



전신마취 하 흉복부 대동맥 질환의 혈관 내 스텐트 그래프트 삽입술의 30일 사망률에 영향을 미치는 위험인자

김나리 · 최시진 · 유병훈 · 이상석 · 김계민 · 연준흠 · 이우용
김문철

인제대학교 상계백병원 마취통증의학과

Risk factors of 30-day mortality following endovascular thoracic and abdominal aortic repair with general anesthesia

Nari Kim, Si Jin Choi, Byung Hoon Yoo, Sangseok Lee, Kye-Min Kim, Jun Heum Yon, Woo Yong Lee, and Mun-Cheol Kim

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Inje University Sanggye Paik Hospital, Seoul, Korea

Received August 7, 2018
Revised 1st, October 15, 2018
2nd, October 24, 2018
3rd, October 26, 2018
Accepted October 26, 2018

Corresponding author

Byung Hoon Yoo, M.D., Ph.D.
Department of Anesthesiology
and Pain Medicine, Inje University
Sanggye Paik Hospital, 1342 Dongil-
ro, Nowon-gu, Seoul 01757, Korea
Tel: 82-2-950-1170
Fax: 82-2-950-1323
E-mail: twowind@paik.ac.kr

ORCID

https://orcid.org/0000-0002-1958-8380

Background: Recently, endovascular aortic repair (EVAR) and thoracic endovascular aortic repair (TEVAR), have been used for treatment of thoracic and abdominal aortic aneurysms. The purpose of this study was to analyze the outcome and predictors for 30-day mortality and complications, in patients that underwent EVAR and/or TEVAR under general anesthesia.

Methods: In this study, 151 cases of EVAR and/or TEVAR under general anesthesia in 140 patients during 2009–2017 were studied. The primary outcome was 30-day mortality after surgery. Multivariate logistic regression analysis was used, to clarify risk for postoperative 30-day mortality.

Results: Postoperative 30-day mortality rate was 9.9% in the study population (10.3% in EVAR, and 9.3% in TEVAR, respectively). Seventy-two cases (47.7%) experienced postoperative complications within 30 days. Elderly older than age 76.5 (odds ratio [ORs] = 48.89, 95% confidential interval [95% CI] 1.40–1,710.25, $P = 0.032$), technical expertise (OR = 0.01, 95% CI 0.00–0.40, $P = 0.013$), severity of systemic complications (OR = 23.24, 95% CI, 2.27–238.24, $P = 0.008$), and severity of local-vascular complications (OR = 31.87, 95% CI, 1.29–784.66, $P = 0.034$) were significantly associated with 30-day mortality.

Conclusions: This study revealed that elderly, technical expertise, and severity of systemic and local-vascular complications were associated with 30-day mortality of EVAR and TEVAR in aortic aneurysm.

Keywords: Aortic aneurysm; Length of stay; Mortality; Risk factors; Treatment outcome.

서 론

대동맥류(aortic aneurysm)는 퇴행성 질환이며, 나이에 따라 유병률이 증가한다. 기대 수명이 증가하고 빠르게 고령화 사회가 되어가면서, 새롭게 진단되는 대동맥류의 발병률은 빠르게 증가 중이며 대동맥류의 치료를 필요로 하는 환자들 늘어나고 있다[1]. 혈관 내 접근에 의한 대동맥류 치료법은 1991년 Parodi 등[2]에 의해 발표된 이후로 사용이 증가하고 있다. 복부 대동맥류(abdominal aortic aneurysm, AAA)의 치료에 관한 다수의 연구에서 복부 대동맥류의 혈관 내 스텐트 그라프트 삽입술(endovascular aortic repair, EVAR)이 개복수술(open repair)에 비해 30일 사망률에서 우수한 성적을 보였다고 보고된 바 있으며[3-5], 이는 EVAR가 개복술에 비해 덜 침습적이고, 술 후 합병증을 줄이는 것과 관련이 있다[4]. 또한, 다양한 흉부 대동맥 질환에 대한 흉부 혈관 내 스텐트 그라프트 삽입술(thoracic endovascular aortic repair, TEVAR)의 안정성과 효율성에 대해서도 보고되었다[6].

보고된 바에 따르면, 비파열 복부 대동맥류의 예정된 EVAR (elective EVAR for unruptured AAA) 후 30일 사망률은 1.7% 이지만[7], 고위험군 환자에서는 9%이다[8]. 파열된 복부 대동맥류(ruptured AAA)의 환자의 사망률은 19-34%에 이른다[9,10]. 기존에 알려진 EVAR와 TEVAR 시술 환자의 예후에 영향을 주는 위험인자는 나이와 신부전, 투석 여부가 있다[11-13]. 혈관 내 스텐트 그라프트 삽입술 환자의 더 나은 치료를 위해 사망률을 예측하고 위험 인자를 파악하여 개선하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 전신마취로 진행한 EVAR, TEVAR 환자들의 30일 사망률을 포함한 초기 시술 결과와 초기 합병증을 분석하고 이에 영향을 주는 위험 인자를 알아보고자 한다.

EVAR와 TEVAR 시술은 전신마취, 하반신마취, 국소마취 등 다양한 방법의 마취가 가능하다. 마취의 종류가 환자의 예후에 영향을 주는 것은 논쟁의 여지가 있다. 전신마취가 EVAR와 TEVAR의 성공 여부, 결과, 합병증에 영향을 주지 않는 것으로 보고되기도 하고[14-16], 일부 연구에서는 전신마취가 국소마취나 부위마취에 비해 심폐 합병증을 증가시킨다고 보고되기도 하였다[17]. 전신마취는 국소마취로 진행할 수 없는 경우나 시술이 복잡하고 시간이 오래 걸리는 시술인 경우에 선택이 증가하여 환자의 선택 치우침(selection bias)이 있을 수 있다[15,17]. 본 연구에서는 대부분의 EVAR와 TEVAR를 전신마취로 시행하고 있으며, 본 연구는 선택 치우침을 제거하기 위해 전신마취로 시행한 경우에 국한하여 연구를 진행하였다.

대상 및 방법

본 연구는 연구윤리심의위원회(institutional review board,

IRB)의 승인(no. SGPAIK 2017-12-007-001)하에 시행하였으며, 본원에서 2009년부터 2017년까지 160명의 환자가 시행 받은 EVAR, TEVAR 173건의 전자의무기록을 바탕으로 후향적으로 자료를 수집하였다. 이 중 전신마취로 진행되지 않은 경우, TEVAR 시술을 일주일 내 두 단계로 나누어서 진행한 경우, EVAR와 TEVAR 이외의 다른 수술과 병행하였거나 한 달 이내에 EVAR와 TEVAR를 모두 시행 받은 경우는 배제되었다. 국소마취 12명, 부위마취 1명, 두 단계로 나누어서 진행된 중복 환자 2명, 대동맥 치환술(aorta replacement)과 TEVAR를 동시에 진행한 환자 1명, EVAR와 TEVAR를 동시에 진행한 2명, EVAR를 시행하고 30일 이내에 TEVAR를 시행 받은 2명의 환자의 4건의 시술을 포함하여 총 20명이 배제되었다. 나머지 140명 중 12명의 환자가 중복으로 포함되었으며, 이 중 11명의 환자들은 3-10년 간격을 두고 2회의 시술을 받았으며, 1명은 3회의 시술을 하였고, 시술 간격이 길어서 결과에 영향을 줄 가능성이 낮아 배제하지 않았다. 최종적으로 140명의 환자에게 시행된 151건의 시술이 포함되었다.

환자의 병력, 기저질환, 복용 약물, 미국마취과학회 신체등급 분류(American Society of Anesthesiologist physical status classification), 응급 수술 여부, 시술 전 의식 수준, 거동 불능, 마취의 종류와 총 마취 시간, 시술 시간, 시술 중 투여된 수액량과 소변량, 추정 출혈량(estimated blood loss, EBL), 생체 징후, dopamine, dobutamine, norepinephrine, epinephrine, phenylephrine, ephedrine과 같은 시술 중 투여된 승압제 종류와 총량, 조영제 사용량과 스텐트 종류, 시술 전후 검사 소견, 시술 후 출혈량, 수혈 여부(시술 전, 중, 후), 적혈구 수혈량(ml), 술 후 30일 이내 사망 여부 및 사망 원인, 총 입원 기간, 중환자실 체류 기간, 시술 후 30일 이내 합병증, 지속적 신대체요법(continuous renal replacement therapy, CRRT) 여부(시술 전 투석을 하던 경우 제외), 총 기계환기 시간(total ventilation time) 등을 수집하여 주의 깊게 검토하였다. 대량 출혈은 receiver operating characteristic (ROC) 곡선을 통해 구해진 cut-off value를 사용하였다($EBL \geq 900$ ml). 시술 중 투여된 승압제 총량은 단일 정주(bolus)인 경우에는 시술 중 들어간 정주량의 총합(total infusion dose), 지속 정주(infusion)의 경우는 지속 정주 당시 농도($\mu\text{g/kg/min}$)와 시간(분)을 곱한 값으로 계산하였다. 시술 후 출혈량은 시술 당일과 시술 하루 뒤에 배액관으로 나온 출혈량을 모두 더한 값으로 계산하였다. 총 기계환기 시간(일, day)은 술 후 발관 할 때까지 걸린 날과 재삽관한 경우는 삽관되어있던 날을 모두 더한 값으로 계산하였다.

또한, 연구와 관계없는 한 명의 영상의학과 의사에 의해 흉부 부위 조영증강 computed tomography를 판독하여 대동맥류의 최대 직경, 박리(dissection)와 파열(rupture) 여부를 확인하였다. 술 후 합병증으로 전신(systemic), 국소-혈관성(local-

vascular), 국소-비혈관성(local-nonvascular) 합병증 유무를 확인하였고, 각각의 중증도(severity)를 평가하였다. 전신 합병증은 부정맥, 심부전, 심근경색과 같은 심장 합병증, 뇌졸중, 일

과성 허혈 발작과 같은 신경과적 합병증, 심부정맥 혈전증, 폐색전증과 같은 혈관 합병증, 응고 장애, 신기능 부전, 호흡부전과 같은 폐합병증, 패혈증 등이 포함되며, 국소-혈관성 합병증

Table 1. Comparison of Basic Characteristics between 30-day Mortality and Survival Group

| Variables | Survived (n = 136) | Died (n = 15) | P value |
|--------------------------------------|----------------------|----------------------|----------|
| Sex | | | 0.263 |
| Male | 112 (82.4) | 10 (66.7) | |
| Female | 24 (17.1) | 5 (33.3) | |
| Age (yr) | 73.0 (67.0, 78.0) | 79.0 (77.5, 83.5) | < 0.001* |
| Old age (≥ 76.5 yr) | 43 (31.6) | 12 (80.0) | 0.001* |
| Height (cm) | 165.0 (160.0, 170.5) | 163.0 (158.0, 165.0) | 0.155 |
| Weight (kg) | 64.4 ± 11.7 | 55.9 ± 12.8 | 0.009* |
| ASA PS class | | | 0.234 |
| I | 1 (0.7) | 0 (0.0) | |
| II | 27 (19.9) | 1 (6.7) | |
| III | 95 (69.9) | 10 (66.7) | |
| IV | 12 (8.8) | 4 (26.7) | |
| V | 1 (0.7) | 0 (0.0) | |
| Mental status | | | < 0.001* |
| Alert | 133 (97.8) | 13 (86.7) | |
| Near alert | 3 (2.2) | 0 (0.0) | |
| Stupor | 0 (0.0) | 0 (0.0) | |
| Semicoma | 0 (0.0) | 2 (13.3) | |
| Maximal diameter of aneurysms | 60.4 (50.9, 73.7) | 74.7 (57.8, 99.6) | 0.025* |
| Aneurysm diameter ≥ 65.0 mm | 55 (40.4) | 10 (66.7) | 0.095 |
| Preoperative rupture of aneurysms | 18 (13.2) | 7 (46.7) | 0.003* |
| Preoperative dissection of aneurysms | 40 (29.4) | 3 (20.0) | 1.000 |
| Emergency | 22 (16.2) | 7 (46.7) | 0.012* |
| Presence of symptoms | 78 (57.4) | 11 (73.3) | 0.359 |
| Smoking | 44 (32.4) | 2 (13.3) | 0.221 |
| Comorbidity | | | |
| Hypertension | 99 (72.8) | 12 (80.0) | 0.564 |
| Diabetes mellitus | 18 (13.2) | 3 (20.0) | 0.745 |
| Dyslipidemia | 49 (36.0) | 5 (33.3) | 1.000 |
| COPD | 1 (0.7) | 1 (6.7) | 0.473 |
| IHD | 27 (19.9) | 4 (26.7) | 0.777 |
| CHF | 3 (2.2) | 1 (6.7) | 0.862 |
| CRF | 8 (5.9) | 2 (13.3) | 0.579 |
| Dialysis | 6 (4.4) | 1 (6.7) | 1.000 |
| PAOD | 8 (5.9) | 1 (6.7) | 1.000 |
| Stroke | 26 (19.1) | 3 (20.0) | 1.000 |
| Carotid stenosis [†] | 8 (5.9) | 1 (6.7) | 1.000 |
| Anemia [‡] | 66 (48.5) | 12 (80.0) | 0.041* |
| Preoperative laboratory findings | | | |
| Hb (g/dl) | 12.0 ± 2.1 | 10.6 ± 1.9 | 0.012* |
| Cr (mg/dl) | 1.1 (0.9, 1.4) | 1.1 (0.9, 1.5) | 0.849 |
| AST (U/L) | 23.0 (18.0, 29.0) | 24.0 (17.0, 33.5) | 0.663 |
| ALT (U/L) | 13.0 (9.0, 19.5) | 10.0 (7.5, 15.0) | 0.250 |
| Statin use | 49 (36.0) | 5 (35.7) | 1.000 |
| Antiplatelet use | 71 (52.2) | 6 (42.9) | 0.700 |

Values are expressed as number of cases (%), median (1Q, 3Q), or mean ± SD based on the results of Shapiro-Wilk normality test. ASA PS class: American Society of Anesthesiologist physical status classification, COPD: chronic obstructive pulmonary disease, IHD: ischemic heart disease, CHF: congestive heart failure, CRF: Chronic renal failure, PAOD: peripheral artery obstructive disease, Hb: hemoglobin, Cr: creatinine, AST: aspartate aminotransferase, ALT: alanine aminotransferase. *P value ≤ 0.05, There is a significant difference between 30-day mortality and survival group. [†]Presence of stenosis over 50% of carotid lumen on the carotid doppler ultrasound. [‡]Serum hemoglobin < 12 (g/dl).

은 이식편(graft) 혈전(thrombosis), 감염, 협착, 꼬임(kinking), 문합부 가성동맥류(anastomotic pseudoaneurysm), 문합부 출혈(anastomotic leakage), 대동맥장루(graft-enteric interaction), 장 허혈(colon ischemia), 척수 허혈(spinal cord ischemia)이 포함된다. 국소-비혈관성 합병증은 시술 상처 부위(주로 서혜부)의 혈종, 장액종(seroma), 림프류(lymphocele), 감염, 창상부위 파열(wound dehiscence) 등이 있다. 합병증의 중증도는 경도(mild), 중등도(moderate), 고도(severe)로 나누고 각각 1, 2, 3점을 부여하여 수치화하였다[18,19]. 술 후 합병증 중 섬망은 정신건강의학과 협진을 통해 확인된 경우에 한해서만 인정하였다.

환자의 나이는 ROC 곡선을 통해 구해진 최적값인 76.5세 이상을 고령으로 분류하였고, 신체질량지수(body mass index, BMI)는 소집단(subgroup)을 다음과 같이 4개로 나누었다(BMI < 18.5, 18.5 ≤ BMI < 25, 25 ≤ BMI < 30, BMI ≥ 30). 시술 전 혈색소(hemoglobin, Hb) 수치 < 12 g/dl를 시술 전 빈혈의 기준으로 하였다. 시술 중 저혈압의 기준은 수축기 혈압 < 80 mmHg로 잡았으며[20,21], 저혈압의 유무와 저혈압의 지속 기간을 확인하였다.

일차 결과 변수는 시술 후 30일 사망률이며, 시술 후 30일 이내 모든 원인으로 인한 사망 환자(all-cause mortality)로 정의하였다. 수집된 자료를 바탕으로 시술 후 30일 사망률과 관련

된 유의한 위험인자를 알아보고자 단변량 분석과 다변량 로지스틱 회귀분석을 시행하였다. 통계 프로그램은 R programming language (version 3.4) (R Development Core Team, 2008; <http://www.r-project.org>)를 이용하였다.

자료들은 해당 건수(%) 또는 Shapiro-Wilk 정규성 검정의 결과에 근거하여 중앙값(사분범위) 또는 평균 ± 표준편차로 표현하였고, 단변량과 다변량 로지스틱분석의 독립변수들의 교차비(odds ratio, OR)는 OR (95% confidence interval [CI], 하한값-상한값)으로 표시하였다. 연속형 변수들은 정규성 검정 결과에 따라서 스튜던트 *t* 검정 또는 맨휘트니 *U* 검정을 통해서 사망군과 생존군의 비교를 시행하였으며, 범주형과 이산형 변수들은 카이제곱 검정을 사용하여 비교를 시행하였다.

결 과

본원에서 2009년에서 2017년까지 총 140명의 환자에서 151건의 혈관 내 스텐트 그래프트 삽입술을 시행하였으며, 이 중 54건은 흉복부 대동맥류(thoracoabdominal aortic aneurysm), 흉부 대동맥 박리증(thoracic aortic dissection, Stanford type B), 외상성 대동맥 박리증(tramatic aortic dissection)을 위해 TEVAR를 시행 받았으며, 97건은 AAA, 장골 동맥류(iliac artery aneurysm)를 위해 EVAR를 시행하였다.

Table 2. Information related to Anesthesia and Procedure

| Variables | Survived (n = 140) | Died (n = 17) | P value |
|--|----------------------------|----------------------------|----------|
| Anesthetic time (min) | 237.0 (195.5, 305.0) | 250.0 (196.5, 400.0) | 0.352 |
| Procedure time (min) | 150.0 (107.5, 212.5) | 165.0 (120.0, 320.0) | 0.186 |
| Surgeon | | | 0.010* |
| A | 1 (0.7) | 2 (13.3) | |
| B | 36 (26.5) | 3 (20.0) | |
| C | 85 (62.5) | 8 (53.3) | |
| D | 14 (10.3) | 2 (13.3) | |
| Type of stent | | | < 0.001* |
| Endurant | 83 (61.0) | 10 (66.7) | |
| Valiant | 46 (33.8) | 3 (20.0) | |
| S & G | 0 (0.0) | 2 (13.3) | |
| Excluder | 7 (5.1) | 0 (0.0) | |
| Amount of contrast (ml) | 220.0 (180.0, 280.0) | 260.0 (220.0, 315.0) | 0.057 |
| Amount of crystalloids (ml) | 1,850.0 (1,500.0, 2,650.0) | 2,100.0 (1,725.0, 4,000.0) | 0.120 |
| Amount of colloids (ml) | 500.0 (0.0, 500.0) | 500.0 (50.0, 625.0) | 0.449 |
| Urine amount (ml) | 650.0 (400.0, 1,085.0) | 360.0 (150.0, 732.5) | 0.062 |
| Amount of lasix (mg) | 0.0 (0.0, 0.0) | 0.0 (0.0, 2.5) | 0.335 |
| EBL (ml) | 300.0 (100.0, 500.0) | 1,000.0 (150.0, 1,650.0) | 0.033* |
| Massive bleeding (EBL ≥ 900 ml) | 17 (12.5) | 9 (60.0) | < 0.001* |
| Red blood cell transfusion amount (ml) | 200.0 (0.0, 400.0) | 600.0 (275.0, 1,325.0) | 0.001* |
| Intraoperative hypotensive event | 35 (25.7) | 11 (73.3) | < 0.001* |
| Duration of hypotension (min) | 0.0 (0.0, 5.0) | 10.0 (2.5, 47.5) | < 0.001* |

Values are expressed as number of cases (%) or median (1Q, 3Q). EBL: estimated blood loss. *P value ≤ 0.05, there is a significant difference between 30-day mortality and survival group.

30일 사망군과 생존군의 특성은 Table 1에 기술되어 있다. 환자들의 연령 중앙값(median)은 73.0세이며, 76.5세 이상의 고령환자는 총 55명(36.4%)이었다. 30일 사망군에서 생존군에 비해 나이가 많았으며, 76.5세 이상의 고령 환자들의 분포가 더 많았다. 몸무게는 30일 사망군이 생존군에 비해 적었다($P = 0.009$).

의식 수준 역시 두 군간 차이가 있었다. 생존군에 해당하는 환자는 전연 명료(alert), 거의 명료(near alert)의 의식수준을 보였으며 30일 내 사망한 환자에서는 86.7%만 명료(alert)에 해당하였으며, 반혼수(semicomatose) 상태였던 환자 2명(13.3%)은 30일 내 사망하였다.

전체 대상 환자에서 대동맥류 직경의 중앙값은 60.7 mm (51.0, 75.5)였고, 65.0 mm 이상으로 크기가 큰 경우는 65건 (43.0%)이었다. 대동맥류의 최대 직경은 30일 사망군이 생존군에 비해 유의하게 컸다($P = 0.025$). 그러나 큰 동맥류(최대 직경 ≥ 65.0 mm), 박리(dissection)는 두 군 간에 유의한 차이가 없었다. 파열된 대동맥류 환자의 비율은 30일 사망군이 생존군에 비해 유의하게 높았다($P = 0.003$). 파열 대동맥류의 시술은 총 25건(16.6%)으로 이 중 4명(2.6%)의 환자는 혈액학적으로 불안정하여 마취 시작 전부터 혈압유지를 위해 승압제를 필요로 하였다.

대동맥류 파열로 혈액학적으로 불안정했던 4명 중 30일 내 사망한 환자는 3명(75%)이었다. 시술 전 대동맥류 파열로 인해 혈액학적으로 불안정하거나(4명) 의식 수준이 많이 떨어진 환자(2명)는 총 5명(둘 모두에 해당하는 환자 1명)으로 이 중 4명(80%)이 30일 내 사망하였다.

총 151건 중 응급수술은 29건(19.2%)이며, 30일 사망군에서 생존군에 비해 응급수술 빈도가 유의하게 높았다($P = 0.012$). 흡연력, 기저질환과 시술 전 대동맥 질환의 증상의 유무는 두 군간 유의한 차이가 없었다. 기저질환 중 예외적으로 빈혈($Hb < 12$ g/dl)의 빈도는 30일 사망군이 생존군에 비해 유의하게 높았다($P = 0.041$).

30일 사망군과 생존군의 시술 및 마취와 관련한 정보는 Table 2로 나타냈다. 총 시술 시간, 마취 시간, 조영제 투여량, 수액

량, 소변량은 두 군간 유의한 차이가 없었지만, 시술에 참여한 외과의사와 스텐트 종류는 두 군 간의 유의한 차이가 있었다. 30일 사망군에서 생존군에 비해 출혈량이 많았고, 마찬가지로 EBL 900 ml 이상의 대량 출혈이 더 많았다. 시술 중 적혈구 수혈량은 30일 사망군이 생존군에 비해 약 3배 정도 많았다. 시술 중 수축기 혈압 80 mmHg 미만의 저혈압 발생률과 지속시간은 30일 사망군이 생존군에 비해 높았고 지속시간도 길었다. 투여된 승압제 중 단회 정주(bolus) 약물의 사용량은 phenylephrine을 제외한 나머지 약물에서 두 군간 유의한 차이가 없었고, phenylephrine은 30일 사망군에서는 생존군보다 더 많이 사용하였다($P = 0.041$). 지속 정주(infusion)약물 중에서 norepinephrine의 총사용량만 30일 사망군이 생존군에 비해 많았다.

30일 사망률과 사망의 원인

총 15명(9.9%)이 30일 이내 사망하였으며, EVAR 환자와 TEVAR 환자군 사이에 유의한 차이는 없었다. 사망 원인으로 가장 흔한 원인은 대동맥 파열과 호흡 부전이었다(Table 3). 30일 이내 사망한 EVAR, TEVAR 환자에서 대동맥 관련 사망은 9명(60.0%)이었다(Table 4).

Table 4. Cause of 30-day Mortality

| Cause | Died (n = 15) | P value |
|------------------------|---------------|----------|
| Aortic rupture | 6 (40.0) | < 0.001* |
| Respiratory failure | 6 (40.0) | < 0.001* |
| Multiple organ failure | 2 (13.3) | 0.298 |
| Embolism | 1 (6.7) | 0.473 |
| Aortic-related death | 9 (60.0) | < 0.001* |

Values are expressed as number of cases (%). *P value ≤ 0.05 , there is a significant difference between survival and 30-day mortality group.

Table 3. The 30-day Mortality of the Patients after Endovascular Thoracic and Abdominal Aortic Repair by Presence of Rupture of Aneurysms with General Anesthesia

| Total (n = 151) | Survived (n = 136) | Died (n = 15) | P value | Presence of rupture of aneurysms | Survived | Died | Rates (%) |
|-----------------|--------------------|---------------|---------|----------------------------------|-----------|---------|-----------|
| EVAR (n = 97) | 87 (89.7) | 10 (10.3) | 1.000 | Ruptured AAA (n = 13) | 10 (10.3) | 3 (3.1) | 23.1 |
| | | | | Unruptured AAA (n = 84) | 77 (79.4) | 7 (7.2) | 8.3 |
| TEVAR (n = 54) | 49 (90.7) | 5 (9.3) | 1.000 | Ruptured TAAA (n = 12) | 8 (14.8) | 4 (7.4) | 33.3 |
| | | | | Unruptured TAAA (n = 42) | 41 (75.9) | 1 (1.9) | 2.4 |

Values are expressed as number of cases (%). EVAR: endovascular aortic repair, TEVAR: thoracic endovascular aortic repair, AAA: abdominal aortic aneurysm, TAAA: thoracoabdominal aortic aneurysm.

Table 5. Annual 30-day Mortality Rate

| Year | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|----------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Death within 30 days | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 |
| Annual total cases | 1 | 10 | 9 | 11 | 14 | 22 | 25 | 26 | 33 |
| 30-day mortality (%) | 100.0 | 10.0 | 0.0 | 9.1 | 14.3 | 9.1 | 8.0 | 15.4 | 6.1 |

Values are expressed as number of cases.

Table 6. Postoperative Outcomes after Endovascular Thoracic and Abdominal Aortic Repair with General Anesthesia

| Variables | Survived (n = 140) | Died within 30 days (n = 17) | P value |
|---|--------------------|------------------------------|----------|
| Total hospital day (d) | 14.0 (9.0, 25.5) | 14.0 (4.0, 20.5) | 0.244 |
| Postoperative ICU stay (d) | 1.0 (1.0, 2.0) | 3.0 (1.0, 5.5) | 0.028* |
| Total ICU stay (d) | 2.0 (1.0, 4.0) | 5.0 (3.5, 13.0) | < 0.001* |
| Postoperative bleeding amount (ml) [†] | 553.1 ± 1,428.3 | 2,457.7 ± 2,942.4 | 0.026* |
| Postoperative transfusion | 64 (47.1) | 13 (86.7) | 0.008* |
| RBC transfusion amount (ml) | 0.0 (0.0, 400.0) | 1,350.0 (200.0, 3,700.0) | 0.001* |
| Total ventilation time (d) [‡] | 0.0 (0.0, 0.0) | 0.0 (0.0, 2.5) | < 0.001* |
| Re-intubation | 9 (6.6) | 6 (40.0) | < 0.001* |
| CRRT apply | 20 (14.7) | 9 (60.0) | < 0.001* |
| Complications within 30 days | 57 (41.9) | 15 (100.0) | < 0.001* |
| Systemic complications | 32 (21.2) | 14 (93.3) | < 0.001* |
| Severity of systemic complications | | | < 0.001* |
| Mild | 12 (37.5) | 0 (0.0) | |
| Moderate | 14 (43.8) | 3 (21.4) | |
| Severe | 6 (18.8) | 11 (78.6) | |
| Local-vascular complications | 23 (16.9) | 6 (40.0) | 0.070 |
| Severity of local-vascular complications | | | 0.033* |
| Mild | 10 (43.5) | 0 (0.0) | |
| Moderate | 9 (39.1) | 2 (33.3) | |
| Severe | 4 (17.4) | 4 (66.7) | |
| Local-nonvascular complications | 18 (13.2) | 0 (0.0) | 0.279 |
| Severity of local-nonvascular complications | | | |
| Mild | 10 (55.6) | 0 (0.0) | |
| Moderate | 2 (11.1) | 0 (0.0) | |
| Severe | 6 (33.3) | 0 (0.0) | |
| Re-intervention within 30 days | 12 (8.8) | 5 (33.3) | 0.016* |

Values are expressed as median (1Q, 3Q), mean ± SD, or number of cases (%). ICU: intensive care unit, RBC: red blood cell, CRRT: continuous renal replacement therapy. *P value ≤ 0.05, there is a significant difference between 30-day mortality and survival group. [†]Postoperative bleeding amount is the sum of the amounts of bleeding on the day of procedure and bleeding after one day. [‡]Total ventilation time is the sum of the time taken until the extubation after the procedure and the days from re-intubation to extubation.

연간 30일 사망률 변화

2009년을 시작으로 2017년까지의 매년 30일 사망률을 살펴 보면 사망자 수는 대체로 비슷하지만 매년 총 시술 건수가 증가함에 따라 30일 사망률은 초기에 비해 감소하였다. 예외적으로 2016년에는 사망 건수가 다른 해에 비해 많았다(Table 5).

시술 후 결과와 합병증

총 입원기간(total hospital day)은 평균 14.0일로 두 군간의

유의한 차이는 없었다. 30일 사망군이 생존군보다 시술 후 중환자실 체류 기간(postoperative intensive care unit [ICU] stay)은 평균 2.0일, 총 중환자실 체류 기간(total ICU stay)은 평균 3.0일 더 길었다. 또한, 30일 사망군이 생존군에 비해 시술 후 출혈량이 많았고, 더 많은 환자에서 수혈하였고, 적혈구 수혈량도 유의하게 많았다. 30일 사망군이 생존군에 비해 CRRT 적용 비율과 재삽관(re-intubation)한 환자의 비율이 높고, 총 기계환기 시간(total ventilation time)도 길었다.

전신 합병증과 국소-혈관성 합병증의 발생률은 30일 사망군이 생존군에 비해 유의하게 높았고, 합병증의 분류에 상관없이

전신, 국소-혈관성, 국소-비혈관성 합병증의 중증도는 30일 사망군과 생존군에서 유의한 차이가 있었다. 30일 내에 재시술(re-intervention)을 한 환자는 17명(11.3%)으로, 재시술의 종류는 혈전제거술(thrombectomy) 8명, EVAR 재시술(redo-EVAR) 2명, TEVAR 재시술(redo-TEVAR) 2명, 혈종배액술(hematoma evacuation), 이식편 폐색(graft occlusion)으로 탐색술(exploration), 신동맥 혈관성형술(renal angioplasty), 풍선 확장술(balloon inflation), 쇄골하동맥 스텐트 삽입술(subclavian artery coiling)이 각 1명씩 있었다.

섬망은 30일 내 사망군에서 4명(26.7%), 생존군에서 16명(11.8%), 그리고 총 20명(13.2%)으로 두 군간 유의한 차이는 없었다(Table 6).

30일 사망률의 위험인자

30일 사망률에 대한 단변량 분석을 시행하여 $P < 0.1$ 을 cut-off value로 하여 유의한 결과를 보인 변수를 확인하였다. EVAR, TEVAR 후 30일 사망률에 유의한 단변량 예측 변수는 다음과 같다. 이 변수들을 시술 전(preoperative), 시술 중(intraoperative), 시술 후(postoperative) 인자로 분류하였다.

시술 전 인자는 고령(≥ 76.5 세), BMI, American Society of Anesthesiologist physical status classification, 응급 수술, 거동 불능, 의식변화, 시술 전 저혈량증(hypovolemia)과 빈혈(Hb < 12 g/dl), 시술 전 Hb, creatinine (Cr), aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase, 동맥류의 최대 직경, 큰 동맥류(직경 ≥ 65 mm), 시술 전 파열이 있었

Table 7. Multivariate Logistic Regression Model of Preoperative Risk Factors for 30-day Mortality

| Preoperative risk factors | Estimate | Standard error | z-value | Pr(> z) | OR | 95% CI lower | 95% CI upper |
|------------------------------------|----------|----------------|---------|-----------|-------|--------------|--------------|
| Old age (> 76.5 yr) | 3.8896 | 1.8137 | 2.14 | 0.032* | 48.89 | 1.40 | 1,710.25 |
| Body mass index | -0.2963 | 0.1753 | -1.69 | 0.091 | 0.74 | 0.53 | 1.05 |
| ASA PS class | 0.5293 | 0.8123 | 0.65 | 0.5146 | 1.7 | 0.35 | 8.34 |
| Emergency | 0.0028 | 1.3642 | 0 | 0.9984 | 1 | 0.07 | 14.54 |
| Immobility | 2.0325 | 0.9858 | 2.06 | 0.0392* | 7.63 | 1.11 | 52.7 |
| Mental status | 3.1699 | 1.4462 | 2.19 | 0.0284* | 23.8 | 1.4 | 405.22 |
| Hypovolemia | -0.4278 | 2.1367 | -0.2 | 0.8413 | 0.65 | 0.01 | 42.95 |
| Anemia [†] | 1.7807 | 1.4071 | 1.27 | 0.2057 | 5.93 | 0.38 | 93.55 |
| Hemoglobin (g/dl) | 0.2697 | 0.2803 | 0.96 | 0.336 | 1.31 | 0.76 | 2.27 |
| Serum creatinine (mg/dl) | 0.3647 | 0.5904 | 0.62 | 0.5367 | 1.44 | 0.45 | 4.58 |
| Aspartate aminotransferase (U/L) | 0.0227 | 0.0274 | 0.83 | 0.4079 | 1.02 | 0.97 | 1.08 |
| Alanine aminotransferase (U/L) | -0.0168 | 0.0351 | -0.48 | 0.6317 | 0.98 | 0.92 | 1.05 |
| Maximal diameter of aneurysms (mm) | 0.0667 | 0.0351 | 1.9 | 0.0573 | 1.07 | 1 | 1.15 |
| Large diameter (> 65 mm) | -2.7609 | 1.7753 | -1.56 | 0.1199 | 0.06 | 0 | 2.05 |
| Preoperative rupture | 2.1628 | 1.4011 | 1.54 | 0.1227 | 8.7 | 0.56 | 135.49 |

OR: odds ratio, CI: confidence interval, ASA PS class: American Society of Anesthesiologist physical status classification. *P value ≤ 0.05 , there is a significant difference between 30-day mortality and survival group. [†]Serum hemoglobin < 12 (g/dl).

Table 8. Multivariate Logistic Regression Model of Intraoperative Risk Factors for 30-day Mortality

| Intraoperative risk factors | Estimate | Standard error | z-value | Pr(> z) | OR | 95% CI lower | 95% CI upper |
|---|----------|----------------|---------|-----------|------|--------------|--------------|
| Surgeon B | -4.3145 | 1.7297 | -2.49 | 0.0126* | 0.01 | 0 | 0.4 |
| Surgeon C | -3.7822 | 1.5941 | -2.37 | 0.0177* | 0.02 | 0 | 0.52 |
| Surgeon D | -3.5756 | 2.0216 | -1.77 | 0.0769 | 0.03 | 0 | 1.47 |
| Crystalloid amount (ml) | -0.0005 | 0.0004 | -1.36 | 0.1723 | 1 | 1 | 1 |
| Massive bleeding [†] | 1.6339 | 0.9724 | 1.68 | 0.0929 | 5.12 | 0.76 | 34.46 |
| RBC transfusion amount (ml) | 0.0006 | 0.0007 | 0.85 | 0.3936 | 1 | 1 | 1 |
| Intraoperative hypotension [‡] | 1.2598 | 0.9485 | 1.33 | 0.1841 | 3.52 | 0.55 | 22.62 |
| Duration of hypotension (min) | 0.0391 | 0.0247 | 1.58 | 0.1138 | 1.04 | 0.99 | 1.09 |
| Dobutamine infusion | 0.5451 | 0.9147 | 0.6 | 0.5513 | 1.72 | 0.29 | 10.36 |
| Norepinephrine infusion | -0.1912 | 0.9337 | -0.2 | 0.8378 | 0.83 | 0.13 | 5.15 |
| Epinephrine infusion dose [§] | -0.1253 | 0.249 | -0.5 | 0.615 | 0.88 | 0.54 | 1.44 |

OR: odds ratio, CI: confidence interval. *P value ≤ 0.05 , there is a significant difference. [†]Estimated blood loss amount ≥ 900 ml. [‡]Systolic blood pressure < 80 mmHg during procedure. [§]Total infusion dose of intravenous inotropes which is the sum of dose time multiplication during all of the procedure time.

Table 9. Multivariate Logistic Regression Model of Postoperative Risk Factors for 30-day Mortality

| Postoperative risk factors | Estimate | Standard error | z-value | Pr(> z) | OR | 95% CI lower | 95% CI upper |
|--|----------|----------------|---------|-----------|-------|--------------|--------------|
| Postoperative bleeding amount (ml) | 0.0006 | 0.0005 | 1.33 | 0.1841 | 1 | 1 | 1 |
| CRRT apply | -2.9819 | 1.8395 | -1.62 | 0.105 | 0.05 | 0 | 1.87 |
| Need for re-intubation | -0.1328 | 1.4362 | -0.09 | 0.9263 | 0.88 | 0.05 | 14.62 |
| Need for postoperative transfusion | -1.7701 | 1.7536 | -1.01 | 0.3128 | 0.17 | 0.01 | 5.3 |
| RBC transfusion amount (ml) | 0.0004 | 0.0006 | 0.67 | 0.5014 | 1 | 1 | 1 |
| Presence of systemic complications | 0.4716 | 3.7265 | 0.13 | 0.8993 | 1.6 | 0 | 2,381.34 |
| Severity of systemic complications | 3.1459 | 1.1875 | 2.65 | 0.0081* | 23.24 | 2.27 | 238.24 |
| Presence of local-vascular complications | -6.561 | 3.4164 | -1.92 | 0.0548 | 0 | 0 | 1.14 |
| Severity of local-vascular complications | 3.4615 | 1.6346 | 2.12 | 0.0342* | 31.87 | 1.29 | 784.66 |
| Hemoglobin (g/dl) | -0.5021 | 0.6652 | -0.75 | 0.4504 | 0.61 | 0.16 | 2.23 |
| Serum creatinine (mg/dl) | -0.5634 | 0.6146 | -0.92 | 0.3593 | 0.57 | 0.17 | 1.9 |
| Aspartate aminotransferase (U/L) | 0.0002 | 0.0014 | 0.15 | 0.879 | 1 | 1 | 1 |

OR: odds ratio, CI: confidence interval, CRRT: continuous renal replacement therapy, RBC: red blood cell. *P value ≤ 0.05 , there is a significant difference.

다(Table 7).

시술 중 인자는 외과 의사, 정질액의 투여량, 추정 출혈량 (estimated blood loss, EBL), 대량 출혈($EBL \geq 900$ ml) 여부, 시술 중 적혈구 수혈량, 시술 중 저혈압 유무와 지속시간, dobutamine과 norepinephrine의 지속 정주 여부, epinephrine의 지속 정주 총량이 있었다(Table 8).

시술 후 인자는 시술 후 출혈량, 지속신대체요법(CRRT) 적용 여부, 재삽관 여부, 시술 후 수혈 여부, 시술 후 적혈구 수혈량, 전신 및 국소-혈관성 합병증의 발생과 중증도, 시술 후 Hb, Cr, AST 수치가 있었다(Table 9).

이 변수들을 바탕으로 30일 사망률과의 상관관계를 다변량 로지스틱 회귀분석을 시행하였다. 그 결과 시술 전 인자로는 고령(≥ 76.5 세)이 OR = 48.89 (95% CI, 1.40-1,710.25, P = 0.032)로 30일 사망률에 유의한 독립적 위험인자로 확인되었으며, 시술 중 인자로는 외과의사 B가 OR = 0.01 (95% CI, 0.00-0.40, P = 0.013), 외과의사 C가 OR = 0.02 (95% CI, 0.00-0.52, P = 0.018)로 유의한 영향 요인으로 확인되었다. 시술 후 인자는 전신 합병증의 중증도 OR = 23.24 (95% CI, 2.27-238.24, P = 0.008), 국소-혈관성 합병증의 중증도 OR = 31.87 (95% CI, 1.29-784.66, P = 0.034)로 유의한 위험인자로 확인되었다.

하위 그룹 분석으로 비파열 대동맥류만을 대상으로 시술 전, 시술 중, 시술 후 위험요인에 대한 회귀분석을 시행한 결과 유의한 변수를 찾을 수 없었다.

고 찰

본 연구의 총 30일 사망률은 9.9%, 이 중 EVAR 환자의 30일 사망률은 10.3%였다. 파열된 복부 대동맥류의 EVAR 환자의 사망률은 23.1%로 다른 연구에 비해 낮았으며, 비파열 복부 대동맥류의 EVAR 환자의 사망률은 7.2%로 다른 연구에서 관찰된

예정된 비파열 대동맥류의 EVAR 환자의 사망률 1.7% [1]보다 높았다. 본 연구에서 사망률이 다소 높게 나타난 이유는 다른 연구와 달리 응급환자가 포함되었기 때문으로 보인다. TEVAR의 30일 사망률은 9.3%로 다른 연구에서 보인 TEVAR의 30일 사망률 5.3-11%과 비슷하였다[22,23].

파열 대동맥류 환자의 30일 사망률은 28% (7/25명)로, 전체 환자(30일 사망률 9.9%)에서보다 상당히 높았다. 대동맥류 파열이 있었던 25건을 제외한 비파열 대동맥류만을 대상으로 회귀분석을 시행한 결과 유의한 변수가 하나도 없었는데, 이는 파열 대동맥류를 제외하였을 때 30일 사망자 수가 15명에서 8명(생존자 118명)으로 감소하여 유의한 결과를 얻기에는 충분하지 않았던 것으로 생각된다. 주목할 점은 파열 대동맥류 환자 중 혈액학적으로 불안정하거나 의식수준이 떨어진 환자의 경우 30일 사망률이 80% (4/5명)에 이르렀다.

대동맥류의 파열과 그로 인한 혈액학적 불안정 및 의식변화는 환자의 30일 사망률에 큰 영향을 미치는 것으로 보인다. 대동맥류의 파열 여부 및 의식변화는 단변량 분석에서도 유의한 결과로 밝혀졌다. 하지만 다변량 분석에서 최종적으로 위험인자로 밝혀지지는 않았다. 한편, 혈액학적 불안정성은 단변량 분석에서도 유의하지 않았다. 이는 혈액학적 불안정성과 의식변화가 있는 경우가 전체 건수에 비해 너무 작아 통계적으로 유의한 결과를 보이기 어려웠을 것으로 생각된다.

30일 사망군과 생존군 간에 나이, 고령(≥ 76.5 세)환자의 비율, 의식변화, 혈색소(Hb) 수치에 차이가 있었다. Acosta 등 [10]은 파열된 대동맥류의 EVAR에서 원내 사망률(in-hospital mortality)의 예측인자로 나이, 의식 상실(unconsciousness), 혈색소(Hb) 수치를 제시하였다. 본 연구에서 차이를 보인 항목들과 이와 유사하였다. 또한, 30일 사망군이 생존군에 비해 시술 중 저혈압의 빈도가 유의하게 높고 지속시간도 길었고, 저혈압의 교정을 위해 사용된 심혈관계 약물 중 phenylephrine 단

회 정주 총량과 norepinephrine의 지속 정주 총량도 30일 사망군에서 더 많았다. 뿐만 아니라, 30일 사망군에서 시술 후 중환자실 체류 기간, 총 중환자실 체류 기간이 더 길었고, 재삽관과 CRRT의 적용도 더 많았다. 추가적인 호흡기 치료 또는 CRRT의 적용을 필요로 하는 환자들 중 중환자실 체류 기간이 길었을 것이고, 생존군보다는 30일 사망군에 이런 환자들 빈도가 더 높았을 것으로 생각된다. Peppelenbosch 등[24]은 대동맥류의 직경이 초기 및 장기 사망률에 중요한 위험 인자(hazard ratio 2.5, 95% CI 1.6-4.0)라고 하였다. 본 연구에서 30일 사망군이 생존군보다 대동맥류 크기가 10 mm 이상 컸지만, 최종적으로 대동맥류의 직경은 30일 사망군의 위험인자는 아니었다. 다변량 회귀 분석을 통한 결과, 생존군과 30일 사망군 간에 차이를 보인 변수 중 고령(≥ 76.5 세)을 제외한 다른 변수들은 30일 사망률에 영향을 주는 유의한 위험인자는 아니었다.

일반적으로 알려진 TEVAR의 장기 사망률에 영향을 주는 위험인자에는 신부전, 투석이 필요한 경우, 나이의 증가, 증상이 있는 동맥류가 있다[11]. EVAR의 장기 사망률에 영향을 주는 독립적인 위험인자로 나이, 여성, 신부전, 투석, 심부전, 만성폐쇄성폐질환, 혈관 질환이 있다[12,13]. 여기서 여성은 논란의 여지가 있다[1,25]. 본 연구 결과, 고령(≥ 76.5 세) 이외의 전술한 위험인자들은 사망률과 관련이 없었다. 기저질환들은 장기 사망률에 영향을 주는 인자로 알려져 있지만, 본 연구에서는 30일 사망률에 영향을 주지 않았다. 신부전은 조기 사망률에 주요한 위험인자로 알려져 있지만, 본 연구에서 만성신부전 환자는 10명(6.6%), 투석을 필요로 하는 환자는 7명(4.6%)으로 수가 너무 적기 때문에 유의한 결과를 보이기 어려웠을 것으로 보인다.

본 연구에서 30일 사망률에 대한 독립적 위험 인자를 분석한 결과, 고령(≥ 76.5 세)이 30일 사망률에 영향을 주는 유의한 시술 전 인자로 확인되었다. Giles 등[12]은 나이를 71-75세, 76-80세, 80세 이상으로 범주화 하여 비교하였는데 76-80세 군이 OR 1.9 (95% CI 1.4-2.5, $P < 0.0001$), 80세 이상의 고령에서 OR 3.1 (95% CI 2.4-4.2, $P < 0.0001$)로 사망률에 예측인자임을 확인하였다.

시술 중 인자로는 두 명의 외과의사에서 30일 사망률이 유의하게 낮은 결과를 보였다(Table 6). 다른 연구에서도 외과 팀의 기술과 경험이 환자의 예후에 영향을 주는 요인임을 확인할 수 있다[23,26]. 외과의사 C와 D가 비슷한 경험을 가졌음에도 불구하고 다른 결과를 보인 것은 외과 팀의 기술이 중요한 요소인 것으로 생각된다. 외과의사 간에 전문의 경력에는 차이가 있을 수 있지만, 2009년 본원에 처음 EVAR, TEVAR가 도입되어 새로운 시술을 시작함에 있어선 모두가 초심자일 수 있다고 생각한다. 이에 따라 외과의사들의 경험은 비슷하다고 해석하였기 때문이다. Eggebrecht 등[23]은 스텐트-이식편 배치의 결과에 대한 시술자의 경험이 강한 영향을 준다고 제시하였으며, 매년 20명 이

상의 환자 경험을 보고한 센터가 경험이 적은 센터보다 성공률($98.8 \pm 0.5\%$ 대 $98.1 \pm 0.9\%$, $P < 0.001$)이 높고, 30일 사망률($3.2 \pm 1.0\%$ 대 $8.5 \pm 1.8\%$, $P < 0.001$)과 합병증이 적다고 하였다. 또한, 시간이 지남에 따라 시술 성공률은 향상되었다고 하였다. 본원의 경우 시간이 지남에 따라 총 시술 건수가 증가하였고, 2009년 연 1건을 시작으로 2015년 이후로 연 20건을 넘었다. 앞서 연구와는 달리 시간에 따라 성공률이 비례적으로 오르는 않았지만, 전반적으로 30일 사망률은 초기에 비해 감소하였다.

대동맥류의 혈관 내 치료(endovascular aortic repair)환자는 개복술에 비해 시술 후 섬망의 빈도가 낮으며, 13% 정도이다[27]. 본 연구에서 비슷한 정도로 13.2%의 환자에서 시술 후 섬망이 발생하였다. Koebrugge와 동료[28]들은 EVAR 환자에서의 섬망 발생률이 6%이며, 나이와 응급 수술이 시술 후 섬망의 유의한 예측인자라고 제시하였다.

본 연구의 한계점은 후향적 디자인 연구로 통제되지 못한 변수들이 결과에 영향을 미칠 수 있으며, 표본 수가 작고, 많은 변수에 비하여 상대적으로 낮은 발생률이 결과에 유의하게 영향을 줄 수 있다는 점이다. 향후에 더 큰 연구집단을 대상으로 집단간의 기본 특성의 이질성을 최소화할 수 있는 디자인의 연구가 필요하다고 생각한다.

결론적으로 30일 사망률에 영향을 주는 영향 요인은 고령(≥ 76.5 세), 외과의사, 전신 및 국소-혈관성 합병증의 중증도였다. 시술하는 외과 팀의 경험이 풍부하고 실력이 향상되어 술 후 중등도 이상의 합병증을 줄이는 것이 EVAR, TEVAR 환자의 조기 사망률을 낮추는데 중요할 것이다. 호흡 부전이 사망 원인의 큰 부분을 차지하고, 기계환기, CRRT, 중환자실 체류기간 등이 중요한 요소로 생각되기 때문에 시술 중 혈액학적 안정성뿐만 아니라 호흡기 관리와 신기능 보존을 위한 주술기 수액 요법에 주의할 것을 기울이는 것도 필요할 것 같다.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported by department funding only.

CONFLICTS OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

ORCID

Nari Kim: <https://orcid.org/0000-0002-9448-7475>

Si Jin Choi: <https://orcid.org/0000-0003-1860-3320>

Sangseok Lee: <https://orcid.org/0000-0001-7023-3668>
 Kye-Min Kim: <https://orcid.org/0000-0003-1298-7642>
 Jun Heum Yon: <https://orcid.org/0000-0002-2997-2191>
 Woo Yong Lee: <https://orcid.org/0000-0002-1632-1314>
 Mun-Cheol Kim: <https://orcid.org/0000-0001-8114-410X>

REFERENCES

1. Acosta S, Ogren M, Bengtsson H, Bergqvist D, Lindblad B, Zdanowski Z. Increasing incidence of ruptured abdominal aortic aneurysm: a population-based study. *J Vasc Surg* 2006; 44: 237-43.
2. Parodi JC, Palmaz JC, Barone HD. Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysms. *Ann Vasc Surg* 1991; 5: 491-9.
3. Greenhalgh RM, Brown LC, Kwong GP, Powell JT, Thompson SG, EVAR trial participants. Comparison of endovascular aneurysm repair with open repair in patients with abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 1), 30-day operative mortality results: randomised controlled trial. *Lancet* 2004; 364: 843-8.
4. Prinssen M, Verhoeven ELG, Buth J. A randomized trial comparing conventional and endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. *ACC Curr J Rev* 2005; 14: 59-60.
5. Lederle FA, Freischlag JA, Kyriakides TC, Padberg FT Jr, Matsuura JS, Kohler TR, et al. Outcomes following endovascular vs open repair of abdominal aortic aneurysm: a randomized trial. *JAMA* 2009; 302: 1535-42.
6. Chaikof EL, Mutrie C, Kasirajan K, Milner R, Chen EP, Veeraswamy RK, et al. Endovascular repair for diverse pathologies of the thoracic aorta: an initial decade of experience. *J Am Coll Surg* 2009; 208: 802-16.
7. EVAR trial participants. Endovascular aneurysm repair versus open repair in patients with abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 1): randomised controlled trial. *Lancet* 2005; 365: 2179-86.
8. EVAR trial participants. Endovascular aneurysm repair and outcome in patients unfit for open repair of abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 2): randomised controlled trial. *Lancet* 2005; 365: 2187-92.
9. Resch T, Malina M, Lindblad B, Dias NV, Sonesson B, Ivancev K. Endovascular repair of ruptured abdominal aortic aneurysms: logistics and short-term results. *J Endovasc Ther* 2003; 10: 440-6.
10. Acosta S, Lindblad B, Zdanowski Z. Predictors for outcome after open and endovascular repair of ruptured abdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2007; 33: 277-84.
11. Coselli JS, LeMaire SA, Miller CC 3rd, Schmittling ZC, Köksoy C, Pagan J, et al. Mortality and paraplegia after thoracoabdominal aortic aneurysm repair: a risk factor analysis. *Ann Thorac Surg* 2000; 69: 409-14.
12. Giles KA, Schermerhorn ML, O'Malley AJ, Cotterill P, Jhaveri A, Pomposelli FB, et al. Risk prediction for perioperative mortality of endovascular vs open repair of abdominal aortic aneurysms using the Medicare population. *J Vasc Surg* 2009; 50: 256-62.
13. Schermerhorn ML, O'Malley AJ, Jhaveri A, Cotterill P, Pomposelli F, Landon BE. Endovascular vs. open repair of abdominal aortic aneurysms in the Medicare population. *N Engl J Med* 2008; 358: 464-74.
14. Ruppert V, Leurs LJ, Steckmeier B, Buth J, Umscheid T. Influence of anesthesia type on outcome after endovascular aortic aneurysm repair: an analysis based on EUROSTAR data. *J Vasc Surg* 2006; 44: 16-21.
15. Broos PP, Stokmans RA, Cuypers PW, van Sambeek MR, Teijink JA. Effects of anesthesia type on perioperative outcome after endovascular aneurysm repair. *J Endovasc Ther* 2015; 22: 770-7.
16. Karthikesalingam A, Thrumurthy SG, Young EL, Hinchliffe RJ, Holt PJ, Thompson MM. Locoregional anesthesia for endovascular aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2012; 56: 510-9.
17. Parra JR, Crabtree T, McLafferty RB, Ayerdi J, Gruneiro LA, Ramsey DE, et al. Anesthesia technique and outcomes of endovascular aneurysm repair. *Ann Vasc Surg* 2005; 19: 123-9.
18. Rutherford RB, Baker JD, Ernst C, Johnston KW, Porter JM, Ahn S, et al. Recommended standards for reports dealing with lower extremity ischemia: revised version. *J Vasc Surg* 1997; 26: 517-38.
19. Chaikof EL, Blankensteijn JD, Harris PL, White GH, Zarins CK, Bernhard VM, et al. Reporting standards for endovascular aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2002; 35: 1048-60.
20. Mehta M, Taggart J, Darling RC 3rd, Chang BB, Kreienberg PB, Paty PS, et al. Establishing a protocol for endovascular treatment of ruptured abdominal aortic aneurysms: outcomes of a prospective analysis. *J Vasc Surg* 2006; 44: 1-8.
21. Vaddineni SK, Russo GC, Patterson MA, Taylor SM, Jordan WD Jr. Ruptured abdominal aortic aneurysm: a retrospective assessment of open versus endovascular repair. *Ann Vasc Surg* 2005; 19: 782-6.
22. Steuer J, Eriksson MO, Nyman R, Björck M, Wanhainen A. Early and long-term outcome after thoracic endovascular aortic repair (TEVAR) for acute complicated type B aortic dissection. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2011; 41: 318-23.
23. Eggebrecht H, Nienaber CA, Neuhäuser M, Baumgart D, Kische S, Schmermund A, et al. Endovascular stent-graft placement in aortic dissection: a meta-analysis. *Eur Heart J* 2006; 27: 489-98.
24. Peppelenbosch N, Buth J, Harris PL, van Marrewijk C, Fransen G; EUROSTAR Collaborators. Diameter of abdominal aortic aneurysm and outcome of endovascular aneurysm repair: does size matter? A report from EUROSTAR. *J Vasc Surg* 2004; 39: 288-97.

25. Gloviczki P, Huang Y, Oderich GS, Duncan AA, Kalra M, Fleming MD, et al. Clinical presentation, comorbidities, and age but not female gender predict survival after endovascular repair of abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg* 2015; 61: 853-61.e2.
26. Laheij RJ, van Marrewijk CJ, Buth J, Harris PL; EUROSTAR Collaborators. The influence of team experience on outcomes of endovascular stenting of abdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2002; 24: 128-33.
27. Salata K, Katznelson R, Beattie WS, Carroll J, Lindsay TF, Djaiani G. Endovascular versus open approach to aortic aneurysm repair surgery: rates of postoperative delirium. *Can J Anaesth* 2012; 59: 556-61.
28. Koebrugge B, van Wensen RJ, Bosscha K, Dautzenberg PL, Konig OH. Delirium after emergency/elective open and endovascular aortoiliac surgery at a surgical ward with a high-standard delirium care protocol. *Vascular* 2010; 18: 279-87.