수술적 기법의 보완을 통한 성공적인 너스 술식의 적용 (단일 기관 135명의 경험)

김도훈* · 김진국* · 심영목* · 김관민* · 최용수*

The Successful Application of Nuss Procedures with Modified Operative Technique

Do Hun Kim, M.D.*, Jhin Gook Kim, M.D.*, Young Mog Shim, M.D.*,
Kwhan Mien Kim, M.D.*, Yong Soo Choi, M.D.*

Background: Nuss procedure is a minimally invasive technique for correcting the pectus excavatum. But there are some limitations of correcting the complex anomaly or grown-up patients. ***Material and Method:*** we retrospectively reviewed 135 consecutive patients who underwent repair of pectus excavatum by the Nuss procedure and its modifications between November 1999 and December 2004. We analyzed the computed tomography, age on operation, operative technique, and complications. ***Result:*** We operated 135 patients of pectus excavatum during 62 months. Total number of operations about Nuss procedure is 216, including bar removal procedure of 64 cases, redo Nuss procedures of 17 cases. We modified the point of bar insertion to the hinge point, made a shoulder in the bar to prevent a displacement. And then we changed the fixation material from Vicryl to steel wire. If the patients are old, we retract the sternum during bar rotation and fixation. Until 2002, the number of redo Nuss operations were 17, complications were 23. but, after modifications, the number of redo Nuss operation were 0, complications were 2. ***Conclusion:*** This result indicates that our modifications of Nuss operation is effective, and could decrease the number of redo Nuss operation and complications.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2006;39:765-769)

Key words: 1. Chest wall
2. Minimally invasive surgery
3. Funnel chest

서 론

너스 시술은 누두흉 환자들의 전흉부 함몰을 교정하는 효과적인 수술방법으로 라비츠 시술, 와다 시술 등에 비하여 비침습적이며, 수술시간이 짧고, 재원기간이 길지 않다. 하지만 환자의 나이와 기형 형태에 따라 전흉부 함몰은 다양한 양상을 보이는데, 고전적인 너스 시술은 사춘기 이전의 환자의 대칭적인 전흉부 함몰만을 수술 적응증으로 제한하였다. 그리고 기존의 시술만을 적용할 경우, 막대 편위로 인한 기형 재발, 불충분 교정 등의 합병증이 증가하는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 저자들은 너스 시술의 적응증을 확대하고 합병증을 줄이고자 몇 가지 관점에서 너스 시술을 개선하였다.

*성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 흉부외과
Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine
논문접수일 : 2006년 4월 19일, 심사통과일 : 2006년 7월 11일
책임저자 : 김진국 (135-710) 서울시 강남구 일원동 50번지, 성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 흉부외과
(Tel) 02-3410-3483, (Fax) 02-3410-0089, E-mail: jkim@smc.samsung.co.kr
본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

대상 및 방법

1) 환자

1999년 11월부터 2004년 12월까지 135명의 환자를 대상으로 하였다. 2세에서 29세까지의 환자로 평균 연령(median age)은 6세였다. 개선 이전과 개선 이후의 환자들을 두 군으로 나누어 할러 지수(haller index), 비대칭 지수(asymmetry index), 부조화 지수(unbalance index) 등을 구하였는데, 이는 수술 전의 컴퓨터 단층촬영 영상의 관상면을 기준으로 하였다. 이 중 비대칭형과 부조화형은 박형주 등[1]이 정의한 것에 의거하여 측정하였다. 할러 지수의 평균값은 4.75/5.20, 비대칭지수의 평균값은 0.98/0.98, 부조화 지수(unbalance index)의 평균값은 1.03/0.97이었다. 각 지수들 간의 통계학적인 차이는 없었다. 너스 시술 이외의 방법으로 흉곽교정술을 받았던 환자는 4명으로 라비츠 술식을 받은 2명과 와다 술식을 받은 2명이었다.

2) 기본 술식

모든 환자에게 전신마취를 시행하고 앙와위에서 양 팔을 머리 위로 올려 액와부위를 완전히 노출시켰다. 환자의 등에 알파벳 "T" 모양의 받침대를 거치하여 자세를 완성하였다. 환자의 가장 함몰된 흉골 부위와 늑연골의 가장 튀어나온 부분을 표시하였다. 둘의 연장선을 정중 액와선까지 연장하고 피부절개를 3 cm 시행하였다. 피하조직을 늑간근 외측까지 박리한 후 주변의 근육을 박리하여 막대를 덮을 수 있는 근낭을 만들었다. 이후 흉골 방향으로 내측을 박리하여 들어가 막대가 삽입될 부위(늑연골의 가장 튀어나온 부분)를 천자하였다. 삽입 예상 부위보다 한 늑간 아래로 5 mm 흉강경(Karl Storz, 5 mm thoracoscope, 30 degree)을 삽입하여 수술기구로 인한 흉강 내 장기의 손상을 예방하였다. 환자의 기형형태에 맞추어 성형한 막대를 환자의 우측에서 좌측으로, 막대가 알파벳 "U"자 모양을 하도록 밀어 넣었다. 이후 반대측에서 막대가 틀어지지 않도록 고정한 후, 막대돌리개(rotator)를 사용하여 180° 회전시킨 후 적절한 성형이 이루어진 것을 확인하고 고정사를 사용하여 늑간에 고정하였다. 흉강경 제거 부위에 흉관을 연결하여 공기 누출의 여부를 확인하고, 공기 누출이 없을 경우 수술장에서 흉관을 제거하고 회복실로 전동하였다. 이후 회복실에서 단순 흉부방사선 사진을 촬영하여 확인절차를 거쳤다.

3) 흉강경

5 mm 흉강경(Karl Storz, 5 mm thoracoscope, 30 degree)을 사용하였고 막대삽입 부위보다 한 늑간 아래로 삽입하였다. 흉강경을 사용함으로써 수술기구 또는 막대가 흉강 내 특히 종격동을 관통할 때 발생할 수 있는 장기 손상을 예방할 수 있었다. 실제로 심장 천자 등의 심각한 흉곽 내 장기 손상이 본원에서는 발생하지 않았다. 135명의 환자 모두 흉강경을 시도하였고, 심각한 흉강 내 유착소견 등으로 흉강경을 삽입할 수 없었던 1인 이외의 전 환자에서 흉강경을 적용하였다.

4) 개선점

1999년 너스 시술을 시작한 이래, 2001년까지 47명의 환자에게 너스 시술을 시행하였다. 이 중 막대 편위로 6명의 환자에게 재수술을 시행하였다. 이를 포함한 합병증은 10건이었다. 특히 2002년 한 해에 시행한 20명의 환자 중 8명에서 재수술 6건, 세 번의 연속 수술 1건, 네 번 연속 수술 1건 등 총 11건의 재수술을 경험하였다. 재수술을 시행하지는 않았으나 불완전 교정이 이루어진 경우는 4명이다. 2003년 3월부터는 개선된 너스 시술이 적용되었다. 막대 삽입 후 발생하는 합병증은 지지구조의 파열과 변형에서 비롯하므로, 삽입된 막대에 과다한 힘이 가해질 경우 늑간근과 주변 근육이 파열 변형되고 막대 편위와 혈흉이 발생된다. 따라서 막대 고정 시 사용하던 봉합사를 바이크릴에서 강선으로 교체하였고, 힘점의 위치를 개선하였으며, 막대 성형 시 어깨 부위를 형성하여 막대가 안정적으로 고정되도록 성형하였다. 다음은 본원 너스 시술의 개선점이다.

(1) 고정물: 1999년부터 2002년까지 사용되던 고정사는 바이크릴 흡수성 봉합사(coated Vicryl, Ethicon™, 80 mm 1/2C, Johnson and Johnson, 바이크릴)이다. 이 당시에도 일부 16세 이상의 환자 또는 재수술환자에 한해 강선(Surgical steel, Ethicon™, 40 mm 1/2C 4.0 metric or 7.0 metric, tapercut, 강선)을 추가하여 막대를 고정하였다. 그러나 2003년 3월 이후는 강선만을 사용하여 막대와 늑간 사이를 고정하였다. 2004년 9월 이후에는 복잡 누두흉이나 16세 이상의 환자에 한하여 강선을 사용하였고, 나머지 환자는 에치본드(Ethibond excel V55, polyester, Ethicon™, 55 mm 1/2C, Johnson & Johnson)를 사용하였다.

(2) 막대삽입: 부위 너스 시술 시 기형교정은 막대를 회전함으로써 즉시 이루어지나 조직학적 구조는 변하지 않

Table 1. Annual Nuss operations and complications

Years	Number of Nuss operations (patients)	Number of redo operations	Number of bar removal	Number of complex bar removal	Number of complications
1999	6	0	5	0	0
2000	19	2 1: redo 1: steel wire	18	5 2: with mammoplasty 3: with cartilage	4 2: bar displacement 1: hemothorax 1: wound infection
2001	22 1: with Ravitch's 4: with cartilage resection	4 1: with stabilizer 3: redo	19	4 3: with cartilage resection 1: early removal	6 2: bar displacement 1: pneumothorax 1: wound infection 2: incomplete correction 1: chest pain
2002	20 1: double bar	11 (8 patients) 6: redo (steel wire) 1: trido (steel wire) 1: quadrido (steel wire)	15	2 1: cartilage resection 1: hematoma removal	13 9: bar displacement 9: bar displacement
2003	16	0	7	1 1: cartilage resection	1 1: chest discomfort
2004	52 2: s/p Wada 1: s/p Ravitch 1: no VATS d/t adhesion	0	0	0	2 1: hemothorax 1: pneumothorax

VATS=Video assisted thoracoscopic surgery.

는다. 따라서 교정 이후, 막대와 흉곽 모두 강한 압력을 받게 된다. 1999년부터 2002년까지 발생한 합병증은 이러한 압력을 적절히 해결하지 못하여 생긴 것이다. 따라서 2003년부터 너스 시술 시 삽입부위를 기존의 절개부위에서 흉골쪽(늑연골 부위 중 가장 튀어나온 부분)으로 이동하였다. 실제 막대가 걸쳐지는 부분을 삽입부위로 함으로써, 늑간근 등이 아니라 갈비뼈 자체에 힘이 가해지게 되며, 따라서 막대 편위 등의 부작용이 줄어들게 된다.

(3) 막대 성형: 막대 성형은 흉골의 함몰부와 대칭되도록 시행하는 것이 원칙이다. 함몰정도가 깊을수록 막대도 더욱 거상시켜 성형하였는데, 이때 삽입부위는 성형하지 않았다. 하지만 2003년 이후 막대의 삽입부위, 즉 갈비뼈와 막대가 직접 닿는 부위를 갈비뼈의 모양과 같이 성형하여, 막대가 갈비뼈 위에서 미끄러지지 않도록 어깨를 성형하였다.

(4) 늑골견인: 16세 이상의 환자는 늑연골의 골화가 충분히 진행된 경우가 많다. 따라서 너스 시술을 하더라도 수술 중 늑간근이 찢어지며 막대가 미끄러지는 경우가 자주 발생하였고, 수술 중 발생한 지지구조의 손상으로 인해서 수술 후 막대가 틀어지는 일도 있었다. 이를 방지하기 위하여 막대삽입 이후, 강철선을 흉골의 골막에 고정하고, 막대회전과 막대고정이 끝날 때까지 견인하면 지지구조에 미치는 압력을 최소화하여 지지구조를 잘 보존할 수 있다.

결 과

1999년 11월부터 2004년 12월까지 5년 2개월 동안 135건의 너스 시술을 하였으며 너스바 제거술 64건, 재발 또는 합병증을 이유로 2번 이상의 너스 술식을 시행한 17건을 포함하여 너스 관련 216건의 수술을 시행하였다. 17건의 재교정술 중 불완전 교정을 이유로 16건에서 너스 술식이 시행되었고, 1건은 너스 술식과 연골절제를 동시에 시행하였다. 2002년에 생긴 11건의 재교정술 중 두 번 수술한 환자가 6명, 세 번 수술한 환자가 1명, 네 번 수술한 환자가 1명이었다. 2003년 3월부터 시행된 개선된 이후와 이전의 환자군을 서로 비교한 결과 할러 지수, 비대칭 지수, 불균형 지수에서 각각의 유의확률은 0.164, 0.018, 0.090으로 통계적인 차이는 발견할 수 없었다. 13명의 재발군과 나머지 환자들을 비교한 결과 각각의 유의확률은 할러 지수(0.010), 비대칭 지수(0.837), 불균형 지수(0.889)로 할러 지수에서 통계적인 유의성을 보였다. 2003년 시행한 16명의 환자 중 흉부 불편감을 호소하는 1명 외에 재수술이나 합병증이 없었으며, 2004년 52명의 환자를 수술하면서 혈흉과 기흉이 각각 1명 발생한 이외에 재수술이나 합병증은 없었다. 결론적으로 2003년 3월 너스 술식을 개선한 이후 총 68명에게 너스 술식을 적용하였으나 막대 편위로 인한 재수술은 없었으며, 합병증은 3명(4%)에서 발생하였다(Table 1).

고 찰

너스 시술은 1998년 Nuss 등[2]에 의해서 발표된 이래 짧은 수술시간과 재원기간, 수술의 비침습성 등을 특징으로 하는 누두흉 성형술로, 라비츠 술식의 뒤를 이어 최근 전 세계적으로[3-5] 각광받고 있다. 하지만 고전적인 너스 시술은 비대칭적인 전흉부 함몰은 교정할 수 없었고, 사춘기 이상의 환자는 적응증에 포함되지 않았다[2]. 저자들은 1999년부터 일반적인 누두흉 환자뿐 아니라 비대칭 흉곽기형 환자와 16세 이상의 사춘기 이후 환자에게도 너스 시술을 기본으로 한 누두흉 흉곽 교정술을 시행하여 왔다. 시술 초기에는 막대 뒤틀림과 혈기흉 등의 합병증으로 재수술 등을 경험하였으나, 2003년 3월 이후에는 막대삽입 부위를 흉골 주변으로 내측 이동하고, 고정사를 강철선으로 교체하였으며 막대 성형 시 지지구조를 흉골 형태로 성형하였다. 또 사춘기 연령 이후 환자들은 수술 중 늑골을 견인하여 지지구조의 손상을 최소화하였다. 박형주 등[1,6]은 막대 편위를 감소시키기 위해서 막대를 늑골에 직접 고정할 것, 고정물로 강선을 사용할 것, 다지점 고정(5 point)을 할 것 등을 주장하였는데 본 저자들도 근육이 아닌 늑골에 직접 막대를 고정하고, 고정물로 강선을 사용하였다. 이에 더하여 늑골부위와 맞닿는 막대부위는 흉골모양과 요철을 이루게 성형하여 미끄러짐을 최소화하였다. 하지만 박형주 등[1,6]이 주장한 다지점 철사고정과 달리 저자들은 3군데만 철사고정을 하였으나, 막대편위는 효과적으로 줄일 수 있었다. 문헌에서 기술된 막대 편위율은 4.3%에서 19%로 평균 9.2%이지만[5,7,8], 박형주 등[1]은 막대 편위율이 3.4%, 그중 수술이 필요한 경우는 1.4%로 보고하고 있다. 저자들의 경우 2002년까지 막대 편위율은 19%였으며, 2004년까지 막대 편위율은 9%였다. 하지만 시술을 개선한 이후로 기간을 국한시켜 볼 때 막대 편위 발생은 한 건도 없었으며 합병증은 4% (3명)에 불과하였다. Tom 등[9], 박형주 등[1]이 밝혔듯이 너스 시술은 언제나 심장 천자 또는 대혈관 손상의 가능성을 가지고 있는 시술이다. 따라서 본원에서 시행한 바와 같이 흉강경하 막대 삽입이 안전한 방법이라고 생각되며, 흉강경을 제거하고 난 후 상처는 흉관 삽관경로로 다시 사용할 수 있다. 막대 제거의 경험이 쌓일수록, 막대 제거 후 교정된 가슴이 미미하나마 가라앉는 현상을 경험하였다. 따라서 2004년 이후에는 원하는 높이보다 흉골을 조금 더 거상시키는 방식으로 막대를 성형하고 있다. 대개 흉골 성형 후 2년여가 경과되면 막대를 제거하였다. 2004년까지 막대를 제거한 경우는 총 64건인데 이 중 단순 막대 제거술이 51건이었으며, 막대제거와 더불어 늑골의 돌출부를 다듬어준 경우가 5건, 흉부 불편감으로 2년 이내에 막대를 제거한 경우가 1건, 제거 후 흉강 내 혈종제거를 동시에 시행한 경우가 1건, 수술 후 유방 확대술을 시행한 경우가 2건, 제거 후 라비츠 술식을 일부 응용하여 연골절제를 추가한 경우가 3건 등으로 복잡 막대 제거술은 총 12건이었다. Micheal 등[10]이 말했듯이 누두흉은 결체조직 질환이 원인으로 생각된다. 시술 후 환자가 성장함에 따라 늑연골의 변형이 발생하는 경우에는 막대삽입만으로는 만족스러운 결과를 얻을 수 없었으며, 막대제거와 연골절제를 동시에 시술함으로써 만족스러운 흉곽형태를 이룰 수 있었다.

결 론

고전적인 너스 시술을 고정물, 막대삽입 부위, 막대 성

형, 그리고 늑골 견인 등 네 가지 관점에서 개선함으로써, 누두흉의 재발과 합병증을 효과적으로 감소시키고, 적응증을 확대할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Park HJ, Song CM, Her K, et al. *Minimally invasive repair of pectus excavatum based on the nuss principle: an evolution of techniques and early results on 322 patients.* Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2003;36:164-74.
2. Nuss D, Kelly RE, Croitoru DP, Katz ME. *A 10-year review of a minimally invasive technique for the correction of pectus excavatum.* J Pediatr Surg 1998;33:545-52.
3. Hebra A, Swoveland B, Egbert M, et al. *Outcome analysis of minimally invasive repair of pectus excavatum: review of 251 cases.* J Pediatr Surg 2000;35:252-8.
4. Wu PC, Knauer EM, McGowan GE, Hight DW. *Repair of pectus excavatum deformities in children: a new perspective of treatment using minimal access surgical technique.* Arch Surg 2001;136:419-24.
5. Miller KA, Woods RK, Sharp RJ, et al. *Minimally invasive repair of pectus excavatum: a single institution's experience.* Surgery 2001;130:652-9.
6. Park HJ, Chang WH, Jeon CW. *Analysis of complications associated with the Nuss procedure: risk factors and preventive measures.* Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2004;37:524-29.
7. Molik KA, Engum SA, Rescorla FJ, West KW, Scherer LR, Grosfeld JL. *Pectus excavatum repair: experience with standard and minimal invasive techniques.* J Pediatr Surg 2001; 36:324-8.
8. Engum S, Rescorla F, West K, Rouse T, Scherer LR, Grosfeld J. *Is the grass greener? Early results of the Nuss procedure.* J Pediatr Surg 2000;35:246-58.
9. Tom NH, Kjell AR, Jan LS. *A life-threatening complication of the Nuss procedure for pectus excavatum.* The Annals of Thoracic Surgery 2006;81:370-2.
10. Micheal KG, Robert EK, Daniel C, Nuss D. *Chest wall anomlies: pectus excavatum and pectus carinatum.* Adolescent Med Clin 2004;15:455-71.

=국문 초록=

배경: 너스 시술은 누두흉 환자들의 전흉부 함몰을 교정하는 효과적인 수술방법으로 기존의 방법에 비하여 비침습적이다. 하지만 환자의 나이와 기형 형태에 따라 전흉부 함몰은 다양한 양상을 보이는데, 이에 대하여 고전적인 너스 시술만을 고집할 때 기형 재발, 불충분 교정 등 다수의 합병증이 발생하였다. 따라서 저자들은 고전적인 너스 술식을 몇 가지 관점에서 보완하였다. **대상 및 방법**: 1999년 11월부터 2004년 12월까지 135명의 환자와 216건의 수술경험을 후향적으로 분석하였다. 수술 전 컴퓨터 단층촬영, 수술 당시 환자의 연령, 수술방법, 재발을 포함한 합병증 여부를 분석하고, 이를 시술의 개선 전후로 나누어 비교하였다 **결과**: 5년 2개월 동안 135명에서 너스 술식을 시행하였으며, 너스 막대 제거술 64건, 재발 또는 합병증을 이유로 2번 이상의 너스 술식을 시행한 17건을 포함하여 너스 관련 216건의 수술을 시행하였다. 막대의 삽입위치를 절개부위에서 함몰부의 양쪽 경계부(늑연골의 최대 돌출부위)로 내측으로 이동시켜 흉곽 지지구조의 손상을 최소화하였고, 막대 성형 시 늑골과 접합하는 부분을 늑골모양에 맞게 성형하여 막대의 미끄러짐 현상을 줄였다. 그리고 막대와 늑골의 고정사를 바이크릴에서 강선으로 전환하고, 성인 환자의 경우, 수술 중 흉골을 견인하는 방법을 추가하였다. 1999년에서 2002년까지 17건에 달하던 재교정과 23건의 합병증이 개선 이후인 2003~2004년에는 재교정 0건, 합병증 3건으로 감소하였다. **결론**: 이러한 결과로 미루어 보아, 본원에서 시행한 너스 개선 술식은 효과적이었으며, 재발과 합병증을 획기적으로 줄일 수 있었다.

중심 단어 : 1. 흉벽
2. 최소 침습 수술
3. 누두흉