

TOF 완전교정술후 발생한 심실빈맥의 외과적 절제술 - 치험 1례보고

장병철* · 김정택* · 이문형** · 김성순** · 조범구*

=Abstract=

Surgical Treatment of Ventricular Tachycardia After Total Correction of Tetralogy of Fallot - Report of a case

Byung-Chul Chang, M.D.* , Joung Taek Kim, M.D.* , Moon Hyoung Lee, M.D.** ,
Sung Soon Kim, M.D.** , Bum Koo Cho, M.D.*

A 14-year-old male patient with previous surgical repair of tetralogy of Fallot was admitted with hemodynamically significant ventricular tachycardia (VT). On preoperative electrophysiologic study (EPS), the morphology of documented VT was RBBB of vertical axis with 320 msec cycle length. The endocardial mapping during VT delineated the origin of VT at right ventricular outflow tract (RVOT), where the patch was attached.

The clinical VT had a clockwise reentry circuit around the patch with the earliest activation at the same site seen during the preoperative EPS. The previously placed right ventricular outflow patch and fibrous tissue were removed. During a postoperative EPS, it was no longer possible to induce the VT.

Ventricular tachycardia following repair of tetralogy of Fallot seen in this patient was caused by a macro-reentry around the right ventricular outflow patch. We were able to ablate the VT with the aid of a detailed mapping of its epicardial activation sequence.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1996; 29: 639-45)

- Key words:**
1. Tetralogy of Fallot
 2. Tachycardia, ventricular
 3. Electrophysiologic study
 4. Surgery method

증 례

14세 남자 환자로 최근 약 3년간 반복적으로 나타난 심계항진을 주소로 내원하였다. 환자는 1984년 2세 때에 Fallot씨 4증후군으로 진단받고 우측 Blalock-Taussig단락

심실중격결손을 폐쇄하고 폐동맥폐쇄증은 첩포(patch)로 우심실유출로만 확장하였다. 수술후 환자는 약 6년간 특별한 문제없이 건강하게 지냈으나 1992년에 심계항진이 나타났다. 가까운 병원에 내원하여 검사한 결과 심실빈맥으로 진단받고 lidocaine 과 procainamide를 투여하였으나 효

* 연세대학교 심장혈관센터 심장혈관외과, **심장내과

* Division of Cardiovascular Surgery and **cardiology, Cardiovascular Center, Yonsei University College of Medicine

논문접수일: 95년 8월 22일 심사통과일: 95년 10월 4일

통신저자: 장병철, (120-752) 서울시 서대문구 신촌동 134번지 Tel: (02) 361-5114, FAX: (02) 393-2041

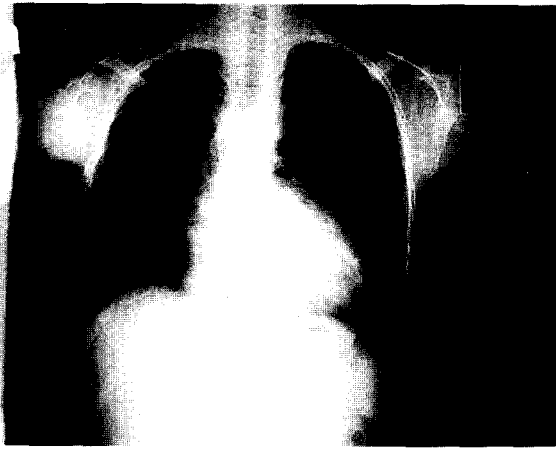


Fig. 1. 흉부단순촬영. 우심실비대소견과 우측폐혈류 감소소견을 보인다.

과가 없어 D/C cardioversion을 받았다. 그 이후부터 평균 2개월마다 심실빈맥이 재발되었고, 1994년 7월 이후 1개월에 3-4회로 빈도가 증가되었다. 그동안 procainamide, lidocaine 등의 약물치료에 반응이 없었으나 flecainide 투여 (150m/일)로 심실빈맥은 조절되었다.

이학적검사상 신장이 144.5 cm (50-75 percentile) 이었고 체중은 27.8 kg (10-15 percentile) 이었다. 청진상 2도의 수축기성 심잡음과 확장기성 심잡음이 좌측 흉골연을 따라 청진되었다. 흉부단순촬영에서 우심실비대소견과 우측 폐혈류가 감소된 소견을 보였다(그림 1). 안정시 정상조율시 심전도상 QRS 축은 45도였고 완전 우각차단소견이 있었다(그림 2). 심실빈맥이 있을 때의 심전도에서는 320 msec의 cycle length의 vertical axis를 가진 우각차단 소견을 보였다(그림 3).

심도자검사 결과 우심실압은 60/0mmHg, 폐동맥압은 40/10mmHg으로 우심실과 폐동맥사이의 수축기압력구배가 20mmHg 있었으나 우심실이나 폐동맥의 산소포화도의 증가는 없었다. 폐동맥조영상 우폐동맥이 폐쇄되어 보이지 않았으며 중등도의 폐동맥 역류가 관찰되었고 좌심실조영상 잔존단락은 없었다.

전기생리검사는 3일이상 모든 항부정맥약물을 중단하고 금식하에 시행하였다. 프로그램화 전기자극(programmed electrical stimulation)으로 임상적인 심실빈맥과 동일한 모양의 심실빈맥이 반복적으로 유도되었으며 심내막전기활성도를 검사한 결과 우심실유출로(Josephson site #17)의 중격부위에서 표면심전도보다 30 msec 빠른 국소전기활성이 관찰되어 기왕에 유출로 확장수술을 한 부위

에서 기원하는 회귀성 심실빈맥으로 생각되었다.

이상의 검사결과 심실빈맥은 flecainide로 조절 되었지만, 심도자상 우심실압이 높아 심실빈맥의 재발과 급사의 가능성이 높아 수술하기로 결정하였다. 수술은 전심마취 후 흉골정중절개를 통해 심장을 노출하였으며 상행대동맥에 동맥도관을 삽입하고 우심방을 통해 2개의 정맥도관을 삽입후 정상체온하 체외순환을 시작하였다. 정상조율 심박동 및 우심실폐이성하에 저자들이 개발한 64 채널 전산화 심장전기도 시스템 및 60개의 양극성 전극이 부착된 sock electrode 를 이용하여 심실 심외막전기도를 검사하였다". 다음 단일자극(single stimulation) 및 프로그램화 자극하에 심실빈맥을 유도하여 한개의 양극성 전극이 달린 전극탐침(electrode probe)을 이용하여 우심실유출로 주위를 따라 돌아가면서 심실 심외막전기도 검사를 하였으며 또한 sock electrode를 심실에 부착하여 60개 채널의 심장 전기신호를 컴퓨터를 이용하여 작성하였다.

먼저 한개의 양극성 전극을 이용한 심외막전기도검사 결과(그림 4) 심실빈맥의 회귀성회로는 우심실유출로 확장시 사용된 철폭 원위부의 좌측 심실중격쪽 심근에서 가장 빨리 나타나 시계방향으로 철폭을 우측으로 돌아 우심실유출로 우측으로 심실을 활성화시키는 것으로 나타났으며, 우심실 유출로 재건수술후 폐동맥측에 남은 일부 우심실 심근이 slow conduction zone으로 생각되었다. 당시 심전도상 심실빈맥의 모양은 평소 흔히 나타나던 심실빈맥의 모양과 동일하였다. 또한 수술중 본원에서 개발한 64채널 심장 전기도시스템을" 이용하여 심실 심외막전기도 검사를 하는 중 앞에서 나타난 것과는(그림 4) 다른 모양의 QRS를 가진 우심실 유출로의 철폭주위를 320 msec cycle length로 시계반대방향으로 회귀하는 심실빈맥을 관찰할 수도 있었다(그림 5).

수술중 심장전기도검사가 끝난다음 환자의 체온을 약 27℃ 까지 내리면서 우폐동맥을 폐문부까지 박리하였으나 우폐동맥이 발달되지 못하여 폐동맥 재건술은 하지 못하였다. 다음 심정지액을 투여한 다음 우심실유출로의 철폭과 섬유화된 조직을 제거하고 절제된 우심실유출로 상연에서 폐동맥 판막륵까지 절개를 하여 회귀성회로를 차단하였다. 우심실유출로의 폐동맥 판막륵과 심실중격부위 사이에 15mm 냉동소자를 이용하여 회귀성회로가 완전히 차단되도록 냉동병소를 만들었다. 다음 우심실유출로를 인조혈관(Vascutec)의 일부를 사용하여 우심실유출로를 재건하면서 가온하고 심실기능이 돌아온 다음 지혈과 더불어 체외순환을 중단하였다.

환자는 술후 1일째에 기관삽관을 제거하였다. 술후 7일



Fig 2. 안정시 심전도 소견. 정상조율시 심전도상 QRS 축은 45도였고 완전 우각차단소견이 있었다.

째 실시한 전기생리학 검사에서는 심실빈맥이 유발되지 않았다. 수술후 6개월 추적조사한 결과 환자상태는 양호하며 심실빈맥은 재발하지 않았다.

고 찰

Fallot씨 4중후군의 완전교정수술후 갑자기 사망하는 환자가 약 2% 에서 6%에 달하는 것으로 보고되어 있다²⁾. Fallot 4중후군 교정수술후 급사하는 원인이 과거에는 전기전도의 장애가 주된 사망원인으로 생각하였으나 최근 관심을 가지고 검사한 결과 심실빈맥이 주요 원인일 것으로 추정하고 있다³⁾. 심실빈맥을 일으키는 관련 요소로서는 수술후 우심실압이 높은 경우, 수술당시의 나이가 많은 경우, 심실기능부전등이 보고되어 있다. 1979년 Garson 등은³⁾ Fallot씨 4중후군으로 완전교정수술을 받은 후에 갑자기 사망한 환자들에서 수축기 우심실압력이 60mmHg이상이었고 확장기 우심실압력이 8mmHg이상이었다고 보고하였다. 우심실 수축기압이 높은 경우 심실

빈맥의 발생위험이 많은 것과 관련하여 우심실압력의 상승과 심실부정맥발생의 정확한 기전은 알려져 있지 않다. Dreyer 등은⁴⁾ 우심실유출로 협착을 만든 동물실험에서 우심실압력의 상승으로 인해 전층허혈(transmural ischemia)이 발생되고 norepinephrine의 분비가 증가되어 심실세동의 역치가 낮아져 심실빈맥이 발생될 수 있다고 하였다. Fallot 4중후군 완전교정술후 발생하는 심실빈맥 환자에서는 전기생리학적 검사한 결과 심실유출로주변이나 심실중격결손봉합부위에서 기원하는 것으로 알려져 있다³⁾. Fallot 4중후군 교정수술후 발생하는 심실빈맥은 전기생리 검사시 프로그램화 기외자극(programmed extrastimuli)으로 심실빈맥이 유도되고 또한 종료될 수 있기 때문에 그 기전이 triggered activity에 의한 것이 아니라 회귀성(reentry)인 것으로 생각하고 있다⁵⁾. 누두부를 절제하고 철폭를 부착한 곳이나 심실중격결손의 철폭교정부위의 반흔과 섬유화가 회귀성회로(reentry circuit)에 대한 기질을 제공하는 slow conduction 지대를 형성하는 것으로 알려지고 있다⁶⁾. 본 증례의 경우에 철폭를 이용하여 우심실유출로를 재

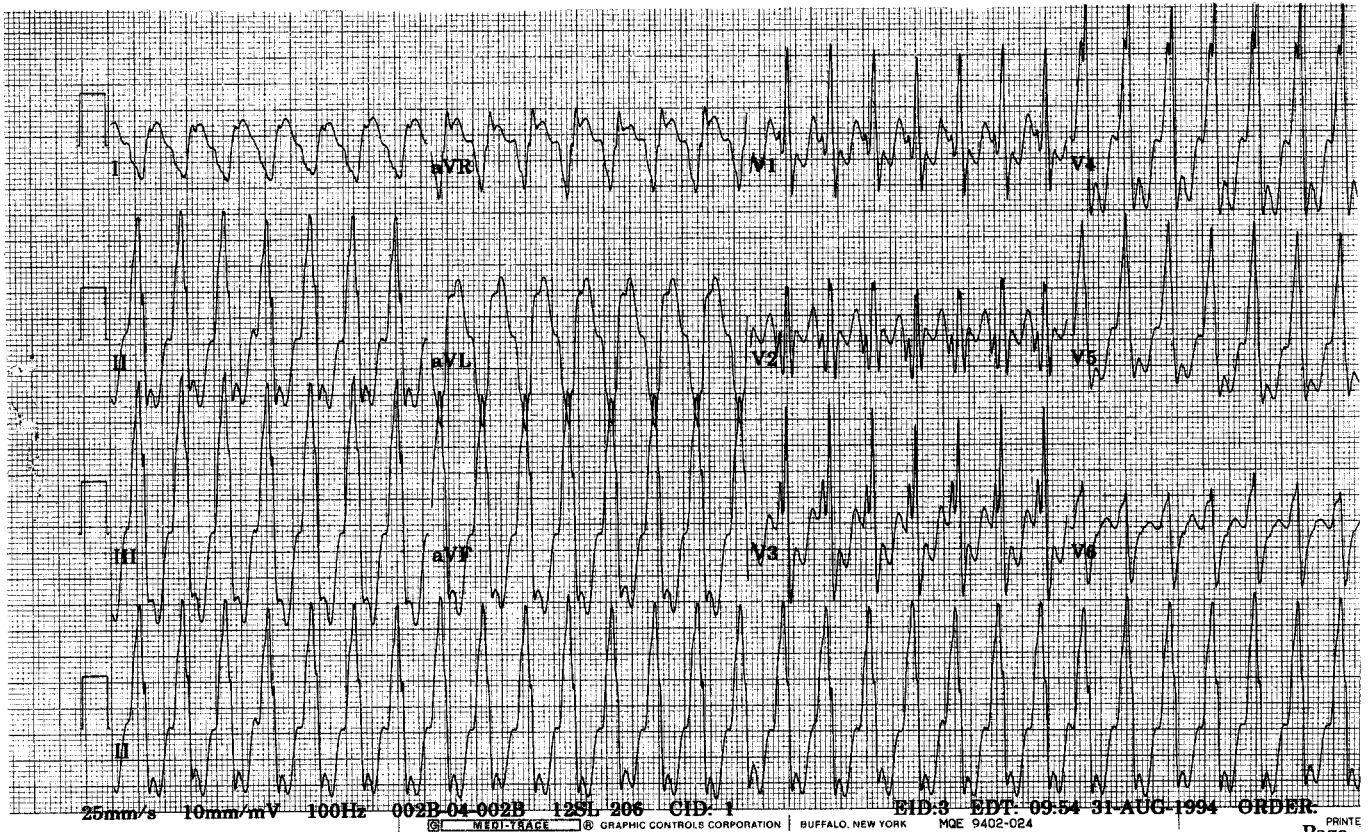


Fig. 3. 심실빈맥이 있을 때의 심신도. cycle length가 520msec도 vertical axis를 가진 우각자단 소견을 보였다.

건하였는데 이 환자의 경우 첩포와 폐동맥판막류 사이의 남은 심실심근조직이 허혈 및 반흔변화로 섬유화가 되어 심실빈맥을 일으키는 기질로 이용되었다고 생각된다. 또한 우심실압이 증가되면 이 심근조직의 전기전달 속도 및 불응기의 변화가 발생되어 slow conduction 지대가 형성됨으로 심실빈맥이 발생되었다고 추정할 수 있다.

본 증례에서 수술전 전기생리학 검사상 우심실 유출로 첩포확장부위의 내측중격에서 가장 빨리 전기활성이 나타났다. 우심실유출로의 첩포확장부의 상연과 폐동맥판막류 사이의 약 1.5 cm의 우심실 조직이 회귀성회로의 slow-conduction 지대로 생각되었고, 이곳에서 약 40msec 시간지연이 된 다음 다시 시계방향으로 전기활성되었다. 우심실압이 증가되는 경우 바로 이 부위에서 심근이 팽창되고 동시에 전기전과속도가 매우 감소되어 회귀성 심실빈맥이 발생되리라 생각된다. 그러므로 다른 저자들이 이미 보고한 바와 같이 Fallot씨 4증후군 완전교정술 후 우심실압이 증가되는 경우 심실빈맥이 나타난다는 사실을 전기적으로 증명하였다고 할 수 있다.

본 증례의 경우 수술 중 심내막 전기도 검사를 시행하지 않았으나, 한개의 양극성 전극으로 심외막 전기도를 검사한 심실빈맥은 수술전 12 lead 심전도에 확인된 심실빈맥과 동일하였고 수술전 전기생리검사시 확인된 심실빈맥과 동일하였다. 또한 심실빈맥시 가장 빨리 나타난 심실외막의 전기활성은 우심실유출로 첩포확장부의 좌측 상연으로서 수술전 전기생리검사시 가장 빨리 전기활성이 나타난 심내막위치와 동일하였고 다음 전기활성은 시계방향으로 첩포확장부의 아래로 활성화 되었다. 흥미로운 사실은 심전도상 다른 모양의 단형 심실빈맥이 수술 중에서만 관찰되었다는 것이다(그림 5). 즉 64 채널 전산화 심장전기도 시스템으로 심외막전기도를 검사한 결과 우심실 유출로 첩포의 우측상연에서 가장 빨리 전기활성이 나타난 다음 우심실유출로 첩포를 주위로 시계 반대방향으로 돌아가는 회귀성 회로를 보여주었다. 회귀성 심실빈맥의 경우 빈맥 유발시 전기자극위치에 따라 양 방향의 빈맥이 모두 나타날 수 있다는 사실은 그다지 놀라운 것은 아니라고 생각되지만 Fallot씨 4 증후군 완전교정수술로서 우심실유출로

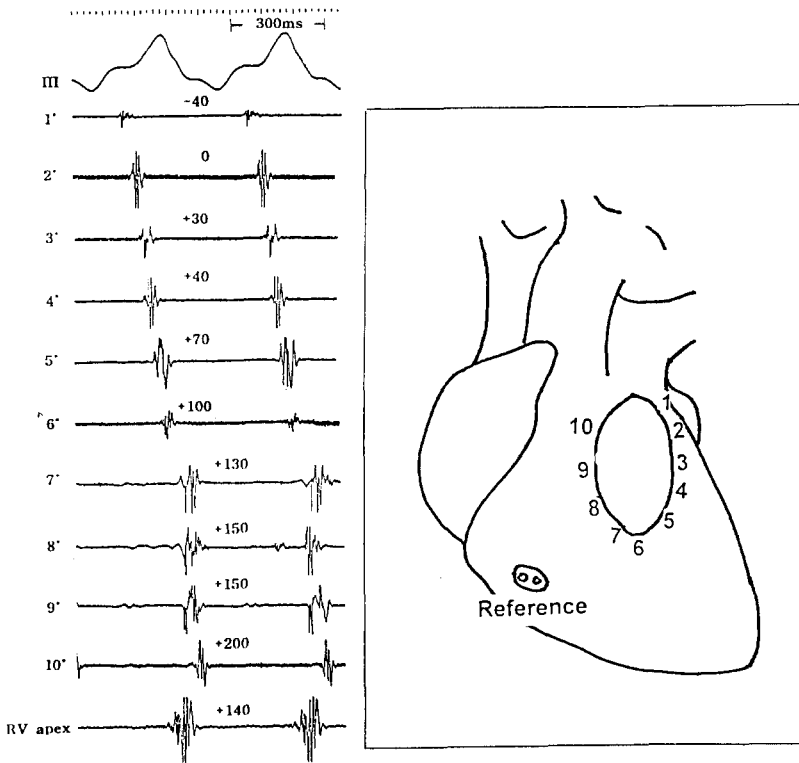


그림 4. hand held probe를 이용한 수술 중 전기생리학적 검사 소견. 우심실유출로의 내측중격에서 시작하여 첩포의 오른쪽으로 돌아가는 reentry 소견을 보인다.

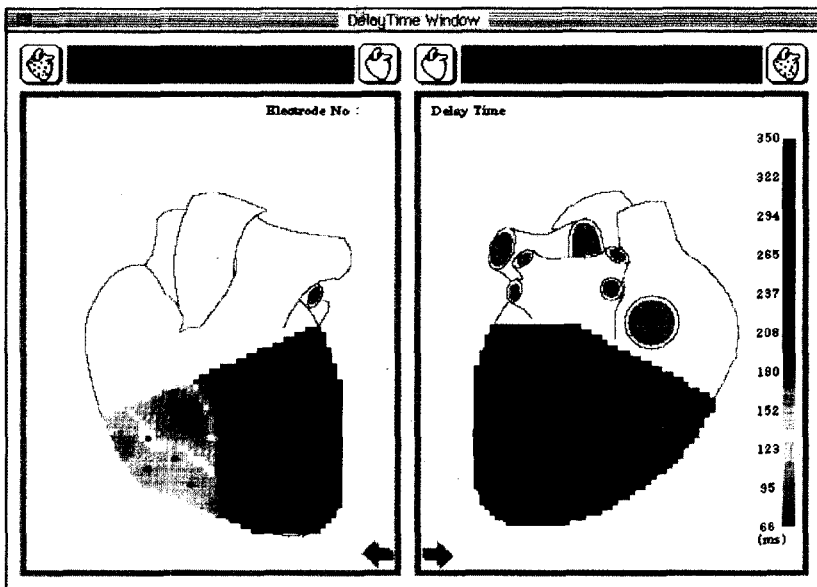


그림 5. 64 channels isochronous mapping. 우심실유출로 우측에서 시작하여 심장의 좌측으로 돌아가는 reentry 소견을 보인다.

재건시 첩포를 유출로의 일부에 국한하는 경우 첩포의 상연과 폐동맥판막륜 사이에 위치한 우심실 심근은 우심실압이 증가되거나 허혈에 의한 섬유화가 되는 경우 이부위가 slow conduction 지대로 형성되어 전기생리학적으로 심실빈맥이 매우 잘 발생될 수 있으리라 생각된다. Misaki 등⁶⁾, Downar 등⁷⁾ 발표한 4례와 3례의 증례에서 Fallot 4 증후군 수술방법에 대해서 자세한 언급은 없으나 수술중 우심실 전기도나 내용으로 보아 본 증례와 같이 우심실유출로 첩포확장시 첩포와 폐동맥 판막륜 사이의 우심실유출로 심근조직을 남겨두고 재건하는 경우 심실빈맥이 발생될 수 있는 가능성이 많다고 생각된다. Misaki 등⁶⁾, Downar 등⁷⁾ 보고에도 심실류가 있다든지 우심실 유출로에 가장 빨리 활성화되는 심근조직주위에 심근세포의 변성, 지방화, 섬유화 등이 발생된 것으로 보아 Fallot 4 증후군 수술시 우심실 유출로 재건시 우심실 심근의 손상에 유의해야 하리라 생각되며, 우심실유출로 첩포확장시 첩포와 폐동맥판막륜 사이의 심근조직이 충분치 않을 때는 폐동맥판막륜까지 확장하는 것이 심실빈맥 예방에 도움이 되리라 생각된다.

Fallot씨 4증후군 완전교정술후 심실빈맥이 발생되면 적극적으로 검사를하고 처치를 해야한다. Fallot 4 증후군 수술 후 발생한 심실빈맥은 이미 회귀성회로가 형성되어 있기 때문에 약물로서 치료되지 않을 때는 catheter ablation 또는 외과적 절제를 고려해야 한다^{2,8)}. 본 증례에서는 우폐동맥폐쇄와 그에 따른 우심실 압력상승이 동반되었기 때문에 수술에 의한 방법을 선택하였는데 얇아진 우심실유출로를 제거하고 slow-conduction 지대를 절개하기 위하여 폐동맥판막륜까지 절개한 다음 첩포를 이용하여 확장성형술을 하였고 동시에 우심실 유출로 좌측상연의 심실중격 부위에 냉동병소를 만들어 이소성 조직이나 혹시 나타날 수 있는 심근조직의 전기활성이 완전히 없도록 하였다.

수술후 실시한 전기생리학 검사에서 같은 부위에서 심실빈맥을 유도하려고 하였으나 더 이상 심실빈맥이 유도되지 않았기 때문에 slow conduction 지대를 포함한 회귀성회로가 완전히 절제된 것으로 추정된다. 따라서 수술 후 flecainide를 투여하지 않은 상태에서 심실빈맥이 지난 6개월 동안 없었으므로 수술적 절제에 의한 심실빈맥의 치료가 본 증례의 경우 효과적인 치료방법이었다고 생각된다.

참 고 문 헌

1. 장병철, 김남현, 정성현, 라상원, 김성순, 조범구. 64 채널 심장 전기도시스템에 관한연구. 의공학회지 1995;16(1):107-13
2. Ross BA MD. *From the bedside to the basic science laboratory: Arrhythmias in Fallot's tetralogy*. J Am Coll Cardiol 1993;21:1738-40
3. Garson A, Nihill MR, Mcnarama DG, Cooley DA. *Status of the adult and adolescent after repair of tetralogy of Fallot*. Circulation 1979;52:1232-40
4. Dryer WJ, Paridon SM, Fisher DJ, Garson A. *Rapid ventricular pacing in dogs with right ventricular outflow tract obstruction*. J Am Coll Cardiol 1993;21:1731-7
5. Burton ME, Leon AR. *Radiofrequency catheter ablation of right ventricular outflow tract tachycardia late after complete repair of tetralogy of Fallot using the pace mapping technique*. PACE 1993;16:2319-25
6. Misaki T, Tsubota M, Watanabe G. *Surgical treatment of ventricular tachycardia after surgical repair of tetralogy of Fallot*. Circulation 1994;90:264-271
7. Downar E, Harris L, Kimber S, et al. *Ventricular tachycardia after surgical repair of tetralogy of Fallot; results of intraoperative mapping studies*. J Am Coll Cardiol 1992;20:648-55
8. Goldner BG, Cooper R, Blau W, et al. *Radiofrequency catheter ablation as a primary therapy for ventricular tachycardia in a patient after repair of tetralogy of Fallot*. PACE 1994;17:1441-6

=국문초록=

14세 남자환자로 최근 3년간 반복된 심계항진을 주소로 내원하였다. 환자는 8년전에 TOF로 진단받고 완전교정수술을 받았다. 수술 전 심도자 검사에서 우폐동맥폐쇄와 그에 따른 우심실압력상승을 보였고 전기생리학검사에서는 우심실유출로의 중격부위에서 기원하는 회귀성 심실빈맥으로 진단되었다.

한 개의 양극성 전극을 이용한 심실외막전기도 검사에서 심실빈맥의 회귀성회로는 첩포 원위부 좌측의 심실중격쪽 심근에서 가장 빨리 나타나 시계방향으로 첩포주위를 돌아 우심실유출로 우측 심근을 활성화시키는 것으로 나타났다. 또한 64채널 심장전기도시스템을 이용한 심실외막전기도 검사에서는 우심실유출로의 첩포주위를 320 msec 주기로 시계반대방향으로 회귀하는 심실빈맥을 관찰할 수도 있었다.

수술은 우심실유출로의 첩포와 섬유화된 조직을 제거하고 우심실유출로 상연에서 폐동맥 판막륜까지 절개를 하여 회귀성회로가 차단되도록 하였다. 폐동맥판막륜과 심실중격사이에는 회귀성회로가 완전히 차단되도록 냉동병소를 만들었다. 우폐동맥이 발달되지 않아 우폐동맥재전술은 하지 못하였다. 수술후 전기생리학 검사에서는 더 이상 심실빈맥이 유발되지 않았다.

본 증례에서는 TOF완전교정수술후 우심실유출로 첩포와 일부 우심실 심근주위에 slow conduction지가 형성되고 이것에 의한 macro-reentry심실빈맥이 발생한 것으로 생각된다. 약물로서 치료되지 않을 때는 catheter ablation이나 외과적절제를 고려해야 한다. 외과적절제를 할 때에는 우심실유출로와 폐동맥 판막륜사이의 심근조직손상을 최소화하면서 우심실유출로재건을 하는것이 중요하다.