

흉강경 수술 장비 및 수술수기

고려대학교 의과대학 흉부외과

김 광 택

첫 머리에

흉강경술의 역사는 1910-1950 년의 결핵치료의 획기적인 시도로 시작된 초기와 1950 - 1989년 사이의 진단수기로 명맥을 이어온 시기, 1989년 후 현재로 이어지는 비데오 흉강경술의 세 시대로 구분된다. 반세기의 긴잠에서 깨어 흉부외과학의 새로운 변화로 발전한 주된 배경은 수술시야를 보여주는 컴퓨터칩 카메라와 흉강경용 자동봉합기로 대표되는 수술장비와 기구의 발달에 있다. 현재의 흉강경술은 흉강경 수술(operative thoracoscopy)로 발전하였고, 그에 따라서 기구, 장비, 수기의 삼 요소를 필수로 요구하고 있다.

공학기술의 발달로 전기, 레이저, 초음파에너지를 이용하는 의료장비의 개발과 외과의사의 경험과 아이디어에서 고안된 수기와 기구의 적용으로 비데오 흉강경술의 적용이 확대되면서 전통적인 개흉식 흉부외과 수기의 많은 부분이 비데오 흉강경수술로 대체되거나 흉강경을 보조로 할수있는 저침습성수술로 시행되고 있다. 흉강경술은 간접적인 모니터로 수술시야를 보지만 병소를 수술하는 수기는 개흉술의 수기와 같은 방법이 시행되고 있다. 그러므로, 전통적으로 흉부외과의가 이용하는 개흉수술시야에

서 사용하는 수기인, 육안과 손으로 병변을 확인하고 표준 수술기구로 조직을 박리, 절제, 봉합, 결찰하는 수기는 새로운 흉강경수술이라는 환경하에서 장비와 기구의 사용으로 대체 된다. 비데오흉강경수술 환경에서도 수술의 목적과 원칙은 개흉수술과 같으므로 환자의 안전과 치료의 효율성이 우선되어야 한다. 그러므로 흉강경수술을 안전하고 효과적으로 적용하기 위해서는 흉강경수술 장비의 특성과 기능을 이해하고 적절한 사용법의 이해와 흉강경술의 상황에 따라서 적용할 기구의 사용과 기본수기의 연마가 필요하다.

현재 비데오 흉강경술의 적용은 종격동, 흉막, 폐실질, 식도, 신경, 심혈관으로 흉막강내의 전반적부위에 생기는 종양, 외상, 염증, 이물질, 선천성병변 등으로 확대되었으며, 사용하는 수기도 진단과 치료의 목적에 따라 다양하다. 흉강경 수술에서는 수술 전에 병변에 종류, 위치, 수술, 진단의 목적, 시행할 수기를 고려하여 다음 항목; 환자의 자세, 병변의 위치를 확인하는 방법, 트로카의 위치, 필요한 수술수기 및 장비와 기구, 마취의 종류 준비한다.

수기

비데오 흉강경수술은 모든 수술기구의 사용과 수

기의 적용을 트로카 스텝을 통해서 하는 수술인 전형적 흉강경수술(closed video thoracoscopy;CVT)과 비데오영상으로 수술시야를 보면서 수기는 저침습도의 소절개창을 통해서 하는 흉강경보조수술(video assisted thoracic surgery;VATS)의 두가지 형태로 발전하고 있다. 흉강경술과 흉강경보조수술의 선택은 병변의 종류, 수기, 크기, 위치와 수기에 따라서 결정되지만 수술시에 유착, 출혈, 기구의 오작동, 시야의 문제가 생기면 흉강경술에서 흉강경보조술로 전환시켜야 하고 필요하면 개흉으로 전환 가능성이 있으므로 흉강경 수술전에 환자에게 설명을 해야한다.

흉강경술의 수기는 진단 치료의 목적과 병변의 위치와 종류, 수술적용에 따라서 달라지나 수기로 병변의 확인과 트로카의 위치, 조직의 박리, 혈관과 조직을 봉합 결찰하고; 지혈하는 것은 기본적으로 활용하는 수기이다.

· 병변의 확인수기(Localization)

병변의 확인은 질환의 생검이나 절제술에서 수술 전 흉부X선 사진으로 위치를 확인하고 수술계획을 세워야 한다. 흉부 전면과 측면사진이 유용하며 병변의 자세한 위치와 주위 장기와의 관계를 알기 위해서는 흉부 CT, MRI촬영을 해야한다. 흉부사진으로 흉강경술의 안전성과 가능성을 판단하고 환자의 자세와 수술시 흉강경 및 트로카의 위치를 설정한다. 수술시 자세는 전종격동의 병변은 45도 측와위로 수술하는 것이 폐장이 후방으로 치우치면서 공간이 생기고 후종격동의 병변인 경우에는 반대로 앞으로 기울어진 측와위자세가 수술공간 확보에 도움을 준다. 종격동 병변의 수술수기에서 공통적인 수기로는 병변을 싸고있는 벽측 흉막을 열고 박리를 시작해야하며 미주신경과 횡격막신경에 손상이 오지 않게 확인하고 주의해야한다. 낭성종양인 경우에는 혈관과의 감별과 수술을 용이하게 하는 목적으로 내용물을 흡인할 수 있다. 종격동의 병변이나 림프조직의 생검시에는 컵모양의 생검용포셉이나 가위로 조직을 채취하며 깊은 조직을 몇 개 얻는 것이 진단율을 높인다. 폐실질의 병소는 수술시 병소

를 직접 손으로 촉지하기 어려운 경우가 많으므로 수술전과 수술시에 병변의 위치를 확인하는 수기가 중요하다. 장측흉막하에 위치한 병변의 경우에는 X선 투시나 흉부 CT로 위치를 확인하고 메틸렌부루나 직접 미세침을 침투시킨 상태로 수술시에 확인한다. 수술중 초음파진단으로 병변을 확인하는 방법을 사용할 수있다. 폐실질 병소의 약 8%는 흉강경술하에서 위치확인을 할 수 없는 경우가 있다. 이 경우에는 비데오흉강경하 소절개수술(video-assisted thoracotomy)로 변환하여 직접 손가락을 넣어서 촉지 확인한다. 경우에 따라서는 손을 넣어서 확인이 필요하다.

트로카 삽입(Trocars)

복강과 달리 흉막강은 늑골로 지지된 고정된 공간을 이루므로 가스취입이 필요없이 고정된 공간을 확보하는 장점이 있다. 그러나 늑골사이에 고정된 늑간을 이용하여 트로카를 삽입하여 수술시야와 기구를 사용하는데는 제한이 따르기도한다. 트로카를 이용하면 기구의 손상을 줄일수있고, 기구를 삽입하고 하고 교환하는데 용이하며, 늑간의 신경 혈관의 손상을 피할 수있고, 가스를 주입할 수 있는 장점이 있으므로 흉강경술에 많은 도움을 준다. 흉강경술에서 병변의 위치와 계획한 수술에 따라서 트로카의 위치와 크기, 필요한 개수가 달라진다. 트로카를 삽입하는 방법은 폐쇄식 흉관삽관술의 방법으로 기구와 손가락을 이용하여 첫번 트로카를 삽입하면 예측 못한 흉막유착의 경우에 생기는 폐실질의 천통상을 피할수있다. 소구경의 트로카를 삽입하는 경우에는 베렛바늘로 확인하는 방법을 사용하며 트로카 삽입시에 마취기를 호기상태에서 잠시 정지시키고 삽입하면 폐손상을 피할 수있다. 첫 트로카를 삽입한 후에는 위치에 따라서 흉강경시야에서 확인하고 선정하여서 삽입한다. 이때 미세주사침으로 늑간에 찔러서 병변의 위치와의 관계를 고려하여 정한다.

가스 취입(insufflator)

일측폐환기술의 적용시에는 흉막강내에 충분한 공간을 확보할수 있지만 일반튜브를 삽관한 경우나

흉강경 수술 빠른속도로 폐용적을 줄일 필요가 있으면 취입기(insufflator)를 사용하여 탄산가스를 흉강내에 취입하면 대정맥과 심장의 순환에 영향을 줄수있으므로 수술측 흉막강내의 압력이 5mmHg 이 되지 않도록 유의한다.

봉합(suturing)

흉강경술이 적응이 확대되면서 봉합과 결찰이 필요한 경우가 생기므로 이수기의 연마가 필요하다. 흉강경술에 이용하는 실은 흡수성과 비흡수성이 모두 사용되며 결찰시 매듭의 고정이 잘되려면 덜 미끄러지는 실을 사용한다. 지침기는 보통 2개를 사용하며 오른쪽 용은 한쪽 턱만 움직이면서 고정장치가 있는 것이 바늘이 잘 고정된다. 개흉수술에서 봉합시 포셉을 대신하는 왼쪽용 지침기는 고정장치가 없는 것이 편리하다. 보통 왼쪽은 3mm 오른쪽은 5mm 지침기를 사용한다. 조수는 실을 손상시키지 않는 기구를 써서 사용실을 잡아 줄 필요가 있다. 봉합시 실이 너무길면 실을 다루기가 어려우므로 12cm정도가 적당하다.

흉막강내로 봉합침과 실의 넣는 방법은 지침기로 바늘의 바로 뒤 부분의 실을 잡고서 왼손쪽의 트로카 입구로 통과시킨다. 흉강내에서 봉합후에 직접 매듭을 만들려면 실의 길이는 단순 봉합에서는 12cm정도가 적당하고 연속봉합에는 1봉합마다 1cm 정도 씩 더해서 실 길이를 정해두면 편리하다. 바늘의 종류는 직침과 스킨침, 곡침을 사용할수있으며, 스킨침과 곡침은 지침기에 고정하기가 어려우므로 왼손의 지침기로 바늘 끝을잡고 바늘 뒤 약 1cm 를 잡고 돌리면서 적절한 위치에서 바늘을 고정시킨다. 오른쪽 지침기로 조직을 봉합하고 실의 매듭은 미리 만든 스텝매듭으로 고정하거나 흉강내에서 직접 매듭을 한다. 연속봉합을 하는 경우에는 처음 매듭은 스텝매듭을 만들어서 고정하고 마지막 매듭은 Aberdeen매듭으로 고정한다. 스텝매듭의 고정은 바늘 뒤 실에 매듭을 만들어서 봉합하고 스텝매듭을 통해서 지침기를 통과시킨 다음 바늘 바로 뒤의

실을 잡아서 당긴다. 이때 다른 지침기는 짧은 쪽 실을 잡고 서로 반대로 당겨준다(그림 1, 2).

매듭(tying)

스텝매듭(slip knot)

매듭을 밀어서 고정하는 미리 스텝매듭을 만들어 두면 단순봉합이나 연속봉합시 매듭을 결찰하기 쉽다(그림 1).

외부매듭(external tie)

흉막강 밖에서 매듭을 만들어서 매듭밀기(throw pusher)로 매듭을 흉막강내로 밀어넣어서 고정하는 방법이다. 매듭을 만드는 방법은 로테오식이 많이 사용된다. 외부매듭은 주로 0나 2-0 굵기의 실을 사용한다.

내부매듭(Internal ties)

흉막강내에서 매듭을 만드는 방법은 단순봉합시에는 미리 준비한 스텝매듭을 통해서 지침기 끝을 넣고 바늘의 바로 뒤의 실을 잡아서 당겨주면서 다른 지침기는 스텝매듭의 짧은 쪽을 잡고 서로 반대로 당기면 매듭을 고정한다. 또는 수술시야에서 오른쪽 지침기로 바늘끝을 잡고서 실꼬리 쪽으로 이동시킨 다음에 왼손손의 지침기를 시야를 가로질러서 실 꼬리쪽에 두고 바늘 잡은 쪽을 두 번 돌려주어서 왼쪽 지침기로 실의 끝을 잡고 반대방향으로 당기면 된다. 다시 반대방향에서 같은 조작을 하여 매듭을 고정 시킨다(그림 3)

장비와 기구

수술실 흉강경수술실은 흉강경장비가 외과의와 조수의 수술테이블사이에 위치 하므로 마취장비 모니터와 같이 수술실의 공간을 차지하므로 여유공간의 확보된 수술실이 필요하고, 흉강경의 케이블과 튜브 등의 라인이 많으므로 운용에 주의한다. 수술의 기구는 개흉수술 전환에 대비하여 개흉수술용과 흉강경수술용 기구를 모두 준비한다.

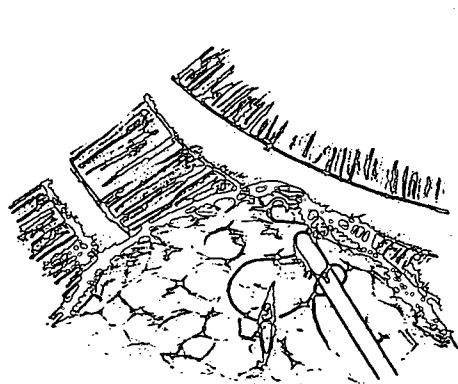


그림 1

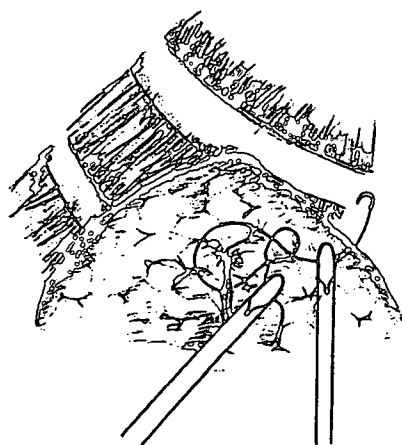
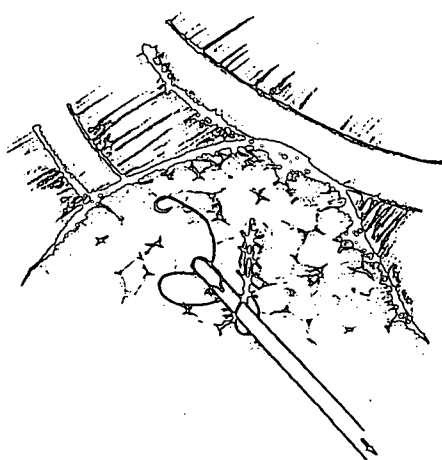


그림 2

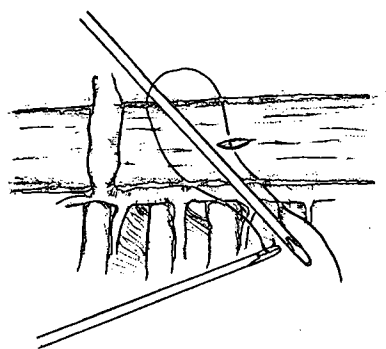
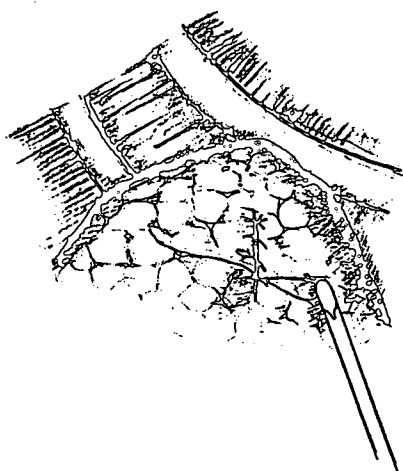
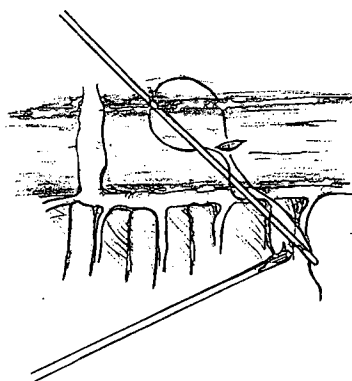


그림 3



흉강경술의 기본장비

비디오 시스템; 카메라, 광원(light source),
모니터

비디오 레코더

가스공급기

흡인 세척기

흉강경

전기 메스(electro surgical generator)

비디오 시스템

흉강경 수술시 술자는 의료용 비디오카메라와 모니터로 경성내시경을 통해 직접 보는 수기에 비해 넓은 수술시야를 수술자와 조수가 모두 볼 수 있으므로 수술자와 조수는 모두 수술부위를 보면서 흉강경수술 조작이 가능하다. 수술자에게 간접적으로 시야를 보여주는 영상시스템은 기본장비로 비디오 카메라, 광원, 영상기록기가 한 단위로 구성된다. 비디오의 위치는 외과의가 모니터를 편한 자세로 볼 수 있는 위치에 장치한다. 두 개의 모니터를 갖추는 것이 수술자와 수석 조수가 편안한 자세로 모니터를 볼 수 있으므로 장시간의 수술 까지 수행할 수 있다. 카메라는 광감작침의 개발로 삼원색을 각각의 칩이 감지하여 영상을 만드는 1칩보다 픽셀수가 3배 많고 밀집되어 있으므로 색상이 자연색에 유사하고 영상이 분명해진 3칩 카메라가 실제 수술시야의 다양한 색상을 선명하게 전달해준다.

흉강경용 광원은 비디오카메라의 조명을 보급하는 장치로 중요하다. 광원의 세기와 색상을 조정하는 램프와 광을 전달하는 케이블이 중요한 구성품이며 사용목적에 따라서 선택할수있는데 수술용으로는 램프수명이 길고 밝은 제논 램프가 적당하고 진단용은 비교적 경제적인 할로젠램프를 일반적으로 사용한다. 빛을 전달하는 광섬유로 된 케이블은 오래 사용하면 섬유손상이 오는데 전체의 20% 이상이 손상되면 교환해 준다. 흉강경용 광원의 빛을 특수필터로 적외선을 흡수하여 백색광선을 케이블로 보내므로 열을 흡수하는 기능이 있지만 빛이 매우 강해서 고열이 발생하므로 주의해야한다.

가스 주입기(CO₂ insufflator)

흉강경 술은 복강경 수술에 비해서 탄산가스의 고속 주입이 필요치 않으나, 간혹 폐의 허탈을 유도하기위해서 탄산가스 주입이 필요하다.

흉강경(thoracoscope)

흉강경은 기관지경과 같이 경성(rigid thoracoscope)와 굴곡성(flexible thoracoscope)이 있다. 흉강경 수술에는 일반적으로 소독이 간단하고, 시야가 크고, 경제적이고, 내구성이 강한 장점이 있는 경성 흉강경을 사용한다. 굴곡성 흉강경은 광섬유로 제작하여 견고성이 적지만 흡인용과 기구를 삽입 할수 있는 채널이 있고 흉막강내에서 맹점없이 시야 확보가 가능한 장점이 있으므로 진단이나 간단한 수기에 적절하다. 경성흉강경은 수술시야를 얻기위해서 10mm 직시형(direct viewing)과 사시형(oblique viewing)이 필요하고, 흉곽이 적은 여성이나 소아용으로는 7mm, 5mm, 3mm, 2mm 등이 개발되어 있으며 수기에 따라서 선택 한다.

수압식 세척기(irrigators)

링거액을 압력을 200mmHg의 압력으로 주입 할수 있는 주입기는 수압으로 조직을 박리하는데 이용할 수있으며, 출혈이나 이물질 조직을 세척하고 흡인제거한다.

전기 외과기구

전기를 이용한 기구는 흉강경수술기구의 기본사양이 되고있다. 일반적으로 사용이 간편한 monopolar current 를 사용하며, 절단과 지혈에 사용한다. 탄산가스 농도가 높은 공간에서는대기에 비해 스파크를 만드는데 30%의 에너지가 더 필요하므로 개흉수술에 비해 동일한 전기에너지에서 발생하는 스파크는 더 작아진다. 지혈모드에서는 전류시간이 절단모드의 6%이면서 전압은 10배의 강도로 흐른다.

알곤빔 지혈기(argon-beam coagulator)

분당 2L의 알곤가스를 살포하는 상태에서 고압

전류의 지혈용 스파크를 강하게 일으키면서 조직의 침습도를 줄이는 목적으로 사용한다. 조직의 절단보다는 표면의 지혈에 유용한 기구이다.

양극성 전기지혈기(bipolar desiccation)

고주파 저압전기를 이용하여 기구의 양쪽 끝에 전류를 흐르게한 기구로 조직을 완전히 탈수시키고, 콜라겐과 elastic fiber가 유착하여 혈관압으로 인한 출혈을 막아준다. 큰 혈관의 지혈시에는 포셉으로 혈관을 막아서 혈류를 차단한 상태에서 전류를 보내야한다. 혈류가 있는 상태에서는 혈류를 따라서 열손실이 생기고 조직의 탈 수가 완전히 생기지 않게된다. 많은 조직을 잡고서 전류를 보내면 주위조직으로 전류가 퍼질 수있어서 주위조직의 손상가능성이 있다.

고진동 메스(Harmonic scalpel) 초당 55,000번의 바이브레이션으로 조직의 콜라겐을 변성시키고, 적은 혈관에 혈전을 유도하는 기구로서 열이나 연기를 만들지 않고 조직을 절단한다.

레이저(laser)

흉강경 수술시 레이저를 일반적으로 사용치는 않으나 연기 발생이 적어서 체강내에서 흉강경 시야가 흐려지지 않는다. 레이저와 조직의 상호작용중 흡수예의한 열발생을 주로 이용하는 레이저의 작용은 레이저 종류별로 생체물리 기전에 따라서 광화학작용(photochemical), 광열작용(photothermal), 광기계작용(photodermal), 광삭제(photoablative)의 작용을 가지며 선택적으로 의학에 이용할 수 있다. 수술목적으로 사용되는 레이저는 열작용을 이용하여 조직의 수분을 증발시켜서 조직을 태워서 제거한다. 탄산가스 레이저는 조직의 침투깊이가 얇고 에너지가 조직의 수분에 의해 급히 흡수되는 특성으로 주위조직의 손상을 줄이는 장점이 있으나 전달장치가 복잡하여 사용이 불편하다. KTP나 YAG의 화이버레이저는 전기메스에 비해 기능이 다양하지 못하다 즉 절단, 지혈 모드로의 조절이 않되고, 화이버레이저가 조직의 단백질성분에 흡수된 후에 열에너지를

내면서 지혈이 되고 증기화되므로 주위의 많은 조직이 열손상을 입을 가능성이 있다.

초음파 조직박리기(ultrasonic dissector)

고주파의 초음파(23 kHz)를 발생시켜서 흉강경용의 기구에 전달하여 조직을 박리제거하고 파편을 흡인하고 소구경혈관은 발생하는 열로 지혈하는 기능이 있다.

기구(instruments)

흉강경수술용으로 고안된 기구는 개흉수술에 사용하는 기구를 흉강경수술에 편리하게 개선시킨 것이 많다. 폐장 조직의 손상이 생기기 쉬우므로 기구는 조직을 압착시키지 않는 기구를 선택한다. 기구의 용도별 종류로 트로카와 폐를 견인하는 팬 견인기, 폐감자, 디베이키 형 감자, 흉강경 용 뱀콕, 흉강경용 앨리스, 흉강경용 글라스만 감자, 직각용 믹스터 감자를 기본기구로 들수있다. 이러한 기구는 일회용과 재사용가능 제품이 있으므로 선택하여 사용한다.

트로카

직경이 12mm에서 2mm의 구경, 길이, 디자인이 다양한 트로카와 스텝이 있다. 직경 10mm 이상의 트로카를 사용한 경우에는 근육막의 봉합하는 것이 공기 누출이나 상처부 허니아를 막는데 필요하다. 트로카의 길이는 수술공간의 깊이에 따라서 길이를 선택한다. 짧은 길이의 스텝이 작은 공간에서 기구의 조작에 편리하다.

봉합기구(suture instruments)

흉강경용 지침기는 트로카를 통해서 바늘을 삽입하고 실 바늘을 조작하여 조직을 봉합하는데 용이하도록 고안되었다. 자동지침기는 직침을 사용하여 봉합을 할수 있다. 직침을 이요하여 봉합한후에 실의 결찰은 외부에서 한 다음 매듭을 밀대로 밀어서 내부에서 매듭을 봉합한 조직으로 밀어준다. 흉강경용 곡침을 사용하여 봉합이 가능하다.

견인기(retractors)

폐장을 견인하는데 팬 견인기가 유용하다. 조직 손상이 없는 긴 포셉과 감자를 사용하여 견인을 한다.

포셉(forceps) 감자(clamps)

잠금 장치가 있는 무손상(atraumatic) 감자는 수술 흉강경에서 견인기의 역할을 한다. 즉 수술시야를 확보하는 데 이용한다. 무독하고 잡는 힘이 약한 포셉은 폐를 잡아 당기는데 사용하며, 턱의 고정하는 힘이 강한 포셉은 페디클이나 단단한 조직을 잡아서 견하는데 사용한다. 그밖에 표준 수술에 사용하는 기구의 변형된 형태의 babcock, allis grasper가 필요하다.

가위

유착박리(adhesiolysis)에 필요하고 정교한 박리에 사용하는 데는 전통적으로 수술가위를 사용하는데, 흉강경술에서도 혈관이 없는 조직의 절단과 박리에 이용한다. 길이와 작동날 모양이 다양하므로 편리한 가위를 선택할 수 있다.

자동봉합기(staplers)

일회용 자동봉합기를 사용하면 조직의 결찰과 절제가 동시에 이루어지고 절단면의 지혈과창상치유가 안전하므로 절간 및 문합에 유용하게 사용되고 있다. 즉 큰 혈관(폐동맥, 폐정맥)의 결찰 및 절단, 폐조직, 기관지, 식도 위장관의 절단과 문합에 사용되고 있으며, 스테플의 길이가 다양하고 회전, 각도의 변형이 가능한 제품은 수술시 적용을 용이하고 안전하게 한다.

클립(clip)

혈관과 조직을 절단한 후에 결찰하는 대신 흉강경 크립을 사용하여 지혈과 공기 누출을 막을 수 있다.

흉강경술의 표준화와 효과적인 치료로서 적응증을 확대시키는데는 수기와 장비의 개발과 더불어 흉강경수술의 성과와 합병증 등의 자료를 통합 분석하고 객관적 평가하는 프로그램의 운영과 흉부 외과 수련의 들에게 기본 수기 및 고급수기에 관한 정보와 수련계획이 제공되어야 한다.

참고 문헌

1. Braimbridge MV. The history of thoracoscopic surgery. *Ann Thorac Surg*. 1993; 3:610-614.
2. Mack MJ, Shennib H, Landreneau RJ, et al. Techniques for localization of pulmonary nodules for thoracoscopic resection. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993; 106:550-553.
3. Shennib H. Intraoperative localization technique for pulmonary nodules. *Ann Thorac Surg* 1993;56:745-748.
4. Hazelrigg SR, Nunchuck SK, Locilero J. Video assisted thoracic surgery study group data. *Ann thorac Surg* 1993; 56:1039-1044.
5. Wain JC. Thoracoscopy training in a residency program. *Ann Thorac Surg* 1993;56:799-800.
6. Kirby TJ, Rice TW. Thoracoscopic lobectomy. *Ann Thorac Surg* 1993;56:784-6.
7. Rodgers BM: Pediatric thoracoscopy: Where have we come and what have we learned? *Ann Thorac Surg*, 1993;56:704-707.
8. Ridley PD, Bainbridge MV. Thoracoscopic debridement and pleural irrigation in the management of empyema thoraces. *Ann Thor Surg* 1991;51:461-464.
9. Wakabayashi A. Thoracoscopic ablation of blebs in the treatment of recurrent or persistent spontaneous pneumothorax. *Ann Thorac Surg* 1989;48:651-3.
10. Yamaguchi A, Shinonaga M, Tatebe S, et al. Thoracoscopic stapled bullectomy supported by suturing. *Ann Thorac Surg* 1993; 56:691-3.
11. Rodgers B, Moazam F, Talbert J. Thoracoscopy in children. *Ann Surg* 1979; 189:176-180.