

내과계 중환자실 전담의에 의해 시행된 경피적 확장 기관절개술의 안정성 및 유용성

성균관대학교 의과대학 내과학교실 삼성서울병원 호흡기내과,
*외과학교실 삼성서울병원 외과

유홍석 · 임소연 · 박치민* · 서지영 · 전경만

Safety and Feasibility of Percutaneous Tracheostomy Performed by Medical Intensivists

Hongseok Yoo, M.D., So Yeon Lim, M.D., Chi-Min Park, M.D.*, Gee Young Suh, M.D. and Kyeongman Jeon, M.D.

Division of Pulmonary and Critical Care Medicine, Department of Medicine, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, *Department of Surgery, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

Background: Tracheostomy is one of the most commonly performed surgical procedures in the intensive care unit (ICU). After its introduction, percutaneous dilatational tracheostomy (PDT) has been recognized in western countries as a reliable alternative to surgical tracheostomy. However, data on the safety and feasibility of PDT performed by medical intensivists are limited in Korea.

Methods: To evaluate the safety and feasibility of PDT performed by medical intensivists and to compare with those of surgical tracheostomy (ST), we retrospectively analyzed the clinical characteristics of all prospectively registered patients who underwent either PDT or ST in medical ICU from December 2010 to July 2011.

Results: A total of 81 patients underwent tracheostomy over the study period: PDT in 56 (69%) and ST in 25 (31%). One patient in whom major bleeding developed during PDT underwent ST as a substitute for PDT. There were no differences in the demographics, laboratory findings, and parameters of mechanical ventilation between the two groups. Procedure time was significantly shorter in the PDT group (20 [IQR 18–30] min) than that in the ST group (38 [27.5–57.5] min) ($p < 0.001$). The major complication observed in 24 hours after PDT was bleeding in 6 (11%) patients of the PDT group and 4 (16%) patients of the ST group ($p = 0.489$). However, surgical interventions for major bleeding were required in 2 patients who underwent.

Conclusions: PDT performed by medical intensivists was safe and feasible. However, immediate surgical assistance should be available when required.

Key Words: airway management, medical, physicians, safety, tracheostomy.

서 론

기관절개술은 중환자에서 장기간의 기계 호흡이나 기도 확보가 필요한 경우 시행된다.[1] 전통적으로 기관절개술은 외과외과가 수술실에서 시행하였다(surgical tracheostomy, ST).

논문접수일 : 2011년 9월 6일, 수정일 : 2011년 10월 22일, 승인일 : 2011년 10월 24일

책임저자 : 전경만, 서울시 강남구 일원로 81
성균관대학교 의과대학 내과학교실 삼성서울병원 호흡기내과
우편번호: 135-710

Tel: 02-3410-3429, Fax: 02-3410-6956

E-mail: kjeon@skku.edu

하지만 1955년 Shedon 등에 의해 비수술적 방법에 의한 기관절개술이 소개된 후 경피적 기관절개술(percutaneous tracheostomy)은 많은 발전이 있었고,[2,3] 최근 Ciaglia 등이 바늘을 통한 천자 후 순차적인 확장기를 사용하는 경피적 확장 기관절개술(percutaneous dilatational tracheostomy, PDT)[4]을 소개한 이후 대중적으로 사용되고 있다.

경피적 확장 기관절개술은 수술실이 아닌 환자의 침상에서 시행할 수 있기 때문에 환자의 이송간에 발생할 수 있는 위험을 예방할 수 있으며,[5] 시술 비용이 적다[6]는 장점 외에 외과적 기관절개술에 비하여 술기가 쉬워 수술의 경험이 많지 않은 의사도 쉽게 배울 수 있는 비교적 안전

Ciaglia blue rhino percutaneous tracheostomy introducer sets and trays

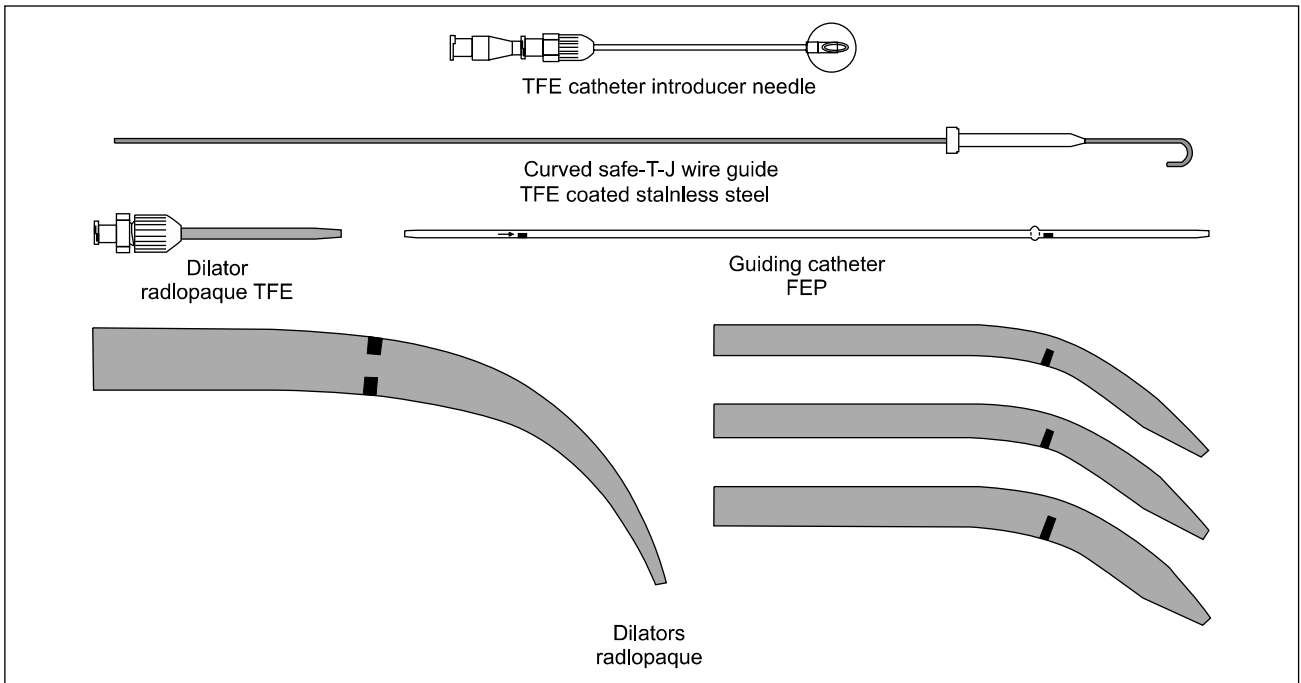


Fig. 1. Ciaglia Blue Rhino[®] percutaneous tracheostomy introducer sets and trays (Cook Medical Inc., Bloomington, IN, USA, with permission).

한 시술이라고 보고되고 있다.[7-10] 하지만 과거 보고된 연구에서는 시술이 대부분 외과의에 의해 시행 또는 외과의의 감독하에 시행되었고[4,6,8,9,11] Suresh[10]는 “경피적 기관절개술은 수술이므로, 외과적 감독(surgical supervision) 또는 외과의가 대기하는 상황(surgeon on standby)에서만 시행되어야 한다”고 주장하였다. 최근 Klein 등은 207명을 대상으로 한 연구를 통해 내과의 역시 안전하게 경피적 확장 기관절개술을 시행할 수 있음을 보고하였고,[12] 국내에서도 마취의 또는 내과의에 의한 시술이 보고되고 있다.[13,14] 하지만, 과거 국내 연구들이 비교적 적은 수의 환자들을 대상으로 하여 비 외과의에 의한 시술의 용이성 및 시술과 관련된 합병증에 대한 자료가 더 필요한 실정이다. 본 연구는 8개월간 국내 3차 병원에서 중환자실 전담 내과의에 의해 시행된 경피적 확장 기관절개술의 결과를 분석하고 외과적 기관절개술과 비교하여 경피적 확장 기관절개술의 용이성과 안전성을 확인하고자 하였다.

대상 및 방법

2010년 12월부터 2011년 7월까지 8개월간 삼성서울병원 내과 중환자실에서 장기간의 기계환기 필요 또는 기도 확보를 위한 기관절개술을 시행한 환자를 전향적으로 등록하였고, 이 환자들의 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 기관절개술 시기 및 방법의 선택은 중환자실 전담 내과의와

해당 주치의의 논의에 의해 시술 당시 가용 인력 및 자재 등을 고려해 결정하였으며, 경피적 확장 기관절개술의 경우 중환자실 전담 외과의의 대기 상황에서 진행되었다. 중환자실 전담 외과의는 경피적 확장 기관절개술 시행 중 감독이나 시술에 직접 참여하지는 않았다.

경피적 확장 기관절개술은 Ciaglia Blue Rhino[®] (Cook Medical Inc., Bloomington, IN, USA)를 사용하였다(Fig. 1). 시술 방법은 Ciaglia 등[15]이 기술한 바와 같이 환자를 양와위에서 목을 신전시킨 후 윤상연골 하연에서 2% lidocaine으로 국소 마취 후 횡으로 1.5 cm 절개하였다. 기관을 노출시킨 후 바늘로 천자하고, 기관내시경을 통하여 기관 내에 위치함을 확인하였다. J-wire를 삽입한 후 확장기를 사용하여 확장시킨 후 기관내관(tracheostomy tube)을 삽입하였다. 시술은 중환자 전담 내과전문의 2명이 시행하였다.

외과적 기관절개술은 중환자실 침상에서 이루어졌으며, 이비인후과 전공의 3년차의 집도와 1년차의 보조에 의해 시행되었다. 환자를 양와위에서 목을 과신전시킨 후 흉골상전혼(suprasternal notch) 위에서 종으로 2 cm 절개한 후 피하조직을 박리하여 기관을 노출시켰다. 기관 연골을 절제한 후 기관내삽관(endotracheal tube)을 천천히 구강 방향으로 후퇴하여 절제된 기관 부위 상방으로 이동시킨 후 기관절개관(tracheostomy tube)을 삽입하였다.[16]

시술 당시의 환자들의 나이, 성별 및 기저 상태와 혈액검사 결과를 조사하였다. 혈소판, 프로트롬빈시간(prothrombin

Table 1. Baseline Characteristics of 81 Patients Underwent Tracheostomy in the Medical Intensive Care Unit

	Percutaneous dilatational tracheostomy (n = 56, 69%)	Surgical tracheostomy (n = 25, 31%)	p value
Sex, male	44 (79%)	17 (68%)	0.404
Age, years	68 (59–77)	72 (60–79)	0.500
BMI, kg/m ²	22 (18–23)	22 (19–24)	0.142
Platelet, 10 ³ /μL	102.5 (56.8–225.8)	106.0 (63.0–199.5)	0.886
PT, INR	1.25 (1.12–1.40)	1.18 (1.07–1.35)	0.261
aPTT, sec	41.0 (35.6–51.3)	42.8 (41.3–48.1)	0.399
Underlying diseases			0.259
Hematologic malignancy	13 (23%)	4 (16%)	
Oncologic malignancy	25 (45%)	8 (32%)	
Pulmonary disease*	4 (7%)	2 (8%)	
Chronic kidney disease	1 (2%)	3 (12%)	
Others [†]	13 (23%)	8 (32%)	
Reason for tracheostomy			0.132
Prolonged intubation	45 (80%)	17 (68%)	
Airway protection	11 (20%)	8 (32%)	
Period of intubation, days	11 (6–15)	6 (4–12)	0.029
FiO ₂ , %	40 (35–54)	32 (30–43)	0.009
PEEP, cmH ₂ O	6 (5–10)	5 (5–8)	0.061

BMI: body mass index; PT: prothrombin time; aPTT: activated partial thromboplastin time; FiO₂: fraction of inspired oxygen; PEEP: positive end-expiratory pressure. Values expressed as number of patients (%) or median with interquartile range.

*Asthma, chronic obstructive pulmonary disease (COPD), tuberculosis, nontuberculous mycobacteria.

[†]Unstable angina, hypertension, cerebrovascular disease, diabetes mellitus, tetanus.

Table 2. Procedure Times and Complications of Percutaneous Dilatational Tracheostomy and Surgical Tracheostomy

	Percutaneous dilatational tracheostomy (n = 56, 69%)	Surgical tracheostomy (n = 25, 31%)	p value
Procedure time, min	20 (18–30)	38 (28–58)	<0.001
Complications	10 (18%)	7 (28%)	0.300
Bleeding*	6	4	0.489
Cuff perforation	2	1	1.000
Subcutaneous emphysema	2	1	1.000
Accidental decannulation	0	1	0.309

Values expressed as number of patients (%) or median with interquartile range.

*Numbers include patients with major bleeding.

time), 활성화부분트롬보플라스틴시간(aPTT)은 시술 당일 수치 혹은 수혈 등을 받은 경우 추적 수치를 조사하였다. 시술 시간은 소독을 시작한 시점부터 시술을 종료하여 기관절개관으로 기계 호흡기를 연결한 시점까지로 정의하였다. 시술과 관련된 합병증의 조사는 시술 후 24시간까지 발생한 모든 합병증을 포함하였다. 시술 후 출혈은 기관절개관 부위의 1일 3회 이상의 드레싱이 필요한 경우로 정의하였고, 중증의 출혈(major bleeding)은 수혈이 필요하거나 외과적 지혈술이 필요한 경우로 정의하였다. 우발적 기관절개관의 발관은 시술 24시간 내에 다른 이유 없이 발관된 경우로 정의하였다.

연속형 변수의 비교는 독립 표본 t 검정의 비모수적 방법

(Mann-Whitney U test)으로 이용하였고, 범주형 변수의 비교는 카이제곱 검정(Chi-square test)을 이용하였다. p 값이 0.05 미만인 경우에 통계학적 유의성이 있다고 판단하였으며 통계 분석은 IBM SPSS statistics 19.0 (IBM, USA) 프로그램을 사용하였다.

결 과

총 81명의 환자가 등록되었으며, 56명(69%)의 환자가 경피적 확장 기관절개술을 시행 받았고, 25명(31%)의 환자가 외과적 기관절개술을 시행 받았다. 경피적 확장 기관절개술을 시행 받은 1명의 환자는 시술 중 동맥의 출혈로 지혈

Table 3. Outcomes of 81 Patients Underwent Tracheostomy

	Percutaneous dilatational tracheostomy (n = 56, 69%)	Surgical tracheostomy (n = 25, 31%)	p value
Decannulation	6 (11%)	3 (12%)	1.000
Days before decannulation	27 (11-51)	36 (31-60)	0.393
Death	27 (48%)	11 (44%)	0.812

Values expressed as number of patients (%) or median with interquartile range.

후 응급 외과적 기관절개술로 전환하였다.

경피적 확장 기관절개술을 시행 받은 56명 중 44명(79%)이 남자였고, 나이의 중앙값은 68세(59-77), BMI는 22 (18-23) kg/m², 혈소판은 102.5 (56.8-225.8)×10³/μL, PT (INR) 1.25 (1.12-1.40), aPTT 41.0 (35.6-51.3)였으며, 외과적 기관절개술을 시행받은 25명 중 남자가 17명(68%), 나이는 72세(60-79), BMI는 22 (19-24) kg/m², 혈소판은 106.0 (63.0-199.5)×10³/μL, PT(INR) 1.18 (1.07-1.35), aPTT 42.8초(41.3-48.1)로 두 군간의 차이는 없었다.

환자들의 기저 질환은 경피적 확장 기관절개술 군에서 고형암이 25명(45%), 혈액암이 13명(28%), 천식, 만성폐쇄성폐질환, 결핵, 비결핵항산균폐질환 등의 만성 폐질환이 4명(11%), 만성신부전이 1명(2%), 그 외 당뇨, 뇌혈관질환 등이 12명(23%)이었고, 외과적 기관절개술 군에서는 고형암이 8명(32%), 혈액암이 4명(16%), 만성신부전이 3명(12%), 폐질환 환자가 2명(8%), 그 외 질환이 12명(48%)이었다.

시술 전 기계환기를 적용한 기간은 경피적 확장 기관절개술을 시행 받은 군에서 중앙값 11일(6-15)로 외과적 기관절개술을 받은 군의 중앙값 6일(4-12)보다 유의하게 길었다(p = 0.029). 기관절개술을 시행 받은 이유로는 경피적 확장 기관절개술을 받은 군에서 장기간의 기계 호흡이 45명(80%), 기도 확보 필요성이 11명(20%)이었고, 외과적 기관절개술 군에서는 각각 17명(68%), 8명(32%)이었다. 흡입산소농도(FiO₂), 호기말양압(positive end-expiratory pressure, PEEP)은 경피적 확장 기관절개술을 받은 군에서 각각, 40% (35-54), 6 (5-10) cmH₂O, 외과적 기관절개술은 시행 받은 군에서 32% (30-43), 5 (5-8) cmH₂O이었다(Table 1).

시술 시간은 경피적 확장 기관절개술에서 중앙값 20분(18-30), 외과적 기관절개술에서 38분(28-58)으로 경피적 확장 기관절개술이 유의하게 짧았다(p < 0.001). 시술의 합병증으로는 두 군 모두 출혈이 가장 많았으며, 경피적 확장 기관절개술에서는 10명(18%). 외과적 기관절개술에서는 7명(28%)이었다. 중증의 출혈은 경피적 확장 기관절개술 군에서 시술 중 동맥 출혈로 인한 외과적 지혈 및 외과적 기관절개술로의 전환의 1예가 있었고, 출혈되는 혈관을 외과의가 결찰 후 경피적 확장 기관절개술을 시행한 1예가 있었다. 기관절개관 커프(tracheostomy tube cuff)의 천공이 경피적 확장 기관절개술 군에서 2예(4%)에서 발생하였고, 외과

적 기관절개술 군에서는 1예에서 발생하였다. 그 외 경피적 확장 기관절개술을 시행 받은 군에서 피하기종이 2예(4%) 발생하였다. 외과적 기관절개술 군에서는 피하기종이 1예에서 발생하였고, 시술 2시간 후 기관절개관의 우연한 발관이 1예 발생하였다. 합병증의 발생에 있어서 두 군 간의 유의한 차이는 없었다(Table 2).

삼관제거(발관, decannulation)는 경피적 확장 기관절개술에서 6명(11%), 외과적 기관절개술에서 3명(12%)에서 가능하였다. 기관절개술 후 삼관제거까지의 기간은 경피적 확장 기관절개술에서 중앙값 26일(20-44)이었고, 외과적 기관절개술에서 36일(31-60)로 유의한 차이는 없었다. 기저질환 악화에 의한 사망은 경피적 확장 기관절개술에서 27명(48%), 외과적 기관절개술에서 11명(44%)이었으나, 기관절개술과 관련한 합병증으로 인한 사망은 양 군에서 모두 없었다(Table 3).

고 찰

본 연구는 8개월간 내과중환자실에서 시행된 모든 기관절개술을 분석하여 경피적 확장 기관절개술의 용이성과 안정성을 확인하고자 하였다. 결과로, 총 81명의 환자 중 56명(69%)이 경피적 확장 기관절개술을 시행 받았고, 25명(31%)의 환자가 외과적 기관절개술을 시행 받았으며, 나이, 성별, 기저 질환, 혈소판 및 혈액 응고 수치 등은 양 군간의 유의한 차이가 없었다. 시술 시간은 경피적 확장 기관절개술에서 20분(18-30)으로 외과적 기관절개술의 38분(28-58)보다 유의하게 짧았으며, 합병증은 각각 10예(18%), 7예(28%)로 유의한 차이가 없었다.

경피적 확장 기관절개술의 용이성은 이미 이전 여러 전향적 연구 및 메타분석에서 입증되었다.[9,17] Seldinger technique을 사용하는 경피적 확장 기관절개술은 시술법이 간단하여 최근 전통적인 외과의 외에도 내과의 혹은 내과의 또는 마취과의 등으로 구성된 신경계 중환자 전담의사들도 중환자들을 대상으로 쉽게 시술을 시행하고 있다.[12,18] 또한 Diaz-Regañón 등[19]은 800명을 대상으로 한 코호트 연구에서 전공의들도 쉽게 경피적 확장 기관절개술을 배울 수 있었고, 5회 이상의 경험이 축적된 후에는 합병증의 발생률도 유의하게 감소하였음을 보고하였다. 비록 시간 측정과 관련하여 시술의 시작과 종료 시점이 연구마다 상의하

나 이전 연구에서 입증된 바와 같이 경피적 확장기관절개술이 외과적 기관절개술에 비하여 시술에 소요되는 시간이 유의하게 더 짧았다.[6,9] 시술 시간의 단축은 비록 합병증 발생과는 관련이 없었으나 시술의 간단함을 보여주고 있다. 저자들 역시 경피적 확장 기관절개술을 습득할 수 있었으며, 시술 중 출혈로 인하여 외과적 기관절개술로 전환한 1예 외에는 시술법 자체와 관련하여 시술에 실패하거나 외과적 기관절개술로 전환한 경우는 없었다.

시술과 관련된 합병증은 경피적 확장 기관절개술에서 18%, 외과적 기관절개술에서 28%로 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 본 연구의 경피적 확장 기관절개술의 합병증 발생은 이전 무작위대조 시험 또는 메타분석의 12-35%와 큰 차이가 없었다.[9,20-22] 합병증 중 출혈이 가장 많았고, 대부분 특별한 치료 없이 지혈되었으며, 이 역시 타 연구와는 큰 차이가 없었다.[8,17,18] 수혈이나 수술적 지혈이 필요한 경우가 경피적 확장 기관절개술 군에서 2예 발생하였는데 1예에서는 출혈되는 혈관을 외과가가 결찰 후 경피적 확장 기관절개술을 시행하였고, 한 예에서는 외과가가 수술적 지혈 및 외과적 기관절개술로 전환하였다. 두 번째 예에서는 출혈량이 많아 수혈이 시행되었다. 두 예에서 모두 추가적인 합병증 발생 없이 시술이 완료되었다. 하지만 Suresh[10]가 주장한 바와 같이 모든 경피적 확장 기관절개술이 외과가나 외과의의 감독 하에 진행되어야 하지는 않겠으나 응급 출혈 발생 시 외과가가 수술적 지혈을 할 수 있는 환경 및 여건은 필요할 것으로 생각된다.

이전 연구에 따르면 기흉, 시술 부위의 감염, 기도 천공의 실패, 기관절개관의 기관 옆 위치(paratracheal placement of tracheostomy tube) 등이 보고되나[9,12,20,21] 본 연구에서는 발생하지 않았다. 기관절개관의 기관 옆 위치는 중요한 합병증으로 기관지내시경을 사용하지 않은 경피적 확장 기관절개술을 시행한 연구에 보고되고 있으며,[6,20,23] 한 예 [12]에서는 이를 인지하지 못하고 기계 호흡기를 연결하여 발생한 긴장성 기흉 및 피하기종이 발생으로 환자가 사망하였다.[14] 저자들은 경피적 확장 기관절개술의 전 과정을 기관지내시경으로 확인하였기 때문에 이러한 합병증의 발생하지 않았다. Paran 등[24]이 기관지내시경을 사용하지 않고 시행하는 기관절개술 방법을 소개한 후 유의한 합병증의 증가가 동반되지 않은 연구도 있지만,[25] 기관절개관의 정확한 기관 내 위치 뿐만 아니라 최초 기관 천공의 위치 확인 및 내시경을 통한 기관 내 시술 과정을 확인하여 조직 손상을 감소시켜 기관절개관 부위의 협착을 예방한다는 주장도 있다.[26] 따라서, 경피적 확장 기관절개술 중에는 기관지내시경으로 시술 과정을 확인하는 것이 안전하다고 생각한다.

환자의 호전에 따른 삼관제거는 경피적 확장 기관절개술을 받은 군에서 6명(11%), 외과적 기관절개술을 받은 군에

서 3명(12%)으로 서로 차이가 없었으며, 삼관제거에 소요된 시간 역시 중앙값 26일, 36일로 유의한 차이는 관찰되지 않았다. 삼관제거 후 스토마 상방의 협착 등의 합병증 역시 양군에서 발견되지 않았다. 하지만 발관을 한 환자의 수가 작아서 이에 대한 평가는 어려울 것으로 생각된다.

결론적으로 경피적 확장 기관절개술은 쉽고, 기존의 외과적 기관절개술에 비하여 합병증의 발생도 차이가 없어 비외과의에 의해 안전하게 시술할 수 있을 것으로 생각된다. 하지만, 출혈 등의 응급 상황에서는 외과가가 수술적 개입을 해야 하는 경우가 발생하므로 외과의와의 협조가 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) Wood DE: Tracheostomy. *Chest Surg Clin N Am* 1996; 6: 749-64.
- 2) Sheldon C, Pudenz R, Freswater D, Crue B: A new method for tracheotomy. *J Neurosurg* 1955; 12: 428-31.
- 3) Toy FJ, Weinstein JD: A percutaneous tracheostomy device. *Surgery* 1969; 65: 384-9.
- 4) Ciaglia P, Firsching R, Syniec C: Elective percutaneous dilational tracheostomy. A new simple bedside procedure; preliminary report. *Chest* 1985; 87: 715-9.
- 5) Indeck M, Peterson S, Smith J, Brotman S: Risk, cost, and benefit of transporting ICU patients for special studies. *J Trauma* 1988; 28: 1020-5.
- 6) Cobean R, Beals M, Moss C, Bredenberg CE: Percutaneous dilational tracheostomy. A safe, cost-effective bedside procedure. *Arch Surg* 1996; 131: 265-71.
- 7) Petros S, Engelmann L: Percutaneous dilational tracheostomy in a medical ICU. *Intensive Care Med* 1997; 23: 630-4.
- 8) Beiderlinden M, Karl Walz M, Sander A, Groeben H, Peters J: Complications of bronchoscopically guided percutaneous dilational tracheostomy: beyond the learning curve. *Intensive Care Med* 2002; 28: 59-62.
- 9) Freeman BD, Isabella K, Lin N, Buchman TG: A meta-analysis of prospective trials comparing percutaneous and surgical tracheostomy in critically ill patients. *Chest* 2000; 118: 1412-8.
- 10) Suresh D: Percutaneous dilational tracheostomy-a caution. *Anaesth Intensive Care* 1990; 18: 425-6.
- 11) Kornblith LZ, Burlew CC, Moore EE, Haanel JB, Kashuk JL, Biffl WL, et al: One thousand bedside percutaneous tracheostomies in the surgical intensive care unit: time to change the gold standard. *J Am Coll Surg* 2011; 212: 163-70.
- 12) Klein M, Agassi R, Shapira AR, Kaplan DM, Koiffman L, Weksler N: Can intensive care physicians safely perform percutaneous dilational tracheostomy? An analysis of 207 cases. *Isr Med Assoc J* 2007; 9: 717-9.
- 13) Moon JS, Cho YN, Shin KM, Hong SY, Choi YR, Ahn MS:

- Percutaneous tracheostomy: a comparison with standard surgical tracheostomy. *Korean J Anesthesiol* 1994; 27: 1795-800.
- 14) Ahn JJ, Koh Y, Chin JY, Lee KM, Park W, Hong S-B, et al: Comparison of clinical efficacy between percutaneous dilatational tracheostomy and surgical tracheostomy. *Tuberculosis and Respiratory Diseases* 1998; 45: 1277-83.
 - 15) Ciaglia P: Percutaneous tracheostomy. *Crit Care Med* 1992; 20: 904.
 - 16) Lawson G: Tracheostomy. In: Remacle M, Eckel HE, editors. *Surgery of Larynx and Trachea*. 1st ed. New York, Springer. 2010, pp 159-70.
 - 17) Silvester W, Goldsmith D, Uchino S, Bellomo R, Knight S, Seevanayagam S, et al: Percutaneous versus surgical tracheostomy: A randomized controlled study with long-term follow-up. *Crit Care Med* 2006; 34: 2145-52.
 - 18) Sedar DB, Lee K, Rahman C, Rossan-Raghunath N, Fernandez L, Rincon F, et al: Safety and feasibility of percutaneous tracheostomy performed by neurointensivists. *Neurocrit Care* 2009; 10: 264-8.
 - 19) Díaz-Regañón G, Miñambres E, Ruiz A, Gonzalez-Herrera S, Holanda-Pena M, Lopez-Espadas F: Safety and complications of percutaneous tracheostomy in a cohort of 800 mixed ICU patients. *Anaesthesia* 2008; 63: 1198-203.
 - 20) Friedman Y, Fildes J, Mizock B, Samuel J, Patel S, Appavu S, et al: Comparison of percutaneous and surgical tracheostomies. *Chest* 1996; 110: 480-5.
 - 21) Hazard P, Jones C, Benitone J: Comparative clinical trial of standard operative tracheostomy with percutaneous tracheostomy. *Crit Care Med* 1991; 19: 1018-24.
 - 22) Melloni G, Muttini S, Gallioli G, Carretta A, Cozzi S, Gemma M, et al: Surgical tracheostomy versus percutaneous dilatational tracheostomy. A prospective-randomized study with long-term follow-up. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2002; 43: 113-21.
 - 23) Mansharamani NG, Koziel H, Garland R, LoCicero J, 3rd, Critchlow J, Ernst A: Safety of bedside percutaneous dilatational tracheostomy in obese patients in the ICU. *Chest* 2000; 117: 1426-9.
 - 24) Paran H, Butnaru G, Hass I, Afanasyv A, Gutman M: Evaluation of a modified percutaneous tracheostomy technique without bronchoscopic guidance. *Chest* 2004; 126: 868-71.
 - 25) Ahmed R, Rady SR, Mohammad Siddique JI, Iqbal M: Percutaneous tracheostomy in critically ill patients: 24 months experience at a tertiary care hospital in United Arab Emirates. *Ann Thorac Med* 2010; 5: 26-9.
 - 26) Grundling M, Pavlovic D, Kuhn SO, Feyerherd F: Is the method of modified percutaneous tracheostomy without bronchoscopic guidance really simple and safe? *Chest* 2005; 128: 3774-5.