는 단일 donor로 부터 심장, 폐, 간, 췌장, 신장등을 동시에 채취하는 multiple organ procurement에 대한 발전이다. 각 장기 채취팀간의 상호 긴밀한 협력을 이루고 이에 따라 다른 장기를 다치지 않고 특정 장기를 획득하는 기술적인 문제의 해결과 장기 보존법의 개발등이 필요할 것이다.

둘째는 현재 가능한 장기보존기간을 더욱 연장시켜서 distant organ procurement를 안전하게 함으로써 donor pool를 늘리는 것이다. 또한 HLA matching을 적합하게 하여 graft의 생존률을 향상시킬 수도 있을 것이다.

심장의 보존(heart preservation)

Stanford group(1962)은 개심장을 cold saline 표면냉각법으로 7시간 보존한 다음 심장이식을 시행하여 최초의 실험적 성공을 기록하였다.

현재 심장의 보존법으로 가장 보편화되어 있는 방법은 cold-storage이다. 장기보존의 가장 간단한 방법은 저온법(hypothermia)이다. 저온은 장기의 대사요구를 감소시킨다.

저온저장동안에도 잔여산소의 고갈, lactate production, 및 산염기 불균형등이 서서히 진행된다. 시간이 지남에 따라 손상은 깊어지고 이식후 회복가능성은 희박해진다.

심근은 4℃에서 최장보존시간이 약12시간이라고 한다. 그러나 임상에서는 현재 4시간정도를 초과하지 않으려고 한다. cardioplegic solution을 병용하면 보존이 연장된다는 것이 증명되었다. 그외 여러가지 약제들이 보존시간을 연장하는데 효과가 있음이 밝혀졌다. 약제들은 대사억제효과를 나타내므로써 보존시간을 연장시켰다. 현재까지 20시간이상 보존에 실험적 성공을 거두었다. 현행 cold storage법은 하대정맥을 절개하여 실혈 시키면서 대동맥을 차단하여 1000ml cold crystalloid K cardioplegic solution을 대동맥에 주입한다. 다음 심장을 절제하고 sterile plastic bag에 넣어 portable ice chest에 담아서 저장보존하는 것이다.

Jeevanandam(1992)등은 임상에서 University of Wisconsin(UW) solution을 cardioplegia로 주입하고 같은 용액으로 3시간 냉각저장하였을때 crystalloid cardioplegic solution에 비하여 우수하였다고 하였다. 이들은 실험적으로 10시간 보존에 성공하여 심장보존에 UW solution이 우수함을 증명하였다.

다른 실험적 연구를 보면 autoperfusion(자가관류법)으로 24시간 보존(Rogicsek 1985), autoperfused multiorgan preparation으로 24시간 보존(Chien 1991), 변형 Euro-Collins 용액관류와 allopurinol 투여(Bando 1988)등의 보고에서 좋은 결과를 나타내었다고 한다.

심폐 및 폐보존(heart-lung and lung preservation)

1. PULMONARY ARTERY FLUSH 법

폐보존으로 현재 가장 흔히 사용되는 방법이다. 이 방법은 간단하며 효과가 우수하다.

현재 표준적인 방법은 다음과 같다. 대동맥을 차단한 후 상대정맥을 결찰하고, 하대정맥과 좌심방의 침부를 절개한 다음 cardioplegic solution을 주입하여 심장을 정지시킨다. Prostaglandin E₁, prostacyclin등을 정주한 후 폐동맥에 Euro-Collins solution, 60ml/kg, 을 폐동맥압, 20mmHg, 이하로 관류한다. 다음 폐를 절제하여 같은 냉각용액속에 담가서 보존한다. 폐는 다소 팽창시켜서 기관을 폐쇄해 둔다(Wallork 1987, Baldwin 1987, Haverich 1990). Wallork(1987, 1990)등은 Papworth solution(albumin, mannitol, prostacyclin, heparin등을 함유한 Ringer 용액)으로 폐관류하여 4시간이내의 심폐보존에 임상적으로 좋은 결과를 내었다.

Wheeldon(1988)등은 Papworth solution으로 폐관류하고 prostacyclin을 투여한 후 냉각 saline에 담가 Eutectoid cooling이라는 화학적 냉각법으로 4시간동안 보존하였다. 이 방법은 얼음을 사용하지 않고 저온을 유지하는 것으로 편리하고 온도조절이 일정하며, 소독이 확실하다는 장점이 있었다.

Wang(1990)등은 심장에서 UW solution, 폐에는 Papworth solution이 효과적이었다고 하였다. Naka(1991)등은 실험에서 Belzer(UW) solution으로 폐관류하고 24시간 보존하였을때 순환은 양호하였으나 폐부종을 막을 수는 없었다고 하였다. # Stanford group(1984)에서는 crystalloid solution(K 30mEq/L, mannitol등을 함유)으로 심폐를 관류한 후 4℃ 생리 식염수에 5시간 보존하여 이식을 한 결과 ischemic lung injury가 발생하는 것을 실험적으로 관찰하였다. 이후부터 관류와 저장에 사용되는 용액의 성분에 변화를 추구하게 되었다.

실험적으로 Euro-Collins(EC), modified Euro-Collins(MEC) solution등을 사용하여 5-6시간보존에 성공한 다수의 보고가 있다. Reperfusion injury 및 pulmonary vasoconstriction등을 해결하기 위해 PGI₂, prostacyclin, Iloprost(Klepetko 1989), superoxide dismutase(Cremer 1989), platelet activation factor(PAF) antagonist(Qayumi 1990, Wahlers 1992) 등을 첨가하였다.

Flush 용액과 저장용액을 달리하는 경우도 있었는데 Starkey(1986) 등은 MEC와 extracellular solution, Wheeldon(1988)등은 Papworth solution과 saline으로 하였다. Reperfusion injury는 동맥혈산화의 감소, 폐혈관저항 증가, 혈관의 수분 증가등을 일으킨다. PAF는 reperfusion injury와 관련이 있는 것으로 생각되며 혈관삼투압의 증가, 기관지수축, 세포부종등을 일으킨다. 또한 oxygen free radicals를 생산하고 complement activation을 시킨다. Prostaglandin은 혈관을 확장시켜서 관류용액이 고르게 분포하도록 도와준다.

또한 혈소판응괴의 억제, lysosomes의 안정화등의 작용이 있다.

현재 기존 방법으로 4-6시간 정도의 보존이 임상적 및 실험적으로 가능하다. 그러나 이식후에 oxygenation의 감소, lung water content, 및 PVR의 증가등 폐기능에 명백한 저하가 있으므로 이를 개선하는 보다 우수한 보존법이 요구되며 HLA 등 면역학적인 적합성검사를 위해 추가시간이 필요하므로 허혈시간을 12시간이상으로 연장할(extended preservation) 필요가 있다.

Cooper(1992)등은 low-potassium and dextran 40(LPD) solution으로 12시간 보존하여 좋은 결과를 얻었으며 EC solution보다 우수하다고 하였다(Cooper 1989).

Dextran 40는 폐이식후 reperfusion에 의해 발생하는 microvascular flow장애를 개선한다. 이식 후 며칠간 이식기관지에 systemic blood supply가 복구되지 않을때 이식기관지 microcirculatory laterals의 혈류를 개선하여 치유를 돕는다.

실제로 Euro-Collins 용액같은 high-potassium(intracellular) solution들이 임상에 널리 사용되고 있다. 그러나 높은 K 농도는 강력한 pulmonary vasospasm을 일으키는 것으로 알려졌다. 특히 저온하에서는 세포손상이 증가한다고 한다. 따라서 보다 연장된 보존시간을 얻기 위해서는 low-potassium solution이 좋을 것으로 생각된다.

Fujimura(1987) 등은 extracellular solutions이 보다 우수한 폐보존효과를 보인다고 하였다. Cadaver의 폐를 사망후 1시간에 채취하여 MEC로 flushing하고 4시간 냉장보존후 이식했을 때 좋은 결과를 얻었다는 개실험보고도 있다(Egan 1991).

2. DONOR CORE COOLING(DCC)법

Harefield group에서 가장 많은 경험을 가지고 있다. 동맥카놀라는 고동맥에, 정맥카테터는 상하 대정맥에, 좌심실에 vent catheter를 삽입하여 cardiopulmonary bypass를 시행한다. donor를 15℃까지 급냉각시킨다. 다음 심폐를 절제하여 4℃의 cold blood에 담가서 보존한다. 이방법으로 5시간 보존 후 이식하여 좋은 결과를 보였다(Yacoub 1989, Ladowski 1984, Haverich 1985).

실험적으로는 leukocyte depletion(LD)을 병용하여 12시간 보존(Pillai 1990), superoxide dismutase(SOD), LD와 SOD를 첨가하여 12시간 보존(Reitz 1991), isoproterenol의 첨가(Kontos 1987)등으로 좋은 결과를 보였다.

3. AUTOPERFUSED WORKING HEART-LUNG

자가관류장치는 100cm 높이에 donor 혈액을 담은 저혈백을 두고 말초가 폐쇄된 대동맥근부에 흐르게하여(75mmHg 정도의 압력이 나옴) 관동맥에 혈액을 공급한다. 우심방의 정맥관류는 preload, 폐동맥혈류 및 stroke volume이 된다. 폐는 분당 4회로 산소 80%, CO₂ 10%의 혼합가스를 공급하고 PEEP은 5cmH₂O로 한다. 적출된 심폐는 정상체온의 전해질용액그릇에 부유시켜 sterile plastic bag에 담아 특수제작된 항온상자에 보존한다. 이 방법으로 4-6시간 자가관류하여 좋은 성적을 내었다(Hardesty 1987).

Autoperfusion 법은 실험적으로 여러가지 다양한 시도가 이루어지고 있다. 현재는 DCC 법과 폐동맥 flush법을 사용하여 임상적으로 4-5시간 보존이 가능하며 원거리 장기 획득에 안전하게 이용된다.

Autoperfusion 법은 다소 번거로운 점은 있으나 최근 이 방법에 대한 실험적 연구가 증가하고 있다. 이것은 실험조건을 다양하게 할 수 있고 donor 혈액관류가 계속된다는 점에서 장기적인 보존이 가능하리라는 기대 때문일 것이다. Autoperfused 심폐는 denervation에 따른 이식후 pulmonary vasoconstriction 이 문제가 되고 있다(Kontos 1987, Mashburn 1989).

폐는 심장보다 빨리 황폐화되기 쉬운데 이는 complement activation, transpulmonary leukosequestration, platelet aggregation등이 원인이라고 한다(Miyamoto 1987, 1988).

Isoproterenol(Kontos 1987), leukocyte depletion(Naka 1989), indomethacin(Kaplan 1990), prostaglandin E₁(Miyamoto 1988)등을 병용 또는 첨가하여 좋은 결과를 보였다.

Chien(1991)등은 실험에서 autoperfusion multiorgan preparation을 사용하여 깊이 동면중인 우드척이라는 동물에서 추출한 hibernation induction trigger를 첨가해서 33시간관류후 폐이식하여 우수한 결과를 나타내었다.

결 론

심장은 냉각상태에서 비교적 허혈을 잘 견딘다. 그러나 reperfusion injury를 완화하는 방향으로

더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다. 폐는 extracellular solution으로 관류하는 것이 장기간 보존에 유리할 것이다. 또한 reperfusion injury의 완화를 위해 같은 노력이 요구된다. Autoperfusion은 다양한 실험조건을 설정하여 그 효과를 규명하는 문제가 남아 있으며 간편한 방법으로 개선하는 것 또한 해결해야 할 것이다. Autoperfusion 법에서도 reperfusion injury는 여전히 문제가 되는 것 같다.

기관지 확장증의 방사선학적 평가 (Radiological Evaluation of Bronchiectasis)

서울의대 방사선과
임 정 기

기관지확장증 환자에서 방사선학적 접근의 목표는 진단자체는 물론 확장된 기관의 위치, 정도 및 범위를 파악함으로써 궁극적으로 치료방침으로서 외과적 절제수술을 할 것인지의 여부와 수술적 치료를 할 경우 어느 부위를 절제할 것인지에 대한 정보를 제공하는데 있다. 기관지 확장증의 진단은 1924년 Sicard등이 Lipiodol 이라는 조영제를 사용하여 기관지 조영술(Bronchography)을 시작한 이래로¹⁾ 방사선학적 검사가 그 중심이 되어 왔다.

임상적으로 기관지확장증이 의심될 경우 일차적 방사선학적 검사는 단순흉부 X-선이며 그후의 세밀한 정보를 위한 검사로는 기관지 조영술과 전산화단층촬영(CT)이 있다²⁾. 기관지조영술은 오래전부터 기관지확장증의 진단에 “gold standard”가 되고 있으나, 1982년 Naidich 등이³⁾ CT의 기관지확장증 진단에 유용성을 기술한 이래로 CT는 지속적으로 그 영상의 질이 개선되어 최근에는 기관지조영술을 대체하고 있다⁴⁻⁸⁾. 기관지 확장증의 단순흉부 X선, 기관지조영술, 그리고 CT상의 소견과, 각 검사방법의 방사선학적 진단방법으로서의 정확성 및 장단점을 고찰하고, 끝으로 기관지 확장증의 원인 질환별 분포 및 형태의 차이를 기술한다.

단순 흉부X선

단순흉부 X선 상의 변화는 확장된 기관지 주위의 염증에 의한 변화로 기관지벽이 두터워져 “tram-line” 양상, 기관지 폐렴 양상이 있으며, 확장된 기관지 자체의 변화로 air-fluid level을 갖는 낭성음영, mucus plugging 되어있는 tubular shadow, 그리고 기관지 확장증에 의한 2차적 변화로 폐용적 감소 및 이로인한 bronchovascular crowding 이 있다⁹⁾. 기관지 확장증이 있는 대부분의 환자에서 단순흉부 X선상 정도의 차이는 있으나 기관지확장증을 시사하는 소견이 있으나, 경우에 따라 이상소견을 보이지 않기도 하고, 또한 그 소견이 비 특이적이어서 기관지확장증으로 진단되지 못하는 경우도 있다. 또한, 확장된 기관지의 정확한 분포파악은 불가능하다.

기관지 조영술(Bronchography)

기관지조영술은 오래전부터 기관지 자체의 협착 및, 기형 등의 형태적 변화를 다른 어떠한 검사보다 일목요연하게 보여주는 검사이며, 특히 근래에 기관지 점막에 자극이 거의 없고 또한 검사 후 단시일내에 객담을 통하여 배출이 되는 oily dye 인 Hytrast 혹은 Dionosil 등의 조영제의 개발로 기관지의 형태학적 병변 파악에 요긴하게 사용되어온 검사이다.

기관지조영술상에 나타나는 기관지확장의 형태는 tubular, varicose, cystic, 및 saccular 한 양상으로 구분되는데 이와같은 형태학적 구분은 실제 임상적으로 별 의미가 없다. 그러나, 화농성 혹은 바이러스성 감염 이후에 유발된 기관지확장증은 tubular한 경향이 높고 결핵 감염이후에 유발된 경우는 확장과 협착이 교차하여 나타나는 경향이 높다.

기관지 조영술의 장점은 기관지 내벽의 변화를 연속적으로 표출함으로써 정상과 비정상기관지의 판별이 용이하며, 또한 표출되는 영상이 눈에 익숙하여 병변의 위치 파악도 용이하다는데 있다. 그러나, 이의 단점은 환자에게 불편하며(금식, pre-medication, 기도 마취 및 삽관, 시술 후 조영제 배출 등), 폐기능저하가 심하거나, 현재 활동성 감염이 있거나, 조영제 및 기타 약제에 과민한 경우 등에는 시술의 금기가 된다는 점이다. 또한, 기관지 조영술은 그 시술자의 숙련도에 따라 진단 정확성의 차이가 큰 점도 단점이 된다.

전산화단층촬영술

전산화 단층촬영술의 기관지확장증 진단에서의 이용은 지금으로부터 10년전에 그 가능성이 제시된 바 있으나, 실제 임상에서 기관지조영술을 대체하여 사용되기 시작한 것은 고해상 CT(High-resolution CT)가 활발하게 이용되기 시작한 5년전 부터라 할 수 있다. 이와같이 고해상 CT가 기존의 기관지 조영술을 대체하여 사용되기 시작한 이유는 무엇보다도 환자에게 non-invasive 하다는 점이며, 진단의 정확성도 영상 질의 향상, 판독자의 경험 축적으로 기관지조영술에 비하여 못하지 않고 시술자에 따른 검사의 질적 차이가 나타나지 않는다는 점이다. 또한 기관지조영술이 기관지의 내벽만을 보여주는데 비하여 고해상 CT는 기관지 벽자체와 기관지주위 폐의 손상여부도 파악할수 있는 장점이 있다. 그러나 고해상 CT의 단점은 그 영상 자체가 단절적인 단면영상으로 연속성이 없으며 임상외에게 익숙하지 않는 점과 높은 해상력 및 짧은 scan time 을 갖는 CT scanner 가 필요하다는 점이다^{5,8)}.

고해상 CT상 기관지확장증의 소견으로는 확장된 기관지 자체, 기관지벽의 비후, 해당폐의 용적 감소, 과팽기(hyeraeration)등이다. 정상 및 비정상 기관지 구분의 척도는 정상기관지의 경우 동행하는 폐동맥과 그 직경이 비슷하다는 점이며, 기관지벽의 비후 및 과 팽기는 주위 정상적폐와 비교하여 파악하게 된다. 용적감소는 fissure의 전위 및 bronchovascular crowing으로 알수 있다⁸⁾. 정상 폐의 경우 costal pleura로 부터 내측 2cm 구역의 변연부 폐야에서는 기관지를 볼수가 없으며 따라서 고해상 CT상 이 부위에서 기관지를 관찰할수 있다면 이는 확장되었거나 염증이 있는 기관지임을 시사한다는 것이다⁸⁾.

기관지조영술과 고해상 CT의 기관지확장증의 진단에 있어서의 정확성 비교

연자들은 단순흉부 X선상 기관지 확장증이 의심된 14명에서 23개의 폐를 대상으로 고해상 CT와 기관지조영술을 6개월 이내에 시행하여 총 185개의 폐분절을 대상으로 타검사 소견에 대한 정보없이 판독하여 그 결과를 분석한 결과 양 검사의 기관지 확장증 유무에 대한 판독 일치율은 90% 이었다⁸⁾. 일치하지 않는 17개의 폐분절중 고해상 CT 판독에서 양성이었으나 기관지 조영술 결과 음성인 경우가 13예가 있었다. 고해상 CT상 위음성 판정이 주원인은 근위부의 경도 tubular bronchiectasis 이었으며, 기관지 조영술상 위음성 판정의 주원인은 말초 기관지에 조영제가 불충분하게 분포된 경우이었다.

이와같은 결과는 기관지확장증의 진단에 있어서 고해상 CT가 기관지조영술에 비하여 진단의 정확도가 전혀 열등하지 않으며 따라서, 기관지조영술이 환자에게 주는 침습성을 감안할 때 이의 진단 및 범위파악에 일차적이고 주된 검사방법이 되어야 한다는 결론에 도달하게 한다.

원인질 환별 기관지 확장증의 분포 및 형태

화농성 및 바이러스 감염에 의한 경우 기관지 확장증은 하엽에 호발하며, 결핵 및 기타 육아종성 염증에 의한 경우 상엽 혹은 하엽의 상분절에 호발하고 특징적으로 확장과 협착이 공존한다. 미만성으로 기관지의 확장이 오는 경우로는(1), 기관지의 mucous clearance의 장애(cystic fibrosis, Kartagener's syndrome), (2) 면역결핍상태, (3) allergic bronchopulmonary aspergillosis, (4) 만성 기도질환(만성기관지염, 기관지천식, diffuse panbronchiolitis, bronchiolitis obliterans)등이 있다(2).

참 고 문 헌

1. Eisenberg RL. Radiology : an Illustrated History. Mosby : St. Louis, 196-198, 1992
2. Westcott JL. Bronchiectasis. Radiol Clin North Am 29 : 1031-1042, 1991
3. Naidich DP, McCauley DI, Khouri NF, Stitik FP, Siegelman SS. Computed tomography of bronchiectasis. JCAT 6 : 437-444, 1982
4. Muller NL, Bergin CJ, Ostrow DN, Nichols DM. Role of computed tomography in the recognition of bronchiectasis. AJR 143 : 971-976, 1984
5. Grenier P, Maurice F, Musset D, Menu Y, Nahum H. Bronchiectasis : assessment by thin-section CT. Radiology 161 : 95-99, 1986
6. Joharjy IA, Bashi SA, Adbullah AK. Value of medium-thickness CT in the diagnosis of bronchiectasis. AJR 149 : 1133-1137, 1987
7. Silverman PM, Godwin JD. CT/Bronchographic correlation in bronchiectasis. JCAT 11 : 52-56, 1987
8. 차상훈, 임정기, 김양민, 한만청, 심영수. 기관지 확장증 : 고해상 CT와 기관지조영술의 비교. 대한방사선의학회지 27 : 632-636, 1991
9. Gudjberg CE. Roentgenologic diagnosis of bronchiectasis. Acta Radiol 43 : 207-225, 1955

기관지 확장증의 내과적 치료

경희의료원 흉부외과

김 원 곤

기관지확장증(bronchiectasis)은 해부학적 정의상 기관지벽의 탄성및 근육성분이 파괴됨으로말미암아 기관지가 만성적으로 이상확장(abnormal dilatation)을 일으키는 한편 왜곡(distortion)되는 병적상태를 말한다. 이에의한 임상 증상은 만성적이고 반복되는 폐렴이 주된 소견인데 기침과 다량의 점액농성 객담, 그리고 악취호흡등의 증상을 나타낸다.

기관지확장증의 치료는 내과적 치료법과 외과적 치료법으로 나눌 수있다. 내과적 치료의 목적은 비외과적 방법으로 기관지확장증에 연관된 증상을 조절하고 더 이상의 진행을 방지하는데 있다. 구체적인 치료방법으로는 항생제 요법과 흉부물리요법으로 크게 대별할 수있다. 본 연재에서는 다음과 같은 항목들을 주안점으로 기관지확장증의 비외과적 치료법에 관해 토의하고자한다.

- 1) 기관지확장증의 전반적인 상태에 관한 국내외 현황
- 2) 내과적 치료법의 기본 방법들
- 3) 적절한 항생제선택의 기준
- 4) postural drainage의 구체적인 방법
- 5) percussion과 vibration등 그밖의 흉부물리요법 방법
- 6) 기타 보조요법및 치료시 고려사항
- 7) 각혈시 기관지동맥 색전법(bronchial artery embolization)의 적용
- 8) 내과적 치료/외과적 치료의 적응

기관지 확장증의 외과적 처치

충남의대 흉부외과
이 영

기관지 확장증은 1819년 Laennec이 처음 기술하였으며, 1846년 Hasse이 Bronchiectasis라고 명명하였다. X-ray의 발명전까지는 생전에 진단하기가 어려웠고 통상 만성기관지염으로 진단되었다. 1918년 Jackson이 Bismuth powder를 이용하여 산사람에서 처음으로 기관지를 보게하였으며 1922년 Sicard와 Forestier가 Iodized oil을 이용하여 기관지 조영술을 개발하였고 후에 수용성 조영제가 개발되어 더 쉽게 기관지 조영술을 할수 있게되었다. 1930년초 구미에서 수술적 처치가 시도되었고, 마취, 수술수기, 술후관리의 발전, 수혈, 항생제의 개발로 수술성적도 향상되었다.

다량의 객담, 국한된 기관지 확장, 반복되는 혹은 다량의 각혈, 재발되는 폐염이 수술적응이 되며, 물론 환자는 폐절제에 견딜수 있는 심폐기능 및 큰수술에 금기증이 없어야 한다.

수술결과는 술전 기관지 확장상태 정도에 따라 다양하나 일반적으로 만족할 만한 결과를 80%—90%에서 보고하고, 증상호전이 없거나 나빠진 경우는 5%정도로 보고되었다.

수술합병증은 분비물저류, 무기폐, 농흉, 기관지늑막루, 기흉, 수흉, 출혈, 폐부종, 창상감염등이며, 수술합병증에 유관한 인자는 초창기 Mass ligation시 83.4%(20/24) 합병증을 보고했다. 절제범위에 따른 차이는 없고, 전폐절제술에서 합병증발생율이 적다고 한다. 연령은 60세 이상에서 높은 합병증을 보인다고 한다.

1942년을 분기점으로 Individual hilar dissection, Ligation이 표준수술수기로 되고 Penicillin이 사용되기 시작하면서 수술성적은 급격히 향상되었다. Churchill(1940)은 133명의 기관지 확장증을 수술절제후 3.0% 수술사망율을 보고하였으나, Ochsner(1949)등은 1942년 13예중 6명이 사망하였으나, 그후 83명에서 수술사망율은 없었다고 보고하였다.

1976년 6월부터 1991년 12월까지 충남대학교병원 흉부외과에서 수술적 처치를 시행한 기관지확장증 환자는 46예로 남여비는 25 : 21로 비슷하였고, 연령분포는 청장년이 대부분이며 최소년자는 17세된 여자이고 최고령자는 57세 남자였다.

증상은 기침과 객담을 대부분 예에서 호소하였고, 각혈 및 혈담, 반복되는 상기도감염 및 폐염, 흉부 불편감, 호흡곤란 순이었다. 과거력상 폐염 등 감염이 10예, 결핵이 과거력을 가진 사람도 12예로 초창기 보고자보다 줄고있지만 아직도 문제로 남아있다. 홍역이나 백일해 감염력은 백신의 개발로 저연령층에서 현저히 줄었다.

수술은 좌측하엽절제술 11예, 하엽절제술 및 설상구역절제술 23예, 좌측전폐절제술 2예, 우측하엽절제술 3예, 하엽 및 중엽절제술 6예, 중엽절제술이 1예였으며 하엽절제술 및 설상구역절제술 실시예중 1예에서 술후 발생한 농흉 및 기관지늑막루로 흉곽성형술을 추가하였다.

술후성적은 일측성인 경우 전예 술전 증상이 소실되거나 호전되었으며 1예는 술후에 반복되는 혈담을 호소하여 관찰중이며 양측성인 경우도 일측절제만으로 상당한 증상호전을 보였다.

합병증은 무기폐 1예, 농흉 2예, 농흉 및 기관지늑막루 1예, 폐염 1예, 기흉 1예, 수흉 3예, 출혈 3예, 창상감염 1예였다. 수술사망예는 없었다.

참 고 문 헌

1. Collis JL : *Fate of the lower apical segment in resections for bronchiectasis. Thorax. 8 : 323, 1953*
2. Chesterman JT : *Recurrence after resection for bronchiectasis. Brit J Surg. 45 : 155, 1957*
3. Ginsberg RL, Cooley JC, Olsen AM, Kirklin JW, Clagett OT : *Prognosis of bronchiectasis after surgical resection. Surg Gynec Obstet. 101 : 99, 1955*
4. Ginsberg RL, Cooley JC, Olsen AM, Kirklin JW : *An analysis of unfavorable results in the surgical treatment of bronchiectasis. J Thorac Surg. 30 : 331, 1955*
5. Ochsner A, DeBakey M, DeCamp PT : *Bronchiectasis its curative treatment by pulmonary resection. Surgery. 25 : 518, 1949*
6. Lindskog GE : *An analysis of 215 cases of bronchiectasis. Surg Gynec Obstet. 100 : 643, 1955*
7. Overholt RH, Segal MS : *Long term tracheostomy in extensive bilateral bronchiectasis. New Eng J Med. 257 : 1108, 1957*
8. 송요준, 김정석, 노준량, 이영균 : Surgical treatment of bronchiectasis. 대한흉부외과학회지. 4 : 101, 1971
9. 이두연, 조범구, 홍승록 : Surgical consideration of bronchiectasis : an analysis of 64 cases. 대한흉부외과학회지. 9 : 187, 1976
10. 송명근 : Surgical treatment of bronchiectasis : an analysis of 100 cases. 대한흉부외과학회지. 11 : 461, 1978
11. 김수성, 김영호, 박건주, 김공수 : Clinical evaluation of bronchiectasis. 대한흉부외과학회지. 17 : 41, 1984
12. 한승세, 이정철, 이재성 등 : The surgical treatment of bronchiectasis. 대한흉부외과학회지. 17 : 456, 1984
13. 권영무, 최세영, 박창권 등 : Surgical treatment of bronchiectasis. 대한흉부외과학회지. 23 : 683, 1990

기흉의 병리기전 (Pathogenesis of the pneumothorax)

전북의대 흉부외과
김 공 수

기흉이란 흉막강내에 공기가 존재하는 것을 말하며 이 공기는 흉벽의 손상 부위로 직접 들어가는 경우도 있으나 일반적으로 흉막강 주위의 공기를 함유하는 장기에서 유래하며 이중 폐에서 흉막강 내로 유입된 경우가 제일 많다.

공기의 흉막강 유입은 흉부 손상으로, 진단, 치료, 검사중 iatrogenic하게 특발성으로 발생된 경우가 많고 특이하게 신생아나 또는 월경 중의 청년 여자에서 발생되는 경우도 있다.

흉막강내 공기의 유입은 흉막강내 공기량의 정도, 폐질환의 정도에 따라 무증상에서 부터 여러 정도의 저산소혈증, 흉통과 호흡곤란을 호소하므로 경우에 따라서는 신속한 처치를 요한다.

흉막강 압력

흉막강압은 폐와 흉벽의 탄성(elastic recoil)으로 발생된 압력이며, FRC(functional residual capacity)에서 폐는 내측으로, 흉벽은 외측으로 운동하는 탄성 때문에 흉막강은 약 $-3 \sim -5\text{cmH}_2\text{O}$ 의 음압이 된다. 흡기 시에는 흉벽이 외측으로 움직이려는 탄성증가로 흉막은 더욱 음압이 증가하나 호기 시에는 흉막강 음압은 감소하게 된다. 흉막강압은 gravitational gradient 때문에 dependent 한 부분의 흉막강압이 첨부보다 더 높다. 흉막강내의 위치에 따른 압력차이는 transpulmonary pressure 차이를 발생시키고 팽창의 차이를 가져온다¹⁾.

폐 파열

폐의 탄성으로 폐포압력은 흉막강압보다 항상 높다. 따라서 폐포와 흉막강에 개통이 있다면 폐포내 공기가 흉막강으로 유출되어 기흉이 발생되므로 기흉은 폐파열의 결과이다. 폐내압력이 $80\text{cmH}_2\text{O}$ 정도로 높게되면 폐포가 파열되어 공기가 폐간질 사이로 유출되고 이것이 interlobar septa를 통해 중심부로 유입되면 종격동기종, 피하기종이나 기흉이 발생되기도 하고 말초부로 유입되면 subpleural bleb이 형성되고 파열되어 기흉을 형성하기도 한다.

흉막강내 공기의 재흡수

정상에서는 흉막강은 음압임에도 불구하고 공기가 없다. 왜냐하면 주위조직의 총공기압은 더욱 낮기 때문이다. 조직의 공기압은 진신 정맥혈의 Gas압에 가깝다. 보통 PCO_2 45mmHg , PO_2 40mmHg , PN_2 560mmHg 이고 총 Gas압력은 645mmHg 이다. 이는 대기압($700 \sim 713\text{mmHg}$)과 비교가 된다. 기흉시 흉막강내 공기는 대기압에 근사하므로 총 Gas 압력차가 재흡수에 관여한다.

폐기능에 미치는 영향

Gas가 흉막강내로 유입되면 폐는 허탈되고 흉벽은 FRC에서 팽창하게 된다. 만약 충분한 Gas가 흉막강내에 유입되어 대기압에 가까울정도로 흉막강내의 압력을 증가시킨다면 폐의 Gas volume은 거의 없는 상태가 될것이고 흉강내 용량은 증가될것이다. 기흉은 VC(vital capacity), TLC(total

lung capacity), FRC의 감소를 동반하고 diffusing capacity도 감소된다. expiratory flow rate는 허탈된 폐의 증가된 recoil로 약간 증가한다. 흉막강내 공기는 흉막내 압력의 gravitational gradient 소실로 부위별 환기의 분포는 똑같다²⁾.

기흉의 gas exchange에 대한 효과는 허탈된 폐의 perfusion정도에 따라 다르다. 허탈된 폐의 perfusion이 잘 이루어지면 ventilation-perfusion 부조화로 hypoxia가 발생하고 hypoxia에 대한 혈관 수축 발생으로 허탈된 폐의 부분적인 perfusion이 감소하게 되면 hypoxia는 없을 수도 있다. 이는 시간이 필요할 수도 있으며 기흉직후 hypoxia는 관찰되나 폐 혈류의 redistribution으로 24 시간 내에 호전되는 경우도 있다.

기흉의 기능적 이상은 폐 허탈의 정도와 허탈 이전의 폐 상태에 따라 다르다. 정상폐에서는 50% 폐 허탈의 기흉은 비교적 잘 견딜 수 있으나, 폐 질환이 있는 환자는 소량의 기흉에도 심한 기능의 변화를 초래한다. 폐 파열에 의한 기흉의 결과는 손상된 폐용량이 감소함에 따라 공기누출은 정지하게 되며 폐 용적 감소 정도는 폐의 탄성 정도에 따라 다르다. 폐기종이 있는 환자는 폐의 탄성이 감소되어 있으므로 폐 허탈은 심하지 않고 fibrosis나 증가된 폐 탄성의 경우에는 폐 허탈의 정도가 크다. 공기의 누출부위가 check valve처럼 작용하게 되면 긴장성 기흉으로 발전되고 affected side의 흉막강압은 반대측보다 증가하게 되어 종격동을 밀게되고 반대측 폐를 압박할 뿐아니라 정맥의 환류에 지장을 초래하여 심폐이상의 증후군이 발생하기도 한다³⁾.

기흉발생 기전

흉막강내로 공기가 유입되는 통로는 흉막의 손상이 있어야 한다. 기흉은 거의 대부분의 경우에서 visceral 흉막의 손상을 동반하며 parietal흉막 손상으로 오는 기흉은 주로 흉부 손상에 의하며 이 경우 역시 visceral 흉막의 손상을 동반하는 경우가 많다. Visceral 흉막의 파열은 일반적으로 폐에 병변이 있는 경우가 대부분이나 폐병변이 없이 visceral 흉막과 parietal흉막의 부분적 유착이 박리되면서 visceral 흉막과 폐포가 파열되어 공기가 누출되는 경우도 있다. 물론 흉막의 유착은 이전에 폐의 병변이 흉막에 파급된 경우가 많다.

폐의 병변으로는 bleb이나 bullae의 파열이 많은 원인을 점하고 이는 미세기도(small airway)의 협착이 원인이 되는 경우가 많다. 협착은 호기와 흡기시에 폐포로 가는 공기량의 부조화를 유발시킬 수 있으며 흡기량이 호기량보다 많으면 폐포내의 공기는 저류하게 되고 이것이 더욱 진행하면 bleb이나 bullae를 형성할 수 있다. 이런 협착의 유인으로는 미세기도내의 염증성 병변, 종양, 미세기도 자체의 섬유화, 외부 압박등을 들 수 있다⁴⁾.

폐렴, 폐농양, 폐결핵, 폐흡충증 및 폐 경색증등이 원인이 되어 발생한 subpleural 피사성 폐병변이 파열되므로 기흉이 발생할 수 있으며 이경우 화농성 병변의 파열인 경우에는 농흉이 동반된다⁵⁾.

진단과 치료목적으로 이용한 검사나 처치의 합병증으로도 기흉이 발생할 수 있는데 이경우 폐실질의 손상으로 폐내의 공기가 흉막강내로 유출되거나 또는 parietal흉막의 손상으로 외부에서 공기가 흉막강내로 유입되기도 하며 barotrauma에 의하여 폐포가 파열되어 기흉이 발생되기도 한다.

외상은 관통손상과 둔상으로 대별할 수 있는데 관통손상은 흉벽결손을 동반한 경우에는 흉벽을 통하여 외부의 공기가 유입되기도 하고 손상된 장기내의 공기가 흉막강으로 유출되기도 한다. 둔상에 있어서는 늑골골절과 동시에 골절편이 폐를 손상시키기도 하며 decelerating injury에 의하여 기관지가 파열되거나 barotrauma에 의하여 폐포나 식도가 파열되어 공기가 흉막강내로 유출되기도 한다.

기흉의 분류와 원인

기흉은 손상에 의한 경우와 손상없이 자연적으로 발생하는 경우로 대별할 수 있다. 손상의 경우 자상이나 총상과 같은 관통상과 타박, 추락, 압박, 충돌에 의한 둔상으로 분류할 수 있다. 1982년부터 1991년까지 저자가 치험한 547명의 기흉 환자중 외상에 의한 경우는 121명이었고 이중 자상에 의한 경우 12례, 둔상에 의한 경우 95례, 총상에 의한 경우가 2례였다.

자연기흉은 흉부 X-선 촬영등으로 원인을 발견할 수 없는 경우를 primary spontaneous pneumothorax라 하고 원인을 찾을 수 있는 경우를 secondary spontaneous pneumothorax라 하는데 저자가 치험한 자연기흉 426례중 원인을 찾을수 없는 경우가 151례였고 개흉을 시행한 54례의 병변은 거의 전례가 blebs나 bullae의 파열이었다. Secondary spontaneous pneumothorax의 주된 원인은 COPD, 기관지 천식, 폐 결핵, 폐 종양, 화농성 폐렴이나 폐농양, 폐섬유화, 결체조직 이상등이다⁵⁾. 저자의 경우는 COPD 169례, 폐 결핵 101례, 폐 흡충증 2례, 폐암 2례, muscular dystrophy 1례였다. 재발성 기흉은 90례에서 발생하였는데 모든례가 자연 기흉이었고 흉막강 삼관이나 천자로 치료한 환자였으며 개흉하여 치료한 환자에서는 없었다.

Catamenial기흉은 endometriosis를 가진 중년여자에 발생하며 이는 subpleural endometrial lesion이나 genital tract을 통한 공기가 복강과 횡격막 결손부를 통하여 흉막강내로 유입되므로써 발생한다⁷⁾.

신생아 기흉은 생후 처음 몇차례의 호흡동안 매우 높은 transpulmonary pressure로 폐가 파열되어 기흉이 발생되는데, 동물 실험에서는 transpulmonary pressure 80cmH₂O 이상에서 폐의 파열을 관찰할 수 있었다. 신생아의 transpulmonary pressure는 40cmH₂O 정도이나 심한 경우는 100cmH₂O로 상승되는 경우도 있는데 상승의 원인으로는 혈액, 점액이나 meconium으로부터 오는 기관지 폐쇄 혹은 협착 때문이다⁸⁾.

Iatrogenic 기흉은 흉막강 천자⁹⁾, 흉막 생검, 기관지경에 의한 transbronchial biopsy¹⁰⁾나 경피적 폐생검¹¹⁾ 등에서 발생을 보고하였으며 이는 흉막과 폐포의 손상에 의한 공기의 흉막강내 누출이 원인이 된다. Mechanical ventilation¹²⁾, closed chest 심폐소생술의 후유증으로도 기흉이 발생될 수 있는데 이는 barotrauma가 원인인 경우가 많다. 쇄골하 정맥 삼관의 경우¹³⁾나 기관 절개를 할 경우에도 기흉이 발생할 수 있는데 저자의 경우에서는 쇄골하 정맥 삼관의 경우가 3례, 침술이나 천자가 원인이었던 경우가 5례 있었으며 barotrauma의 경우가 4례있었다.

REFERENCES

1. Agostoni E : *Mechanics of the pleural space. Physiol Rev* 52 : 57-128, 1972
2. Anthonisen NR : *Regional lung function in spontaneous pneumothorax. Am Rev Respir Dis* 115 : 873-876, 1977
3. Gustman P, Yerger L, Wanner A : *Immediate cardiovascular effects of tension pneumothorax. Am Rev Respir Dis* 127 : 171-174, 1983
4. Gobbel WG Jr, Rhea WG Jr : *Spontaneous pneumothorax. J Thorac Cardiovasc Surg* 46 : 331-345, 1963
5. Shields TW, Oilschlager GA : *Spontaneous pneumothorax in patients 40 years of age and older. Ann Thor Surg* 2 : 377-383, 1966
6. Wilder RJ, Beacham EG, Ravitch MM : *Spontaneous pneumothorax complicating cavitary tuberculosis. J Thorac Cardiovasc Surg* 43 : 561-573, 1962
7. Gray R, Cormier M, Yedlicka J, Moncada R : *Catamenial pneumothorax : Case report and literature*

review. *J Thorac Imaging* 2:72-75, 1987

8. Karlberg P, Cherry RB, Escardo F, Koch G : *Respiratory studies on newborns. II. Pulmonary ventilation and mechanics of breathing in the first minutes of life including the onset of respiration. Acta Paediat* 51 : 121 - 136, 1962
9. Seneff MG, Corwin RW, Gold LH, Irwin RS : *Complications associated with thoracentesis. Chest* 90 : 97 - 100, 1986
10. Herf SM, Suratt PM, Arora NS : *Deaths and complications associated with transbronchial lung biopsy. Am Rev respir Dis* 115 : 708 - 710, 1977
11. Poe RH, Kallay MC, Wicks CM, Odoroff CL : *Predicting risk of pneumothorax in needle biopsy of the lung. Chest* 85 : 232 - 235, 1984
12. DeLatorre FJ, Tomasa A, Klamburg J, Leon C, Soler M, Rius J : *Incidence of pneumothorax and pneumomediastinum in patients with aspiration pneumonia requiring ventilatory support. Chest* 72 : 141 - 144, 1977
13. Conces DJ, Holden RW : *Aberrant locations and complications in initial placement of subclavian vein catheters. Arch Surg* 119 : 293 - 295, 1984

기흉의 치료

이화대학병원 흉부외과
김 광 호

1. 서 론

기흉 치료의 궁극적인 목적은 늑막강 내의 공기를 제거하여 폐를 재팽창시키고 더 이상의 기흉이 생기지 않도록 하는 것이다. 이런 목적을 위하여 여러가지의 치료법이 있으며 환자의 증상여부및 증상의 경중정도, 재발성인지 원발성인지, 기존의 갖고있는 폐의 병변정도, 흉부X-선 소견및 합병증 유무등을 고려하여 적당한 치료방법을 택하여야 한다.

2. 기흉의 치료법

1) 일차치료법(Initial treatment)

a. 관찰요법(Observation)

증세가 경미하고 흉부X-선사진상 기흉의 정도가 15%이내이면 침상 안정을 시키고 관찰을 한다. 1일 흡수능력이 1.25% 정도이므로 완전 흡수시 까지는 시간이 오래 걸리는 단점이 있다.

b. 관찰및 산소투여요법(Observation & High oxygen therapy)

침상 안정과 더불어 100%산소를 투여하면 혈액내의 질소분압이 상대적으로 낮아져 늑막강 내의 공기흡수를 촉진시키는 작용을 한다.

c. 흉부천자법(Thoracentesis)

비교적 기흉의 정도가 크나 증상이 안정적인 경우 시행할 수 있으며 기관지늑막루 유무를 판단하는데 도움을 줄 수 있다. 또한 긴장성기흉시 응급 처치로서 효과가 크다. 그러나 일반적으로 흉관삽관보다 효과적이지 못하다. 천자위치는 보통 제2늑간의 중쇄골선을 택하고 있다.

d. 흉관삽관술(Tube thoracostomy)

가장 보편적으로 쓰이는 방법으로 흉부X-선 사진상 20% 이상의 기흉, 긴장성기흉, 증세가 심할 경우, 반대편 폐에 병변이 있을경우, 관찰요법이나 천자요법으로 효과가 없을 때 시행한다. 흉관삽관의 위치는 흉부X-선 사진에 나타난 기흉의 위치에 따라 다를 수 있으나 보통 중액와선의 제3 또는 제4늑간에서 실시한다. 이 부위는 미용상 외부노출이 적은 부위이고 내유동정맥과 거리가 멀고 근육통이 없으므로 삽입이 용이한 장점이었다. 흉관삽관의 방법은 투관침법(Troca method)과 박리법(Dissection method)이 있으며 박리법이 주로 이용되고 있다.

흉관삽관후는 underwater seal병을 연결하여 주며 Heimlich valve를 사용시에는 입원을 하지않고 외래 통원치료도 가능할 수 있다.

2) 이차완치치료법(Definitive treatment)

흉관삽관술로도 치류되지않는 경우 즉 1. 흉관삽관술 후에도 일주일 이상 공기유출이 계속되며

폐의 재팽창이 안되는 경우, 2. 재발성 기흉, 3. 동시 양측성 기흉, 4. 반대쪽 기흉의 기왕력이 있는 경우, 5. 아주 큰 폐기포가 흉부X-선 사진상 확인할 수 있는 기흉, 6. 혈흉 또는 농흉등의 합병증을 동반한 기흉, 7. 기흉의 기왕력을 갖는 조종사, 잠수부 등에서는 기흉을 완치하고 더 이상의 재발이 없도록 치료를 하여야 한다. 상기 대상증 재발성 기흉과 공기유출이 지속되는 지속성기흉의 경우는 완치치료법이 필수적이거나 나머지 경우는 상황에 따라 결정되는 수도 있다. 결정적인 완치치료법으로 달성하여야할 것은 원인되는 병소의 제거와 재발방지를 위한 늑막유착술(Pleurodesis)을 하여야한다.

a. 개흉술(Thoractomy)

가장 보편적으로 행하여지고 있는 방법으로 확실한 결과를 보인다. 공기유출의 원인되는 병소의 제거에는 병변에 따라서 그 방법이 달라지게 된다. 단순봉합술, 폐기포절제술, 폐부분절제술, 폐엽절제술및 폐전적측술까지 시행할 수 있다. 일반적으로 일차 단순 자연기흉 환자에서는 폐기포절제술을 시행하는 것이 보통이며 이차자연기흉환자에서는 병변에 따라 수술법이 달라지게된다. 원인제거와 더불어 늑막유착술을 시행하여 재발을 방지하여준다. 물론 개흉술만으로도 늑막강 내의 유착을 유발할 수 있으나 거스로 늑막을 문질러 주는 기계적늑막유착술(Mechanical pleurodesis), Tetracycline이나 Talcum powder로 시행하는 화학적 늑막유착술(Chemical pleurodesis)과 벽측늑막제거술(Pleurectomy)등을 실시할 수가 있다. 개흉술의 절개선은 보통 전통적인 후측흉곽절개선(Postero-lateral thoracotomy)이 이용되나 기흉의 원인되는 폐기포는 상엽에 주로 있으며 적은 절개선으로도 절제할 수 있으므로 액와부소절개선(Transaxillary mini-thoracotomy)도 많이 이용된다. 양측성일경우는 정중흉골절개선(Median sternotomy)으로 실시한다.

b. 화학적늑막유착술(Chemical pleurodesis)

환자의 상태가 개흉술을 할 수 없는 경우 흉관을 통하여 Tetracycline이나 Talcum powder, Hypertonic glucose, Quinacrine, Olive oil등을 투여하여 주는 방법으로 약제에 의하여 늑막유착 효과를 나타낸다. 일반적으로 Tetracycline이 유착 효과가 크며 항생제이므로 감염의 위험이 적어 사용하며 보통 35mg/kg를 100cc 생리식염수에 섞어 투여하며, Talcum powder는 1-2gm을 투여한다. 그러나 본 방법은 고통이 심하고 정확한 위치에 투여가 어렵고 원인되는 병소가 남아 있으므로 개흉술과 같은 확실한 효과가 없는 것으로 알려져있다.

c. 흉강경을 이용한 치료법(Thoracoscopic management)

흉강경은 아주 적은 절개선으로 원인되는 병소를 직시할 수 있으며 늑막유착술을 시행할 수 있는 장점이 있어 최근 다시 각광을 받기 시작하고있다. 개흉술에 비하여 환자의 회복이 빠르며 미용상 커다란 장점을 갖고있다. 그러나 흉강경은 좋은 시야를 얻기 위하여 전신마취를 하여야 하는 부담감도 있으며, 흉강경을 통한 조작술시 2-3개의 적은 절개선을 더 이용하게 됨으로 액와부의 소절개선에 비하여 미용상 정말 우수한지 문제점이 있을수 있고 Tunnel view이므로 숙달되지 않으면 병소를 찾아내는 문제와 이를 제거하는데 기술상의 문제점을 갖고있다.

가. 흉강경적 화학적 늑막유착술(Thoracoscopic chemical pleurodesis)

흉강경으로 Talcum powder나 Tetracycline을 투여하는 전통적인 방법으로 병소 부위에 정확하게 약제를 도포할 수 있는 장점이 있어 흉관을 통하여 투여하는 방법보다는 좋은 성적을 나타낸다. 원인되는 병소가 남아 있으므로 완전한 방법은 안된다. 다른 방법으로는 fibrin glue를 공기유출이 되는 부위에 투여하여 공기유출을 막고 유착의 효과를 높이는 방법이 있다.

나. 흉강경적 절제술(Thoracoscopic resection)

흉강경을 통하여 원인되는 병소를 제거하는 방법이다. 일반적으로 폐기포가 기흉의 원인이므로 이를 electric cautery 또는 laser resection(ND-YAG 또는 CO₂ laser)으로 폐기포를 제거하고 공기유출되는 부위를 막아주는 방법이다.

본 방법은 폐기포의 형태에 따라 공기유출 봉쇄능력이 미지수이고 공기유출이 멎었더라도 괴사된 폐조직에서 다시 공기유출이 되는 수가 있어 성공율이 70-80% 정도로 생각된다. 최근 흉강경을 통한 Stapler나 Clip 등의 개발로 폐의 부분절제술이 가능케 되어 상당한 효과를 얻을 것으로 생각되어진다. 그러나 본 방법도 흉강경 수술이 갖는 한계점을 생각하여 적용대상 선정에 세심한주의를 기울여야 할 것이다.

다. 흉강경적 절제술 및 늑막유착술(Thoracoscopic resection & pleurodesis) 상기 두방법을 합병한 방법이다.

3. 결 론

기흉의 치료에는 일차적으로 관찰법, 고농도 산소투여법, 흉부천자법 및 흉관삽관술을 실시하며, 일차적인 치료 후에도 치유가 되지않거나 재발이 되는 경우 원인병소의 제거와 늑막유착술을 위한 완치요법을 사용하여야 한다. 전통적인 개흉술이 확실한 결과를 갖어오나 흉강경을 이용한 방법이 환자의 회복이 빠르며 미용상 우수한 점이 있어 점점 개흉술을 대신하고 있으나 그 대상적용에 신중을 기하여야 할 것이다.