

제 47 장 개심술후 환자 관리

1. 심장의 기능

심장은 심박출(cardiac output)을 하여 조직에 산소 공급을 하는 역할을 한다.

1) 심박출량(cardiac output)

심박출량은 1분당 심장이 박출해내는 총 혈류량으로, 1회 심박출량(stroke volume)과 심박수(heart rate)의 곱으로 계산된다. 정상 생리상태에서는 1회 심박출량과 심박수가 상호 적절히 조절되어 적절한 심박출량을 유지하여 전신으로의 산소공급을 원활히 유지한다. 1회 심박출량을 결정하는 중요한 세 가지 요소는 심장의 전부하(preload), 심근 수축력(myocardial contractility) 그리고 후부하(afterload)를 들 수 있다.

(1) 전부하

전부하는 확장기말의 근섬유분절(sarcomere)의 길이에 의해 결정되며, 프랑크-스타링(Frank-Starling) 효과에 따라 전부하가 증가하면 1회 심박출량이 증가한다(그림 47-1). 그러나 전부하가 과도하게 증가하면 오히려 1회 심박출량이 감소하게 된다. 전부하는 확장기말 심실용적이 가장 잘 반영하나 실제 임상에서는 확장기말 심실압, 혹은 심방압으로 추정하게 된다. 그러나 심실의 유순도(compliance), 방실 판막의 상태, 확장기말 경벽 압력(transmural pressure), 심실벽 만곡정도(curvature), 심실벽 두께, 심근 섬유의 배열 등 여러 요인들이 심방압과 확장기말 심실용적 간의 차이를 초래하므로, 심장의 질환이 있는 환자나 특히 개심술을 시행받은 환자에서는 심방압으

로 전부하를 추정할 때 주의하여야 한다. 예를 들어, 질환의 성격상 혹은 개심술시 심근 손상 등의 원인으로 심실 유순도가 감소한 경우나, 방실 판막의 협착 또는 폐쇄 부전이 있는 경우에는 심방압이 높음에도 불구하고 전부하는 오히려 낮을 수 있다. 그러므로 적절한 전부하를 평가하기 위해서는 수술전 진단 및 임상상, 합병증의 유무, 수술의 완성도, 그리고 수술시 심근보호 정도 등 여러 가지 요인을 종합적으로 고려하여 판단하여야 하고, 그 절대값의 평가 뿐만 아니라 시간에 따른 변화 양상을 관찰하여 판단하여야 한다. 우심방압의 측정은 중심 정맥 도관이나 우심방 도관으로부터 측정할 수 있고, 좌심방압은 스완간즈 도관을 이용하여 폐동맥쇄기압을 측정하여 추정할 수 있으나 폐혈관 질환이 있거나 폐혈관 고혈압이 있는 경우에는 부정확하므로 그런 경우에는 좌심방도관을 수술시 삽입하여 측

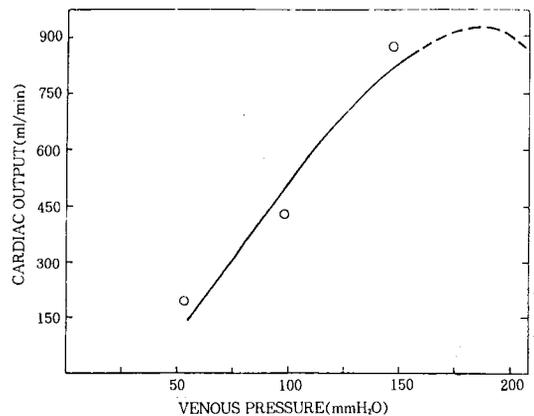


그림 47-1. 프랑크-스타링 그래프 심실압으로 표현되는 심실 전부하의 증가에 따른 심박출량의 변화를 보여준다.

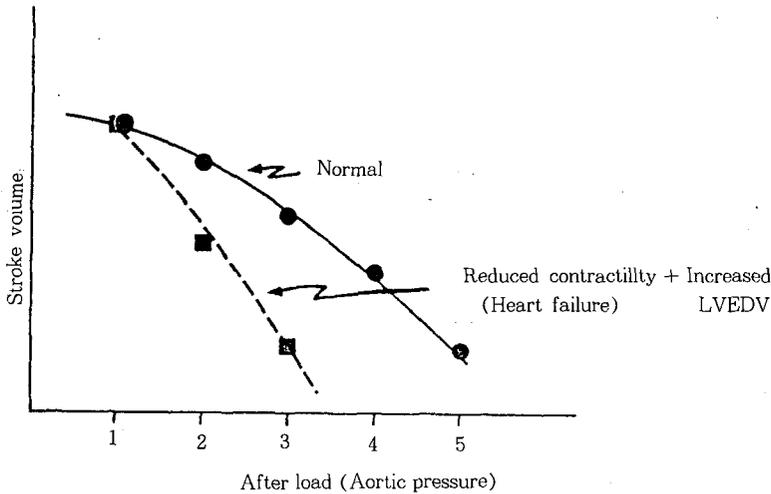


그림 47-3. 후부하에 따른 심박출의 변화 심기능이 저하된 경우 정상에서보다 후부하가 증가함에 따라 1회 심박출량이 현저히 감소한다.

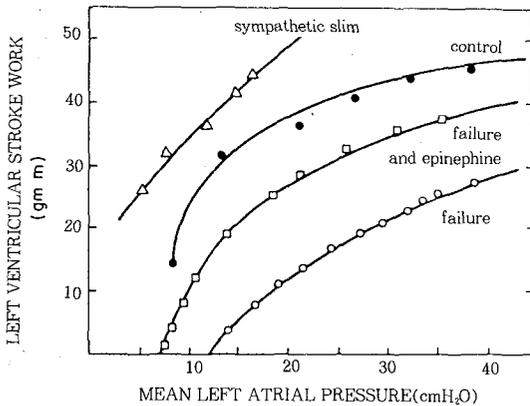


그림 47-2. 심부전 및 교감신경 자극시의 프랑크-스타링 그래프의 변화 심실 수축제를 투여하면 교감신경 자극과 마찬가지로 그래프가 좌측편이한다.

정하는 방법이 유용하다.

(2) 심근수축력

심근수축력은 일정한 전부하에서 수축 촉진 효과(inotropic effect)에 따라 변화한다. 따라서 심근 수축력은 일정한 전부하에서의 1회 심박출량을 비교하여 평가할 수 있는데, 심실확장기말 용적변화에 따른 1회 심박출량의 변화를 그래프로 그리면 심근 수

축력이 정상이거나 수축 촉진제(inotropic agent)를 사용한 경우 질환이 있는 심장에서보다 그래프가 좌측 편이하여 일정한 전부하에서 1회 심박출량이 큰 양상을 보인다(그림 47-2). 심장 수술의 대상이 되는 환자의 경우는 수술 전 원인 질환과 개심술 시의 심근 손상 정도에 따라 차이는 있으나 어느 정도의 심근 수축력의 감소가 수반되므로 수술 후 심근 수축력을 정확히 평가하고 적절히 치료하는 것이 중요하다. 수술 후 감염이나 대사 이상, 혹은 환자의 흥분 등의 원인에 의한 체내 산소 요구량의 증가 등 비정상적인 원인으로 심근 수축력이 증가하는 경우에는 심장의 대사 요구량도 증가하므로 손상된 심근의 회복이 방해되거나 오히려 악화될 수 있으므로 심근 기능이 떨어져 있는 수술 직후의 환자에서는 이러한 비정상적인 원인을 제거하여야 하며, 심근 수축촉진제 자체도 심장 대사 요구량을 증가시키고 과량으로 사용할 경우에는 후부하를 증가시키므로 지나친 사용은 삼가야 한다.

(3) 후부하

후부하는 심실 박출에 대한 저항을 의미

하며, 이는 동맥압, 판막 유출구 저항, 혈관 유순도, 말초혈관 저항 등으로 결정된다. 정상 심장에서도 후부하가 증가하면 1회 심박출량의 감소되는데, 심기능이 저하된 환자에서는 후부하가 경미하게 증가하여도 1회 심박출량이 크게 감소하는 경향이 있고, 반대로 후부하를 조금만 줄여주어도 1회 심박출량이 상대적으로 많이 증가하게 된다(그림 47-3). 특히 심기능이 감소되어 심박출량이 감소되어 있는 환자에서는 보상 기전으로 혈압 유지를 위해 체혈관 저항이 증가하는 경우가 많고, 더구나 심근 수축제의 과다 사용에 의한 혈관 수축 작용으로 비정상적으로 후부하가 증가하는 경우가 흔히 발생하므로, 심부전 환자의 치료시 후부하를 감소시키는 치료는 매우 중요하다. 후부하는 평균 동맥압 및 그 변화 양상으로부터 추정할 수도 있고, 말초 혈류 상태의 관찰(말초 체

온이나 엄지 발가락 체온)로부터 간접적으로 추정할 수도 있으나, 보다 정확하게는 스완간즈 도관을 삽입한 뒤 심박출량과 평균 동맥압, 중심정맥압을 측정한 뒤 체혈관 저항을 계산하여 이를 혈관 확장제 등의 사용에 지표로 삼을 수 있다(표 47-1).

(4) 심박수

정상 심박수는 나이와 운동 상태 등에 따라 다르나, 신생아의 경우 분당 180회, 영아의 경우 160회, 어린 소아의 경우 130~140회까지의 동성빈맥(sinus tachycardia)은 잘 건넌다(표 47-2). 과도하게 빠른 심박수는 심실 충만기를 줄여서 1회 심박출량의 감소로 인한 저심박출을 유발하기 쉽고, 지나치게 느린 서맥은 심박수의 감소로 역시 저심박출을 유발한다. 개심술 후에는 심박수가 통상 빨라지는데 그 원인은 저산소혈

표 47-1. 혈액학적 변수의 계산식

Formula	Normal values
Cardiac output (CO) and index (CI) CO = SV × HR CI = CO/BSA BSA = body surface area, HR = heart rate	4~8 l/min 2.5~4.0 l/min/m ²
Stroke volume (SV) SV = $\frac{CO \times 1000ml/l}{HR}$	60~100ml/beat (1ml/kg/beat)
Stroke volume index (SVI) SVI = SV/BSA	33~47ml/beat/m ²
Left ventricular stroke work index (LVWSI) LVSWI = SVI × (MAP - PCWP) × 0.0136 PCWP = pulmonary capillary wedge pressure	45~75mg·M/beat/m ²
Systemic vascular resistance (SVR) SVR = $\frac{MAP - CVP}{CO} \times 80$ MAP = mean arterial pressure CVP = central venous pressure	800~1200 dyne-sec·cm ⁻⁵
Pulmonary vascular resistance (PVR) PVR = $\frac{PAP - PCWP}{CO} \times 80$ PAP = mean pulmonary artery pressure	50~250 dyne-sec·cm ⁻⁵

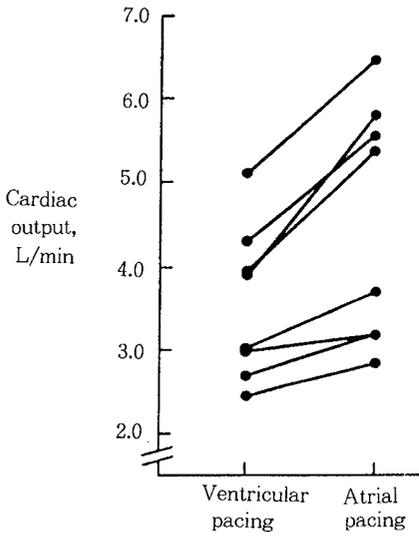


그림 47-4. 심실조율 및 심방조율 시의 심박출량
개심술후 심방조율이 심실조율보다 심박출량을 약 26% 개선시킨다.

표 47-2. 정상 심박수

Age(yr)	Heart Rate (beats·min ⁻¹)
≤ <	
1/12	120-190
1/12...6/12	110-180
6/12...12/12	100-170
1...3	90-160
3...6	80-150
6...15	80-140
15	70-130

증, 빈혈, 원인은 저산소혈증, 빈혈, 고열, 동통, 체내 카테콜아민의 증가, 전해질 불균형 등이 있을 수 있으나 부적절한 심박출량에 대한 반응으로 나타나는 것이 가장 흔하다.

서맥의 경우는 전해질 불균형, 저산소혈증, 수술손상에 의한 일시적 혹은 영구적 전도 장애 등이 원인이 될 수 있다. 지나친 서맥은 심박출량을 감소시키고, 심실의 용적 과부하를 초래하므로 특히 판막 폐쇄 부전 등의 병변이 남아있는 환자에서는 주의하여야 한다. 심방의 수축이 심박출량을 20

%가량 증가시켜 주브로심박 조율은 가능한 심방 조율이나 방실 조율을 실시하는 것이 좋다(그림 47-4).

2) 조직의 산소 공급

조직으로의 산소 운반은 심박출량, 혈액소치, 동맥혈 산소 포화도에 의해 결정된다. 즉, 조직으로의 적절한 산소 운반을 위해서는 심박출량의 유지와 더불어 빈혈의 치료, 적절한 폐환기가 모두 중요하다. 특히 개심술 후에는 혈액 희석 및 실혈에 의한 빈혈이 흔하고, 심폐기에 의한 폐손상이나 심부전에 의한 폐부종이 흔하므로 조직적이고 철저한 수혈 및 호흡기 관리가 매우 중요하다. 또한 폐혈관 협착을 동반하는 선천성 심기형 환자에서는 폐혈관 저항을 낮추는 것이 충분한 좌심실 전부하를 유지하고 중심 정맥압을 낮추는데 매우 중요한데, 적절한 폐환기 및 호흡기 관리가 폐혈관 저항을 낮추는데 필수적이다. 또한 조직으로 산소 운반이 적절하더라도 혈액소에서 조직으로 산소가 이동하기 위해서는 산 염기 균형, 이산화탄소 분압, 체온 등이 적절하여 산화혈색소 해리 곡선이 편이되지 않게 유의하여야 한다.

조직에 필요한 산소 공급은 체내 산소 요구량에 따라 결정되므로 수술 전후 심기능이 크게 감소되어있는 경우에는 체내 산소 요구량을 최소화하기 위해 고열, 동통, 흥분 등을 치료하고 필요한 경우에는 환자를 충분히 마취시켜 안정시킨 후 인공 호흡을 실시하는 것이 도움이 되기도 한다.

조직으로의 산소공급이 적절한지를 평가하기 위해서는 심박출량이나 혼합 정맥혈 산소 포화도를 측정하여 추정할 수 있다. 심박출량은 스완간즈 도관을 통하여 직접 측정할 수 있고, 간접적으로는 족배동맥(dorsalis pedis artery) 맥박이 충분한지, 발의 온도가 따뜻한지, 소변량이 충분한지, 영아

표 47-3. 정상 혈압

Age (years)	Systolic Pressure Diastolic Pressure (mmHg)	Mean ^a (mmHg)	10% > Mean Normal Value (mmHg)	10% < Mean Normal Value (mmHg)
≤ 0.5	80/46	57	63	51
0.5...1.0	89/60	70	77	63
1.0...2.0	99/64	76	84	68
2.0...4.0	100/65	77	85	69
4.0...12.0	105/65	78	86	70
12.0...15.0	118/68	85	94	74
15.0	120/70	87	96	78

에서 혈청 K⁺치가 증가하는지 등을 평가하여 간접적으로 추정할 수도 있다. 혈압은 수술 직후에는 체혈관 저항의 증가가 다양하게 변화하므로 심박출량의 지표로 이용하기 어려우나 정상 평균 혈압보다 10% 이상의 감소가 있거나 갑작스러운 하강을 보일 때는 주의하여야 한다(표 47-3).

2. 심장 수술 후 환자의 집중 감시

심장 수술 후 환자는 각 질환의 병태생리적인 차이 이외에 개심술에 따른 공통적인 문제를 가지게 된다. 따라서 심장 수술 후 환자의 일반 관리는 이러한 개심술의 영향 및 그에 따른 각 장기의 합병증, 그리고 심기능 부전에 초점을 맞추어 시행하여야 하고, 이와 더불어 각 질환 및 환자마다 독특한 혈액학적 특성과 병력을 고려하여 치료하여야 한다.

1) 동맥압

동맥내 튜브를 삽관하여 동맥압을 측정하는 것 이외에 동맥 박동파의 넓이 및 그 아랫부분의 면적은 1회 심박출 용적(stroke volume)을 간접적으로 대표한다. 즉, 빈맥이 있으면서 좁은 동맥 박동파를 보이는 경우에는 전신 관류가 부족함을 나타낸다. 체동맥 단락 수술 후의 맥압(pulse pressure)

은 체동맥으로부터 폐동맥으로의 단락량을 표시하고, 중심 정맥압이 오르면서 맥압이 감소하는 경우는 심압전을 시사한다. 인공 호흡을 하는 환자에서 양압 호흡에 의해 수축기압이 심하게 변하면서 좌심방압이 낮으면 혈관내 용적이 부족함을 나타내고, 자발 호흡을 하는 환자에서 기이맥(pulsus paradoxus)소견을 보이는 경우, 환자가 미만성 소기관지 병변을 가지고 있으면 호흡 부하가 많아 호흡이 힘든 것을 알 수 있고, 호흡 기능이 정상인 환자에서는 심낭 삼출액이 있거나 심압전이 있음을 시사한다.

동맥압을 감시 하면서 주의해야 할 점은 여러 가지 아티팩트(artifact)를 고려해야 하는데, 특히 영아에서 체온이 완전히 오르기 전에 족배동맥에서 동맥압을 감시 하는 경우 실제 혈압보다 낮게 측정 될 수 있으므로 주의해야 한다. 그 밖에 B-T 단락수술 후에는 반대측 요골동맥에서 혈압을 측정해야 하고, 대동맥궁 협착 질환이 있는 경우에는 우측 요골동맥 및 족배혈관에서 함께 혈압을 측정하여 혈압 차이로 잔존 협착을 평가하여야 한다. 또한, 간혹 우측 쇄골하 동맥이 비정상 기시하는 경우가 있으므로 그런 경우에는 경동맥과 고동맥을 함께 측정하거나 도플러를 이용하여(Doppler interrogation) 간접적으로 평가하여야 한다.

2) 심방압

심방압은 심실의 전부하를 평가하는데 도움이 되는데, 좌심방압은 체순환 혈관내 용적(intravascular volume)을 나타내며, 좌우 단락이나 승모판막 폐쇄부전 혹은 협착 등 잔존 병변이 없거나 좌심실 부전등이 없는 경우에는 12~14mmHg 이하로 충분하다. 좌심실 이완기말압이 비정상적으로 높은 경우에는 좌심실 수축 기능 부전이나 이완 기능 부전, 좌심실 유출로 협착, 혹은 대동맥판막 폐쇄부전을 의심해야 한다.

우심방압은 폐순환 혈관내 용적을 반영하는데 우심실 기능을 평가하는 지표로 사용된다. 우심부전은 특히, 영아에서 우심실 절개를 한 경우 잘 발생하는데 15~18mmHg 이상 올라가면 우심실 부전을 의심해야한다. 이런 경우에는 늑막 및 심낭 삼출액, 간비대, 말초 부종, 저심박출증이 함께 나타난다. 특히 영아 TOF 환자는 수술 후 폐동맥판막 폐쇄부전과 우심실 비후로 인한 우심실 유순도 감소로 우심방압이 증가하여 좌심방압보다 높은 경우가 많다. 따라서 좌심방압이 9~12mmHg 정도로 높지 않더라도 우심방압보다 좌심방압이 높으면 좌심실 기능부전을 의심해야한다. 더구나 폐동맥 크기가 작고, 체폐단락을 시행하지 않은 영아에서는 좌심실 용적이 발육하지 못한 경우가 많으므로 이런 환자들을 완전교정수술한 후에는 좌심실 기능부전에 빠지지 않도록 주의하여야 한다.

3) 폐동맥압

폐동맥압은 승모판막 폐쇄부전이나 협착 등에 동반되는 폐정맥 고혈압이나 방실중격 결손, 폐쇄성 총폐정맥 환류이상, 나이 든 대혈관 전위증이나 심실중격결손증, 동맥간증, 좌우단락 등 폐혈류량이 증가된 기형에서 폐혈관 저항이 증가하여 발생하는 폐동

맥 고혈압의 진단 및 치료 효과 판정에 매우 도움이 되는 지표이다.

술후 1일째 폐동맥 산소 포화도가 80% 이상인 경우에는 잔존 좌우 단락을 의심하여야 한다. 잔존 심실중격 결손이 있는 경우에는 대개 폐동맥압도 증가하고, 폐동맥 산소 포화도가 정상인 경우에도 우심방 산소 포화도와 차이가 뚜렷하며, 좌심실 용적 과부하 소견으로 좌심방압이 증가되므로 저심박출증을 유발할 정도의 큰 좌우단락은 쉽게 진단할 수 있다.

4) 심박출량

심박출량은 성인에서는 스완간즈 도관을 사용하고, 소아에서는 수술시 폐동맥에 열감지 도관을 거치하여 측정할 수 있다. 혈압, 폐동맥압, 좌, 우 심방압을 함께 측정하면 심박출량뿐만 아니라 폐혈관 저항 및 체혈관 저항을 계산할 수 있고, 이를 이용하여 폐혈관 저항을 인공호흡 요법이나 약물 요법으로 적절히 조정할 수 있으며, 그 밖에 환자 안정, 심근 수축제 사용의 지표로 사용할 수 있다(표 47-1).

5) 심전도

심전도는 심박수 및 부정맥을 발견하는데 매우 중요한 역할을 하므로 혈압과 함께 연속 감시해야한다.

6) 맥박 산소계측기 (pulse oximetry)

맥박 산소계측기를 이용하여 연속적으로 동맥 산소포화도를 감시함으로써 가스 교환의 장애가 예견되는 환자의 관리에 큰 도움을 줄 수 있다. 특히 동맥혈 산소 포화도가 체혈관 및 폐혈관 혈류량을 반영하거나 심장내 단락량의 변화를 반영하는 선천성 심기형 환자에서는 맥박 산소계측기를 이용하여 환자의 혈액학적 상태 진단은 물론 치료에 대한 반응의 평가에도 유용하게 사용된

다. 또한 장기간 인공호흡이 필요한 환자나 동맥 삼관이 용이하지 않은 환자에서는 호기말 이산화탄소 분석기와 병용하면 가스교환이 적절한지를 평가할 수 있다.

7) 체온

중심 체온과 말초 체온을 각각 측정하여야 하는데 두 체온이 크게 차이가 나는 경우에는 감염, 말초 관류 장애, 중추신경계 손상 등을 의심해야 한다.

열이 나면 산소 소모량이 증가하게 되고 이 증가량을 심박출량이 따라가지 못하면 조직에서의 산소 이용이 증가하여 혼합 정맥혈 산소 포화도가 감소하게 된다. 특히 우-좌단락이 있는 환자에서는 혼합 정맥혈 산소 포화도가 감소하면 동맥혈 산소도 감소하여 조직으로의 산소 운반이 줄어들어 마침내 조직 세포 기능 부전을 야기시킬 수 있다. 한편, 뇌는 고열에 손상받기 쉬우므로 체온이 지나치게 상승하는 경우에는 체표면을 냉각시켜서 체온을 낮추어야 한다.

또한, 간혹 산소 소모량을 줄이거나 방실접합부 이소성 빈맥을 치료하기 위해 체온을 33~36°C로 낮추는 치료가 필요하기도 하다. 이런 경우에는 반드시 직장 체온을 연속 감시하면서 체온이 너무 떨어져서 심실성 부정맥이 발생하는 것을 예방해야 하고, 전율(sheivering) 등을 일으키는 것을 막기 위해 근이완제를 이용하여 환자를 마취하여야 한다.

3. 비정상 회복 및 치료

1) 저심박출증

일반적으로 체외순환을 이용한 개심술 후의 심박출량은 심질환의 종류, 수술전 환자의 상태(NYHA functional class), 체외순환 시간, 심근허혈 시간 등과 상관 관계가 있

고, 수술 직후에는 심박수가 빠를수록 심박출량이 높고, 정상 범위의 동맥압에서는 동맥압이 높을수록 심박출량이 증가하는 것으로 알려져 있다. 최근에는 체외 순환의 기술이 발전하고, 수술 중 심근 보호의 개선으로 수술 후 저심박출증이 많이 줄어들기는 하였으나, 아직도 저심박출증이 개심술 후의 가장 큰 문제가 되고 있다. 또한 심박출량이 비록 정상이라고 하여도 체내 산소 요구량이 증가할 때 그 요구량을 충족시키기 위하여 심박출량을 증가시키지 못하면 정상적인 회복이 되지 않는다. 이렇게 체내 산소 요구량이 증가하는데 대한 적절한 대처를 할 수 있는 능력을 심여량(cardiac reserve)이라고 하는데 개심술 후에는 대부분 심여량이 조금씩은 감소한다고 생각하여야 한다. 물론 수술 시간이 길지 않고 적절한 심근 보호가 되었고, 수술 전 심근 손상이 거의 없고, 수술 후 잔존 병소가 없는 경우에는 통상적인 회복에 지장이 없을 정도의 심여력이 보존되지만, 복잡 심기형이 있는 경우나, 심근 손상이 심한 경우, 잔존 병소가 남은 경우에는 이 심여력이 부족하여 간신히 심박출량을 유지하다가 갑작스럽게 체내 산소 소모량이 증가하거나(감염, 발열, 흥분 등), 영아의 경우 갑작스러운 폐동맥 고혈압이 발생하여 후부하가 증가하거나, 출혈 등에 의해 갑자기 전부하의 감소하는 등의 문제가 발생하면 심장이 적절히 대응하지 못하여 환자가 사망하는 원인이 된다. 따라서 개심술 후에는 심박출량의 적절하고 정확한 평가는 물론, 심여력의 적절한 평가가 환자 관리에 핵심이 된다.

심여력을 직접 측정하기 위해서는 운동부하 검사가 이용되나, 실제 수술 후 환자에서는 적용하기 어려우므로, 심여력은 수술 전 환자의 진단과 심기능, 수술의 완성도, 수술 중 심근 보호의 여부와 수술 후 환자의 상태 및 경과를 관찰하여 짐작하여

야 한다. 만일 수술후 환자의 혈액학적 상태가 저심박출증을 보이거나, 심여력의 심각한 감소를 시사하면 환자를 적절히 안정시켜 산소 요구량을 줄이고, 그 원인이 될 수 있는 잔존병소의 유무, 심압전, 후부하의 비정상적 증가 유무, 심근 부전의 여부를 확인하여 재수술을 시행하거나 적절히 치료하여야 한다.

(1) 적절한 전부하 유지

개심술 후에는 출혈 이외에도, 체외 순환시의 혈액 희석에 의해 소변량이 매우 증가하고, 체외 순환 중 일시 증가하였던 카테콜라민의 감소와 체온의 상승 등으로 수축되었던 혈관이 확장되면서 혈액량이 모자라서 전부하가 부족 되기 쉽다.

전부하를 증가시키기 위해서는 교질을 주입하는데 심부전이 있는 경우 너무 과다한 양을 빠르게 주입하면 전부하 증가 속도에 심박출의 증가가 못 미쳐 폐부종 등의 부작용이 우려되므로 주의하여야 하고, 이런 경우에는 심실 수축제를 함께 투여하는 것이 효과적이다. 통상 좌심방압은 10~12mmHg 가량 유지하는 것이 적절하지만, 심실 유순도가 떨어져 있거나, 심압전, 심한 좌심실부전, 방실 판막 부전 등이 있는 경우에는 좌심방압에 비해 좌심실 확장기 용적이 작음을 고려하여야 한다. 이런 경우에도 전부하를 높이기 위해 지나치게 좌심방압을 올려 18mmHg 이상이 되면 폐부종이 생기기 쉬우므로 매우 주의해야 함은 물론이다. 전부하가 지나치게 높은 경우에는 심실 수축 촉진제를 사용하여 심수축 기능을 호전시키고, 니트로글리세린이나 나이트로프루사이드 등 혈관 확장제를 이용하여 후부하 및 전부하를 떨어뜨려야 하고, 체액량이 과량인 경우에는 이뇨제를 사용하여 배뇨를 촉진하여 전부하를 감소시키거나, 신부전으로 폐뇨가 있는 경우에는 복막 투석이나 혈액

여과를 시행하여 전부하를 낮추어야 한다.

(2) 심근 수축력의 증진

개심술 후에는 여러 가지 원인으로 심장의 수축력이 감소할 수 있다. 우선 원인 질환에 의해 수술 전부터 심근 기능이 감소되어 있는 경우가 대부분이고, 수술 중의 심근 허혈 및 재관류로 인한 심근 손상이나 심근 부종, 수술 전후의 고혈압, 빈맥, 저혈압, 저산소증에 의한 손상 등이 그 원인이 된다. 특히 허혈성 심질환 환자에서 관상동맥 우회술을 시행한 후에는 심근 손상이 잘 발생하고, 수술 후에도 허혈성 심근 손상이 진행할 수 있으므로 특히 주의해야 한다. 심근의 수축력을 증가시키기 위해서는 다음과 같은 심근 수축 촉진제를 사용할 수 있다(표 47-4).

① 디곡신(digoxin)

디곡신은 심수축 촉진시키고 심방 조동 및 심방 세동의 방실 전도를 늦추어 심실 박동수를 줄여주는 효과가 있다. 경구 및 정주로 투약할 수 있는데, 정주 후에는 30분 후부터 작용이 나타나며 반감기는 36시간 정도이다. 매일 저장된 디곡신의 약 37%가 주로 신장을 통해 배설되므로 신기능이 저하된 환자에서는 용량을 조절하여야 한다. 포화 용량은 정주시 “체표면적 × 0.9mg”, 경구투여시 “체표면적 × 1.5mg”으로 계산하고 처음 투여 시는 포화 용량의 1/3을 투여한 후 4시간 마다 1/6씩 투여한다. 포화 용량을 다 투여한 후에는 그 용량의 1/4을 유지 용량으로 하여 매일 투여한다.

부작용으로 구토, 식욕부진, 두통, 피로감, 시력 장애, 피부 발진 등이 있을 수 있고 특히 방실 차단, 기외 수축, 심실성 기외 수축 등 다양한 형태의 부정맥이 발생할 수 있으므로 주의하여야 한다. 디곡신의 부작용은 혈청 K⁺가 떨어지면 잘 발생하므로 혈청 K⁺를 4.0~4.5로 유지한 후 투여하여

그림 47-4. 심근 수축 촉진제

Generic Name (Trade Name)	Receptor Activity Vascular Cardiac		Adult Dose IV*	Comments
	Alpha ₁	Beta ₂		
Epinephrine	+++	+	Infusion 0.05~0.15 µg/kg/min	Relative alpha and beta activity is dose related (beta in low dose [1~2mg/min] and alpha in higher doses)
Dopamine † (Inotropin)	++	+	Infusion 1~10 µg/kg/min	Related alpha and beta effects are dose-related like epinephrine, but splanchnic and renal vasoconstriction is spared. Used in patients with compromised renal function. Renal effects seen with doses of 1~4 µg/kg/min.
Ephedrine (Ephedrine)	+++	+	Bolus 5~10mg	Beta effects are primarily secondary to the release of norepinephrine. Lasts 5~10min after bolus injection. Tachyphylaxis may occur.
Dobutamine	+	+	Infusion 1~20 µg/kg/min	Theoretically primarily beta-1 effects on myocardial contractility and little other beta-1 cardiac effect. Tachycardia can occur, however.
Isoproterenol (Isuprel)	0 §	++++	Infusion 0.025~0.05 µg/kg/min	Pure beta effects. High dosages lead to ventricular irritability and tachycardia. May be useful in pulmonary arterial hypertension.
Calcium chloride (Calcium)	0	0	Bolus 1~10mg/kg	Rapid acting positive inotropic drug with effects that persist 5~10min. Mechanism of action is direct and not beta-adrenergic. Useful in patients on propranolol to increase contractility and to treat "proysmnr loed." May cause ventricular arrhythmias, potential myocardial ischemia, and accentuate pulmonary hypertension.
Digoxin (Lanxin)	0	0	Bolus 0.125~0.25mg	Has delayed onset of inotropic action and low therapeutic safety ratio makes acute use inappropriate in most cases. Best used intraoperatively as an antiarrhythmic and HR controller.
Amrinone (Inocor)	0	0	Bolus 0.5~2mg/kg then infusion 5~10 µg/kg/min	Causes vasodilation and may produce thrombocytopenia. Mechanism of action is nonadrenergic.

*IV = intravenous.

† The number of + denotes increased activity or time.

‡ Dopamine also stimulates dopaminergic receptors that cause mild renal and splanchnic arterial dilatation.

§ 0 = no activity.

야 하는데, 특히 개심술 직후나, 이뇨제 사용으로 요량의 변동이 심한 경우에는 자주 K^+ 농도를 측정하여 교정하여야 한다. 디곡신의 약리적 혈중 농도는 최고 2.0mg/ml 이지만, 약 10%의 환자에서는 이보다 수치가 낮은 경우에도 부작용이 나타날 수 있으므로 디곡신 혈중 농도 측정만으로 진단을 하기는 어렵다. 더구나 검사 결과가 즉시 나오지 않으므로 임상 증상이 있는 경우 의심하고 독성에 대한 치료를 하여야 한다. 치료는 저 칼륨 혈증을 교정하고 리도카인(lidocaine) 혹은 페니토인(phenytoin)으로 치료한다. 칼슘과 심율동전환(cardioversion)은 금기이다.

② 에피네프린(epinephrine)

에피네프린은 심근의 α -수용체에 작용하여 심근 수축력을 증진시키고 심박수를 증가시키며, 동시에 전신 소동맥과 전모세혈관 괄약근(precapillary sphincter)의 α -수용체에 작용하여 혈관을 수축하고 혈압을 상승시킨다. 따라서 심박출량을 증가시키기도 하지만 전신의 혈관 수축으로 후부하가 증가하여 심근의 수축 일량이 증가하게 되므로 심근 손상이 야기될 수 있고, 말초 혈관이 닫혀 조직으로 산소 운반이 장애가 될 수 있다. 특히 신장으로의 혈류가 감소하므로 펍뇨 및 신부전이 초래될 위험도 있으므로 혈관 확장제와 병행하여 사용하여야 한다.

약물의 대사는 대부분 간에서 불활성화되거나 조직 내에서도 분해되고, 소량은 소변으로 제거된다. 용량은 $0.02\sim 0.2\mu\text{g/kg/min}$ 으로 연속 정주하고, 응급 시는 10:1로 희석하여 $0.3\sim 0.6\text{mg}$ 까지 일시 정맥 주사할 수 있다.

③ 노르에피네프린(norepinephrine) (Levarterenol, Levophed))

α , β -수용체에 모두 작용하나 특히 α -작용이 강하다. 따라서 심근 일량은 매우 증가

하고 혈압 상승도 크지만 말초 혈관 관류가 개선되지 않는 경우가 많아 단독으로는 거의 사용하지 않고, 펜톨아민(phentolamine), 나이트로푸르사이드(nitroprusside) 등 혈관 확장제와 병행하여 사용하여 간혹 사용한다.

대사는 에피네프린과 같이 효소에 의해 빠르게 불활성화 되고, 소변으로는 4~16% 가량 배설된다. 용량은 $0.1\sim 0.2\mu\text{g/kg/min}$ 이다.

④ 이소프로테레놀(isoproterenol)

α -수용체 작용은 거의 없고 β -수용체에만 주로 작용하는 교감 신경 흥분 아민으로 심근 수축력을 자극하고 심박수를 증가시키며, 혈관 저항을 감소시켜 평균 혈압을 유지하면서 박동압(pulse pressure)을 증가시키고, 심박출량과 말초 혈류를 호전시키는 작용을 한다. 폐고혈압이 심한 심부전 환자나 소아 환자에서 좋은 적응이 되지만 빈맥을 유발하고 산소 소모량을 증가시키므로 관동맥 우회술 환자에서는 주의하여야 한다. 배설은 에피네프린과 비슷한 경로를 따르고, 투여 용량은 $0.01\sim 0.1\mu\text{g/kg/min}$ 이다.

⑤ 도파민(dopamine)

도파민은 노르에피네프린 생성의 중간 전구체로 β -효과를 가져 심근 수축력과 심박수를 증가시키고, α -효과를 가져 전신 혈관을 수축시킨다. 소량($2.5\sim 5\mu\text{g/kg/min}$)을 투여하는 경우에는 도파민 수용체를 통하여 신장과 장간막 혈관을 확장시키는 성질이 있다.

⑥ 도부타민(dobutamine)

도부타민은 심박수와 신경 전도에는 영향을 덜 미치고 심근 수축력만을 높이는 합성물이나, 약 용량이 증가하면 역시 심박수가 증가하게 된다. 도파민 수용체에 대한 작용이 없어 신혈관 확장 효과는 없으나 도파민보다 심박수의 증가가 적어 심근 산소 소모면에서 도파민보다 유리하여 허혈성 심질환

환자에서 많이 쓰인다. 투여용량은 5~15 μ g/kg/min이다.

⑦ 칼슘(calcium)

칼슘은 심실 자극을 증가시키지 않고, 말초 혈관 저항의 증가 없이 심근 수축 촉진 작용이 있다. 투여 방법은 천천히 일시 정주로 사용하며 작용 시간이 즉시성이고 일시적이다. 계속 투여하는 경우 수축 촉진 효과가 감소하므로 지속적인 치료제로는 부적합하고 일시적인 저혈압 치료에 사용한다. 일시 정주 후 수축 촉진 효과는 투여 1분에 최대이고 약 10~15분 지속된다. 염화칼슘(calcium chloride)는 5~10mg/kg를, 칼코스(calcium gluconate, Calco세)는 15~30mg/kg 사용한다.

⑧ 인디에스테라제 길항제

(phosphodiesterase inhibitors)

이 범주의 약제들은 인디에스테라제를 차단하여 c-AMP의 분해를 막아 세포내 c-AMP 농도를 증가시켜 Ca^{2+} 의 유입을 돕고 심근 수축력을 증가시키는 한편, 혈관 평활근에 작용하여 c-AMP의 작용으로 전신 혈관저항을 떨구어 준다. β 촉진제와는 달리 심근 산소 소모량을 증가시키지 않으면서 심근 수축 작용을 하고, 심장 후부하를 감소시킨다. 또한 경구 약제가 있으므로 지속적인 투약이 가능한 점도 장점이다.

암리논(amrinone(Inocor)), milrinone, enoximone, fenoximone, piroximone, posicor, sulazole, pimobendan 등이 속하며 이중 암리논이 주로 쓰인다. 암리논은 3mg/kg로 30분 이상에 걸쳐 부하(loading)한 후 5~10 μ g/kg/min를 연속 정주한다. 소변으로 배설되고 반감기는 4.5시간이다. 부작용은 세포내 Ca^{2+} 과 c-AMP의 증가로 인해 부정맥을 유발할 수 있는 이외에, 혈소판 감소증, 소화 장애, 간 기능 이상 등이 발생할 수 있다.

(3) 후부하의 감소

심장 수술 후에는 체외 순환과 저체온의 영향으로 혈관 수축이 일어나 후부하, 즉 심박출의 저항이 증가하여 심박출량을 감소시킨다. 또 심박출량이 떨어지는 상황에서는 혈압 유지와 주요 장기로 혈류를 보내기 위해 반응성 혈관 수축이 일어나서 후부하는 더욱 증가하게 된다. 따라서 이러한 경우 혈관 확장제를 적절히 사용하면 심박출량을 늘리고 심실 수축력을 회복시켜 좌심실 확장기말압도 감소시킬 수 있는 이점이 있다. 그러나 주의하여야 할 점은 후부하의 증가만 있고 심근 수축력은 정상인 경우에는 혈관 확장제만을 사용함으로써 효과를 볼 수 있으나, 후부하의 증가와 심근 수축력의 감소가 동반되는 경우에는 혈관 확장제만을 사용하면 혈압이 떨어지고, 주요 장기로 혈류를 늘려주던 반응성 혈관 수축 기전이 소실되어 주요 장기의 손상이 초래될 수 있으므로 정확한 진단하에 주의깊게 사용해야 한다(표 47-5).

① 나이트로푸르사이드(nitroprusside)

동맥 및 정맥 혈관에 직접 작용하여 평활근을 이완시키는 강력한 혈관 확장제이다. 빛에 민감하므로 차광이 필요하고 용량은 0.5~8 μ g/kg/min이며 반감기는 7일이다. 간에서 대사되어 티오사이아네이트(thiocyanate)가 되면 독성이 있으므로 오랜 기간 사용해야 할 때는 주의하여야 하고, 혈장 수치가 10mg%가 되면 투약을 중지하여야 한다.

② 니트로글리세린(nitroglycerine)

주로 정맥과 관상동맥에 작용하며 많은 용량에서는 동맥에도 작용한다. 폐혈관 저항을 떨어뜨리고 폐동맥압을 감소시키므로 허혈성 심질환 환자에서 뿐만 아니라 우심부전이 있는 환자나 폐혈관 저항이 증가하거나 폐고혈압 발작(pulmonary hypertensive

표 47-5. 혈관 확장제

Generic Name	Trade Name	Mode of Action	Prominent	Onset		Adult Dosage
			Vasodilation	(min)	Duration	(M)
Sodium nitroprusside	Nipride	Direct	Arteriovenous	0.5	1-3min	0.5-10 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ infusion
Nitroglycerin	Nitrostat	Direct	Venous	1-2	1-3mg	0.2-8 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ infusion
Diazoxide	Hyperstat	Direct	Arterial	1-2	4-12hr	3-5mg/kg bolus
Trimethaphan	Arfonad	Ganglionic Blockade	Arteriovenous	1-2	4-8min	10-50 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ infusion
Hydralazine	Apresoline	Direct	Arterial	10-20	3-4hr	5.0-7.5mg bolus
Labetalol	Trandate	α_1 and β -Adrenergic blockade	Arteriovenous	2-3	2-4hr	0.25-1.0mg/kg bolus 0.02-2.5mg/min infusion
Phentolamine	Regitine	α_1 and α_2 -Adrenergic blockade	Arteriovenous	1-2	20	20 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ infusion
Prazosin	Minipress	α_1 -Adrenergic blockade	Arteriovenous*	15	6-7hr	1.25-5.0mg bolus
Enalapril	Vasotec	Angiotensin-converting enzyme	Arterial	5-15	2-4hr	10-20mg(sublingual)
Nifedipine	Procardia	Calcium antagonist	Arterial	5-10	2-4hr	4-12mg/min infusion
Nicardipine	Cardene	Calcium antagonist	Arteriovenous	5-10	5-6hr	0.007-0.15mg/kg bolus
Isradipine	Dynacirc	Calcium antagonist	Arteriovenous			8.0-40.0 $\mu\text{g}/\text{min}$ infusion

Key: hr, hours; min, minutes.

*Not available in a parenteral formulation.

(Data are from Braunwald and Reves.)

crisis)이 있는 환자에서 유용하게 쓰인다. 용량은 0.5~2.0 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ 이며 최대 65 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ 까지도 쓸 수 있으나 지속 정주시 48 시간이 지나면 내성이 생기는 것으로 알려져 있다.

③ 안지오텐신 전환 효소 억제 물질

(ACE I (angiotensin-converting enzyme inhibitor; Captopril, Enalapril))

안지오텐신 I이 강력한 혈관 수축제인 안지오텐신 II로 전환할 때 사용되는 효소를 방해함으로써 혈관 확장제의 역할을 한다. 캡토프릴(captopril)은 항고혈압 치료시는 50~250mg/day를 하루 2~3회로 분할

투여하고, 심부전 치료 시는 6.25mg 정도의 소량 투여를 한다. 부작용으로는 혈관 부종이 0.1~0.2% 발생할 수 있고, 지속적인 기침이 발생할 수 있는데 약을 끊으면 증상이 호전된다.

애날라프릴(enalapril)은 5~20mg을 하루 2회 분할 투여하는데 캡토프릴보다 작용시간이 길고 부작용이 적으리라 예상이 되나 아직 충분한 임상보고가 없는 상태이다.

④ 하이드랄라진

(hydralazine (Apresoline))

소동맥 기저 평활근에 주된 작용을 하며, 특히 신 혈관 확장 효과와 안지오텐신에 간

접적인 길항 작용을 한다. 전신 및 폐혈관 저항을 감소시키는 것이 주작용이며, 결국 심박출의 증가도 기대된다. 경구 용량은 0.2~2.0mg/kg를 하루 4번 투여하고, 성인의 정맥 투여는 5~10mg으로 시작하여 10~20분 후에 최대 작용 효과를 관찰하고 재투여한다. 근육 주사는 10~20mg을 투여 후 10~80분 후에 최대 작용 효과가 나타난다. 정맥 주사나 근육 주사는 0.4~0.9mg/kg로 4~6시간마다 투여할 수 있다. 연속 정주를 하지 않으며, 허혈성 심질환에서 금기이므로 개심술 후 중환자실에서는 거의 사용하지 않는다.

⑤ α -아드레날린 차단제

주로 직접 혈관 평활근에 작용하여, 그 이외에 이차적으로 심장 자극으로 약한 수축 촉진 효과를 나타낸다. 주로 수술 중이나 수술 후의 고혈압이나, 개심술시 말초 혈류 개선을 위해 사용한다. 종류로는 펜톨아민, 프라조신(prazosin), 페녹시벤자민(phenoxybenzamine), 클로로프로마진(chlorpromazine), 드로페리돌(droperidol)이 있다.

⑥ 칼슘 길항제

베라파밀(verapamil), 니페디핀(nifedipine), 딜타아젠펜(diltiazem) 등이 있고, Ca^{2+} 의 세포내 유입을 막아 관상동맥확장, 말초 혈관 확장의 효과를 보이거나 심수축 감소 효과도 있으므로 주의하여야 한다. 체혈관 확장의 목적보다는 심근 경색, 협심증 등 허혈성 심질환이나 상실성 빈맥(supraventricular tachycardia) 치료에 주로 사용된다.

(4) 심박수의 유지

개심술 후에는 여러 가지 원인으로 부정맥이 발생한다. 특히 서맥의 경우에는 심박출량이 감소하므로 즉시 치료하여야 하는데 수술장에서 심박 조율선을 거치한 경우에는 적절한 심박수로 심박 조율을 하는 것이 가장 효과적이거나, 심박 조율선이 없는 경우에

는 아트로핀(atropine)이나 이소프로테레놀을 주로 사용한다. 빈맥의 경우에도 심한 경우에는 심실 이완기가 짧아 심실 충만이 장애되고 따라서 심박출량이 감소하므로 즉각 진단하고 치료하여야 한다. 특히 승모판 협착 등이 남아있는 경우 심박수의 증가는 폐부종을 일으킬 수가 있고, 허혈성 심질환 환자에서는 심근 산소 소모량을 증가시키므로 병적인 빈맥은 빨리 치료해야 한다. 이외에 기타 여러 가지 부정맥도 심박출량을 직접 혹은 간접적으로 감소시키므로 적절히 치료해야 한다.

(5) 대동맥 내 풍선펌프(Intraaortic balloon pump)

IABP은 확장기 증강(diastolic augmentation)으로 확장기의 관상동맥 관류를 증가시키고, 수축기의 후부하를 감소시켜 심박출량을 개선시킨다. 특히 심내막하 관류를 증가시켜 EVR(endocardial viability ratio)을 증가시켜 허혈성 심근에 의한 저심박출 증의 환자에서 효과적인 보조 순환 장치로 사용된다.

경피적으로 간단하게 IABP를 설치할 수 있는데, 대퇴 동맥에 동맥 경화성 변화가 심하거나 동맥의 직경이 작은 경우에는 피부 절개 후 대퇴 동맥을 박리하여 개방식으로 삽입할 수도 있다. 삽입 후에는 흉부 X선을 촬영하여 풍선의 위치를 확인해야 하고, 삽입한 쪽의 하지 혈류를 지속적으로 확인하여 하지 허혈의 예방하여야 한다.

(6) 심실 보조 기구(Ventricular assist device)

IABP는 좌심실 기능이 어느 정도 남아 있을 때만 사용할 수 있는데 비해서 심실 보조 기구는 심실 기능이 매우 나쁜 경우에도 전신 체순환 혹은 폐순환을 유지할 수 있는 장점이 있다. 좌심실 보조 기구는 심혈관계 약물 및 IABP를 적절히 사용함에

도 불구하고 심장 지수가 $1.8 \ell/\text{min}/\text{m}^2$ 이하이면서 수축기 혈압 90mmHg 이하, 좌심방압 $18\sim 25\text{mmHg}$ 이상, 우심방압 15mmHg 이하의 경우 사용하고, 우심실 보조 기구는 심장 지수 $1.8 \ell/\text{min}/\text{m}^2$ 이하이면서 수축기 혈압 90mmHg 이하, 좌심방압 15mmHg 이하, 우심방압 25mmHg 이상의 경우 사용한다. 또한 심부전이 심하며 공여 심장이 나타나기를 기다리는 환자에서 교량 역할로 심실 보조 기구를 사용하기도 한다.

그 종류로는 작용 방식에 따라 롤러 펌프(roller pump), 구심 펌프(centrifugal pump), 기압 펌프(pneumatic pump), 전동 펌프(electric pump) 방식 등으로 나뉜다.

2) 부정맥

심장 수술 후에는 원인 심장 질환, 수술 손상, 심근 허혈, 산 염기 및 전해질 장애, 카테콜라민의 증가, 저체온의 영향, 전도계의 자율성 변화 등 다양한 원인으로 발생할 수 있다. 부정맥의 치료는 정확한 진단에 의한 적절한 원인 제거가 필수적으로 부정맥이 관찰되는 경우 혈액학적 불안정이 심한 부정맥은 일단 약물로 처치를 하여야 하나, 그 다음에는 기본사지 심전도를 포함한 진단 과정을 거쳐 적절한 진단 후 치료를 행하여야 한다. 소아 환자와 성인 환자의 경우 흔한 부정맥의 종류가 서로 다른데 성인에서는 심실성 부정맥과 심방세동이 흔한데 비하여, 소아에서는 심방성 혹은 방실 접합부에서 전도계 자율성 증가에 의한 빈맥의 발생 빈도가 높다(표 47-6).

(1) 심실성 부정맥

소아에서는 심실성 부정맥은 비교적 드문데, 몇 개의 심실성 박동(PVC)이 나타나는 경우에는 리도카인의 일시 정주 이외에 특별한 치료를 하지 않고 관찰하여도 된다. 그러나 성인의 경우 1분당 6개 이상의 심

표 47-6. 부정맥의 분류

Bradycardias
Sinus node dysfunction
Second degree AV block
Mobitz I (Wenckebach)
Mobitz II
Third degree AV block
Tachycardias
Disorders of automaticity
Sinus tachycardia
Ectopic atrial tachycardia
Multifocal (chaotic) atrial tachycardia
Junctional ectopic tachycardia
Re-entry
Sinus node re-entry
Atrial flutter
Atrial fibrillation
AV nodal re-entry
WPW syndrome
Orthodromic re-entry
Antidromic re-entry
Pre-excited atrial flutter/fibrillation
"Concealed" accessory pathways
Orthodromic re-entry
Ventricular tachycardia
Monomorphic re-entry
Torsades de pointes

실성 박동이 나오거나 이단맥(bigeminy), R파가 T파 위에 겹치는 경우에는 적절한 치료를 행하여야 한다.

혈역학적으로는 안정된 상태에서 PVC나 심실성 빈맥(VT)이 나타나면 우선 리도카인 $1\text{mg}/\text{kg}$ (성인 50mg)를 일시 정주한다. 그러나 혈액학적으로 불안정을 동반하는 VT는 즉시 심율동 전환(cardioversion)을 $100\sim 200\text{Ws}$ 으로 시행한다. 그 후 혈장 K^+ 치를 검사하여 $4.0\text{mEq}/\ell$ 이하의 경우에는 저칼륨 혈증을 교정하는데 급한 경우에는 $0.5\text{mEq}/\text{kg}/\text{h}$ 의 속도까지 투여할 수 있으나 통상 영아의 경우 $0.1\text{mEq}/\text{kg}/\text{h}$ 이하로, 성인의 경우 $0.2\sim 0.3\text{mEq}/\text{kg}/\text{h}$ 이하로 주입한다. 투여량은 "[(원하는 혈청치-현재 혈

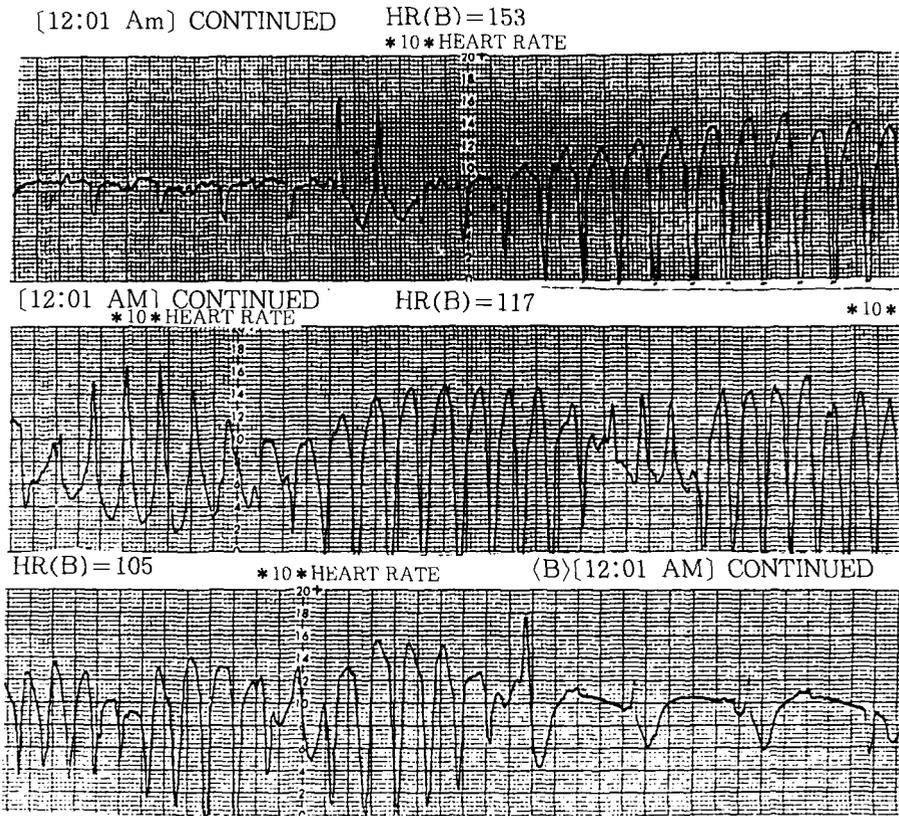


그림 47-5. torsade de pointes

청치)/체중) × 0.3]”으로 필요량을 결정한 후 이 1/2을 투여한다. 그러나 혈청 K⁺ 농도는 전신 K⁺ 양을 잘 반영하지 못하므로 소변량 및 환자의 상태 등을 고려하여 투여하여야 하며 무엇보다도 자주 K⁺ 혈청 농도를 측정하면서 교정하는 것이 중요하다. 심실 박동수가 분당 80~90회 이하인 경우 심박 조율 장치가 있으면 심박 조율을 시행한다. 기본 전도가 동율동(sinus rhythm)인 경우에는 심방 조율을 시행하는데 만일 1:1 방실 전도가 안되면 심실 조율을 시행한다. 2도 또는 3도 방실 전도 장애가 기본 전도인 경우에는 물론 순차적 방실 조율(AV sequential pacing)을 시행한다. 만일 위의 처치 후 심실성 부정맥이 재발하거나 위의 처치로 치료가 되지 않는 경우에는 리

도카인을 0.02~0.05mg/kg/min의 속도로 연속 정주한다.

재발하면 프로카인아마이드(procainamide)를 투여하고, 그래도 반응하지 않는 경우에는 베타 차단제나 브레틸리움(bretylum) 등을 투여한다. 심실성 부정맥의 모양이 서로 다른 “torsade de pointes”의 경우에는 magnesium sulfate와 리도카인을 사용하고, 이런 경우 procainamide는 QT 간격을 늘려 부정맥을 악화시킬 우려가 있으므로 사용하지 않는다(그림 47-5).

(2) 심실상성 빈맥

빈맥의 기전은 크게 회기(reentry)와 자동능(automaticity)의 두 가지로 나뉘는데 회기의 기전에 의한 빈맥은 통상 몇 개의 기의 수축이 선행하다가 갑자기 시작하고,

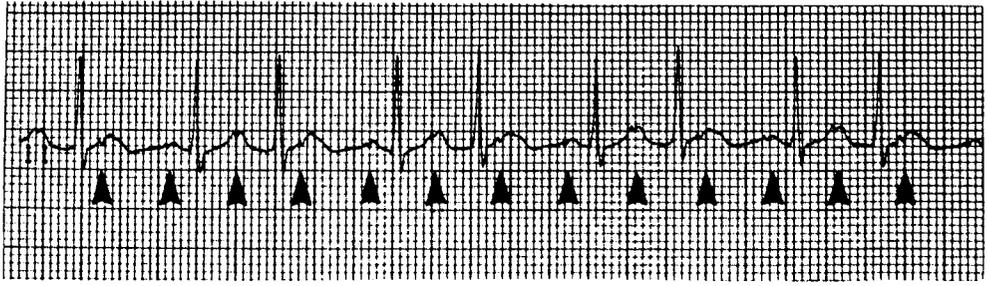


그림 47-6. 이소성 심방 빈맥(ectopic atrial tachyarrhythmia)

일정한 박동수를 유지하며, 미주 신경 자극에 의해 갑자기 끝나며, 심율동 전환이나 초과박동 초고속 조율(overdrive burst pacing)로 갑자기 끝나는 특징이 있는 반면, 자동능에 의한 빈맥은 점진적으로 시작하고, 체온이나 자율 신경계의 변화에 따라 박동수가 변화하고, 미주 신경 자극에 의해 약간 느려지나 끝나지는 않으며, 심율동 전환이나 초과박동 초고속 조율(overdrive burst pacing)으로 치료되지 않는 것이 특징이다. 자동능에 의한 빈맥은 심장 어느 곳에서나 시작할 수 있으나 소아에서는 이소성 심방 빈맥(ectopic atrial tachyarrhythmia)과 방실 접합부 빈맥(AV junctional tachyarrhythmia)이 흔하다.

① 동성빈맥(sinus tachycardia)

동성빈맥은 치료할 필요가 없으나 특히 소아에서 그 박동수가 빠를 경우 심실상성 빈맥과 감별하는 것이 중요하다.

② 이소성 심방빈맥

(ectopic atrial tachyarrhythmia)

이소성 심방빈맥은 동결절이 아닌 심방의 한 부분의 비정상적인 자동능에 의해 유발되는 드문 부정맥이다. 이 부정맥은 간헐적으로 발생할 수도 있고 지속적으로 발생할 수도 있는데 박동수도 분당 100~280회로 다양하다. 정상 동성 박동과 모양과 축이 다른 p파를 가진 빈맥이 있고, 자동능에 의한 빈맥이기 때문에 박동수의 변화가 있고, 시작할 때와 끝날 때 점진적인 특징을 보이

는 것으로 진단한다(그림 47-6). 방실 결절이 빈맥의 속도를 따라가지 못하는 경우에는 1도 혹은 2도 방실 전도 장애나 박동수에 따른 각분류(bundle branch block)이 동반되기도 한다. 이 부정맥은 정상 구조를 갖는 심장에서도 발생할 수 있으나, 특히 폐정맥 근처의 수술을 받은 후에 잘 발생하며, 혈중 카테콜라민 농도가 높은 경우 호발하는 경향이 있다. 대부분의 경우 수술 후 몇 일이 지나면 회복하고 심근 수축 촉진제를 줄임에 따라 사라지는 것이 보통이나 드물게 계속 지속되는 경우도 있다.

자동능에 의한 빈맥이라서 심율동 전환이나 초과박동 초고속 조율(overdrive burst pacing)로 치료가 되지 않고 ATP 등의 약제도 효과가 적다. 따라서 외부로부터의 카테콜라민 투여량을 최소화하고 방실 결절의 전도속도를 줄이는 디곡신이나, 방실 결절의 전도 속도 및 이소성 심방 빈맥 부위에 직접 작용해 그 속도를 늦추는 에스몰롤(esmolol) 등 베타 차단제를 사용할 수 있다.

③ 심방 조동(atrial flutter)

심방 근육을 통한 회기에 의한 빈맥으로 ECG II, III, aVF에서 잘 나타나는 튼날모양의 p파가 특징이다(그림 47-7). 박동수는 분당 약 180~400회로 특징적으로 갑자기 시작되고 일정한 박동수를 유지한다. 심실의 박동은 자율 신경계의 상태에 따라 다양하나 영아의 경우 빨라 1:1로 전도되는 경우도 있는데 이런 경우 심방의 박동수를 정

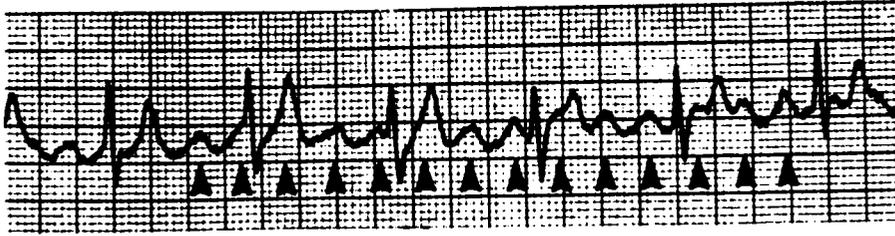


그림 47-7. 심방 조동(atrial flutter)

확히 알려면 심방 전극이나 식도내 전극으로 심전도를 찍어서 빠르고 일정한 심방 탈분극을 관찰하면 된다.

이 부정맥은 소아의 개심 수술 후후에 매우 흔하며 간혹 수술에 의한 동결절 손상과 병발 하기도 한다. 선천성 심기형 환자 중 특히 심방이 확장되어 있는 엡쉬타인 기형, 손 증후군, 방실관 결손(atrioventricular cannal defect) 등이나, 심방을 광범위하게 수술하는 폰탄, 머스타드, 세닝 수술 후에 잘 발생한다.

치료는 회기에 의한 부정맥이므로 전기적인 심율동 전환이나 초과박동 고속 조율이 효과적이다. 약물은 대부분의 경우 효과가 없고, ATP도 가끔 심방 회기를 끊어주기도 하지만 대부분의 경우 방실 결절의 전도 속도만을 일시적으로 줄이는데 그치고, 디곡신이나 에스몰롤 등도 방실 결절의 전도를 잠시 늦출 뿐 빠른 심방박동에는 영향을 못 미친다. 프로카인아마이드는 심방박동에 직

접 작용하여 박동수를 줄이나 이 약제가 미주신경억제 효과가 있어서 방실 결절 전도 속도 높여 심실의 반응을 빠르게 하는 부작용이 있으므로 주의하여야 한다.

④ 심방 세동(atrial fibrillation)

심방 세동은 심방 근육에 여러 개의 작은 회기 회로가 계속 변하면서 작동하여 생기며 따라서 심방이 작은 소아 환자에서는 비교적 드물다. 진단은 심전도상 크기가 불규칙한 여러 개의 작은 심방 전기 신호가 지속적으로 나타나고, 심실 반응도 불규칙한 양상을 보임을 관찰하여 내린다(그림 47-8).

초과박동 고속 조율은 효과가 없고, 빨리 전환하고자 하는 경우에는 심율동 전환을 시행하여 효과를 볼 수 있다. 그러나 심방 세동이 오래 지속되어 온 성인 환자에서는 재발이 흔하므로 디곡신을 투여하여 심실 반응 수를 적절히 조절하여야 한다. 디곡신의 효과를 빨리 나타나게 하기 위해서는 급성 디지털리스 요법을 사용하여야 한다.

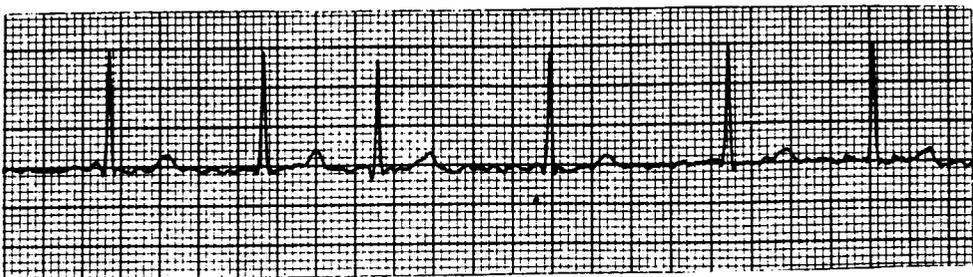


그림 47-8. 심방 세동(atrial fibrillation)

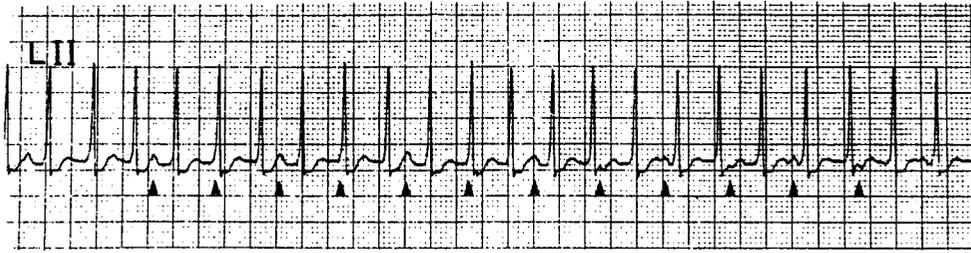


그림 47-9. 방실 접합부 이소성 빈맥(junctional ectopic tachycardia)

⑤ 방실 접합부 이소성 빈맥
(junctional ectopic tachycardia)

이 부정맥은 아주 드물게는 정상 심장에서 보고가 되기도 하나, 거의 모든 경우에 선천성 심장 질환으로 개심술을 받은 환자의 급성 수술 후 부정맥 형태로 발생한다. 방실 결절이나 히스-퍼킨제계 근처의 자동능이 증가되어 발생하는 것으로 알려져 있으며, 대부분 수술 후 수 시간이나 몇 일 안에 사라지는 일과성 부정맥이다. 부정맥의 발생 기간만 잘 지나면 재발도 없이 깨끗이 사라지지만 진단 및 치료가 어렵고 치명적인 경우가 많기 때문에 주의해야 한다. 대부분 2세 미만의 영아에서 발생하며 심실 중격 결손증 등 방실 결절 주위를 수술하는 경우에 많이 발생하지만 폐동맥 밴딩이나 폰탄 수술처럼 방실 결절 주변을 건드리지 않는 수술 후에도 발생할 수 있다. 발생 시기도 수술 직후에 잘 발생하나 수술 2일 경에 발생하는 경우도 있다. 자동능에 의한 빈맥이므로 특징적으로 시작한 후 서서히 심박수가 증가하는데 대략 분당 170회 이하인 경우에는 그런 대로 견딜 만하나 그 이상으로 빨라지는 경우에는 혈액학적 불안정에 빠지게 된다.

진단은 심전도 상에서 정상모양의 빠른 QRS파와 이보다 느린 p 파를 관찰하여 내리는데, p파는 방실 결절 박동이 비교적 느린 경우에는 1:1로 역행성 박동을 할 수 있

으나 대부분의 경우 Wenkebach 현상이나 해리 현상을 보이며 특징적인 느린 p파 소견을 보인다(그림 47-9). 심박수를 줄이기 위해서는 심율동 전환이나 초과박동 고속 조율은 효과가 없고, 일부 보고에서는 디곡신, 베타 차단제, 페니토인, 프로파페논(propafenone) 등이 효과가 있다고는 하나 아직까지는 저체온 요법이 가장 효과적이라고 알려져 있다. 방법은 환자를 기관 삽관 후 근이완제를 사용하여 전율(shivering)을 방지하고 브랑켈을 이용하여 체온을 34°C로 낮춘다. 33°C 이하에서는 심실 세동이 올 수 있으므로 그 이상으로는 낮추지 않고, 너무 오랜 시간 저체온 상태에 있으면 면역계 등의 장애가 오므로 8~12시간마다 체온을 올려 부정맥이 사라졌는지를 확인하여야 한다. 만일 저체온 요법으로도 심박수가 감소하지 않는 경우에는 저체온 요법과 프로카인아마이드를 병행 사용하면 효과가 있다. 그래도 치료가 안되면 베타 차단제나 아미오다론 정주 요법 등을 추가할 수 있다.

⑥ 부경로(accessory pathway)에 의한 빈맥

부경로에 의한 부정맥은 소아의 심실상성 빈맥의 가장 흔한 원인이다. 선천성 심기형 환자에서는 주로 우측 부경로가 흔하나 부경로는 삼첨판 및 승모판 주위로 어디에나 존재할 수 있어, 엡쉬타인 기형이나 방실판 손상기형, 삼첨판 폐쇄증에서는 흔히 발생

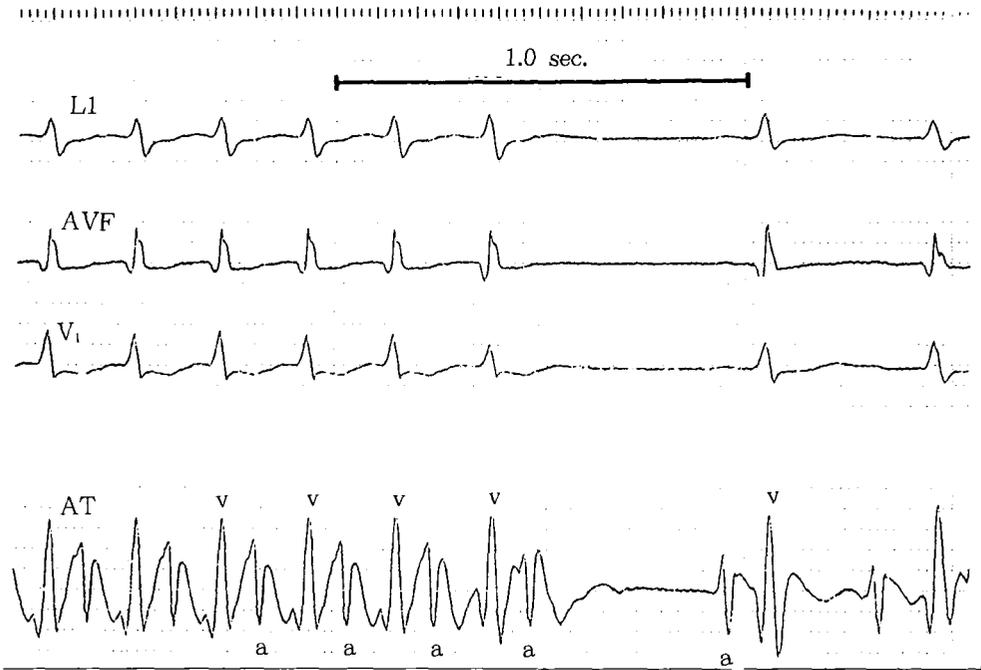


그림 47-10. 부경로(accessory pathway)에 의한 빈맥, 정방향 전도

한다. 부경로는 양방향으로 다 전도할 수 있는 경우와 오로지 역방향 전도만 가능한 경우로 나눌 수 있는데, 전자의 경우 동박동시 부경로를 통해 심실의 일부가 탈분극 되어 심전도에서 특징적인 델타파를 나타내는데 반하여 후자의 경우에는 동박동시 부경로를 통한 전도가 없으므로 델타파가 관찰되지 않고(consealed) PR 간격이 좁지 않아 빈맥이 발생하기 전에는 진단을 못하는 경우도 있다. 부경로를 통해 양방향 전도가 가능한 경우 두 가지 형태의 빈맥이 나타날 수 있는데 흔한 유형은 부경로를 역행성 전도로 이용하여 역행 전도된 전기자극이 정상 방실결절을 통하여 내려가는 정방향 전도(orthodromic)빈맥이다. 이 형태의 빈맥에서는 QRS가 정상으로 좁은 것이 특징이다(그림 47-10). 그 반대로 부경로를 순행성 전도로 이용하여 이용하는 경우에는 QRS파가 넓게 되어 감별한다(그림 47-11). 정방향 전도 빈맥은 특징적으로 빠르고 규칙적인 정상모양

의 QRS가 심방 심실비 1:1로 유지되고, P파는 QRS파보다 약 70msec후에 -90도의 축을 가지면서 역행성으로 전도되는 것을 관찰할 수 있다.

정방향 전도 빈맥은 미주신경 자극법(얼굴에 얼음을 대거나 구역반사 유발)으로 약 25%에서 효과를 볼 수 있다. 약물 요법은 ATP를 일시 정주하여 회기로를 차단하는 방법이 효과적이며, 효과가 없으면 심율동 전환이나 초과박동 고속 조율을 시행하면 효과적이다. 디곡신은 그 작용 시간이 오래 걸리고, 부경로의 전도를 증가시킬 우려가 있어 잘 사용하지 않고, 베타 차단제는 다량을 사용해야 효과가 있어 심근 수축력을 약화시킬 우려가 있다. 특히 verapamil은 영아에서 심한 심근 억제를 초래하므로 사용하여서는 안된다.

⑦ 방실결절 회기에 의한 빈맥

소아에서보다는 성인에서 흔한 부정맥으로 방실결절 안에서 회기가 일어나 발생한

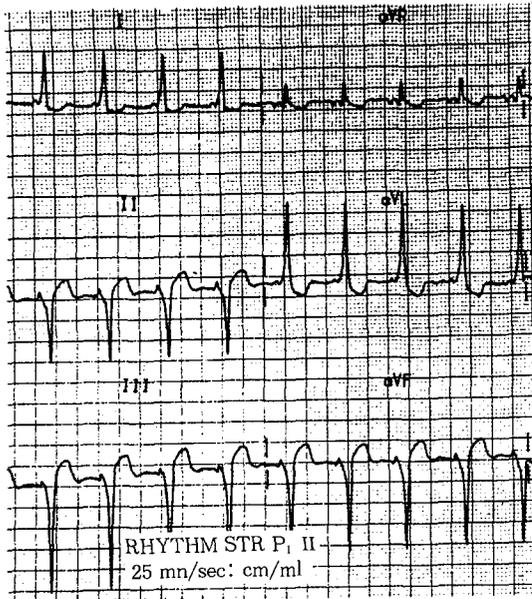


그림 47-11. Wolff-Parkinson-White 증후군

다. 심전도 상에서 역행성 P파가 QRS파와 거의 동시에(70msec 이내) 관찰되는 것이 부경로에 의한 빈맥과 다르며 급성기 치료는 부경로에 의한 빈맥과 같다.

(3) 서맥

① 동결절 기능 부전

동결절 기능 부전에 의한 서맥은 선천성 심기형 수술, 특히 머스타드, 세닝, 폰탄 수술같이 광범위한 심방수술을 시행한 후에 흔하게 발생하나 심방 중격 결손 수술을 포함한 어떤 개심술 후에도 발생할 수 있다.

동결절 자체를 손상하거나 그 동맥을 손상한 경우 이외에는 대부분 일시적으로 수술 후 몇 일 내에 회복되며, 일부 환자에서 회기에 의한 심방 부정맥과 합병되어 빈맥-서맥 증후군(tachy-brady syndrome)이 발생하기도 한다.

심전도상 느리고 불규칙한 P파와 이탈 율동(escape beat), 그리고 간헐적인 심실상성 빈맥도 관찰될 수 있다(그림 47-12).

동결절부전 증상이 있는 환자에서는 수술장에서 심방전극을 거치하여 수술 후 심방 조율을 실시하는 것이 좋고, 만일 심방전극이 없는 경우에는 이소프로테레놀을 사용하는데 간혹 이 약제를 투여해도 방실 접합부 이탈 율동(junctional escape beat)만을 증가시키기만 하는 경우도 있다.

수술 후 어느 정도 회복 상태에서는 대부분의 환자가 서맥을 잘 견디나, 만일 심실상성 빈맥이 자주 나타나거나, 약물을 지속적으로 사용하여야하는 경우에는 영구 심박동기를 사용하여야 한다.

② 전도 장애에 의한 서맥

전도 장애에는 L-루프 심실이나 방실관 결손증에서와 같이 방실 결절이나 히스-퍼킨제계의 발육 부전으로 발생하기도 하지만 대부분의 영구 전도 장애는 심도자나 수술에 의한 손상이 그 원인인 경우가 많다. 치료는 심박 조율이고 수술 중 영구 전도 장애가 확실히 의심이 되면 영구 심박동기를 거치하여야 한다.



그림 47-12. 동결절 기능 부전

영구 심박동기는 수술 후 10일 후에도 지속되는 수술 손상에 의한 3도 블록의 경우 급사의 위험이 50%이므로 반드시 달아야 하고, 마찬가지로 수술 전에 3도 블록이 있는 환자는 수술 중에 반드시 영구 심박동기를 설치해야 한다. 그 밖에 수술 후 10일 후에도 지속되는 모비쯔 II 블록의 경우에도 적용이 되고, 모비쯔 I의 경우에는 전기 생리적 검사 후 결정한다.

3) 호흡계 관리

개심술 후에는 개심술에 의해 폐손상이 동반되기도 하고, 심기능이 저하되므로 환자의 안정을 통해 전신 산소 요구량을 최소화하기 위하여 일정 시간 인공 호흡을 시행하는 경우가 많다. 따라서 개심술에 의한 폐손상 이외에 인공 호흡과 관련된 합병증이 발생할 수 있고, 특히 많은 수의 선천성 심질환 환자의 경우 폐혈관 저항의 증가가 중요한 병리 요소로 수술 후에도 남아 있는 경우가 많으므로 적절한 호흡계 관리는 저심박출증 및 부정맥 관리와 더불어 매우 중요하다.

일반적으로 수술 직후 인공 호흡은 산소 분획 농도(FiO_2)를 0.6%, 1회 호흡 용적(tidal volume)을 10~15ml/kg로 하고, 호흡수는 성인의 경우 약 10~12회, 소아는 15~20회, 영아는 25회 정도로 하여 적절히 정한다. 흡기 말 압력은 대부분의 경우 30 cmH₂O 이하이므로 그 이상인 경우에는 원인을 찾아 교정해야 한다. 그러나 무엇보다도 중요한 것은 환자의 흉부 운동을 잘 살피고 청진상 충분한 호흡 용적이 환자의 폐로 흡기되는 것을 확인하는 일이다. 또한 청진시 흡기와 호기 사이에 약간의 간격이 있어 흡기된 호흡량이 충분히 호기되는지도 역시 확인해야 한다. 호기말 양압(PEEP)은 대부분 도움이 되나 만성 폐쇄성 폐질환 환자나, 글렌 수술이나 폰탄 수술을 받아 흉

강내 양압이 혈액학적으로 나쁜 영향을 미치는 경우, 그리고 내유동맥을 사용한 관상동맥 우회술을 받은 환자에서 흉강내 양압이 내유동맥 혈류를 방해할 염려가 있는 경우에는 PEEP를 걸지 않도록 한다.

수술 직후에는 즉시 흉부 방사선 촬영을 실시하여 기관지 삽관의 위치가 적절한지, 기흉이나 무기폐가 있는지의 여부와 폐혈관 음영의 증가 여부 등을 확인하여야 한다. 인공 호흡을 실시하는 모든 환자에서는 수술 후 24시간 내에는 4~6시간마다 동맥혈 가스검사를 실시하여 적절한 환기가 유지되는지를 확인해야 한다. 기관지내 흡인(endotracheal suction)은 매 시간 시행하며, 우선 100% 산소를 공급하면서 손으로 수 차례 인공 호흡을 시행한 후 멸균된 생리 식염수 1~5ml를 기관 내로 투여한 후 삽입한 기관 내 튜브보다 조금 더 길게 들어가는 흡입관(suction tube)로 흡입해야 한다.

환자의 의식 상태가 완전히 회복되고, 혈액학적으로 안정상태이고, 흉관으로의 출혈이 없고, 폐내 우좌 단락(right to left shunt)이 없을 때, FiO_2 0.4, 인공 호흡수 IMV 6회에서 PaO_2 가 70mmHg 이상이며, 환자의 자발적인 호흡수가 성인 25회, 소아 40회, 영아 50회를 넘지 않으면서, 편안하게 숨을 쉬고 $PaCO_2$, pH 등이 정상인 경우에는 기관 내 튜브를 제거하여도 된다.

개심술 후 발병하는 호흡기계 합병증은 여러 가지가 있다. 그 중 폐부종은 대부분 좌심실 수축력이 감소하였거나 방실 판막 부전 등의 이유에서 좌심방압이 증가하여 좌심부전의 한 증상으로 나타나는 경우가 많으나 폐혈증, 수혈 반응, 개심술 시 보체계(complement) 활성화에 의한 “펌프 폐”, 과다 출혈로 인한 저혈압, 위장 팽만으로 인한 위액 흡인, 기타 프로타민이나 아미오다론 등 약제에 대한 과민 반응으로 ARDS가 발생하여 폐모세혈관 투과성이 증가하여 폐부

중이 발생할 수도 있다. 치료는 보존적으로 원인을 제거하고, 환자를 안정시키고 좌심방 압을 15mmHg 이하로 유지하면서 PEEP를 걸어 FIO_2 는 0.6 이하에서 PaO_2 를 유지하고, 수액 공급의 제한하여 이뇨제를 사용하며 폐부종이 회복되게 유도한다.

무기폐는 특히 흡연가와 노인, 그리고 소아 환자에서 잘 발생하며 수술 후 적절한 기관 내 흡인과 체위성 거담법으로 치료할 수 있으나, 그래도 안되는 경우에는 IPPB (intermittent positive pressure breathing)을 시행할 수 있다. 환자가 거동이 가능하면 빨리 견게 유도하고 자발적 기침을 하도록 하는 것이 중요하다.

장기적으로 인공 호흡이 필요할 수 있는 상황으로는 고령, 재수술, 출혈, 뇌 손상, 만성 폐쇄성 폐질환, 심근 경색, 부정맥, 심부전, 감염, 폐렴, 폐색전 등의 위험 인자를 들 수 있다. 이런 이유 없이 인공 호흡기를 뗄 수 없고, 호흡부전을 일으키는 경우에는 횡격막신경 손상을 의심할 수 있다. 이 경우 대부분 흉부 방사선상 마비된 쪽 횡격막이 올라가 있는데, 진단은 초음파나 투시 호흡기시 횡격막이 올라가는 것을 확인하여 내린다. 보통 일측성 신경 손상은 환자가 잘 견디고, 많은 경우 회복되나, 양측성이거나 영아에서 인공 호흡기 이탈이 장애되어 지속적인 인공 호흡으로 인한 합병증이 우려되는 경우에는 횡격막 주름 성형술(plication)을 시행한다.

4) 출혈

개심술 후에는 각종 혈액 응고 인자들이 감소하고 수술 시 항응고 요법에 때문에 출혈성 경향이 있다. 따라서 수술 후 출혈이 될 때 그 출혈이 외과적 출혈인지 아닌지를 감별하는 것은 중요하다. 수술 후 첫 1시간에 10ml/kg 이상의 출혈이 있거나 3시간 이내에 5ml/kg/h 이상의 출혈이 되면 심각

한 출혈이므로 적절한 대처를 해야 한다. 이렇게 대량 출혈이 있는 경우는 대부분 외과적 출혈인 경우가 많고, 특히 동맥이나 정맥 도관 주위로의 출혈이나 창상, 피하조직 등 다른 전신의 출혈이 없으면 외과적 출혈이 강력히 의심되므로 즉시 재수술을 시행하여 지혈하여야 한다. 환자의 체중별 각 시간에 따른 재수술의 적용은 표7을 참조한다. 헤파린을 중화한 후 몇 시간만 지나면 혈액 응고 인자는 대부분 정상이 되므로 이 시기에는 혈액 응고 검사는 정상이어야 하므로 출혈 시간(bleeding time), 혈소판 수, aPTT, fibrinogen 등의 검사가 도움이 된다. 그러나 수술 직후의 혈소판 수는 대부분 감소하고, 또 이 시기에는 혈소판 기능 부전이 있으므로 출혈 시간이 증가하였거나 혈소판 수가 감소한 환자에서는 혈소판을 수혈하는 것이 도움이 된다. 용량은 체중 10kg당 약 1 unit가 적절하며 일부 센터에서는 예방적으로 혈소판을 수혈하기도 한다. 혈소판 수, 출혈시간과 더불어 aPTT, fibrinogen의 이상도 있는 환자는 매우 드물고, 이 경우에는 소모성 응고병증(consumption coagulopathy), DIC 등이 의심되므로, 그 원인이 되는 패혈증이나 심인성 속 등이 있는지 확인해야 한다. 치료는 혈소판 수혈 이외에 신선 동결 혈장(FFP), 냉동 침강(cryoprecipitate)을 투여한다.

수술 전 아스피린을 복용한 환자는 수술 후 출혈성 경향을 나타낼 수 있으므로 개심술 전에 투약을 중단하여야 한다. 출혈 시간은 정상 기능을 하는 혈소판 수가 50,000~70,000개만 되어도 정상으로 나오므로 출혈 시간이 정상이고 혈소판 수가 정상이라고 해서 안심해서는 안되고 적어도 5일 전부터 투약을 중지해야 한다. 만일 응급으로 수술을 하여야 하는 상황에서는 desmopressin acetate(DDAVP)를 0.3 g/kg를 15~30분에 걸쳐 정주 하면 효과가 있다는 보고도 있다.

약 2~5%의 환자에서는 헤파린에 의하여 혈소판 감소증이 유발되는 것으로 알려져 있다. 투여 6~12일 후에 많이 나타나고 대부분은 심하지 않아 그냥 지나가는 경우가 많으나, 일부에서는 헤파린이 동맥 혈전을 일으켜 뇌졸중이나 심허혈, 말초 혈관 폐쇄 등 심각한 합병증을 유발하기도 한다. 그 기전은 헤파린과 IgG의 면역복합체가 형성되고 이것이 혈소판의 Fc 수용체에 붙어서 혈소판을 활성화하고 응집하게 하는 면역반응으로 설명되고 있다. 수술 전에 미리 진단하는 방법은 혈소판 응집 검사 등 몇 가지 있으나 정확한 방법은 아직 없고, 수술 후 의심이 되는 경우 패혈증, DIC, 수혈 후 자반증, IABP 증후군, 지방 색전증, 다른 약물에 의한 혈소판 감소 등의 원인이 감별되면 의심하여야 한다. 치료는 헤파린 투여를 중지하고 혈소판 제제 수혈을 피하면서 경구 항응고제나 항 혈소판 제제로 바꾸는 방법밖에 없다. 만일 수술전에 비정상적인 혈소판 응집검사소견이 있으면 가능한 혈소판 응집검사가 정상으로 될 때까지 기다렸다가 수술하고, 혈소판 수혈을 하지 않아야 하고, 응급 수술이 필요한 경우에는 그냥 수술을 시행하면서 출혈 및 혈전에 대한 각별한 주의를 해야한다. 수술 시는 다른 종류의 헤파린으로 바꾸어 사용하거나 와파린(wafarin), 저분자 텍스트란(low-molecular weight dextran), 저분자 헤파린(low molecular weight heparin), 헤파리노이드 (heparinoid), 혈전 용해제(fibrinolytic agent) 등을 대신 사용하거나, 일로프로스트(iloprost) 등 헤파린 투여시 혈소판을 보호하는 약제와 헤파린을 함께 사용할 수도 있으나 아직까지 확립된 방법은 없다.

혈전 용해 요법(thrombolytic therapy)을 시행하던 환자를 응급으로 관상동맥 우회술을 시행하여야 하는 경우에는 PT, aPTT, fibrinogen이 정상이면 그냥 수술하고, 비정

상인 경우에는 아미노카프로익산(ϵ -Amino caproic acid) 5~15g을 정주하고 신선 동결 혈장, 냉동 침전물 등을 투여 후 검사를 반복하여 정상화시킨 후 수술한다.

5) 창상 감염 및 종격동염

개심술 후 종격동염은 약 0.8~1.5%에서 발생하는데 양측 내유동맥을 사용한 관상동맥 우회술 후에는 약 8%의 발병율이 보고되고 있다. 종격동염은 치사율이 높은 매우 심각한 합병증이나 최근 보고에 의하면 조기에 발견하여 적절히 치료하면 사망율을 5~10%까지 줄일 수 있으므로, 위험 인자가 있는 환자에서는 특히 주의하여 창상을 관리하고 조기 진단하도록 노력해야한다. 종격동염은 수술장에서의 오염이 가장 큰 원인을 차지하므로 응급 수술을 시행한 경우나 수술 시간이 긴 경우, 수술 중 오염이 의심된 환자는 특별히 주의하여야 한다. 또한 출혈된 혈액이 적절히 배액되지 않고 남아 있는 경우나 흉골의 접합이 잘 안된 경우에 그 위험이 증가하므로 수술 후 출혈이 심한 환자에서 흉관을 혈전이 막지 않도록 하는 것이 중요하고, 흉관을 견고하게 접합하도록 하여야한다. 그 밖에 비만, 당뇨병, 내유동맥을 사용한 경우, 남자인 경우, 만성 폐쇄성 호흡기 질환 환자, 인공호흡 기간이 긴 경우, 스테로이드를 투약하는 환자에서 위험도가 증가한다.

예방이 가장 중요하므로 수술실 및 의료진이 각별히 무균술에 신경을 써야 함은 물론, 수술 부위 면도를 수술장에서 수술 시작 직전에 시행하여야 한다. 예방적 항생제가 필요하므로 마취유도시, 심폐기 시작 직전, 심폐기 이탈 직후에 적절한 용량의 항생제를 투여하고, 수술 후 2일 혹은 기관내 튜브와 혈관내 도관을 제거한 후 24시간까지 충분한 양의 항생제를 사용하여야 한다. 또한 가능한 한 빨리 기관 내 튜브와 혈관

내 도관을 제거하고, 중환자실에서 병실로 빨리 옮겨 보행 및 경구 섭취를 가능케 하여야 한다.

수술 후 종격동염이 확진되면 즉시 환자를 수술실로 옮기고 전신 마취 하에 창상 부위와 흉골을 열고 세척과 흉골 데브리망을 실시한다. 대부분의 경우 염증은 흉골 앞뒤가 심하고 심장주위는 심하지 않은 경우가 많다. 이런 경우 흉골의 데브리망은 최소한으로 하고 처음에는 따뜻한 생리 식염수로 세척하고 그 후 희석시킨 베타딘으로 여러 번 세척한다. 흉관을 거치 한 후 흉골을 닫고, 그 앞쪽 조직을 피부와 함께 한 층으로 봉합한다. 그 후 0.5%로 희석한 베타딘액이나 항생제액을 1~2ml/kg/hr로 앞쪽 흉관으로 주입하고 뒤쪽 흉관으로 배액을 하는 방법으로 세척을 3~4일 지속한다. 반드시 투입량과 배액량을 측정하여 배액이 적절히 되도록 관리하면서 항생제 요법을 시행하여야 한다.

6) 췌노 및 신부전

개심술 후 요량은 심박출량을 간접적으로 반영할 뿐 아니라 수액 및 전해질 균형을 유지시키는데 중요한 자료이므로 개심술 후 48시간 동안은 요도 튜브를 유지하며 매 시간 요량을 측정하여야 한다. 이와 함께 원칙적으로 수술 후 24시간 동안은 혈청 K⁺를 매 4시간 마다 측정하고 그 다음 24시간 동안은 매 8시간 마다 측정하며, BUN, Cr은 수술 48시간까지 매일 아침 측정하여야 한다.

정상적인 회복시 요량은 24시간 동안 500ml/m² 이상이거나, 8시간 동안 167ml/m², 혹은 1시간 동안에 20ml/m² 이상이며, 소아 환자는 0.5ml/kg/h 이상을 기준으로 한다. 혈청 검사 소견상 K⁺를 5mEq/l 이하, BUN을 40mg/dl 이하, Cr을 1.0mg/dl 이하로 유지시켜야 신기능이 정상이다. 수

술 후 적색 소변을 보는데 소변 검사상 적혈구가 없을 때는 혈청 유리 혈색소가 40mg/dl 이상이라는 의미이므로 위험한 용혈이 있음을 시사한다.

개심술 후에 요량이 줄어드는 일은 흔하나 급성 신부전까지 진행되는 경우는 성인에서는 약 0.1%로 드물고, 소아에서는 1~10%에서 발생하는 것으로 보고되고 있다. 췌노는 수술 전 신기능이 정상인 환자에서는 대부분 저심박출증에서 기인하나 드물게 혈액학적으로 정상 회복을 하는 환자에서도 발생하기도 한다.

수술 전 신기능이 떨어져 있던 환자나 만성 심부전증 환자, 나이가 들은 청색증형 심기형 환자에서 급성 신부전이 잘 발생하며, 그 밖에 영아나 노인, 당뇨병, 폐쇄성 말초 동맥 질환, 체외 순환 시간이 긴 경우, 수술 후 용혈로 유리 혈색소가 40mg/dl 이상인 환자, 아미노글라이코사이드(aminoglycoside), 비스테로이드계 항염증약제, ACE 억제제 등이 위험인자이다. 그러나 가장 흔하고 중요한 원인은 수술 후 저심박출증이므로 수술 후 적절한 심박출량을 유지하는 것이 중요하다.

소아에서는 대략 12~18시간에 심박출량을 늘리고, 도파민, 라식스를 사용하여도 반응하지 않는 췌노로 시작하여, 혈청 K⁺가 빠르게 상승하고, BUN, Cr이 서서히 상승하는 형태로 발생한다. 이런 경우 치료를 안하면 치명적일 수 있으나, 조기에 적절히 치료하면 후에 신기능은 거의 정상으로 회복되는 경우가 많다. 성인의 경우에는 수술 후 3~4일부터 서서히 BUN, Cr이 상승하기 시작하여 7~10일에 BUN 80~120mg/dl, Cr 5~8mg/dl까지 상승하며, 췌노가 없는 경우도 있으며, K⁺도 5mEq/l 이상으로는 잘 올라가지 않는 심하지 않은 형태로 발생하는 경우가 대부분이다. 이 경우 약 75%에서 자연 치유된다. 그러나 신부전이

심혈관계나 호흡기계의 합병증 혹은 감염과 동반되는 경우에는 사망률이 50% 까지도 되므로 항상 적절한 치료를 하여야 한다.

수술 직후 피뇨가 있을 때는 심장의 전부하 및 후부하를 적정하게 유지하고, 도파민 2.5 μ g/kg/min를 투여하고, 이에 반응이 없으면 라식스 1mg/kg를 정주하고 상태에 따라 약 3일간 6~12시간마다 반복 투여한다. 라식스 투여 후 30~60분에 소변량이 늘지 않으면 용량을 2배로 하여 정주하고, 그래도 반응하지 않으면 4배, 8배까지 올릴 수 있다. 이때 혈청 K⁺가 5.5mEq/l 이상으로 상승하면 glucose-insulin 혼합용액을 투여하고, K-exalate 관장을 시행하여 우선 일시적으로 K⁺를 감소시켜야 한다. 다른 방법으로 라식스 400mg을 20% 만니톨 100ml에 섞어(소아의 경우 각각의 양을 반으로 혼합) 라식스 투여량이 1mg/kg/h가 되도록 연속정주할 수도 있다. 이때 주의해야 할 점은 혈청 삼투압을 매 2~4시간마다 측정하여 310mOsm/l 이상이 되면 투여를 중단하여야 한다. 아니면 처음부터 4시간 동안 투여하고, 4시간 쉬고, 다음 4시간 동안 투여하는 방식으로 간헐적 투여를 할 수도 있다. 요량이 증가하면 대개 24시간 후 혹은 성인의 경우 약 3,000ml의 소변이 배설된 후 투여를 중단하고, 만일 투여 2시간이 지나도 요량이 늘지 않으면 투여를 즉시 중단하여야 한다.

영아에서 피뇨나 고칼륨 혈증을 즉시 치료하지 못하면 매우 위험하므로 이런 경우에는 즉시 용급 복막 투석을 시행하여야 한다. 특히 영아에서는 이런 경우 체액 과다 상태에 빠져있는 경우가 많으므로 위험 인자가 있는 환아에서는 심폐기를 떼기 전에 초여과(ultrafiltration)을 시행하고, 수술 직후에는 수액 투여를 제한하며, 수술장에서 미리 복막 투석 튜브를 거치 하고 나와서 단순 배액하다가 소변이 안 나오고 이뇨제

에 반응이 없거나 K⁺치가 5mEq/L이상이 되면 즉시 10mEq/kg의 등장성 및 고장성 투석액을 번갈아 이용하여 rapid-cycle 복막 투석을 시작하는 것이 좋다. 이 경우 심기능 및 호흡 기능 향상의 효과도 얻을 수 있다.

나이 든 소아나 성인의 경우에는 대부분 비피뇨성 신부전이 많고, 급하게 악화되지 않는 경우가 많다. 투석이 적용이 되는 경우에는 펌프를 사용하는 혈액 투석이나 사용하지 않는 혈액여과를 이용하면 된다. 특히 혈액학적 불안정이 있는 경우에는 혈액여과가 안전하므로 개심술 후에 많이 사용된다.

7) 산 염기 불균형

개심술 후 발생하는 대사성 산증은 대부분 혐기성 대사 산물인 젖산 혈증에 의하는 것으로 간접적으로 저심박출증을 대변한다. 대사성 산증의 치료는 물론 그 원인을 제거하여야 하지만 대사성 산증 자체가 심장 및 전신의 기능을 저해시킬 수 있으므로 우선 혈액의 산도를 정상으로 유지하기 위한 노력을 하여야 한다. 치료의 적용은 염기부족이 2mEq/l 이상이거나 pH가 7.35 이하일 때, 그리고 PaCO₂가 30mmHg이하인 경우 치료하는데, 세포외액 염기 부족량을 “염기부족 × 0.3 × 체중”의 공식으로 계산한 뒤 그 반을 NaHCO₃(비분)으로 투여한 후 30분 후 다시 검사하여 마찬가지로 방법으로 교정한다. 단, 심박출량이 많이 감소하였거나 심정지가 있는 경우에는 성인에서는 44mEq/l, 소아에서는 1mEq/kg를 우선 투여하여야 한다.

대사성 염기증은 영아에서 흔한데 탈수, K⁺, Cl⁻ 감소와 합병하고, 더 심한 경우에는 과이산화탄소혈증과 합병하기도 한다. 염기증이 매우 심한 경우에는 산화 혈액소해리 곡선이 좌측 편이하여 조직의 저산소

증, 중심 및 말초 화학 수용기 저하, 저호흡, 저산소혈증, 부정맥, 심근 과도 수축 및 산소 소모량 증가, 테타니 및 칼슘 대사 이상 등 부작용을 유발한다. pH 7.6 이하의 대사성 염기증은 수액 및 K^+ , Cl^- 공급으로 치료되지만, pH 7.6 이상의 심한 염기증은 중심 정맥 도관을 통하여 희석한 염산을 투여하여 교정해야 한다. 교정을 너무 빠르게 하면 지나친 과호흡으로 저이산화탄소혈증이 유발될 수 있으므로 주의해야 한다. 염산 투여시 식염수 및 KCl 부족분도 보충해야 한다. 36~38% HCl 12.5ml를 증류수 1,000ml에 섞어 0.15N로 희석하고 중심 정맥 도관을 통해 투여한다. Cl^- 부족량은 “ $0.3 \times \text{체중} \times Cl^- \text{ 농도 차}$ ”로 계산하고 염기과다량은 “ $0.3 \times \text{체중} \times \text{염기 과다}$ ”로 계산한다. 계산한 Cl^- 부족량을 16~24 시간에 걸쳐 천천히 투여하는데 최대속도가 0.2mEq/kg/h 이상이 넘지 않도록 주의한다. HCl이 플라스틱과 반응할 가능성이 있으므로 수액은 유리병을 이용하고 수액 라인은 12시간마다 교체하여야 한다. HCl의 투여와 동시에 식염수로 체액 부족량을 보충하고, K^+ 부족액도 보충하여 K^+ 농도를 3.5mEq/l 이상으로 유지하여야 한다.

8) 전해질 이상

개심술 후 가장 문제가 되는 전해질은 K^+ 이다. 저칼륨 혈증은 부족량을 예측하여 앞에서 기술한 바와 같이 보충한다. 반대로 고칼륨 혈증은 심정지를 유발시킬 수 있어 매우 위험하므로 즉시 교정해야 한다. 혈청 K^+ 농도가 5.5mEq/l 이상이면 성인에서는 50% 포도당액 50ml에 정규 인슐린(regular insulin, RI) 20단위, 소아에서는 25% 포도당액 2ml/kg에 RI 0.5단위/kg를 각각 섞어 10분 이상 천천히 정주한다. K-exalate 관장은 성인에서는 50g의 K-exalate를 200ml의 sorbitol 혹은 20% dextrose에, 소아는

1g/kg를 10~50ml에 각각 타서 30분간 관장하고, 필요하면 1시간마다 반복한다. 또한 성인에서는 44mEq/l, 소아에서는 1mEq/kg의 비분을 투여한다. 이상의 처치에도 감소하지 않으면 즉시 투석을 행하여야 하나, 만일 K^+ 농도가 6.5mEq/l 이상인 경우에는 디곡신을 투여하지 않는 경우 $CaCl_2$ 10mg/kg(성인은 200mg)를 응급으로 정주하여 심장의 부작용을 막아야 한다.

9) 체온 조절

개심술 후에는 체온의 변화가 심하다. 그중 고열은 산소 소모량을 증가시킬 뿐 아니라 41.1°C 이상에서는 뇌의 영구적 손상을 초래할 수 있어 위험하므로 적절히 치료하여야 한다. 직장 체온이 38.3°C 이상이면 acetaminophen suppository를 10mg/kg(성인 650~1,300mg) 직장에 4시간 간격으로 넣는다.

직장 체온이 39.5°C 이상인 경우에는 식도 체온을 감시하면서 심박출량을 회복시키기 위하여 노력하고, 수혈 부작용이 있는지 확인해야 한다. 식도 체온도 39.5°C 이상이면 위의 방법에서처럼 acetaminophen을 투약하고, dexamethasone 0.25mg/kg 정주한 후 매 6시간마다 0.1mg/kg를 4번 정주한다. 그래도 반응하지 않으면 블랑켈이나 얼음백을 이용하여 체온이 39°C 이하로 낮추고, 말초로부터의 체온 소실을 돕기 위하여 나이트로푸르사이드 1μg/kg/min를 사용하거나 amrinone이나 이소프로테레놀의 사용도 도움이 될 수 있다. 블랑켈이나 얼음백을 사용하는 경우, 특히 영아의 경우 전율이 있으면 근육으로부터의 발열이 증가하므로 pancuronium 0.1mg/kg로 마취하여야 하고, 심박출량을 증가시키려고 노력해야 한다. 복막 투석을 하는 경우에는 투석액을 차갑게 하여 빠르게 체온을 낮출 수 있다.

10) 신경 손상 및 발작

성인의 경우 신경 손상은 뇌졸중이나 말초신경 장애 등 신경계 합병증과, 뇌병증(encephalopathy) 혹은 섬망(delirium) 등의 신경정신장애(neuropsychologic complication), 그리고 정신증 등이 발생할 수 있다.

뇌졸중(stroke)은 약 1~5%로 보고되고 있으며 치명적인 경우는 0.3~2.0% 가량 된다. 수술 전후의 저혈압, 뇌혈관의 죽상경화증이나 뇌혈전 혹은 뇌색전에 의한 국소 뇌혈류 저하가 그 원인으로 생각되며, 따라서 고령, 뇌혈관 질환이 있는 경우, 대동맥 죽상 경화증, 저혈압, 체외 순환 시간이 긴 경우, 판막 치환술, 좌심 혈전증, 심방 세동 등이 위험인자이다. 증상은 뇌 손상의 시간 및 정도에 따라 다양한데, 부분적 장애만을 보이는 경우에는 예후가 비교적 좋으나 코마에 빠지는 경우에는 사망률이 50%에 달한다. 광범위한 뇌병증이나 섬망은 고령의 환자나 수술전 기질적 뇌질환이 있던 환자, 복잡한 수술을 받은 환자에서 호발하며, 그 기전이 아직 잘 알려져 있지 않으나 대사성 장애나 작은 뇌색전, 뇌혈류 감소로 인한 뇌허혈, 적혈구 응집(sludging), 수면 부족, 자극 부족(sensory deprivation)등이 관여하는 것으로 추측되고 있다. 특히 "중환자실 정신증(ICU psychosis)"는 가능한 한 빨리 일반 병실로 옮기고 숙면을 취하게 하며, 친구나 친지를 만나게 유도하면 호전되고 필요한 경우에는 haloperidol 1mg을 1~4시간마다 근주 혹은 정주 하면 잘 호전된다. 정신증 중에는 개심술 후 우울증이 가장 흔하며 환자는 거부, 분노, 망상, 혼돈, 퇴행 등의 증상을 보이는데 증상이 심하면 정신요법을 받아야 한다.

소아 특히 영아에서 개심술 후 발생하는 발작은 흔하지는 않으나 중대한 합병증으로

대사성, 감염, 뇌부종, 뇌혈전이나 경색, 뇌혈류 감소 등이 원인인 경우도 있으나 개심술 후 발생하는 발작은 대부분 그 원인을 발견하지 못하는 경우가 많다. 영아의 발작 진단에는 다음과 같은 점을 참고해야 한다. 즉, 영아에서는 발작이 전신성인지 부분성인지 여부는 감별진단에 별 도움이 되지 않는다. 호흡 정지나 호흡 부조화, 인공 호흡이 갑자기 잘 안되는 등의 증상이 있는 경우에는 발작이 있는지 확인해야 하고, 발작이 있어서 처음 치료를 한 경우에는 적어도 회복 기간 중에는 지속적으로 치료를 시행하여야 하며 장기적으로 약물을 사용할지 여부는 신경과에 자문을 구해야 한다. 코레아양 발작은 다른 형태의 발작보다 심각한 경우가 많고 지속될 위험이 크나, 대부분의 단순 발작 환자는 만성 발작으로 진행하지 않는 경우가 많다.

발작이 있는 경우에는 동맥혈 가스검사, 글루코스, 칼슘 및 전해질, 심박출량, 체온 등을 측정해야 한다. pH가 7.25 이하이거나 7.50 이상인 경우, PaCO₂가 25mmHg 이하 혹은 80mmHg 이상인 경우, 염기 부족이 10~15mEq/l 이상인 경우에는 이를 교정하여야 한다. 혈청 글루코스가 영아에서 40mEq/dl 이하이거나 소아에서 60mEq/dl 이하인 경우, 혈청 칼슘이 영아에서 7mg/dl, 소아에서 8mg/dl 이하인 경우, 혈청 소듐이 125mEq/l 이하의 경우, 심박출량이 2 l/min/m² 이하의 경우, 체온이 38.5°C 이상의 경우에는 이를 교정해야 한다.

발작이 처음 시작한 경우에는 1세 미만의 영아에게는 paraldehyde 1ml를 근주하고, 1세 이상마다 0.5~1ml씩 증량하여 투약하거나(최대량은 5ml) 혹은 diazepam 0.2 mg/kg를 정주한다. 그리고 나서 phenobarbital 15mg/kg를 5~10분간에 걸쳐 부하시킨 후 12~24 시간 뒤부터 2.5mg/kg/12h로 유지한다. 그래도 발작이 지속되는 경우에는

phenobarbital이 효과를 나타낼 때까지 수 시간 동안 paraldehyde 혹은 diazepam을 30분이나 1시간 간격으로 반복 투여할 수 있고, 수 시간 후에도 지속되면 phenobarbital 5mg/kg 추가 투여를 고려한다. 발작이 저절로 소실되었으나 재발이 염려되는 경우에는 paraldehyde 혹은 diazepam은 생략하고 바로 phenobarbital 부하만을 시행한다. 드물게 심각한 발작이 지속되는 경우에는 페니토인(Dilantin) 20mg/kg를 경구투여 후 3~4mg/kg로 유지한다. 발작이 심하여 인공 호흡에 장애가 되는 경우에는 pancuronium 등으로 근이완을 시켜야 할 때도 있다.

11) 소화계

개심술 후 발생하는 소화기계의 합병증은 대부분 저심박출에 따른 관류량 저하로 인하여 발생하는데 심각한 합병증은 0.5~2% 가량으로 적다. 대부분의 경우 마취 유도시 위 확장을 막기 위해 비위관 튜브(nasogastric tube)를 삽관하는데, 통상 수술후 기관내 튜브를 뺀 후에 제거하고 나서 물부터 시작하여 경구 영양을 재개하게 된다. 발생할 수 있는 합병증은 다음과 같다.

(1) 장폐색

저심박출증이 있는 환자에서 잘 발생하지만 정상적으로 회복하는 환자에서도 관찰된다. 오래 지속되는 경우는 드물고 소화관 운동이 재개될 때까지 비위관 튜브를 통해 흡인을 잘하면 된다.

(2) 위장관 궤양, 출혈, 천공

수술 후 중환자에게 발생하는 치명적인 합병증이나 H₂-차단제를 정주하기 시작하면서는 매우 드문 발생률을 보이고 있다. 그러나 십이지장 궤양이 있거나 과거력이 있는 환자에서는 특별한 주의를 하여야 하고, sucralfate 등의 세포 보호 제제도 도움이 된다.

(3) 위장관 허혈, 전색, 천공

저심박출증, 혈관 수축제나 디지탈리스 사용, 좌심 혈전 및 심방 세동, 혹은 죽상경화성이 수술중이나 IABP 거치시 색전되거나, 지속적인 장폐색 등에 의해 위장관 허혈이 발생할 수 있고, 장전색이나 천공으로 진행하기도 한다. 급성복증(acute abdomen)인 경우에는 즉시 개복술이 필요한 경우도 있다.

(4) 고빌리루빈 혈증

고빌리루빈 혈증은 약 20%에서 발생하는데 체외 순환 시간이 긴 경우, 다량의 수혈, 다중 판막 치환 후에 호발하나 정상 회복을 하는 경우에도 발생하기도 한다. 대부분 저절로 소실되지만 수혈 반응을 감별 진단하여야 한다.

(5) 담낭염

2%의 환자에서 비결석성 담낭염이 발생하는데 초음파상 확장되고 부종이 있는 담낭을 관찰하여 진단한다. 보존적 치료가 실패하면 담낭 절제를 시행한다.

(6) 췌장염

개심술 환자의 약 1/3에서 수술후 2일째 별다른 증상 없이 혈청 아밀라제가 증가하는데 아마도 췌장 세포의 허혈성 손상이 원인으로 생각된다. 약 2%의 환자에서는 실제 췌장염이 발생하는데 치명적일 수 있으므로 수술후 3일 이후에 심한 복통이 발생하면 즉시 혈청 아밀라제 및 리파제를 검사하고 복부 초음파나 CT를 시행하여 진단하여야 한다. 치료는 보전적으로 경비위 흡인과 정맥을 통한 수액공급을 시행한다.

12) 내분비계

(1) 당뇨병

관상동맥 우회술을 시행 받는 환자에서 30~60%로 당뇨병 유병률이 높고, 이들 환

자의 사망률이 다른 환자의 약 3배에 달한다. 당뇨병이 합병되어 있는 경우 케톤산혈증, 고삼투압 혈증의 위험이 있고, 창상치유가 늦고, 염증이 호발하며, 관상동맥질환도 광범위하여 수술할 부위가 적절치 못한 경우가 많고, 좌심실 기능부전이 동반되는 경우가 많으므로 예후가 나쁘다.

수술당일에는 통상 인슐린 양의 1/2~2/3을 중시간 작용성 인슐린으로 투여하고 수술중에는 인슐린을 연속 정주한다. 한 연구에 의하면 수술전에는 1.0 U/h, 피부절개부터 체외순환 직전까지는 3.0 U/h, 체외순환 중에는 5.0 U/h, 수술후 4시간까지는 12.3 U/h의 인슐린이 필요하다고 한다.

수술후 혈당 조절은 첫 혈당량이 400mg/dl 이상인 경우에는 인슐린을 0.1 U/kg/h로 연속정주하며 1시간마다 혈당을 검사하며 용량을 조절한다. 혈당이 250mg/dl 이상인 동안에는 포도당을 투여하지 않는다. 첫 혈당이 400mg/dl 이하인 경우에는 간헐적으로 인슐린을 정주 혹은 피하주사하는 인슐린 슬라이딩 방법을 사용하면 된다. 경구섭취가 완전히 회복되면 우선 수술전 인슐린 요구량의 1/2을 중간시간 작용성 인슐린으로 투여하고 서서히 증량한다.

(2) 부신 부전

개심술은 매우 스트레스가 높은 수술로 개심술 후에는 요의 코티졸 배설량이 15배나 증가하게 된다. 따라서 개심술시 수술 스트레스에 부신이 적절히 반응하는 것은 매우 중요하다. 수술 1년 이내에 스테로이드를 적어도 5일 연속 투여 받은 환자는 부신기능이 저하된 것으로 간주하여, 병실에서 수술장으로 출발하기 직전에 하이드로코티존 100mg을 근주하고, 마취 유도시 100mg, 수술 조작 직후 100mg을 투여한 후, 매 6시간마다 100mg을 투여하다가 3~4일에 걸쳐 서서히 줄이면서 경구 프레드니손으로

대치해야 한다.

수술전에 진단이 되지 않은 경우에는 수술후 부신성 위기(adrenal crisis)에 빠져 카테콜라민에 반응하지 않는 저혈압, 저체온, 저나트륨 혈증, 고칼륨 혈증이 나타나서 매우 위험하게 된다. 진단은 혈중 코티졸이 낮은 것을 확인하여 내린다.

드물게 양측성 부신 출혈 혹은 전색 등이 발생하기도 한다.

(3) 갑상선 기능부전

갑상성 기능저하증은 고령 환자에서 많으나 수술 위험인자로는 작용하지 않는 것으로 알려져 있다. 그러나 수술후 저심박출증, 저혈압, 체혈관 저항이 저하된 환자에서는 감별진단에 포함시켜야 한다.

체외순환 중에 활성 성분인 T_3 가 매우 많이 감소하여 24시간 낮은 것이 관찰되고, 갑상선 호르몬이 산소 소모량과 심박출량, 심근 수축력, 심근량을 증가시키면서 체혈관 저항을 감소시키므로 개심술 후 저심박출증의 치료나 심장이식시 T_3 를 투여하는 연구가 진행되고 있으나 아직 뚜렷한 결과는 없다.

3. 질환별 주의점

1) 신생아 술후 관리

신생아의 심장수술 후 가장 흔한 합병증 및 사인은 심부전이다. 심기능은 전부하, 수축력, 후부하, 심박수 등이 최적일 때 최대의 기능을 보이지만, 심기능 예비능력(cardiac functional reserve)이나 적응력이 떨어져 있는 경우에는 이 중 한가지 요소의 이상으로도 심부전에 빠질 수 있다. 신생아의 심기능 예비능력은 여러 요소에 의하여 제한되어 있는데, 첫째로 근미사(myofibrilment)의 수가 감소되어 있기 때문이고, 둘째로 심실의 유순도가 떨어져 있기 때문이

표 47-7. 폐고혈압 발작(pulmonary hypertensive crisis)의 유발

Transoperative:
Anesthesia induction
Tracheal intubation
Surgical stimulation (skin incision sternotomy)
Withdrawal from cardiopulmonary bypass
Protamine infusion
Cold environment
Postoperative:
Respiratory factors
Hypoxemia
Hypercapnia
Hyperinflation
Atelectasis
Tracheal suctioning (plus alveolar hypoxia and hypoxemia)
Metabolic factors
Polycythemia
Acidosis
Hypoglycemia
Hypocalcemia
Others
Infusion of microaggregates
Cold environment
Exercise
Left atrial hypertension

며, 셋째로 산소 소모, 심박출, 안정시 심박수 등이 높기 때문이다. 그 결과 신생아 심장의 수행 능력은 스트레스가 없는 상태에서도 최대의 기능을 하고 있으며, 따라서 전부하, 수축력, 후부하, 심박수등의 이상에 대한 적응능력이 없어 쉽게 심부전에 빠진다. 신생아 심부전의 증상은 안절부절 못함, 창백함, 그르렁거리는 호흡, 빈맥, 간비대, 비정상적인 체중의 증가, 심비대 등이다.

신생아는 수술후 폐고혈압 발작(pulmonary hypertensive crisis)의 가능성이 항상 있으므로 혈액 검사, 중심 정맥압, 좌심방압, 혈압등과 더불어 반드시 폐동맥압을 감시하는 것이 좋다.

신생아의 심장은 심실 유순도가 떨어져 있는 경우가 많아서 좌심방압이 전부하를 완전히 반영하지는 못하고, 좌심방압이 높다고 반드시 과혈량증(Hypervolemia)을 의미하지는 않는다. 또한 신생아는 체외순환으로 인해 3차 공간 손실(third space loss: 부종, 체중 증가)이나, 심근 기능장애가 잘 오기 때문에 이러한 용적 과부하(volume overload)의 증상이 있더라도 심박출량이 부적절할 경우에는 전부하를 증가시켜 보는 것이 좋다. 단, 적은 양의 수액에도 심방압의 급격한 증가와 더불어 심부전이 심해질 수 있으므로 집중적인 관찰이 필수적이다. 신생아는 수술후 출혈이나 반복적인 혈액 검사로 인해 수혈이 필요할 경우가 많으므로 적혈구 과다증(polycythemia)이 없다면 체액의 보충은 혈액으로 하는 것이 좋다.

신생아의 심장은 대사성 원인에 의해 쉽게 수축력이 나빠지고 수축 촉진제에 대한 반응이 약한 경우가 많다. 따라서 산증, 저칼슘혈증, 저혈당등 수축력의 장애를 유발하는 요소를 먼저 교정해 주어야 한다. 수축력을 향상시키기 위하여 수축 촉진제를 사용할 수 있으나, 신생아에 있어서는 그 효과가 약하다. 도파민, 도부타민, 에피네프린, 이소프로테레놀등이 사용되며 디곡신은 잘 사용하지 않는다. 도파민을 높은 용량으로 사용할 경우 폐혈관 저항을 증가시켜 심각한 우심실 부전을 유발할 수 있으므로 주의해야 한다. 이소프로테레놀은 폐혈관 저항을 감소시키므로 우심실 후부하가 증가된 신생아에게 유리하며, 심한 심근부전이 있는 경우 에피네프린이 좋은 반응을 보일 수 있다. 신생아는 평균 동맥압이 55mmHg 내외이면 충분하므로 혈압을 높이기 위하여 과도한 수축제의 사용은 금물이며 가능한 소량으로 사용하는 것이 좋다. 영아에서는 후부하의 증가가 좌심실 기능을 심각하게 저하시킬 수 있으므로 심근 수축촉진제와

더불어 혈관확장제도 병용해야 하는 경우가 많다. 예를 들어 대동맥 전위증 환자의 경우 대동맥 전환술후 약 1/4에서 수술당일 밤에 심박출 지수가 $2\ell/\text{min}/\text{m}^2$ 이하가 되면서 체혈관 저항 및 폐혈관저항이 증가하는 것으로 보고되고 있으므로 이런 환자에서는 심근 수축제와 함께 후부하 감소를 위한제도 더불어 투여해야 한다. 이런 맥락에서 영아 환자에게는 인디에스테라제 길항제를 사용하는 것도 효과적이다.

2) 반응성 폐혈관질환
(reactive pulmonary vascular disease)

총동맥간(truncus arteriosus), 완전 방실관 결손(complete A-V canal defect), 심실중격 결손(large or multiple VSD), 폐쇄성 전폐정맥 환류이상(obstructive TAPVR)등 폐고혈압을 유발할 수 있는 질환들은 갑자기 폐동맥압이 높아지는 폐고혈압 발작(pulmonary hypertensive crisis)의 위험이 높다. 보통 술후 2~3일에 잘 생기는데 유발 요인은(표 47-7)과 같다. 폐혈관 수축의 중요한 기전은 저산소증과, 폐동맥의 근비후, 혈관내막 증식(intimal hyperplasia), 선포내 동맥(intra-acinar artery)수의 감소와 연관되어 갑자기 폐고혈압이 유발되고 우심실 부전과 심장내 우좌단락(intracardiac R-L shunt)을 유발시켜 저산소증을 더욱 악화시켜 결국 더 심한 폐혈관 수축과 저혈압을 유발하게 된다(그림 47-13). 따라서 이러한 환자들의 경우에는 수술장에서 폐동맥압 측정선(PA pressure line)을 삽입하고 나오는 것이 도움이 되며 술후 맥박 산소계측기(pulse oximetry)로 감시하는 것이 도움이 된다. 예방 및 치료로는 유발요인의 제거가 가장 중요하며 동시에 호흡관리가 중요한데 가능하면 PaO_2 를 100mmHg 이상, PaCO_2 를 25~30mmHg, pH는 7.5~7.55로 유지함이 바람직하다. 기관흡인시에도 100% O_2 를 이

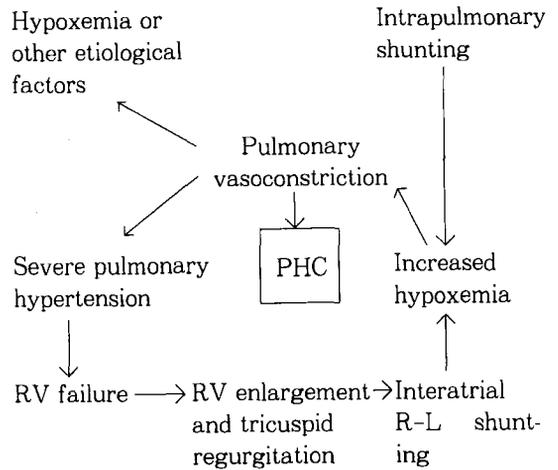


그림 47-13. 폐고혈압 발작(pulmonary hypertensive crisis)의 기전

용한 과환기를 손으로 시행하면서 짧고 조심스럽게 하여야 한다. 최소한 24시간 동안은 충분한 마비와 진정(paralysis and sedation)을 하는 것이 좋다. 폐혈관 확장제를 투여하기도 하는데 완벽한 폐혈관 확장제가 없다는 것이 문제이다. 종류로는 니트로글리세린, 프로스타글란딘, 소량의 이소프로테레놀, 톨라졸린(tolazolin) 등을 들 수 있다(표 47-8).

3) 단심실과 큰 단락을 갖는 기형

총동맥간증, 좌심형성 부전증, 노우드 수술후, 혹은 폐동맥 협착이 없는 단심실증이나 커다란 심실중격 결손이 있는 기형 등에서와 같이 하나의 심실에서 폐순환 및 체순환을 함께유지하는 혈액학을 갖는 기형의 관리에서 가장 중요한 것은 전신 체혈관 저항과 폐혈관 저항의 적절한 균형을 유지하는 것이다. 즉, 이러한 환자에서는 심박출량의 일부는 폐순환을 하고 나머지는 체순환을 담당하게 되는데, 이런 경우에는 폐순환과 체순환의 상대적 크기는 폐혈관저항과 체혈관저항의 상대적 크기에 따라 정해진다. 즉, 폐혈관저항과 체혈관저항의 균형유

표 47-8. 폐고혈압 발작의 치료

Drug	Dose	Maintenance	Action	Results	Side effects
Hyperventilation	FiO ₂ 1.0 Respiratory rate over 100/min Manual ventilation	FiO ₂ 1.0 for 2 to 5 days	Oxygen decreases PVR and increases pulmonary flow	Produces respiratory alkalosis and pulmonary vasodilatation	Oxygen toxicity
Fentanyl	25 µg/kg of pancuronium	Repeat q 4h	Blunting of stress response in the pulmonary circulation	No effect over hypoxia vasoconstriction	Nonremarkable
Tolazoline	1 - 2mg/kg	1 - 2mg/kg/h	Histamine agonist, α-adrenergic antagonist, relaxant effect on vascular smooth muscle	Good pulmonary vasodilator effect over hypoxia; variable results over PAP and SAP	Gastric bleeding Systemic hypotension
Nitroglycerine	Bolus of 10 µg	2 - 7 µg/kg/min	Reduces pre- and after-load of RV by venous system dilatation; relaxant effect on the vascular muscle. (pulmonary and systemic)	Lower the pulmonary pressure before systemic	Methaemoglobinemia Systemic hypotension
Nitroprusside	1 - 8 µg/kg/min	1 - 8 µg/kg/min	Relaxation of musculature of arterial and pulmonary vessels	Lower both pulmonary and arterial pressure	Toxicity and systemic hypotension
Prostaglandin E ₁	0.1 - 1.0 µg/kg/min	0.1 - 1.0 µg/kg/min	Same as nitroprusside	Same as nitroprusside; unpredictable effects on the pulmonary vessels	Tachycardia; abdominal cramps; systemic hypotension
Dopamine	7 - 28 µg/kg/min	7 - 28 µg/kg/min	Pressor agent, to be associated with pulmonary vasodilators	No significant action over vascular resistances; increased heart rate and cardiac output	Tachycardia
Dobutamine	8 - 15 µg/kg/min	8 - 15 µg/kg/min	Same as dopamine	Same as dopamine	Tachycardia
Isoproterenol	Bolus of 3 µg in 1 min	0.05 µg/kg/min	Pulmonary and systemic vasodilator; inotropic agent	Decreases PVR and SVR	Tachycardia; ventricular excitability

PVR, pulmonary vascular resistance; PAP, pulmonary arterial pressure; SAP, systemic arterial pressure; RV, right ventricle.

지가 중요한데 이 균형이 유지되지 않고 폐혈관저항이 상대적으로 낮아 폐혈류량이 부적절하게 증가하면 상대적으로 체혈류량이 감소하여 저혈압, 대사성 산증이 악화되고, 반대로 폐혈관저항이 너무 높아지는 경우에는 체혈류는 증가하나 폐혈류가 감소하여 저산소증에 빠져 심근부전, 저혈압이 초래된다.

폐혈관저항과 체혈관저항의 균형은 인공호흡기 조절로 폐혈관저항을 변화시킴으로써 유지할 수 있다. 과환기를 하여 PaCO₂를 떨구거나 흡입산소농도를 높게 하면 폐혈관저항이 감소하게 되고 반대로 PaCO₂를 높이거나 흡입 산소농도를 낮추면 폐혈관저항이 증가하게 된다. 적절한 PaCO₂ 및 FiO₂는 단락의 크기, 체, 폐혈관 저항, 폐동맥 혹은 대동맥의 협착 유무 등에 따라 다양하다(그림 47-14).

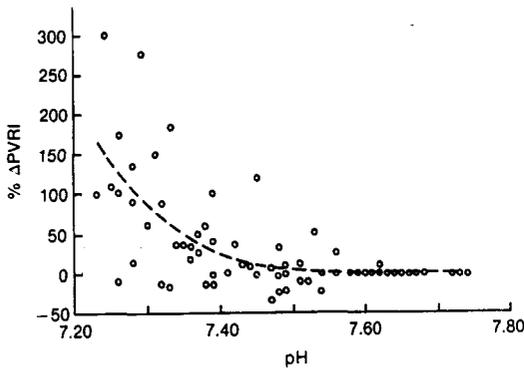


그림 47-14. 폐혈관 저항의 조절

(1) 과다한 폐혈류량이 의심될 때

PaO₂가 40~45mmHg 이상이고, 대사성 산증이 계속되고 폐동맥 고혈압에 의한 저혈압이나타나면 과다한 폐혈류량이라 말할 수 있다. 이러한 경우에는 갑자기 예상치 못한

심정지가 생기기 쉬우며 심폐소생도 잘 안 된다. 치료는 폐혈관저항을 높이고 전신혈관저항을 낮추어야 한다. FiO₂를 21%~30%로 낮추고 PaCO₂가 40mmHg정도 되도록 인공호흡기를 조절한다. 대사성 산증은 적극적으로 치료하여야 한다. 혈압은 낮지만 수축 촉진제의 사용은 오히려 전신혈관저항의 증가와 단락 관류압(shunt perfusion pressure)의 증가를 초래하기 때문에 금해야 한다. PEEP의 사용은 폐혈류량을 감소시킬 수 있다.

(2) 부적절한 폐 혈류량

부적절한 단락(shunt)은 수술장에서 PaO₂가 25mmHg이하, 중환자실에서 30mmHg이하일 때 의심된다. 이때에는 PaO₂가 20~25mmHg 정도 되도록 100% O₂로 과환기(hyperventilation)시키고 단락 관류압을 최대한으로 유지하기 위하여 수축 촉진제를 사용하는 것이 중요하다. 수술장에서 혈압이 60~65mmHg 이상인데도 PaO₂가 25mmHg이하인 경우는 단락의 구조적인 문제를 생각하여야 한다. PaO₂가 20~25mmHg이하로 지속되면 결국 심근부전, 저혈압등이 초래되고 저산소증은 더욱 심해진다.

4) 폰탄(Fontan) 수술

폰탄 수술후 환자 관리의 목표는 폐혈류량을 적절히 유지함으로써 적절한 심박출량과 소변량을 유지하는 것이다. 따라서 우심방압, 좌심방압, 폐동맥압의 측정이 필수적이다.

환자는 semi-fowler's position을 취하게 하고 PEEP은 피하고 빨리 자연 호흡을 시키며 가능한 한 조기발관(6~24시간)하도록 한다. 우심방압은 교질(colloid)을 사용하여 10~15mmHg를 유지한다. 우심방압을 16mmHg 이상 유지해야 안정된 혈액학적 상태를 얻을 수 있는 경우에는 좌심방압을 측정한다

다. 이때 좌심방압도 같이 상승되어 있으면 심실기능 저하, 혹은 방실판막 부전 (AV valve dysfunction)이므로 수축 촉진제 (inotropic agent)와 혈관확장제를 쓴다. 만약 우심방압이 좌심방압보다 5mmHg 이상 높을 경우에는 폐동맥의 크기가 작거나 폐혈관저항이 상승되어 있는 것이므로, 폐혈관저항을 떨어뜨리기 위한 노력을 해야 한다. 즉, 산증을 교정하고 pH를 7.45~7.50, PaCO₂를 20mmHg 정도로 유지하며, 저산소증을 교정하고, 혈관수축제 사용을 피하고, PEEP은 사용하지 않도록 한다. 폐혈관 확장제를 사용할 수도 있다. 체외순환 후 12~36시간동안에는, 폐혈관저항이 일시적으로 올라갈 수 있으므로 주의하여야 한다. 폐동맥압이 낮고 우심방압과 폐동맥압의 차이가 1~2mmHg이상일 경우에는 우심방-폐동맥 유출로상의 협착을 의심해야 한다. 이때 우심방압이 18mmHg이상이거나, 혈액학적 불안정 상태가 계속될 경우에는 재수술을 고려해야 한다.

폰탄 수술을 받은 환자는 늑막, 심낭, 복막, 조직 사이 등에 수액이 모이는 경향이 있으므로, 술후 장기간 digitalis 및 이노제를 사용해야 하며, 이러한 삼출액이 유미(chylous)해 지기도 한다. 이때는 유미흉(chylothorax)에 준하여 치료한다. 폰탄 수술 후, 느린 폐혈류를 개선하기 위해 점도(viscosity)를 낮추기도 한다(Hct; 30~35%).

5) 폐동맥 밴딩(pulmonary artery banding)

밴딩시 가장 중요한 것은 적절한 밴딩이 되었는가의 여부이다. 즉 폐동맥과 대동맥의 혈류가 균형이 잡히도록 밴딩을 적절하게 조정하는 것이다. 즉, 폐동맥압, 동맥 산소포화도, 혈압, 심박수, 좌심실압, 좌심방압 등을 복합적으로 살펴면서 환자가 잘 견딜

수 있는가 판단해야 한다. 예를 들면, 좌심방압이 증가하는 것은 심실에 과도한 후부하가 부하되었음을 의미한다. 밴딩이 느슨하게 되면 심부전이 계속되고, 인공호흡기의 이탈이 어렵다. 이런 경우에는 디곡신, 이노제, 수축 촉진제(inotropic agent)등의 적극적인 내과적 치료가 필요하다. 상태가 계속 나빠지면 재수술을 고려해야 한다. 결찰술이 너무 심하게 되면 우-좌 단락(R-L shunt)이 생기고 동맥 불포화(arterial desaturation)가 생긴다(iatrogenic TOF). 폐혈류를 증가시키기 위하여 과환기로 폐혈관 저항을 낮추어 준다. 호흡관리에 역점을 두고 저산소증, 산증, 과탄산혈증, 저체온, 동통, 불필요한 외부 catecholamine등 폐혈관저항을 증가시키는 요인들을 제거한다. 호흡기능의 증진을 위해 소량의 수축 촉진제가 도움이 된다. 내과적 치료에도 불구하고 청색증이 심해지면서 환자 상태가 더욱 악화되면 재수술(debanding and rebanding)을 고려해야 한다.

6) 전신 폐동맥 단락술

(systemic pulmonary arterial shunt)

전신 폐동맥 단락술은 저산소증 및 산증이 심하고 전반적인 상태가 나쁜 환자에게서 실시하는 경우가 많다. PaO₂ 및 pH의 엄격한 관찰과 교정이 필요하며, 산소 포화도 관찰이 도움이 된다. 많은 환자에서 수술전 폐 혈류를 증가시키기 위해 PGE₁(prostaglandin E₁)을 사용하는데, 수술 도중에도 계속 들어갈 수 있도록 한다. 수술 후에도 산소 포화도 관찰을 계속하는 것이 바람직하며, 높은 산소 포화도를 유지하려고 높은 FiO₂를 주입하는 것은 그다지 도움이 되지 않는다. 술후 단락을 통해 혈류가 잘 유지되는지 청진 및 산소 포화도 관찰을 통하여 감시한다. 청진시 단락 잡음(shunt murmur)과 심장내 잡음과의 감별이 어려

운 경우는 기관내 도관(endotracheal tube)을 통한 청진이 도움이 된다. 단락을 통한 혈류를 유지하기 위해서는 적절한 수액 공급과 혈압의 유지가 필수적이다. 수액 공급을 충분히 하여 헤마토크리트를 낮게 유지한다. 청색증이 심하고 헤마토크리트가 높은 경우에는 수술 전후로 정맥천자를 하는 수도 있다. 수술후 일정 수준의 혈압 유지와 신혈류를 유지하기 위해 수술 직후 소량의 수축 촉진제로 도와주는 것이 좋다. 또, 단락 이식편의 혈전을 방지하기 위해서 aspirin(10mg/kg/d), persantin(5mg/kg/d)등을 사용한다. 갑자기 환자 상태가 나빠지고 산소 포화도가 감소하면, 단락 폐쇄를 의심하여 필요한 검사후 즉시 재수술을 시행한다. 수술 직후 정기적으로 흉부촬영을 실시하여 폐혈류 증가여부를 관찰한다. 폐혈류량이 지나치게 많이 증가한 경우에는 출혈성 폐부종과 울혈성 심부전이 생길 수 있다. 이때에는 적극적인 호흡관리와 심부전에 준하는 치료가 필요하다.

7) 관상동맥 우회술 (coronary artery bypass surgery)

심실기능이 좋은 환자에 있어서는 혈압이 높게 올라가는 경우가 많기 때문에 수축 촉진제보다는 혈관 확장제가 더 유용하게 쓰이는데, 혈압을 140mmHg 이내가 되게 하는 것이 좋다. 젊고 불안해하는 환자에 있어서는 빈맥이 문제가 되는 경우가 많은데, 빈맥은 심근의 산소 소모를 증가시키므로 심기능이 좋다면 β -차단제와 함께 진정(sedation)을 하는 것이 좋다.

관상동맥 우회술 후에 심방 세동은 약 30%에서 발생하는데 소량의 프로프라놀롤(propranolol; 10mg po qid)을 수술 다음날 아침부터 투여한다. 특히 수술전에 심방세동이 있었던 환자나, 나이가 많은 환자, 수술전에 β -차단제를 사용한 환자는 심방세

동이 생길 가능성이 많으므로 예방적 치료가 필요하다. 또한 동시에 디곡신을 투여하면 그 빈도를 더욱 낮출 수 있다.

관상동맥 우회술 후에는 심전도의 세밀한 관찰이 다른 질환보다 더 중요한데, 심전도상에 허혈의 증거가 있으면 관상동맥 연축(coronary spasm), 불완전한 재혈관화(incomplete revascularization), 잘못된 심근보호(poor myocardial protection), 급성 이식편 폐쇄(acute graft occlusion)등을 의심할 수 있으며 빨리 니트로글리세린을 투여하고 응급 심혈관 조영술 및 재수술을 고려하여야 한다.

심실기능이 나쁜 환자에 있어서는 일반적인 저심박출 환자의 치료와 비슷하고, 보통 수리간의 약물 및 기계적 보조 치료를 요한다. 단 심박수를 올림으로써 심근 산소 소모량을 늘리는 이소프로테레놀과 같은 약물은 피한다.

항혈소판제의 사용으로 이식편 개통율을 늘릴 수 있는데, 수술 2일전부터 dipyridamole 100mg을 하루 4번 경구투여하고, 술후 1시간째에 100mg, 7시간째부터 디피리다몰(dipyridamole) 75mg과 아스피린(aspirin) 325mg을 하루 3번 투여하는 Chesebro방법은 항혈소판제 사용의 한 예이다.

8) 대동맥판막 수술(Aortic valve surgery)

대동맥판막 협착에 있어서는 중요한 질병 기전은 증가된 좌심실 질량(LV mass, 동심성 좌심실 비후)으로 인한 좌심실 수축력과 유순도 감소이다. 보통 정상 좌심실 충만에 심방이 차지하는 기여도는 약 20%이지만, 좌심실 비후가 심한 경우에는 심방의 기여도가 40%까지 증가하기도 한다. 따라서 적절한 좌심실 확장기 용적 및 1회 심박출량의 유지를 위해서는 적절한 전부하가 필요하고 좌심방의 수축도 잘 이루어져야 한다.

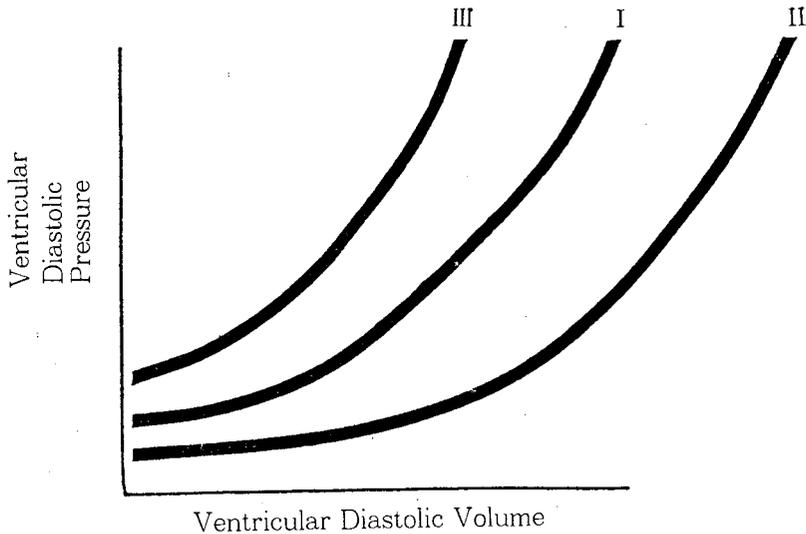


그림 47-15. 심실 유순도

- I = 정상 심실 유순도
- II = 대동맥 판막 또는 승모 판막 폐쇄 부전
- III = 대동맥 판막 또는 승모 판막 협착

그러므로 술후 동율동(sinus rhythm)을 유지시키기 위해 필요하면 심방조율 혹은 순차적 방실조율을 시행하고, 전부하를 충분히 유지시켜 주어야 한다. 또한 좌심실벽 장력이 증가되어 있으므로 심근 허혈에 빠지지 않도록 주의해야 한다.

대동맥판막 폐쇄부전은 좌심실 용적 과부하가 중요한 질병 기전으로, 수술전 심박출량을 증가시키기 위해서는 후부하를 감소시켜야 한다. 그러나 높은 수축기 혈압이 평균 혈압 유지에 도움이 되므로 수축기 혈압을 지나치게 떨구는 경우에는 위험하므로 주의해야 한다. 또한 서맥은 좌심실 확장을 초래하고 심실벽 긴장을 증가시켜 부정맥과 허혈을 유발하기 때문에 서맥이 발생하지 않도록 주의해야 한다. 대부분의 경우 만성 용적 과부하로 심실이 비후되고 확장되어 있으며, 심실의 유순도도 증가되어 있다. 술후 적절한 혈관내 용적을 유지하는 것이 중요하며 정상 동성율동의 유지가 중요하다(그림 47-15).

9) 승모판막 수술

승모판막 질환이 있는 경우에는 폐정맥압이 증가하고 우심실 부전이 있기 때문에 폐혈관 저항을 낮추기 위해 저산소증, 과탄산증 및 산증을 교정하고 도부타민 등의 약제가 도움이 된다. 승모판 협착이 있던 환자의 좌심실은 만성적인 낮은 심실충만 용적(filling pressure) 상태에 있어 유순도가 감소해 있으므로 적절한 심실충만 용적을 유지하는 것이 중요하다. 폐쇄부전이 있던 경우에는 좌심실이 승모판막을 통해 압력이 낮은 좌심방으로의 후방 혈류에 익숙해져 있어서 수술후에는 수술전에 비해 상대적으로 높은 후부하에 좌심실이 적응해야 하므로 후부하를 감소시키는 치료가 필요하다(그림 47-15).

일반적으로 승모 판막 질환 환자는 대동맥 판막 질환에서보다 병력이 오래된 경우가 많고, NYHA 기능이 떨어진 상태에서 수술 받게 되는 경우가 흔하므로 수술후 심

부전에 대한 주의를 하여야 한다.

참 고 문 헌

- 김원곤: 심장수술 환자 관리, 군자출판사, 1992
- 서경필, 이영균, 노준량, 김용진: 흉부외과영역의 중환자 관리지침, 최신의학사, 1984
- Arciniegas E, Pediatric Cardiac Surgery, Year Book Medical Publisher, Chicago, 1985
- Baue AE, Geha AS, Hammond GL, et al., Glenn's Thoracic and Cardiovascular Surgery, 5th ed., Appleton and Lange, USA, 1991
- Kirklın JW, Barratt-Boyes BG, Cardiac Surgery, 2nd ed., Churchill Livingstone, New York, 1993
- Kotler MN, Alfieri A, Cardiac and Noncardiac Complications of Open Heart Surgery: Prevention, Diagnosis, and Treatment, Futura Publishing Company, New York, 1992
- Marino PL, The ICU Book, Lea and Febiger, Pennsylvania, 1991
- Mavroudis C, Backer CL, Pediatric Cardiac Surgery, 2nd ed., Mosby, St Louis, 1994
- Sabiston DC, Spencer FC, Surgery of the Chest, 5th ed., WB Saunders Company, Philadelphia, 1990
- Shapiro BA, Harrison RA, Walton JR, Clinical Application of Blood Gases, 3rd ed., Year Book Medical Publishers, Chicago, 1982
- Stark J, de Leval M, Surgery for Congenital Heart Defects, 2nd ed., WB Saunders Company, Philadelphia, 1994