

Falot 四徵症에서 變形 Blalock-Taussig 手術後 肺動脈成長에 關한 研究

梁泰鋒* · 吳奉錫* · 李東俊*

— Abstract —

A Study on Growth of Pulmonary Artery after Modified Blalock-Taussig Shunt in Tetralogy of Fallot

Tae Bong Yang, M.D.*, Bong Suk Oh, M.D.*, Dong Joon Lee, M.D.*

Ten patients with tetralogy of Fallot were studied angiographically before a modified Blalock-Taussig shunt and again 25 ± 3.2 months after the previous shunt. All of ten patients had patent previous shunt at the time of follow up examination.

Pre-and postoperative diameters of left and right pulmonary artery and descending aorta were measured and pulmonary artery index (the sum of the cross-sectional areas of the right and left pulmonary arteries standardized by the body surface area) was calculated. The ratio of mean diameter of left and right pulmonary arteries to the diameter of the descending aorta ($LPA+RPA/2 \times DA$) was increased postoperatively by 0.20 ± 0.068 ($p=0.020$). Mean PAI (pulmonary artery index) increased from 283.8 ± 178.4 mm²/m² BSA to 345.8 ± 144.5 mm²/m² BSA after shunt operation ($p=0.019$).

This results suggested that the modified Blalock-Taussig shunt was effective to help growth of the pulmonary arteries in most cases of the study populations but the ones with the $PAI > 233$ mm²/m² BSA appeared less benefited by Blalock Taussig shunt.

Calculation of PAI could be an aid to making a decision whether to perform a one stage corrective surgical procedure or a palliative shunt procedure in the patient with small pulmonary arteries.

緒 論

황로씨四徵症의 근치手術을 1955年 Lillehei 등¹⁾이 성공한 以後 淸快한 發展을 보임에 따라, 1回 手術만으로 安全하게 完全校正을 하고자 하는 것이 심장외과 의사의 바램이지만, 靑色症을 보이는 유소아에 있어서 근치手術의 時期, 즉 처음부터 完全 교정術을 할 것인지

지 고식적 手術後 단계적인 교정을 할 것인지에 관해서는 논란이 많다. 근래 心筋 보호법과 手術수기의 발달로 手術 성적이 현저히 개선되었으나, 肺血流가 감소된 환자에 있어서 完全교정술시 肺動脈 성장 촉진을 目的으로 여러가지 方法의 체폐동맥 단락술을 시행하기도 한다.

이중 1976年 Gazzaniga 등³⁰⁾이 發表한 인조血管을 使用한 變形 Blalock-Taussig法은 가장 安全한 단락술의 方法으로 인정되고 있다. 이러한 手術적응증의 기준 설정에 몇가지 方法이 제시되고 있으나, 各各 다른 교정 방법과 手術成績 때문에 多분히 經驗에 의존하여 定하고 있는 경우가 많다.

* 全南大學校 醫科大學 胸部外科學教室

* Department of Thoracic & Cardiovascular Surgery,
College of Medicine, Chonbuk University Hospital.

1988년 2월 12일 접수

著者들은 變形 Blalock-Taussig 단락술 後 肺動脈 성장과 성장 촉진을 기대할 수 있는 術前 肺動脈 크기를 측정하기 위해 심혈관조영像에 나타난 左右 肺動脈 단면적의 슴을 체표면적으로 표준화하는 方法으로 비교 檢討하고자 한다.

對象 및 方法

1983년부터 1985년까지 全南醫大 胸部外科學 教室에서 變形 Blalock-Taussig 단락술을 시행한 32例 중에서 術前 術後에 실시한 心血管 조영 方法이 일치하고 근치수술時까지 단락의 개통성이 유지되었던 팔로씨 四徵症 患者 10例를 對象으로 하였다. 10例 모두에서 左쇄골하動脈과 左肺動脈 사이에 polytetrafluoroethylene(GoreTex®)를 使用한 變形 Blalock-Taussig 단락술을 시행하였으며(그림 1), 이들은 一定期間 동안 추적 관찰하여 근치수술을 하기 前에 다시 檢査하였다.

全例에서 術前과 術後의 체표면적 및 심혈관 조영像에서 各各 左右 肺動脈의 직경과 下行 大動脈의 직경을 측정하였다. 이 때 前後方造影像에서 左右 肺動脈의 직경은 첫번째 上肺葉動脈 분지부에서, 下行 大動脈 직경은 횡격막 부위에서 수축기 中間에 測定하였으며, 영상 擴大率의 차이는 하대정맥 부위의 도자 크기로 보정하였다(그림 2).

이 測定值를 바탕으로 左右 肺動脈 단면적의 슴을 체표면적으로 표준화한 肺動脈 지수 (PAI : pulmonary artery index)를 다음과 같은 공식에 의하여 計算 하였다²⁾.

$$P. A. \text{ area}(\text{mm}^2) = \pi(\ell / 2 \cdot f)^2$$

P. A. area : 肺動脈 단면적

ℓ : 직경(mm)

f : 영상 확대율의 보정 계수

$$PAI(\text{mm}^2/\text{m}^2) = \frac{r\text{-PA area} + \ell\text{-PA area}}{BSA}$$

PAI : 肺動脈 지수

r-PA area : 右肺動脈 단면적(mm²)

ℓ -PA area : 左肺動脈 단면적(mm²)

BSA : 체표면적(m²)

또한 左右 肺動脈 직경의 平均值를 구하고 下行 大動脈 직경에 對한 비를 구하였다. 症例別로 一定期間 동안 추적한 肺動脈 직경과 下行 大動脈 직경비 등을 統計 비교하였다.

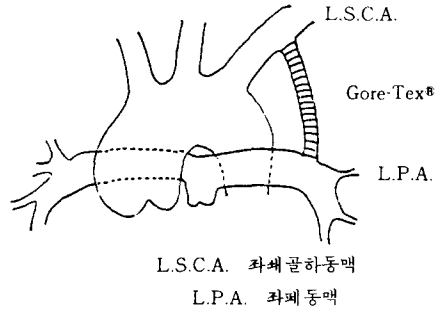


그림 1. 變形 Blalock-Taussig 단락술

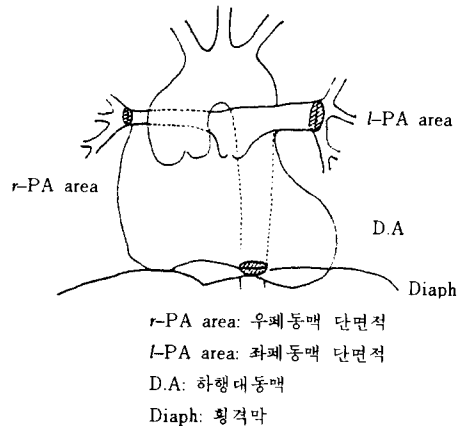


그림 2. 좌우 폐동맥 단면적과 하행대동맥 직경의 측정

結 果

術前後의 各 症例別 추적기간, 체표면적, 左右 肺動脈 직경, 下行 大動脈 직경, 肺動脈지수 등은 표 1과 같다. 단락술 後의 追跡期間은 18~30개월(平均 25±3.2)이었으며, 手術前後의 左肺動脈 직경은 術前 12.15±3.70mm, 術後 14.82±3.92mm로서 統計적으로 유의한 증가(p=0.015)를 보였으며, 右肺動脈 직경도 術前後 12.12±4.07mm, 15.31±3.48mm로서 수술후 統計적으로 유의한 증가를 보였다(p=0.001).

下行 大動脈 직경에 對한 左右 肺動脈 직경의 비는 術前 0.92±0.33에서 術後 1.12±0.36로 유의한 증가를 보였다(p=0.020, 그림 3).

手術後에 肺動脈 지수의 變化는 術前 283.8±178.4 mm²/m² BSA에서 術後 345.8±144.5mm²/m² BSA로

표 1. 증례별 관찰지수

증례 기간 (1개월)	B.S.A. (m^2)		L.P.A. (mm)		R.P.A. (mm)		D.A. (mm)		LPA+ RPA/2DA		PAI (mm^2/m^2)		
	술전	술후	술전	술후	술전	술후	술전	술후	술전	술후	술전	술후	
1	21	0.60	0.70	12.9	10.3	9.9	14.3	14.85	11.83	0.77	1.04	345.8	348.3
2	18	1.20	1.44	9.9	15.4	9.9	15.4	8.58	11.55	1.15	1.33	128.2	258.6
3	25	1.10	1.26	19.1	23.1	19.8	22.1	11.88	13.20	1.64	1.67	540.2	609.8
4	30	0.98	1.26	11.9	16.5	11.9	17.8	11.09	10.75	1.07	1.60	229.3	367.0
5	28	0.81	0.90	11.9	11.9	9.9	9.9	19.80	13.20	0.55	0.86	232.2	209.0
6	25	1.15	1.37	9.9	15.2	13.2	17.2	11.88	13.86	0.97	1.17	185.8	301.9
7	25	0.59	0.62	9.5	10.3	7.9	11.9	9.50	15.84	0.92	0.70	203.6	313.7
8	25	0.84	1.02	11.1	13.9	13.5	15.4	14.26	15.40	0.86	0.95	285.4	324.6
9	27	0.79	0.94	17.9	18.5	17.8	18.5	21.78	13.86	0.82	1.33	629.7	571.6
10	26	1.50	1.57	7.4	13.1	7.4	11.6	15.02	20.79	0.49	0.59	57.3	153.1
m±	25±			12.15	14.82	12.12	15.31					283.8	345.8
SD	3.2			±3.70	±3.82	±4.07	±3.48					±178.4	±144.5

Legends: PAI; pul. artery index, RPA; right pul. artery, LPA; left pul. artery, B.S.A.; body surface area, DA; descending aorta.

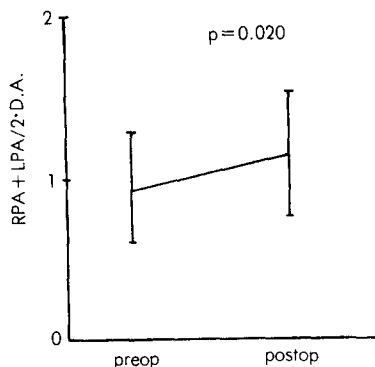


그림 3. Pre-and postop RPA + LPA/2DA
 $0.92 \pm 0.33 \rightarrow 1.12 \pm 0.36$
 RPA: right pulmonary artery
 LPA: left pulmonary artery
 D.A: descending aorta

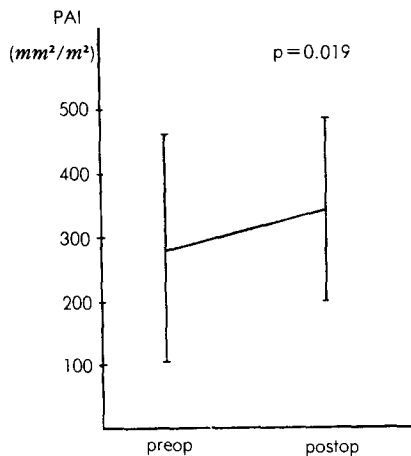


그림 4. Pre-and postoperative PAI $283.8 \pm 178.4 \text{ mm}^2/\text{m}^2$
 $\text{BSA} \rightarrow 345.8 \pm 144.5 \text{ mm}^2/\text{m}^2 \text{ BSA}$

유의한 증가를 보였으며 ($p=0.019$, 그림 4), 全症例中 8例에서 증가하였으며, 2例에서는 감소하였다. 감소한 2例中 1例는 측정상의 오차 한계를 넘지 않으나 1例 (Case 9)에서 $629.7 \text{ mm}^2/\text{m}^2 \text{ BSA}$ 에서 $571.6 \text{ mm}^2/\text{m}^2 \text{ BSA}$ 로 크게 감소하였다. 이는 그림 5에서 보는 바와 같이 술전 肺動脈 지수 $233 \text{ mm}^2/\text{m}^2 \text{ BSA}$ 이상에서 체폐동맥 단락술을 시행했을 경우 유의성은 약하나, 術後肺動脈 지수가 감소할 수 있음을 시사하고 있다.

추적期間, 術前 체표면적, 術前 下行大動脈 직경에 對한 左右肺動脈 직경의 比를 手術後 肺動脈 지수와 비교한 結果 統計적으로 유의할만한 상관관계는 얻지 못했다(표 2). 이것은 수술후 경과한 18~30개월의 한정된 추적기간 내에서는 추적期間이 길어진다 해서 肺動脈 지수가 크게 증가하지 않고, 術前의 체표면적, 下行大動脈 직경에 對한 左右肺動脈 직경의 비와 手術後 肺動脈 지수의 증가는 무관한 것으로 해석되었다.

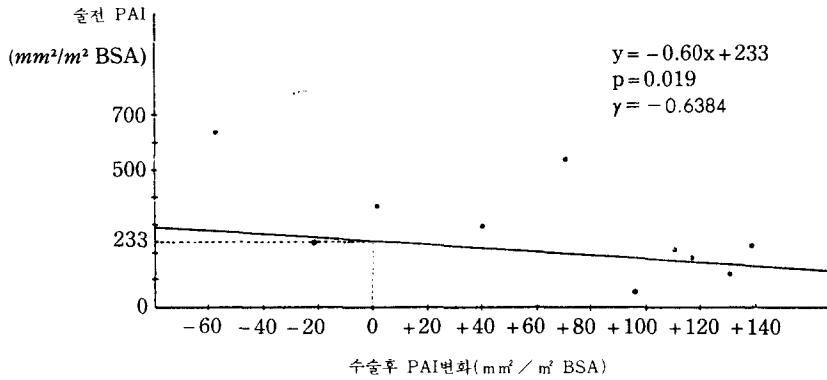


그림 5. 술전 PAI 와 술후 PAI 변화의 상관관계

표 2. PAI에 대한 추적기간, 술전 BSA, Preop RPA + LPA/2DA의 상관계수

	추적기간	Preop BSA	Perop RPA + LPA/2DA
술후 PAI	$\gamma=0.167$	$\gamma=0.491$	$\gamma=0.400$

總括 및 考察

과거 어린 소아에서 활로씨四徵症의 일차적 完全 교정술의 手術死亡率이 높는데 착안하여 一次的으로 체폐 동맥 단락술인 고식적 手術을 시행하는 것이 一般的이었다^{3,4}. 根治手術의 위험 要素로는 어린 나이, 심한 青色症, 肺動脈의 發育不全 및 經瓣輪 patch 擴張術, 不完全 교정 및 手術後 높은 左右心室壓의 比등이 거론되고 있는데, 최근 體外 순환법, 心筋보호법 및 手術 수기의 발달로 영유아에 까지 一次的으로 完全교정술을 하는 것이 보편화되었다.

1970年代 이후 저자들에 따라서 一次的 근치수술이 고식술에 이은 二次的 完全 교정술 보다 우수한 성적을 보인다고 보고하고 있다⁵⁻¹⁰. Barrow등¹¹은 조기 근치수술은 두번의 手術에 따르는 위험을 피하고, 심장내 右-左 단락을 방지함으로써 해서 올 수 있는 潛在的 합병증을 없애며, 조기 手術이 보다 우수한 추후 心室機能을 보인다고 하였다. Starr 등¹²과 Sunderland 등¹²도 영유아때 근치 手術한 경우에 보다 정상적인 血力學像과 심장발달을 보이며, 一次 고식술보다 나은 全身成長을 했다고 報告하고 있다.

心筋보호법, 手術수기 및 의공학 等の 發展과 더불어

手術死亡率과 위험도가 감소하고, 나아가서 死亡率을 零에 接近시키려는 努力이 進行되면서 尤소아의 一次的 근치수술과 단계적 完全 교정술에 관하여 논란이 계속되었다. 영유아에서도 일상적인 조기 근치수술이 매우 좋은 성적을 보였다고는 하지만, 心室中隔 缺損을 차단함으로써 體肺 순환을 분리했을 때 요구되는 血流量을 수용할 만큼 肺動脈 분지들의 크기가 充分치 못한 경우가 있다는 생각에서 Bender 등¹³과 Richardson & Clarke¹⁴는 一次的 完全 교정술의 一律的 적용에 同意하지 않고 있다.

青色症 심장기형에 있어서 肺血流量은 肺動脈의 크기와^{15,16} 左心室 용적을 반영하며^{17,18}, 심한 肺動脈發育不全과 左心室 發育不全은 근치수술 後 과도한 右心室壓의 증가와 저 심박출증 및 心不全을 초래할 수 있다. 肺動脈瓣輪이 작은 患者, 特히 영유아에서는 右心室 유출로의 狹窄을 적절히 넓히기 위해 대부분 經瓣輪 patch 확장술을 必要로 하는데^{7,19}, 경관윤 patch 확장술은 저자들에 따라 手術死亡率 증가의 요인으로 보고되고 있다^{19,20}. 또한 경관윤 patch 확장술은 심한 폐동맥판 역류를 초래하는 경우가 많은데²¹, 尤소아는 폐동맥판 역류에 대부분 잘 적응하지만^{21,23} 경관윤 patch 확장술의 장기추적 결과에 대해서는 정확히 알려진 바가 없다. 그러나 자연발생의 폐동맥판 不全症 단독으로 만성 심부전을 야기하는 데는 대략 30년이 걸린다고한다^{24,25}.

근래에는 선택적인 단계적 完全 교정술을 시행하는데 관심이 모아지고 있다. Kirklin 등¹⁹은 체표면적이 $0.48m^2$ 이하이고 경관윤 patch 확장술이 必要하면 단계적 교정이 안전하다고 하며 Gale 등²⁷과 Rittenho-

use 등²⁶⁾은 肺動脈과 下行大動脈의 직경을 比較하여 肺動脈瓣輪이 작은 患者에서 고식술을 먼저 함으로 해서 肺動脈 成長을 촉진시키며, 경관운 patch 확장술을 피하고 全體의인 手術死亡率을 감소시켰다고 한다.

고식술의 적응증을 定하는데 肺動脈 크기를 평가하는 方法이 시도되고 있는데, 大動脈瓣輪에 대한 肺動脈瓣輪의 직경비²⁸⁾, 또는 下行大動脈에 대한 左右肺動脈의 직경비²⁹⁾ 등이 그것이다. 前者는 肺動脈瓣 狹窄과 肺動脈瓣 上部 狹窄에 영향을 받으며, 肺動脈 폐쇄증에는 적용할 수 없다. 後者는 저자들의 경우와 같이 術前後 유의한 變化를 보이고 있어 手術 指針으로 삼을 수 있으나, 질환의 種類와 체중에 따른 표준화가 어렵다. 따라서 肺動脈의 직경보다는 단면적인 肺動脈 용적을 잘 반영하며, 체표면적으로 표면화 하는 것이 바람직한 것으로 사료되어 본 著者들은 Nakata 등²⁾이 利用한 肺動脈 지수를 使用하여 術前後 肺動脈 크기를 비교하였다. 결국 肺動脈 크기가 手術 예후를 決定한다는 것은 의심할 여지가 없는데, 發育不全 肺動脈의 手術의 교정은 左右主 肺動脈 분지 부위까지는 patch를 使用하여 넓힐 수 있으므로 그 以下 부위가 手術後 血力學에 重要한 決定因子가 된다고 할 수 있다. 따라서 肺動脈瓣輪의 직경과 主肺動脈의 직경은 完全 교정술時의 單순 patch 또는 경관운 patch 확장술 여부를 決定하는 指針이 되고, 肺動脈이 完全 교정술에 적합한지 여부는 분지부 以下の 左右肺動脈 단면적으로 평가하는 것이 바람직하다.

정상에서 肺動脈 지수는 영유아에서 사춘기까지 체표면적 차이가 커도 $330 \pm 30 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ BSA로 거의 일정하며 황로氏四徵症에서 $150 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ BSA以下이면 完全교정술 後 低심박출증의 可能性이 높다고 한다²⁾. 저자들의 경우 10例의 術前 肺動脈 지수가 $57.3 \sim 629.7 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ BSA로 큰 차이를 보이는 것으로 보아 手術 적응증의 재고가 요구되지만, 2例를 除外하고는 術後 肺動脈 지수의 증가를 보이고 있으며, 肺動脈 지수가 오히려 감소한 2例中 1例는 측정상의 오차한계를 넘지 않으나, 증례 9에서의 감소는 術前 증가된 肺動脈 지수에 기인한 것 같다(그림 5).

이러한 양상은 術前 肺動脈이 작은 例에서는 術後 肺動脈 성장이 촉진되며, 術前 肺動脈이 큰 경우 고식술을 시행하면 術後 肺動脈 성장 촉진을 기대할 수 없거나 오히려 그 크기가 감소하기도 한다는 Gale 등²⁷⁾의 報告와 일치한다.

術前 下大動脈 직경에 對한 左右 肺動脈 직경 平均値의 비가 클수록 肺動脈 지수의 증가와 크게 무관하지 않

는 듯하나($r: 0.4001$) 대상집단이 작아서 의의가 없는 것으로 생각된다.

이러한 結果로 보아 고식술로서의 體肺動脈 短絡術은 肺動脈 成長을 촉진시키므로 肺血流量이 감소된 患者, 特히 유소아에서 선택적으로 使用하면 完全 교정술 後 左心室壓에 對한 右心室壓의 比를 감소시키고, 心不全을 방지하며 低心박출증을 피하는데 기여할 것으로 사료된다. 그러나 肺動脈指數가 $233 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ BSA 以上일 때는 고식술에 의한 肺動脈 成長 촉진을 기대할 수 없는 것 같다.

고식술의 方法은 여러가지가 있으나 Pott's 短絡術은 血流 과다로 肺高血壓이 오기 쉽고 根治手術時 기술적인 장애를 주며, Waterson 短絡術은 울혈성 心不全과 肺血流 分布의 不均衡 및 肺動脈 變形的 短點이 있다. 또한 Glenn 문합술은 肺血管 저항이 높은 신생아나 肺血管 크기가 작은 患者에서는 使用할 수 없다.

Blalock-Taussig 短絡術은 合併症이 적고 血流 조절이 용이하며, 完全 교정술시 차단이 용이한 장점이 있어서 많이 사용되며, 근래에는 다른 문합술은 거의 使用되지 않고 있는 실정이다. 그러나, Blalock-Taussig 단락술도 신생아에서 쇄골하動脈이 기시부에서 굴곡되며 肺動脈이 당겨지고 동측의 上肢에 血流 감소를 초래하며, 종종 조기 폐쇄되는 경우가 있는데 근래 쇄골하동맥과 肺動脈 사이에 PTFE(polytetra fluoroe-thylene)를 使用한 變形 Blalock-Taussig 短絡術이 開發되어 쇄골하동맥을 犧牲시키지 않고 고전적 Blalock-Taussig 短絡術의 短點을 補完하며 신생아에서도 安全하게 시술할 수 있어서 本 教室에서도 이 方法을 擇하고 있다.

結 論

變形 Blalock-Taussig 短絡術을 시행한 황로氏四徵症 10例를 對象으로 手術後 18~30個月(平均 25 ± 3.2) 추적 관찰하여 手術前後의 체표면적, 心血管造影으로 얻을 수 있는 左右肺動脈 직경, 下行大動脈 직경, 肺動脈指數 등을 測定하여 肺動脈의 成長을 비교 분석하였다.

1. 下行大動脈 직경에 대한 左右肺動脈 직경의 比(LPA + RPA/2DA)는 術前 0.92 ± 0.33 에서 術後 1.12 ± 0.36 로 유의한 증가를 보였다($p=0.020$).

2. 肺動脈指數는 術前 $283.8 \pm 178.4 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ BSA에서 術後 $345.8 \pm 144.5 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ BSA로 유의한 증가

를 보였다($p=0.019$).

3. 術前 肺動脈指數(PAI)가 클수록 術後 肺動脈指數의 증가량은 적었고, 術前 肺動脈指數가 작을수록 術後 肺動脈指數의 증가는 컸다($r=-0.6384$).

4. 術前 PAI $> 233\text{mm}^2/\text{m}^2$ BSA이면 變形 Blalock-Taussig 短絡術에 의한 肺動脈 성장촉진 效果를 기대하기 어렵다.

5. 術後の 肺動脈指數 증가는 추적기간의 경과, 體表面積의 증가, 下行大動脈의 직경에 對한 左右 肺動脈 직경比의 증가 등과는 크게 상관하지 않는다.

이상의 結果로 활로氏四徵症에서 polytetrafluoroethylene(Gore Tex[®])를 使用한 變形 Blalock-Taussig 短絡術은 대부분의 肺動脈 成長을 촉진시키는데 肺動脈指數가 큰 경우 크게 증가하지 않거나 오히려 감소할 수도 있을 것으로 사료되며, 18개월 이상의 추적기간의 경과에도 크게 영향을 받지 않는다.

결국 Nakata 등이 소개한 肺動脈 지수측정법은 종래의 하행대동맥 직경에 대한 肺動脈 직경 比의 측정법에 비해서 肺動脈이 작은 환자, 특히 유소아에서 처음부터 根治術을 할 것인지, 아니면 고식술에 이은 단계적 교정술을 할 것인지 결정하는데 보다 좋은 指針이 될 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Lillehei C.W., Choen M., Warden H.E., Read R.C., Aust J.B., Dewall R.A. and Varco R.L.: *Vision intracardiac surgical correction of the tetralogy of Fallot, pentalog of Fallot and pulmonary atresia defects.* *Ann. Surg.*, 74:418, 1955.
2. Nakata S., Imai Y., et al: *A new method for the quantitative standardization of cross-sectional areas of the pulmonary arteries in congenital heart diseases with decreased pulmonary blood flow.* *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 83:610, 1984.
3. Kirklin J.W., Payne W.S., Theye R.A., DuShane J.W.: *Factors affecting survival after open operation for tetralogy of Fallot.* *Ann. Surg.*, 152:485, 1960.
4. Ebert P.A., Sabiston D.C.: *Surgical management of the tetralogy of Fallot.* *Ann. Surg.*, 165:806-813, 1966.
5. Kerr A.R., Barratt-Boyes B.G.: *Surgery of tetralogy of Fallot in infancy: comparison of shunt palliation and primary intracardiac repair.* In *Heart Disease in Infancy*, edited by Barratt-Boyes B.G., Neutze J.M. London, Churchill Livingstone, pp. 197-210, 1973.
6. Barratt-Boyes B.G.: *Primary definitive intracardiac operations in infants: tetralogy of Fallot.* In *Advances in Cardiovascular Surgery*, edited by Kirklin J.W., New York, Grune & Stratton, pp. 155-172, 1973.
7. Castaneda A.P., Freed M.D., Williams R.G., Norwood W.I.: *Repair of tetralogy of Fallot in infancy. Early and late results.* *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 74:372, 1977.
8. Barratt-Boyes B.G., Neutze J.M.: *Primary repair of tetralogy of Fallot in infancy using profound hypothermia with circulatory arrest and limited cardiopulmonary bypass: a comparison with conventional two-stage management.* *Ann. Surg.*, 178:406, 1978.
9. Rees G.M., Starr A.: *Total correction of Fallot's tetralogy in patients aged less than 1 year.* *Br. Heart. J.*, 35:898-901, 1973.
10. Starr A., Boncheck L.I., Sunderland C.O.: *Total correction of tetralogy of Fallot in infancy.* *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 65:45-57, 1973.
11. Barow K.M., Green L.H., Castaneda A. R., Keanes J.F.: *Left ventricular function after repair of tetralogy of Fallot and its relationship to age at surgery.* *Circulation.*, 61:1150-1158, 1980.
12. Sunderland C.O., Matarazzo R.G., Lees M.H., Menashe V.D., Bonckek L.I., Rosenberg J.A., Starr A.: *Total correction of tetralogy of Fallot in infancy. Postoperative hemodynamic evaluation.* *Circulation* 48:398-405, 1973.
13. Bender H.W., Fisher R.D., Conkle D.M., Martin C.F., Graham T.P.: *Selective operative treatment for tetralogy of Fallot. Rationale and results.* *Ann. Surg.*, 183:685-690, 1976.
14. Richardson J.P., Clarke C.P.: *Tetralogy of Fallot. Risk factors associated with complete repair.* *Br. Heart. J.*, 38:926-933, 1976.
15. Hislop A., Reid L.: *Structural changes in the pulmonary arteries and veins in tetralogy of Fallot.* *Br. Heart. J.*, 35:1178-1183, 1973.
16. Kirklin J.W., Bargerion L.M., Pacifico A.D.: *The enlargement of small pulmonary arteries by preliminary palliative operations.* *Circulation* 56:612-617, 1977.
17. Jarmakani J.M.M., Graham T.P. Jr., Canent R.V. Jr., Jewett P.H.: *Left heart function in children with tetralogy of Fallot before and after palliative or corrective surgery.* *Circulation* 46:478-490, 1972.
18. Graham T.P. Jr., Faulkner S., Bender H. Jr., Wender C.M.: *Hypoplasia of the left ventricle. Rare cause of postoperative mortality in tetralogy of Fallot.* *Am. J. Car-*

- diol.*, 40:454, 1977.
19. Kirklin J.W., Blackstone E.H., Pacifico A.D., Brown R.N., Barger L.M. Jr.: *Routine primary repair vs two-stage repair of tetralogy of Fallot.* *Circulation* 60:373-386, 1979.
 20. Min Y.I., Oh B.S., Lee D.J.: *Factors influencing the prognosis after total correction of T.O.F.: Korean J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 20:71-80, 1987.
 21. Pohmer J., Van der Mark F., Rijlstra W.G.: *Pulmonary Valve incompetence. II. Application of electromagnetic flow velocity catheters in children.* *Cardiovasc. Res.*, 10:46-55, 1976.
 22. Shaher R.M., Foster E., Farina M., Spooner E., Sheikh F., Alley R.: *Right heart reconstruction following repair of tetralogy of Fallot.* *Ann. Thorac. Surg.*, 35:421-425, 1983.
 23. Bove E.L., Byrum C.H., Thomas R.D., Kavey R.W., Sondheimer H.M., Blackman M.S., Parker F.B. Jr.: *The influence of pulmonary insufficiency on ventricular function following repair of tetralogy of Fallot. Evaluation using radionuclide ventriculography.* *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 85:691, 1983.
 24. Morton R.F., Stern T.N.: *Isolated pulmonic valvular regurgitation.* *Circulation* 14:1069-1972, 1956.
 25. Rokseth R.: *Isolated pulmonic valvular regurgitation.* *Acta. Med. Scand.*, 185:489-494, 1969.
 26. Rittenhouse E.A., Mansfield P.B., Hall D.G., Herndon S.P.: *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 89:772-779, 1985.
 27. Gale A.W., Arciniegas E., Green E.W., et al: *Growth of the pulmonary anulus and pulmonary arteries after Blalock-Taussig shunt.* *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 77:459, 1979.
 28. Muraoka R., Yakota M., Mikasa Y., Kamiya I., Mori C.: *Late hemodynamic results of primary total correction of tetralogy of Fallot during the first two years of life. Proceedings of Second Asian Congress on Thoracic and Cardiovascular Surgery, July, 1974, Sapporo, Japan.*
 29. Alfieri O., Blackstone E.H., Kirklin J.W., Pacifico A.D., Barger L.M.: *Surgical treatment of tetralogy of Fallot with pulmonary atresia.* *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 76:321-335, 1978.
 30. Gazzaniga A.B., Lamberti J.J., Siewers R.D., et al: *Arterial prosthesis of microporous expanded polytetrafluoroethylene for construction of aortopulmonary shunts.* *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 85: 917, 1983.