creative commons
COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

계명대학교 KEIMYUNG UNIVERSITY

로봇 전립선 절제술 시 평균동맥압 조절이 뇌산소포화도에 미치는 영향

석 사 학 위 논 문

로봇 전립선 절제술 시 평균동맥압 조절이 뇌산소포화도에 미치는 영향

계 명 대 학 교 대 학 원

의 학 과

김 상 백

지도교수 홍 지 희

2 0 2 1 년 8 월

김 상 백

2 0 2 1 년 8 월

계명대학교
KEIMYUNG UNIVERSITY

로봇 전립선 절제술 시 평균동맥압 조절이 뇌산소포화도에 미치는 영향

지도교수 홍 지 희

이 논문을 석사학위 논문으로 제출함

2021년 8월

계 명 대 학 교 대 학 원

의학과 마취통증의학 전공

김 상 백

계명대학교
KEIMYUNG UNIVERSITY

김상백의 석사학위 논문을 인준함

주 심 박 기 범

부 심 홍 지 희

부 심 박 지 훈

계 명 대 학 교 대 학 원

2 0 2 1 년 8 월

계명대학교
KEIMYUNG UNIVERSITY

감사문

본 논문을 제출하기까지 많은 분들의 도움을 받았습니다. 가장 먼저 부족한 저를 이끌어주시고 본 논문을 작성하는데 큰 도움을 주신 홍지희 지도교수님께 진심으로 감사의 마음을 드립니다. 더불어 바쁘신 와중에 본 논문의 심사를 위해 시간을 내어주신 박기범 교수님, 박지훈 교수님께도 감사의 마음을 드립니다. 이 연구를 위해 도움을 준 마취통증의학과 의국원 그리고 마취통증의학과 간호사 선생님들께도 감사를 드립니다.

뒤늦게 마무리한 대학원 과정 가운데 이번 학위 논문을 작성하면서 마취통증의학과 의사로서 뿐 아니라 학자로서 많이 부족한 저의 모습을 느꼈습니다. 저보다 앞서 여러 연구들과 경험을 통하여 지금의 의료를 만들어 오신 많은 교수님들과 선배님들께도 이 글을 통하여 존경을 표합니다. 저 또한 여러 선배님들의 발자취를 쫓아 더욱 더 마취통증의학이라는 학문을 탐구하고 발전시킬 수 있는 의사가 되기 위해 노력하겠습니다.

2021년 8월

김 상 백

계명대학교
KEIMYUNG UNIVERSITY

목 차

1. 서론 ····· 1

2. 재료 및 방법 ····· 2

3. 성 적 ····· 5

4. 고 찰 ····· 12

5. 요 약 ····· 15

참고문헌 ····· 16

Abstract ····· 21

국문초록 ····· 23

계명대학교 KEIMYUNG UNIVERSITY

List of Tables

Table 1. Patient Demographics and Intraoperative Data……6

Table 2. Hemodynamic Parameters during Robot Assisted Laparoscopic Radical Prostatectomy……7

Table 3. Respiratory Mechanics and Arterial Blood Gas Analysis during Robot Assisted Laparoscopic Radical Prostatectomy……8

Table 4. Regional Cerebral Oygen Saturation during Robot Assisted Laparoscopic Radical Prostatectomy……9

계명대학교 KEIMYUNG UNIVERSITY

List of Figures

Figure 1. The flowchart of the study ····· 10

Figure 2. Changes of regional cerebral oxygen saturation(rSO_2)····· 11

계명대학교 KEIMYUNG UNIVERSITY

1. 서론

로봇 전립선 절제술은 과거의 개복 전립선 절제술에 비해 한 층 진보된 방법으로서 다양한 장점들을 제공한다. 대표적 장점으로 훌륭한 수술 시야, 적은 출혈량, 술 후 통증의 감소 그리고 짧은 재원 기간이다[1-4].

로봇 수술을 하기 위해서 환자를 트렌델렌부르크 자세로 고정시켜야 하며 수술 중 이산화탄소 기복강을 유지하여야 한다. 이로 인해 환자의 뇌혈관, 심혈관계가 영향을 받게 되어 의도치 않은 혈역학적 변화가 생길 수 있다[5,6]. 트렌델렌부르크 자세에 따라 뇌혈량이 증가하여 두개내압이 상승하게 되고[7] 하지에서 심장으로 정맥 환류가 증가하기 때문에 혈압이 상승하게 된다. 이러한 혈압과 두개내압의 변화는 결과적으로 뇌관류의 변화를 일으킬 수 있다[8].

뇌의 혈류는 항상 일정한 뇌관류를 공급하기 위해 뇌혈관계의 자동조절능에 의해 조절된다. 혈관활성 매개체들에 의해 저혈압 시에는 혈관 확장이 일어나 뇌로의 혈류를 증가시켜 뇌경색을 방지하고 고혈압 시에는 혈관 수축이 일어나 과도한 관류로 인한 뇌충혈 및 뇌부종을 막을 수 있다[9-11]. 이산화탄소 기복강과 트렌델렌부르크 자세가 뇌혈관계에 미치는 영향은 아직 명확하게 밝혀지지 않았으나[10,12,13] 장시간의 트렌델렌부르크 자세에서 뇌혈관계 자동조절능의 저하가 발생함을 이전 연구에서 다루었다[10]. 본 연구는 로봇 전립선 절제술 시 이산화탄소 기복강과 트렌델렌부르크 자세를 유도하였을 때 평균동맥압 조절이 뇌산소포화도에 어떤 영향을 미치는지 알아보고자 한다.

계명대학교 KEIMYUNG UNIVERSITY

2. 재료 및 방법

2.1. 연구 대상

이 연구는 전향적, 무작위 연구로 계획하였고 계명대학교 동산의료원 임상연구 윤리위원회(Keimyung University Dongsan Hospital, IRB No. #19-07-049)의 승인을 받았다. 연구로 인해 발생 가능한 이익과 위험 요소들은 동의서에 기재되었고 충분한 설명을 통해 제공되었다.

연구 대상자 선정은 2020년 4월부터 2020년 9월까지 da Vinci ^{Si} robot system (Intuitive Surgical Inc., Sunnyvale, CA, USA)을 이용한 정규 로봇 전립선 절제술을 받은 환자들 중 ASA class I, II에 해당하는 환자군을 대상으로 하였다. 환자들 중 이미 뇌혈관계 질환이 있거나 뇌수술의 과거력이 있는 경우 제외하였고 항고혈압제 사용에도 조절되지 않은 고혈압 과거력이 있는 경우 제외하였다.

2.2. 연구 방법

연구 참여자들은 전 처치 없이 수술실에 입실하였고 심전도, 맥박 산소측정, 비침습적 혈압계를 이용하여 환자의 활력징후를 감시하였다. 마취 유도는 propofol 1.5 mg/kg, rocuronium bromide 0.9 mg/kg, remifentanil 1 μg/kg를 이용하여 시행되었다. 성공적으로 기관 삽관을 시행한 후 용적 제어 환기로 기계 환기를 시작하였고 일회호흡량은 8-10 mL/kg으로 설정하였다. 호흡수의 경우 호기말 이산화탄소가 30-35 mmHg로 유지되게 조정되었다.

지속적인 동맥 혈압 감시와 동맥혈 가스 분석을 위해 요골동맥에 카테터(Flotrac™, Edward Life Science, Irvine, CA, USA)를 거치시켰다. 카테터를 이용하여 심박출량을 감시하였다. 최소 폐포 농도 1.0 - 1.5의

계명대학교 KEIMYUNG UNIVERSITY

sevoflurane과 remifentanil 0.05 - 0.3 μg/kg/min을 이용하여 마취를 유지하였고 흡입산소농도는 60%로 공급하였다. 세드라인(SedLine™, Masimo Corp., Irvine, CA, USA)을 이용하여 마취 심도가 적절한 지 감시하였고 술 중 환자 상태 지수(Patient state index, PSI)를 25 - 50을 목표로 유지하였다.

이산화탄소는 환자가 앙와위에서 da Vinci ^{Si} 를 이용하여 복강내압이 15 - 20 mmHg가 되게 주입되었고 트렌델렌부르크 자세는 30° 로 적용되었다. 이산화탄소 기복강을 유지하는 동안 호기말 이산화탄소가 30 - 35 mmHg로 유지되게 호흡수를 조정함으로써 분당 환기량을 조절하였다.

2.3. 그룹 지정

환자들은 무작위 선별에 의해 정상혈압군(평균동맥압 90 - 105 mmHg)과 저혈압군(평균동맥압 60 - 75 mmHg)으로 배정되었다. 환자의 평균동맥압은 remifentanil을 사용하여 조절하였다. 저혈압군의 경우 remifentanil 0.2 - 0.3 μg/kg/min을 사용하여 유지하였고 혈압이 하강하지 않을 경우 nicardipine 1 - 2 mg을 추가로 주입하였다. 정상혈압군의 평균동맥압은 remifentanil 0.05 - 0.2 μg/kg/min을 사용하여 유지되었다. 각 그룹에서 평균동맥압은 세밀하게 조절하였으나 일시적으로 정해진 혈압 범위를 벗어나 1분 이내에 돌아온 경우는 허용되었으며 이런 경우 다른 혈압 조절 약제를 사용하지 않았다.

2.4. 뇌산소포화도 측정

술 중 뇌산소포화도는 O3 regional oximetry (Root®, Masimo Corp., Irvine, CA, USA)를 사용하여 측정하였고 마취 유도 전 산소포화도 측정 장치를 양쪽 눈썹에서 2 cm 상방의 이마에 부착하였다.

뇌산소포화도는 다음의 정해진 시점에서 측정하였다: 앙와위에서 마취

계명대학교 KEIMYUNG UNIVERSITY

유도 전 의식이 있을 때(기저치, T0), 30° 트렌델렌부르크 자세와 이산화탄소 기복강을 유도한 뒤 한시간 지난 후(T1), 두시간 지난 후(T2), 그리고 로봇 수술이 끝난 후 이산화탄소를 복강 내에서 제거하고 앙와위로 돌린 뒤 10분 후(T4).

각 시점에서 좌우 양측의 뇌산소포화도를 측정한 뒤 두 수치의 평균값을 결과로 생각하였고 측정된 뇌산소포화도 수치의 절대값이 50 미만이거나 기저 수치에서 20% 이상 감소하였을 경우 의미 있는 뇌산소포화도 저하로 생각하였다[15].

2.5. 통계

이 연구는 평균동맥압 조절에 따라 뇌산소포화도의 변화가 있는지 알아보기 위해 계획하였고 변수들은 평균값(표준편차)로 기록되었다. 두 집단에서 환자 정보와 수술 관련 수치들은 비대응 T 검정을 통해 비교하였고 뇌산소포화도를 제외한 혈역학적 그리고 호흡기적 수치들은 비대응 T 검정과 본 페로니 보정을 통해 비교하였다. 뇌산소포화도의 반복된 측정은 두 군 간의 무작위 그리고 고정된 효과를 위해 혼합 선형모델을 통해 분석되었다. 혼합선형모델을 적용하기 전에 샤피로 - 윌크 검정을 시행하였고 변수들은 정상적으로 배분되었다.

모든 통계적 수치들은 양측 검정을 거쳤고, P 값이 0.05 미만인 경우($P < 0.05$) 통계적으로 유의하다고 생각하였다. 통계적 평가는 SPSS v 22.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하였다.

계명대학교
KEIMYUNG UNIVERSITY

3. 성적

58명의 환자를 대상으로 적합성을 검사하였고 이 중 51명의 환자가 선정되어 이탈 없이 연구를 진행하였다. 2명의 환자가 연구를 거절하였고, 5명의 환자는 술 중 각 군에 적절한 평균동맥압 조절에 실패하여 제외되었다(Fig.1). 환자의 정보와 술 중 수치들은 Table 1에 기재되었다.

평균동맥압은 저혈압군에서 정상혈압군에 비해 유의하게 낮았다(Table 2, $P < 0.01$). 호흡 역학과 동맥혈 분석의 경우 정상혈압군과 저혈압군 간 유의한 차이가 없음을 보였다(Table 3).

뇌산소포화도의 평균값은 시간에 따라 증가하는 양상을 보였다(T0 - T3). T1 의 경우 T0에 비해 정상혈압군 2.2%, 저혈압군 1.7% 상승하였고 T3 의 경우 T0에 비해 정상혈압군 2.8%, 저혈압군 3.2% 상승한 것을 확인하였다. 저혈압군의 결과는 정상혈압군의 결과보다 높은 수치를 보였으나 이러한 차이는 유의한 변화를 나타내진 못했다(Table 4, Fig.2). 참여한 모든 환자들은 수술 후 신경학적 손상을 보이지 않았다.

계명대학교 KEIMYUNG UNIVERSITY

Table 1. Patient Demographics and Intraoperative Data

	Normal blood pressure group (n = 27)	Low blood pressure group (n = 24)	P value
Age (yr)	68.3 (6.1)	68.8 (6.3)	> 0.05
BMI (kg/m^2)	25.5 (2.7)	25.5 (2.6)	> 0.05
Trendelenburg and pneumoperitoneum time (min)	127.9 (21.7)	138.6 (33.4)	> 0.05
Operation time (min)	167.4 (26.7)	174.2 (32.5)	> 0.05
Anesthesia time (min)	214.8 (28.3)	217.9 (37.2)	> 0.05
Intraoperative blood loss (mL)	244.4 (95.4)	237.5 (90.0)	> 0.05
Intraoperative fluid intake (mL)	1192.6 (277.2)	1354.2 (321.7)	> 0.05

Values are mean (SD). BMI: Body mass index.

계명대학교 KEIMYUNG UNIVERSITY

Table 2. Hemodynamic Parameters during Robot Assisted Laparoscopic Radical Prostatectomy in Normal Blood Pressure and Low Blood Pressure Groups

	Normal blood pressure group (n = 27)	Low blood pressure group (n = 24)	Adjusted P value
Heart rate (beats/min)			
T0	67.7 (16.6)	69.7 (9.8)	> 0.05
T1	65.1 (12.5)	63.9 (9.8)	> 0.05
T2	66.5 (11.2)	63.7 (8.7)	> 0.05
T3	69.7 (11.7)	64.5 (10.0)	> 0.05
Mean arterial pressure (mmHg)			
T0	93.6 (9.4)	93.3 (9.6)	> 0.05
T1	97.5 (5.2)	69.0 (8.0)	< 0.01
T2	97.0 (8.7)	68.5 (9.4)	< 0.01
T3	95.1 (4.8)	67.6 (8.0)	< 0.01
Cardiac output (L/min)			
T0	5.1 (1.3)	4.8 (0.8)	> 0.05
T1	4.2 (1.4)	3.6 (0.7)	> 0.05
T2	4.1 (1.3)	3.8 (0.7)	> 0.05
T3	5.2 (1.5)	4.7 (1.1)	> 0.05

Values are mean (SD). Adjusted p-value indicates the Bonferroni-corrected P value. T0, supine position before anaesthesia induction (baseline); T1, 1 hour after 30-degree Trendelenburg position with CO_2 pneumoperitoneum; T2, 2 hours after 30-degree Trendelenburg position with CO_2 pneumoperitoneum; T3, 10 minutes after returning to supine position without CO_2 pneumoperitoneum at the conclusion of surgery.

계명대학교 KEIMYUNG UNIVERSITY

Table 3. Respiratory Mechanics and Arterial Blood Gas Analysis during Robot Assisted Laparoscopic Radical Prostatectomy

	Normal blood pressure group (n = 27)	Low blood pressure group (n = 24)	Adjusted P value
Peak inspiratory pressure (cmH_2O)			
T1	23.3 (4.9)	24.1 (3.5)	> 0.05
T2	23.5 (3.8)	24.1 (3.8)	> 0.05
T3	14.7 (5.0)	13.7 (1.9)	> 0.05
Respiratory rate (beats/min)			
T1	13.6 (1.4)	13.5 (1.6)	> 0.05
T2	14.6 (1.6)	14.1 (2.0)	> 0.05
T3	13.8 (1.7)	14.1 (2.4)	> 0.05
End tidal CO_2 (mmHg)			
T1	33.4 (4.1)	32.9 (3.4)	> 0.05
T2	34.6 (4.3)	33.8 (4.5)	> 0.05
T3	36 (4.5)	36 (5.8)	> 0.05
End tidal sevoflurane (%)			
T1	1.8 (0.3)	1.9 (0.5)	> 0.05
T2	2.1 (0.5)	2.2 (0.2)	> 0.05
T3	2.3 (0.2)	2.2 (0.2)	> 0.05
$PaCO_2$ (mmHg)			
T1	41.1 (4.8)	41.6 (3.8)	> 0.05
T2	44.6 (4.9)	42.9 (5.5)	> 0.05
T3	43.2 (4.2)	44.8 (8.1)	> 0.05
PaO_2 (mmHg)			
T1	165.0 (22.5)	165.6 (18.1)	> 0.05
T2	182.6 (32.1)	182.7 (28.5)	> 0.05
T3	186.0 (28.5)	186.1 (34.1)	> 0.05

Values are mean (SD). Adjusted p-value indicates the Bonferroni-corrected P value. T0, supine position before anaesthesia induction (baseline); T1, 1 hour after 30-degree Trendelenburg position with CO_2 pneumoperitoneum; T2, 2 hours after 30-degree Trendelenburg position with CO_2 pneumoperitoneum; T3, 10 minutes after returning to supine position without CO_2 pneumoperitoneum at the conclusion of surgery.

계명대학교 KEIMYUNG UNIVERSITY

Table 4. Regional Cerebral Oxygen Saturation during Robot Assisted Laparoscopic Radical Prostatectomy

	Normal blood pressure group (n = 27)	Low blood pressure group (n = 24)	Adjusted P value
rSO_2(%)			
T0	64.5 (5.3)	65.8 (5.2)	> 0.05
T1	66.7 (6.8)	67.5 (4.9)	> 0.05
T2	66.2 (5.9)	68.8 (4.8)	> 0.05
T3	67.3 (5.6)	69.0 (5.4)	> 0.05

Values are mean (SD). rSO_2: Regional cerebral oxygenation. Adjusted p-value indicates the Bonferroni-corrected P value. T0, supine position before anaesthesia induction (baseline); T1, 1 hour after 30-degree Trendelenburg position with CO_2 pneumoperitoneum; T2, 2hours after 30-degree Trendelenburg position with CO_2 pneumoperitoneum; T3, 10 minutes after returning to supine position without CO_2 pneumoperitoneum at the conclusion of surgery.

계명대학교
KEIMYUNG UNIVERSITY

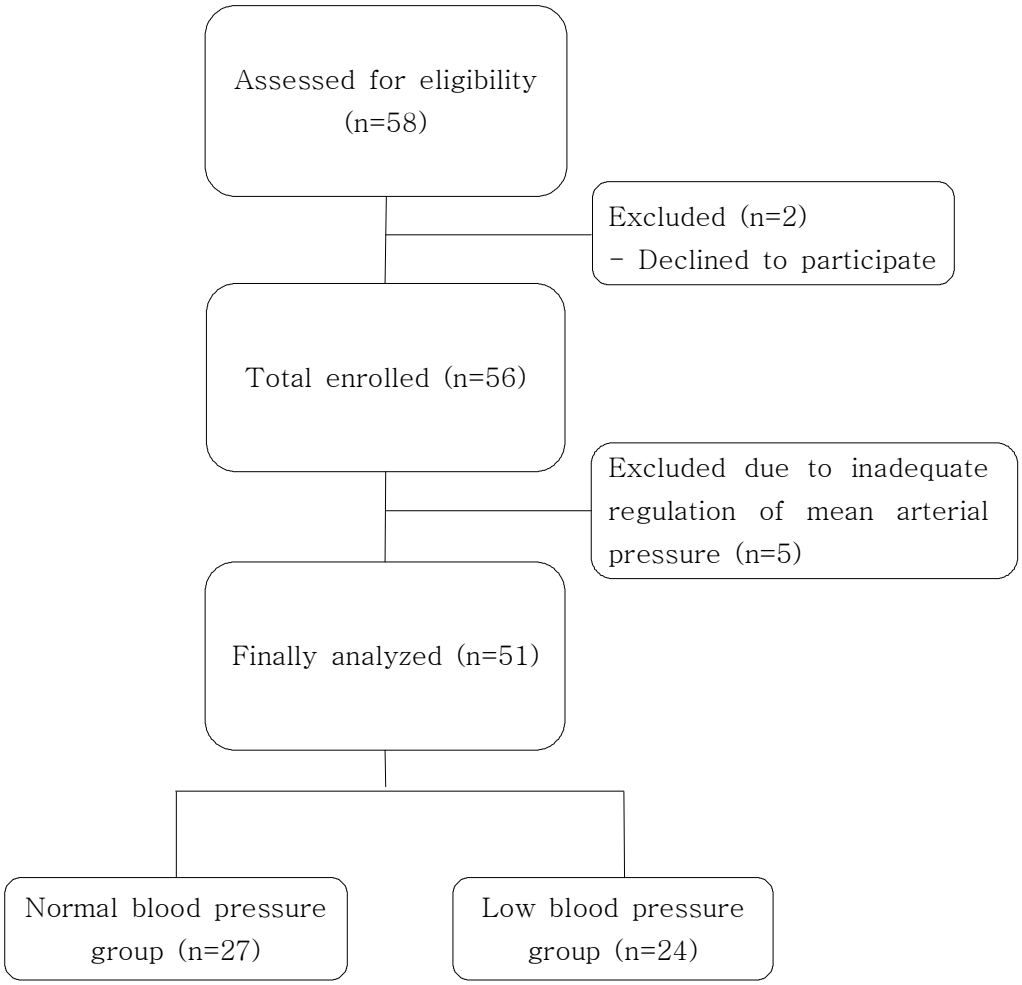

Figure 1. Flow chart of the study

계명대학교
KEIMYUNG UNIVERSITY

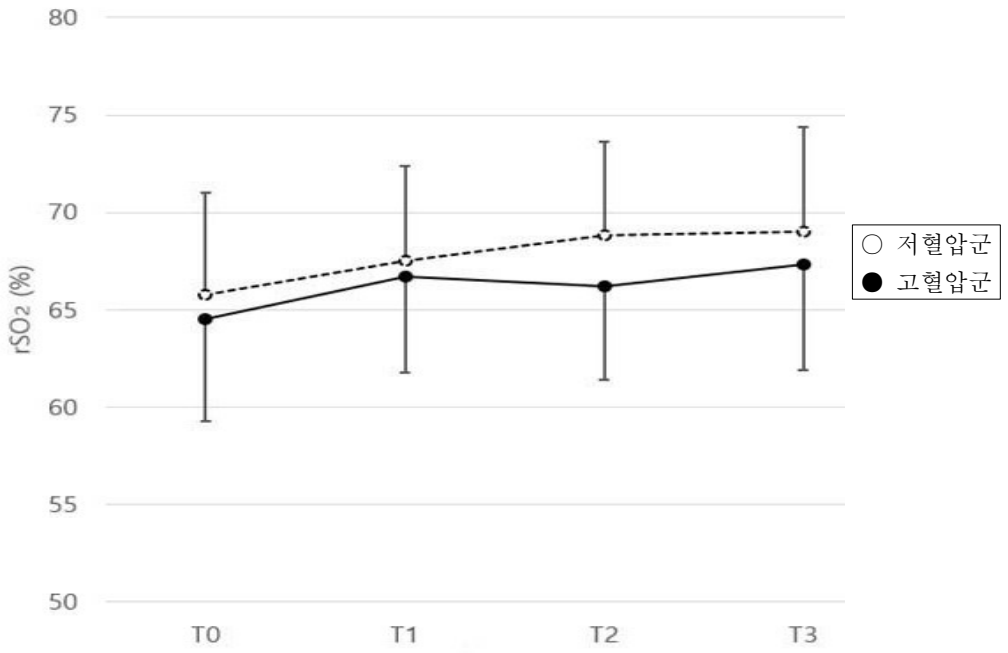

Figure 2. Changes of regional cerebral oxygen saturation (rSO_2). T0, supine position before anaesthesia induction (baseline); T1, 1 hour after 30-degree Trendelenburg position with CO_2 pneumoperitoneum; T2, 2 hours after 30-degree Trendelenburg position with CO_2 pneumoperitoneum; T3, 10 minutes after returning to supine position without CO_2 pneumoperitoneum at the conclusion of surgery.

계명대학교 KEIMYUNG UNIVERSITY

4. 고찰

본 연구는 두개내압의 영향을 배제하고 평균동맥압을 조절함으로써 발생 가능한 뇌산소포화도의 차이를 보고자 하였으나 정상혈압군과 저혈압군 모두 T0 에서 T3 으로 갈수록 뇌산소포화도가 증가하는 경향을 보였으며 두 군을 비교하였을 때 결과에 유의한 차이가 없음을 알 수 있었다.

트렌델렌부르크 자세와 이산화탄소 기복강에 의해 뇌의 정맥 환류가 감소하여 뇌혈량의 증가, 뇌부종이 발생하고 두개내압은 상승한다. 이러한 변화는 로봇 방광암 수술 환자의 연구를 통해 제시 된 바 있다[17-19]. 이를 기반으로, 두개내압이 상승하는 상황에서 평균동맥압을 조절하였을 때 생기는 뇌관류압의 변화에 따라 뇌관류와 이를 반영하는 뇌산소포화도 또한 유의한 차이가 있을 것으로 생각하였다. 이전 연구에서 로봇 전립선암 수술에서 뇌 관류의 변화를 근적외선 분광장치인 INVOS와 FORE-SIGHT를 이용하여 관측하였고[18], 두개내압의 상승으로 뇌산소포화도가 감소하고 뇌경색으로 인한 신경학적 손상이 있을 것으로 예상하였으나 결과는 뇌산소포화도가 오히려 증가하였고 경두개 도플러 초음파 상 뇌혈류 속도 또한 변화가 없음을 보였다[12,18].

뇌산소포화도의 증가는 자세 변화와 동맥혈 이산화탄소 분압의 증가로 뇌혈량이 증가함에 따라 나타난 것으로 생각하였다. 트렌델렌부르크 자세에 의한 뇌혈량의 증가는 앙와위에 비해 10% 증가하는 것으로 보고되었다[14]. 이산화탄소 기복강을 위해 이산화탄소를 복강내에 지속적으로 주입하게 되고 주입된 이산화탄소는 전신 순환으로 흡수되어 호흡을 통해 배출된다. 본 연구에서도 T1 - T2 에서 동맥혈 이산화탄소 분압의 미미한 증가를 관찰할 수 있었고 이는 45 ㎜Hg을 넘지 않았다. 이외에도 T1 - T3 동안 사용한 sevoflurane에 의한 뇌혈관 확장 효과 또한 뇌혈량 증가에 기여한 것으로 생각된다. 결과적으로 트렌델렌부르크 자세와 증가된 동맥혈 이산화탄소 분압 그리고 sevoflurane 사용의 영향으로 뇌혈량이 증가하였고 이로 인해 뇌산소포화도가 증가한 것으로

계명대학교 KEIMYUNG UNIVERSITY

생각하였다. 하지만 이전 연구와 같이 5% 미만의 상승으로 유의미한 증가로 보이지 않으며[14] 수술 전반에 걸쳐 안정된 양상을 보였다.

대뇌의 혈액 순환은 정상 생리적 환경에서 뇌의 자동조절능에 의해 일정한 혈류를 공급받게 되고 자동조절능은 뇌관류압 50 - 150 mmHg 의 범위 내에서 수축기 혈압에 무관하게 유지된다[20]. 뇌관류압의 정상 범위는 가변적으로 환자의 기저 질환이나 나이 등의 영향을 받으며, 만일 범위를 벗어난 경우 자동조절능이 저하되어 혈압에 의존하여 뇌관류가 변하게 된다[20-22]. 본 연구의 정상혈압군(평균동맥압 90 - 105 mmHg)과 저혈압군(평균동맥압 60 - 75 mmHg) 간 뇌산소포화도에 유의한 차이가 없다는 것은 두 군 간 뇌관류에 차이가 없다는 것을 의미하고 두개내압의 상승, 평균동맥압의 조절에 무관하게 뇌의 자동조절능에 의해 뇌관류가 보존되고 있음을 시사한다.

뇌관류를 확인하기 위해 근적외선 분광장치를 이용하여 뇌산소포화도를 측정하였고 이는 과거 여러 연구에서 뇌의 자동조절능 및 혈류를 확인하기 위해 사용하였던 방법이다[10,14].

뇌산소포화도 측정을 위해 사용한 03 regional oximetry는 근적외선을 이용하여 뇌의 표면, 주로 전두엽의 뇌산소포화도를 감시한다. 혈액 내 헤모글로빈의 산소 포화도에 따라 근적외선 빛의 파형이 변하게 되고 변화된 빛이 프로브 내 탐지기에 의해 관측된다. 비침습적이며 지속적으로 뇌산소포화도를 측정 가능한 장비로 이를 통해 뇌 산소 공급의 적정 여부를 알 수 있고 간접적으로 뇌의 관류를 판단 할 수 있다. 뇌관류는 뇌관류압과 동맥혈 이산화탄소 분압의 영향을 받고 뇌관류압은 평균동맥압과 두개내압의 차이로 구할 수 있다[17,23].

이 연구는 몇 가지의 한계점을 포함하고 있다. 첫째로 목표로 하는 혈압의 범위를 벗어나는 것이 관찰되었다는 것이다. 하지만 벗어난 혈압은 1분 내로 목표 범위 내로 진입하였고 이러한 일시적인 변화가 연구의 결과에 영향을 미치지 않을 것으로 생각하였다. 두번째로 수술 의사에 따라 T2의 시간이 달랐다는 점이다. T2를 트렌델렌부르크 자세와 기복강 유도 두시간 후로 정의하였으나 몇몇 로봇 수술은 그보다 전에 앙와위로

계명대학교
KEIMYUNG UNIVERSITY

돌리는 경우가 있었고 이러한 경우 15분 내외의 시간 차이를 보였다. 또한 시신경초 직경의 변화로 두개내압이 상승함은 알 수 있었으나 실제 두개내압의 수치를 알 수 없었기에 두 군 간의 구체적인 뇌관류압 차이 또한 알 수 없었다. 마지막으로 정상혈압군(평균동맥압 90 - 105 mmHg)과 저혈압군(평균동맥압 60 - 75 mmHg)의 평균동맥압 차이를 더 크게 두어 자동조절능의 저하를 일으키기엔 환자의 전신 관류와 각 말단 장기의 경색 여부도 고려하여야 하며, 출혈 및 수술 시야 등의 영향이 있어 큰 차이를 두지 못했다는 점이다.

결론적으로 로봇 전립선 절제술을 받는 환자에서 트렌델렌부르크 자세와 이산화탄소 기복강을 유도하였을 때 뇌산소포화도는 뇌의 자동조절능에 의해 평균동맥압 조절에 영향을 받지 않고 일정한 수치를 보인다.

계명대학교
KEIMYUNG UNIVERSITY

5. 요약

본 연구는 로봇 전립선 절제술을 받는 환자에서 트렌델렌부르크 자세와 이산화탄소 기복강 상태에서 평균동맥압의 조절이 뇌산소포화도에 미치는 영향을 알아보기 위한 연구이다. 평균동맥압을 기준으로 두 군으로 나누어 그 차이를 비교하고자 하였다. 51명의 환자를 정상혈압군 (평균동맥압 90 – 105 mmHg)와 저혈압군 (평균동맥압 65 – 75 mmHg)로 나누어 연구를 위해 지정된 시점에 환자의 뇌 부분산소포화도를 측정하였다. 두 군에서 관찰된 환자의 정보에 유의한 차이는 없었으며 술 중 확인된 혈역학적 수치나 동맥혈 가스분석도 유의한 차이는 없었다. 뇌산소포화도는 시간이 지남에 따라 증가하는 양상을 보였으나 두 군 간의 유의한 차이는 없었다. 따라서 로봇 전립선 절제술에서 환자의 뇌 자동조절능이 저해되지 않는 한 뇌산소포화도는 평균동맥압의 영향을 받지 않으며 비교적 일정한 수치를 유지한다.

계명대학교 KEIMYUNG UNIVERSITY

참 고 문 헌

1. Whiteley JR, Taylor J, Henry M, Epperson TI, Hand WR. Detection of elevated intracranial pressure in robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy using ultrasonography of optic nerve sheath diameter. J Neurosurg Anesthesiol 2015; 27: 155-9.

2. Verdonck P, Kalmar AF, Suy K, Geeraerts T, Vercauteren M, Mottrie A, et al. Optic nerve sheath diameter remains constant during robot assisted laparoscopic radical prostatectomy. PLoS One 2014; 9: e111916.

3. Kim MS, Bai SJ, Lee JR, Choi YD, Kim YJ, Choi SH. Increase in intracranial pressure during carbon dioxide pneumoperitoneum with steep trendelenburg positioning proven by ultrasonographic measurement of optic nerve sheath diameter. J Endourol 2014; 28: 801-6.

4. Fujisaka S-i, Ozaki T, Suzuki T, Kamada T, Kitazawa K, Nishizawa M, et al. A clinical tissue oximeter using NIR time-resolved spectroscopy. Adv Exp Med Biol 2016; 876: 427-433.

5. Gainsburg DM. Anesthetic concerns for robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy. Minerva Anestesiol 2012; 78: 596-604.

계명대학교 KEIMYUNG UNIVERSITY

6. Kilic OF, Börgers A, Köhne W, Musch M, Kröpfl D, Groeben H. Effects of steep trendelenburg position for robotic-assisted prostatectomies on intra- and extrathoracic airways in patients with or without chronic obstructive pulmonary disease. Br J Anaesth 2015; 114: 70-6.

7. Robba C, Cardim D, Donnelly J, Bertuccio A, Bacigaluppi S, Bragazzi N, et al. Effects of pneumoperitoneum and trendelenburg position on intracranial pressure assessed using different non-invasive methods. Br J Anaesth 2016; 117: 783-91.

8. de-Lima-Oliveira M, Salinet ASM, Nogueira RC, de Azevedo DS, Paiva WS, Teixeira MJ, et al. Intracranial hypertension and cerebral autoregulation: a systematic review and meta-analysis. World Neurosurg 2018; 113: 110-24.

9. Lassen NA. Cerebral blood flow and oxygen consumption in man. Physiol Rev 1959; 39: 183-238.

10. Schramm P, Treiber AH, Berres M, Pestel G, Engelhard K, Werner C, et al. Time course of cerebrovascular autoregulation during extreme Trendelenburg position for robotic-assisted prostatic surgery. Anaesthesia 2014; 69: 58-63.

11. Donnelly J, Budohoski KP, Smielewski P, Czosnyka M. Regulation of the cerebral circulation: bedside assessment and clinical implications. Crit Care. 2016; 20(1): 129.

계명대학교 KEIMYUNG UNIVERSITY

12. Kalmar AF, Dewaele F, Foubert L, Hendrickx JF, Heeremans EH, Struys MM, et al. Cerebral haemodynamic physiology during steep trendelenburg position and CO(2) pneumoperitoneum. Br J Anaesth 2012; 108: 478-84.

13. Blecha S, Harth M, Schlachetzki F, Zeman F, Blecha C, Flora P, et al. Changes in intraocular pressure and optic nerve sheath diameter in patients undergoing robotic-assisted laparoscopic prostatectomy in steep 45° Trendelenburg position. BMC Anesthesiol 2017; 17: 40.

14. Tanaka N, Yamamoto M, Abe T, Osawa T, Matsumoto R, Shinohara N, et al. Changes of cerebral blood volume during robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy: observational prospective study using near-infrared time-resolved spectroscopy. J Endourol 2019; 33: 995-1001.

15. Takegawa R, Hayashida K, Rolston DM, Li T, Miyara SJ, Ohnishi M, et al. Near-infrared spectroscopy assessments of regional cerebral oxygen saturation for the prediction of clinical outcomes in patients with cardiac arrest: a review of clinical impact, evolution, and future directions. Front Med (Lausanne) 2020; 7: 587930.

16. Wilson MH. Monro-Kellie 2.0: The dynamic vascular and venous pathophysiological components of intracranial pressure. J Cereb Blood Flow Metab 2016; 36: 1338-50.

17. Awad H, Walker CM, Shaikh M, Dimitrova GT, Abaza R, O'Hara J.

계명대학교 KEIMYUNG UNIVERSITY

Anesthetic considerations for robotic prostatectomy: a review of the literature. J Clin Anesth 2012; 24: 494-504.

18. Closhen D, Treiber AH, Berres M, Sebastiani A, Werner C, Engelhard K, et al. Robotic assisted prostatic surgery in the Trendelenburg position does not impair cerebral oxygenation measured using two different monitors: A clinical observational study. Eur J Anaesthesiol 2014; 31: 104-9.

19. Pandey R, Garg R, Darlong V, Punj J, Chandralekha, Kumar A. Unpredicted neurological complications after robotic laparoscopic radical cystectomy and ileal conduit formation in steep trendelenburg position: two case reports. Acta Anaesthesiol Belg 2010; 61: 163-6.

20. Xiong L, Liu X, Shang T, Smielewski P, Donnelly J, Guo ZN, et al. Impaired cerebral autoregulation: measurement and application to stroke. J Neurol Neurosurg Psychiatry 2017; 88: 520-31.

21. Leoni RF, Paiva FF, Henning EC, Nascimento GC, Tannús A, de Araujo DB, et al. Magnetic resonance imaging quantification of regional cerebral blood flow and cerebrovascular reactivity to carbon dioxide in normotensive and hypertensive rats. Neuroimage 2011; 58: 75-81.

22. Zweifel C, Dias C, Smielewski P, Czosnyka M. Continuous time-domain monitoring of cerebral autoregulation in neurocritical care. Med Eng Phys 2014; 36: 638-45.

계명대학교 KEIMYUNG UNIVERSITY

23. Matsuoka T, Ishiyama T, Shintani N, Kotoda M, Mitsui K, Matsukawa T. Changes of cerebral regional oxygen saturation during pneumoperitoneum and Trendelenburg position under propofol anesthesia: a prospective observational study. BMC Anesthesiol 2019; 19: 72.

계명대학교 KEIMYUNG UNIVERSITY

The Effect of Mean Arterial Pressure Regulation on Cerebral Oxygen Saturation in Robot Assisted Laparoscopic Prostatectomy

Kim, Sang Baek

Department of Anesthesiology and Pain Medicine
Graduate School

Keimyung University

(Supervised by Professor Hong, Ji Hee)

(Abstract)

Robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy(RALP) is an advanced and popular surgical technique. For this robot surgery, patients need to be fixed in steep Trendelenburg position with CO_2 pneumoperitoneum which affects patient's cardiovascular and cerebrovascular system. It leads to increase of intracranial pressure and blood pressure. Cerebral perfusion depends on these two variables. The endpoint of study is to identify the effect of mean arterial pressure regulation on cerebral oxygen saturation during RALP. Cerebral oxygen saturation was measured at baseline (supine position), one and two hours after pneumoperitoneum and Trendelenburg position respectively, and after return to supine position in normal

계명대학교 KEIMYUNG UNIVERSITY

and low blood pressure groups. In both groups, cerebral oxygen saturation demonstrated a trend to increase during T1 - T3 , but there were no significant differences between two groups. As a result, regulation of mean arterial pressure during RALP did not affect cerebral oxygen saturation.

계명대학교 KEIMYUNG UNIVERSITY

로봇 전립선 절제술 시 평균동맥압 조절이 뇌산소포화도에 미치는 영향

김 상 백
계명대학교 대학원
의학과 마취통증의학전공
(지도교수 홍 지 희)

(초록)

로봇 전립선 절제술은 현재 가장 발전되고 대중적인 수술 기술 중 하나로 로봇 수술을 하기 위해서 수술 중 이산화탄소 기복강을 유지해야 하고 환자를 트렌델렌부르크 자세로 고정하여야 한다. 이로 인해 심혈관계 및 뇌혈관계 영향으로 혈압, 두개내압이 변하게 되고 뇌관류와 뇌산소포화도도 영향을 받게 된다. 본 연구는 로봇 전립선 암 수술에서 트렌델렌부르크 자세와 이산화탄소 기복강을 유도한 뒤 평균동맥압의 조절이 뇌산소포화도에 어떤 영향을 주는지 알아보고자 하였다. 연구를 위해 51명의 환자를 무작위로 정상혈압군과 저혈압군의 두 군으로 나누어 뇌산소포화도를 마취 유도 전 앙와위에서 기준치를 측정하였고, 기복강과 트렌델렌부르크 자세를 취한 지 한시간과 두시간 후, 다시 앙와위를 취한 후 측정하였다. 두 군 모두에서 뇌산소포화도가 기준치와 비교하였을 때 시간이 지남에 따라 증가하는 경향을 보였으나 두 군을 비교하였을 때

계명대학교
KEIMYUNG UNIVERSITY

유의한 차이가 없는 것으로 밝혀졌다. 결과적으로 로봇 전립선 절제술에서 평균동맥압을 조절하였을 때 뇌산소포화도에 유의한 차이가 없었고 비교적 일정한 수치를 유지하였다.