

Relation between Ablation Execution Time and Radiation Exposure Effect in the Treatment of Atrial-fibrillation using Cryo-balloon and 3D Radio-frequency Ablation

Young-Hyun Seo^{1,2,*}

¹Department of Health and Medical Sciences, Dongshin University

²Department of Heart Center, Yeosu Jeil Hospital

Received: August 08, 2022. Revised: August 25, 2022. Accepted: August 31, 2022.

ABSTRACT

Atrial fibrillation treatment includes 3D RFCA and Cryo-balloon ablation. Both procedures have in common that they enter after understanding the structure of the heart using angiography equipment. Therefore, there is a disadvantage that the effect of exposure according to the procedure time can be a threat to both the patient and the operator, so this study aims to confirm the relationship between the total ablation time and the effect of radiation exposure. We used follow-up data (retrospective) from 41 patients who underwent coronary angiography and arrhythmia at the same time from March 2019 to July 2022. The range for total ablation time was based on the recorded data from the start to the end of the total ablation. The end point of 3D RFCA was when the ablation was completed for 4 pulmonary veins, and in the case of Cryo-balloon ablation, the data that succeeded in electrical insulation were included. As a result of analyzing the total ablation time, the time taken for Cryo-balloon ablation was 1037.29 ± 103.66 s, which was 2448.61 s faster than 3D RFCA using 3485.9 ± 405.71 s, and was statistically significant. ($p < 0.05$) As a result of analyzing the total fluoroscopy time, the exposure time for 3D RFCA was 2573.75 ± 239.08 s, which was less by 1717.15 s than the exposure time for Cryo-balloon ablation, 4290.9 ± 420.42 s, and was statistically significant. In the case of total area dose product, 3D RFCA was 59.04 ± 13.1 uGy/m², which was lower than Cryo-balloon ablation 980.6 ± 658.07 uGy/m² by 921.56 uGy/m², which was statistically significant. As the insulation time of the Cryo-balloon ablation is shorter than that of the 3D RFCA, the method using the Cryo-balloon ablation is considered to be effective when the patient's condition is not good and a quick procedure is required. However, in patients with permanent Atrial fibrillation, there is a high probability of structural changes in the heart, so it is considered that 3D RFCA is better than Cryo-balloon ablation, which is difficult to manipulate.

Keywords: AF, 3D RFCA, Cryo-balloon ablation, Ablation execution time, Radiation dose effect

I. INTRODUCTION

심방세동(AF, Atrial fibrillation)이란 심방의 불규칙적인 전기적 활성화로 인해 비효율적인 수축을 초래하여 다양한 합병증과 심장 구조의 변화를 야기하는 질환이다^[1]. 특히 심부전과 뇌졸중과 같은 위험 질환의 발생률을 높이게 되며^[2] 지난 10년간

국내 허혈성 뇌졸중 감소율은 9%에 지나지 않은 것으로 알려져 뇌졸중 예방 차원의 심방세동 치료도 적극적으로 이루어져야 한다^[3]. 심방세동의 유형은 크게 발작성 심방세동, 지속성 심방세동, 영구적 심방세동으로 나눌 수 있고 유형에 따라 약물 또는 전기 충격을 이용한 심율동전환, 전극도자 카테터 절제술 치료로 나눌 수 있다^[1]. 특히 전극도자

* Corresponding Author: Young-Hyun Seo E-mail: tjduhgus00@naver.com

Tel: +82-61-689-8523

카테터 절제술의 경우 3D 장비를 이용한 고주파 절제술 (3D RFCA; Radio frequency catheter ablation)과 냉각 풍선을 이용한 냉각 풍선 절제술(Cryo-balloon ablation)이 있다^{4,5)}. 고열과 냉각이라는 완벽히 다른 시스템이지만 두 시술 모두 각각의 일정 온도에서 심장세포의 괴사를 일으킨다는 특징을 이용해 비정상적인 전기회로의 길을 직접적으로 절연 (Isolation) 시켜 심장의 전기적 흐름이 원활히 진행할 수 있도록 교정해 주는 역할을 한다⁶⁾. 특히 교정을 위해 전극도자 카테터를 진입시키기 위해선 혈관 조영 장비를 이용해 방사선 투시 후 심장의 구조를 파악한 뒤 진입하는 공통점이 자리하고 있고 시술 시간에 따른 피폭의 영향이 환자와 시술자 모두 위협이 될 수 있다는 단점이 있다⁷⁾. 언급한 단점으로 인해 최근 방사선 장비를 사용하지 않고 시술하는 기술들도 시도되고 있으나 현재까지 비투시 카테터 절제술에 대한 가이드라인은 미비한 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구를 통해 두 장비를 활용한 전극도자 카테터 절제술의 실제 치료 시간과 방사선 노출 시간 등을 분석해 보고자 하였다. 특히 방사선 노출 시간의 경우 심방세동 카테터 절제술 시행 전 관상동맥 조영술을 동시 시행한 데이터를 이용하여 연구를 진행하였다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 대상 및 사용 장비

2019년 03월부터 2022년 07월까지 관상 동맥 조영술과 부정맥 시술을 동시에 시행한 41명 환자의 후행적 데이터를 이용하였고, 남녀 41명, 평균 나이 58.1±1.3세였다. 총 절제술 시간에 대한 범위는 절제술 시작 시점부터 종료 시점까지의 데이터를 대상으로 하였다. 3D 고주파 절제술 종료 시점은 4곳의 폐정맥에 대해 절제술 시행을 완료한 시점으로 하였고 Fig. 1과 같다. 냉각 풍선 절제술의 경우 폐정맥 근위부에 대해 전기적 절연에 성공한 데이터를 대상으로 하였으며 Fig. 2와 같다.

혈관 조영장비는 INNOVA IGS 630 (GE Healthcare, Illinois, Chicago, USA)이었으며 부정맥 시술 전 단계로 시행하는 관상 동맥 조영술의 X-ray 조사 조

건은 투시 조영 촬영 때 관전압 81 kV, 관전류 0.7 mA, 콜리메이터 0.3 mmCu, 프레임 7.5 f/s로 설정되었다. 씨네 촬영의 경우 관전압 67 kV, 관전류 6.1 mA, 콜리메이터 0.3 mmCu, 프레임 15 f/s로 설정되었다.

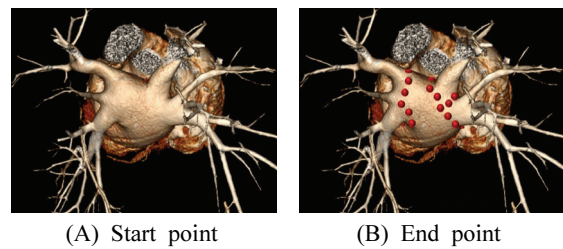
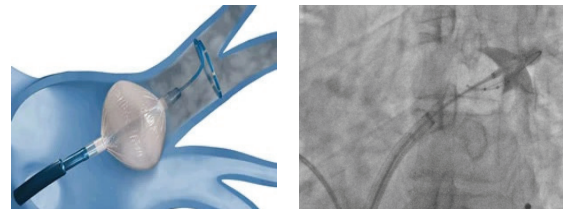
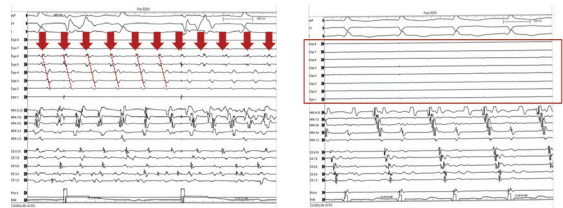


Fig. 1. 3D RFCA.



(A) Cryo-balloon



(B) Start point

(C) End point

Fig. 2. Cryo-balloon ablation.

두 촬영 모두 자동 선량 조절 기능(Automatic Exposure Control, AEC)이 활성화된 조건을 사용하였고 Table 1과 같다.

Table 1. Dose condition value of x-ray tube for Coronary artery

	CAG	
	Fluoroscopy	Cine
kV	81	67
mA	0.7	6.1
Collimator (mmCu)	0.3	0.3
frame (f/s)	7.5	15
AEC	on	

AEC: Automatic exposure control

관상 동맥 조영술 후 연계하여 부정맥 시술을 진행하였고 관상 동맥 조영술은 우 관상동맥에 대해 LAO 30°, AP Cranial 30°로 검사하였으며 좌 관상동맥에 대해선 AP Caudal 30°, AP Cranial 30°, Spider view로 검사를 시행하였었다. 특히 좌 관상동맥 검사는 최대 4장을 넘기지 않은 자료를 대상으로 하였다. 부정맥 시술을 시행할 경우 3D를 이용한 고주파 절제술에서는 Frontal tube만 사용하였고, 냉각 풍선 절제술의 경우 Frontal tube와 Lateral tube를 동시에 사용하였다. 3D 고주파 절제술 시 Frontal tube의 조건은 투시 촬영에선 관전압 88 kV, 관전류 0 mA, 콜리메이터 0.3 mmCu, 프레임 3.75 f/s로 설정되었었고 씨네 촬영의 경우 관전압 67 kV, 관전류 2.5 mA, 콜리메이터 0.3 mmCu, 프레임 15 f/s로 설정되었었다. 냉각 풍선 절제술의 경우 Frontal tube의 투시 촬영 조건은 관전압 88 kV, 관전류 25 mA, 콜리메이터 0.3 mmCu, 프레임 15 f/s로 설정되었었고 씨네 촬영의 경우 관전압 67 kV, 관전류 2.5 mA, 콜리메이터 0.3 mmCu, 프레임 15 f/s로 설정되었었다. Lateral tube의 경우 투시 촬영 조건은 관전압 88 kV, 관전류 0.1 mA, 콜리메이터 0.3 mmCu, 프레임 3.75 f/s로 설정되었었으며 씨네 촬영의 경우 관전압 67 kV, 관전류 4.6 mA, 콜리메이터 0.3 mmCu, 프레임 15 f/s로 설정되었었다. 두 절제술 법에서 사용된 장비에 모두 자동 선량 조절 기능이 활성화되어있고 Table 2와 같다.

Table 2. Dose condition value of x-ray tube for arrhythmia exam

	3D RFCA (Front. tube)		Cryo-balloon ablation			
			Front. tube		Lat. tube	
	fluoro	cine	fluoro	cine	fluoro	cine
kV	88	67	88	67	88	67
mA	0	2.5	0	2.5	0.1	4.6
Collimator (mmCu)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
frame (f/s)	3.75	15	3.75	15	3.75	15
AEC	on					

Front: Frontal, Lat: Lateral, AEC: Automatic exposure control

2. 절제술 시간 및 방사선 선량 정보 획득 방법

3D 절제술의 경우 환자의 상태를 실시간으로 확인할 수 있는 Mac-lab (ComboLab ver. 6.9.6 R3, GE Medical system, West Tower Avenue, Milwaukee, USA) 을 통해 후행적으로 시술 시간 등의 정보를 획득하였다. 냉각 풍선 절제술의 경우 실시간으로 풍선 냉각 절제 시간을 기록하는 자료를 이용하여 획득하였다. 방사선 선량 정보 획득의 경우 혈관 조영장비에 후행적으로 도출되는 선량 정보 표를 이용해 획득하였다.

3. 통계 분석 방법

자료 분석은 SPSS Window Version 21 (SPSS INC, Chicago, IL, USA)을 이용하였고 연속형 변수는 평균값±표준편차로, 범주형 변수는 빈도 및 백분율 (%)로 기술하였다. 정규성 검정은 잔차에 대해 검정하였고, 정규성이 확인된 표본들은 등분산성을 만족하는지 확인 후 모수적 방법의 통계 방법을 이용하였다. 정규성이 확인되지 않은 표본의 경우 비모수적 방법의 통계 방법을 이용하였다. 대상 비교는 T-검정을 시행하였고, 상관관계 확인은 Spearman's의 상관관계 분석을 이용하였으며 회귀 분석은 단순 회귀분석을 이용하였다.

III. RESULT

1. 3D 고주파 절제술과 냉각 풍선 절제술 T-test 결과

총 절제술에 걸린 시간 (TAT; Total ablation time)을 분석한 결과 냉각 풍선 절제술에 걸린 시간이 1037.29 ± 103.66 s로 3D를 이용한 고주파 절제술 3485.9 ± 405.71 s보다 2448.61 s 더 빠른 시술 시간을 보였고 통계적으로 유의했으며 Table 3과 같다. (p<0.05)

총 투시 조영 시간(TFT; Total fluoroscopy time)을 분석한 결과 3D를 이용한 고주파 절제술 피폭 시간이 2573.75 ± 239.08 s로 냉각 풍선 절제술 피폭 시간 4290.9 ± 420.42 s보다 1717.15 s 만큼 덜 노출됐으며 통계적으로 유의했고 Table 3과 같다. (p<0.05)

시술하는 동안 환자에게 피폭된 총 면적 선량 (DAP; Dose area product)의 경우 3D 고주파 절제술이 59.04 ± 13.1 uGy/m²로 냉각 풍선 절제술 980.6 ± 658.07 uGy/m²보다 921.56 uGy/m²만큼 저 선량을 나타냈으며 통계적으로 유의했고 Table 3과 같다. ($p < 0.05$)

Table 3. Comparative analysis of total ablation time and total fluoroscopy time and dose area product in 3D RFCA and Cryo-balloon ablation

	3D (N=20)	Cryo (N=21)	p
TAT (s)	3485.9 ± 405.71	1037.29 ± 103.66	<0.05
TFT (s)	2573.75 ± 239.08	4290.9 ± 420.42	<0.05
DAP (uGy/m ²)	59.04 ± 13.1	980.6 ± 658.07	<0.05

TAT: Total ablation time, TFT: Total fluoroscopy time, DAP: Dose area product

2. 3D 고주파 절제술의 변수 간 상관관계 및 회귀분석 결과

3D 고주파 절제술 군에서 총 절제 시간과 총 투시 시간이 Kendall's Tau_b. test에서는 $p < 0.05$ 이하로 상관관계를 보였으나 Spearman's rho. test에서는 $p = 0.059$ 로 상관관계를 보이지 않았다. 총 투시 시간과 면적 선량에 관해서는 두 검정 방법에서 모두 총 투시 시간이 상승할 때 면적 선량도 상승하는 선형 곡선을 나타내 두 변수가 상관관계가 성립됨을 확인할 수 있었고 Fig. 3과 같으며 통계적으로 유의했다. ($p < 0.05$)

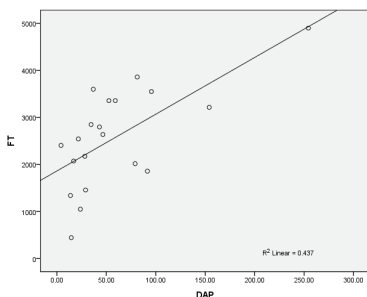


Fig. 3. Linear curve graph of DAP and TAT.

추가적으로 상관관계가 성립되는 두 변수들이 정확히 어떠한 관계가 있는지 확인하고자 회귀분석을 실시하였다. 회귀분석 결과 면적 선량의 변동

은 회귀식에 의해 44%만큼 설명될 수 있고 추정된 회귀식은 Eq. (1)과 같으며 통계적으로 유의하다. ($p < 0.05$) 따라서 총 투시 시간이 1 증가하면 면적 선량은 평균적으로 12.06 uGy/m²만큼 증가하고 Table 4와 같으며 통계적으로 유의하다. ($p < 0.05$)

$$\text{TFT} = 1861.775 + 12.06 \times \text{DAP} \quad (1)$$

Table 4. Results of regression analysis of DAP and TFT

	TFT			
	R ²	F	B	p
DAP	0.437	13.987	12.06	0.001

3. 냉각 풍선 절제술 변수 간 상관관계 및 회귀 분석 결과

냉각 풍선 절제술 군에선 총 절제 시간과 총 투시 시간이 Kendall's Tau_b. test와 Spearman's rho. test에서 모두 총 투시 시간이 상승할 때 총 절제 시간도 상승하는 선형 곡선을 나타내 두 변수가 상관관계가 성립됨을 확인할 수 있었고 Fig. 4와 같으며 통계적으로 유의했다. ($p < 0.001$)

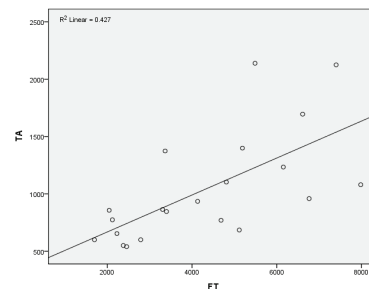


Fig. 4. Linear curve graph of TAT and TFT.

추가적으로 상관관계가 성립되는 두 변수들이 정확히 어떠한 관계가 있는지 확인하고자 회귀분석을 실시하였다. 회귀분석 결과 총 절제 시간의 변동은 회귀식에 의해 43%만큼 설명될 수 있고 추정된 회귀식은 Eq. (2)와 같으며 통계적으로 유의하다. ($p < 0.05$) 따라서 총 절제 시간이 1 s 증가하면 총 투시 시간은 평균적으로 0.161 s만큼 증가하고

Table 5와 같으며 통계적으로 유의하다. (p<0.05)

$$TAT = 345.638 + 0.161 \times TFT \quad (2)$$

Table 5. Results of regression analysis of TAT and TFT

	TAT			
	R ²	F	B	p
TFT	0.427	14.181	0.161	0.001

4. 전체 변수들의 T-test와 상관관계 및 회귀분석 결과

전체 변수를 대상으로 상관관계 분석을 진행한 결과 총 절제 시간과 나이가 Kendall's tau_b. test와 Spearman's rho. test에서 모두 나이가 상승할 때 총 절제 시간도 상승하는 선형 곡선을 나타내 두 변수가 상관관계가 성립됨을 확인할 수 있었고 Fig. 5과 같으며 통계적으로 유의했다. (p<0.05) 또한 치료한 41명의 심방세동 환자 중 남성이 31명, 여성이 10명으로 남성이 20명 더 많았으며 통계적으로 유의했고 Table 6과 같다. (p<0.05)

Table 6. Comparative analysis of Sex ratio for AF

	Male	Female	p
AF	31	10	0.032

AF: Atrial fibrillation

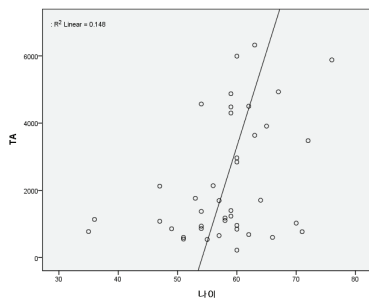


Fig. 5. Linear curve graph of Age and TAT.

추가적으로 상관관계가 성립되는 두 변수들이

정확히 어떠한 관계가 있는지 확인하고자 회귀분석을 실시하였다. 회귀분석 결과 총 절제 시간의 변동은 회귀식에 의해 0.15%만큼 설명될 수 있고 추정된 회귀식은 Eq. (3)과 같으며 통계적으로 유의하다. (p<0.05) 따라서 나이가 1증가하면 총 절제 시간은 평균적으로 0.002만큼 증가하고 Table 7과 같으며 통계적으로 유의하다. (p<0.05)

$$TAT = 54.148 + 0.002 \times Age \quad (3)$$

Table 7. Results of regression analysis of Age and TAT

	Age			
	R ²	F	B	p
TAT	0.148	6.798	0.002	0.013

IV. DISCUSSION

Cryoballoon or Radiofrequency Ablation for Paroxysmal Atrial Fibrillation^[8]의 연구에서와 같이 3D 고주파 절제술과 냉각 풍선 절제술을 비교 분석한 선행 연구는 다수 존재하지만 자세히 살펴보면 각각의 연구마다 조금씩 특징이 다른 것을 확인할 수 있다. 특히 언급한 연구에서는 발작성 심방세동으로 제한을 두었고 방사선 사용량 비교 또한 부정맥 시술만을 대상으로 진행하였으므로 관상동맥 조영술을 동시에 시행하여 획득한 선량 데이터를 이용해 연구를 진행한 본 연구와는 차이가 있다. 실제로 심혈관계 위험 인자와 심방세동은 밀접한 관계를 가지고 있고^[1] 관상동맥 조영술과 심방세동 치료를 따로 진행하는 것보다 동시에 진행이 환자의 급여 부분과 심리적 부담을 줄여주는데 도움이 되며, 심혈관 질환의 유무를 뒤늦게 발견할 경우 발생할 수 있는 의료비용이 더욱 증가할 수 있으므로 질환에 대한 사전 검사는 유용하다는 평가가 있다^[9]. 따라서 본 연구와 같이 심방세동 치료 시 관상동맥 검사를 진행하는 것도 좋을 것으로 생각된다.

냉각 풍선 절제술의 절연 시간이 3D 고주파 절제술보다 짧은 이유로, 3D 고주파 절제술의 경우

전극도자 카테터를 이용해 4개의 폐정맥을 하나하나 점찍듯 선을 이어가며 여러 번 절연 시켜주어야 하지만 냉각 풍선 절제술의 경우 면적이 큰 풍선의 전면 부를 폐정맥 입구에 막음으로써 단번에 절연하게 되므로 절연 시간에 차이를 보였다. 다만 풍선의 전면을 폐정맥의 입구에 완전히 밀착되도록 방향을 잘 조작해야 하므로 절연 시간과는 달리 방사선 투시 시간이 증가하게 되었고 방사선 투시 시간이 증가된 만큼 피폭 선량도 증가하게 되었다. 분명 선행 연구^[8]들과 같이 두 시술의 차이점은 명확한 것으로 분석됐다. 그러나 각 군을 따로 분석해 보았을 때, 3D 고주파 절제술에서는 총 절제 시간과 총 투시 시간이 상관관계가 성립되지 않았으나 냉각 풍선 절제술 군에서는 총 절제 시간과 총 투시 시간이 상관관계를 보인 것으로 확인이 되었다. 즉, 냉각 풍선 절제술에서는 투시 시간이 길어질수록 절제 시간도 길어진다는 뜻이다. 이는 폐정맥을 완벽히 폐쇄시켜야 하는 냉각 풍선 절제술의 단점이라 생각되며 본 연구에서 회귀분석을 통해 총 절연 시간과 총 투시 시간 등이 실제로 얼마만큼 증가되는지를 입증했으므로 의미 있는 연구라 생각한다. 추가로 심장을 포함, 척수와 폐까지 방사선 조사부위에 노출될 가능성이 다분하며 흉부에 다량의 방사선 노출 시 피부 질환, 흉반, 암 발생 및 유전적 영향 등의 생물학적 효과를 일으킬 수 있으므로^[10] 방사선 피폭만을 생각한다면 냉각 풍선 절제술의 단점이 더욱 우려되는 상황이다. 따라서 피폭에 대한 적절한 방어 방법을 모색해 대처해야 함이 옳을 것으로 생각된다.

전체 군에 대한 심방세동의 성별 차이를 살펴보면, 심방세동을 발생시키는 생활 습관 중 과도한 음주는 심방세동을 발생시키는 가장 유력한 위험 인자이다^[11,12]. 실제로 금주가 심방세동의 재발을 감소시키는 것이 입증될 정도로 중요한 자리를 차지한다^[13]. 이를 토대로 회식 문화가 많고 술자리가 많은 남성의 경우^[14] 여성보다 심방세동이 많을 것을 생각해 볼 수 있다. 따라서 분석한 결과 중 Worldwide epidemiology of atrial fibrillation: a Global Burden of Disease 2010 Study^[15]와 같이 남성이 여성보다 심방세동 발생 확률이 높다는 보고에 서처럼 본 연구에서도 표본 수가 적었음에도 불구하고

통계적으로 유의할 만큼 차이를 나타낸 점이 그러할 것으로 생각된다.

마지막으로 연령층이 증가할수록 총 절제 시간이 길어지는 것을 보았을 때 심방의 허혈이 지속될수록 심장 구조의 변화가 더 잘 이루어진다는 주장^[16]을 뒷받침 할 근거로 활용될 수 있을 것으로 생각된다. 즉, 고령 환자의 경우 심방세동을 늦게 발견하거나 추후 치료를 하게 되면 전극도자를 이용한 절제술 시간이 길어짐과 동시에 다양한 합병증을 야기할 수 있어 조기 검사 또한 중요할 것으로 생각된다.

V. CONCLUSIONS

심방세동 치료에서 냉각 풍선 절제술의 절연 시간이 3D 고주파 절제술보다 짧은 것으로 보아 환자의 상태가 좋지 않아 빠른 시술이 필요한 경우 냉각 풍선 절제술을 이용하는 방법이 효과적일 것으로 판단된다. 그러나 냉각 풍선 절제술의 경우 폐정맥을 온전히 폐쇄시키지 못한다면 투시 시간, 절제 시간, 피폭 선량 등이 증가할 수 있으므로 환자의 상태에 따라 적절하게 적용하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 특히 고령의 환자에서 총 절제 시간이 증가되는 것으로 보아 심방세동이 오래된 환자일 경우 심장의 구조적 변화가 발생할 확률이 높으므로 조작이 어려운 냉각 풍선 절제술 보다 3D 고주파 절제술을 이용해 치료하는 방법이 좋을 것으로 사료된다.

Reference

- [1] J. M. Lee, T. H. Kim, J. K. Park, B. Y. Joung, E. K. Choi, "2021 Korean Heart Rhythm Society Guidelines for Screening and Management of Subclinical Atrial Fibrillation", *The Korean Journal of Medicine*, Vol. 96, No. 2, pp. 76-84, 2021. <https://doi.org/10.3904/kjm.2021.96.2.76>
- [2] S. Stewart, C. L. Hart, D. J. Hole, J. J. V. McMurray, "A population-based study of the long-term risks associated with atrial fibrillation: 20-year follow-up of the Renfrew/Paisley study", *The American Journal of Medicine*, Vol. 113, No. 5, pp. 359-364, 2002.

- [http://dx.doi.org/10.1016/S0002-9343\(02\)01236-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0002-9343(02)01236-6)
- [3] D. H. Kim, P. S. Yang, E. S. Jang, H. T. Yu, T. H. Kim, J. S. Uhm, J. Y. Kim, H. N. Pak, M. H. Lee, B. Y. Joung, G. Y. Lip, "10-year nationwide trends of the incidence, prevalence, and adverse outcomes of non-valvular atrial fibrillation nationwide health insurance data covering the entire Korean population", *American Heart Journal*, Vol. 202, pp. 20-26, 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ahj.2018.04.017>
- [4] S. I. Oh, "Catheter ablation for treatment of tachyarrhythmia", *Journal of the Korean Medical Association*, Vol. 59, No. 5, pp. 374-378, 2016. <http://dx.doi.org/10.5124/jkma.2016.59.5.374>
- [5] E. S. Jin, P. J. Wang, "Cryoballoon Ablation for Atrial Fibrillation: a Comprehensive Review and Practice Guide", *Korean Circulation Journal*, Vol. 48, No. 2, pp. 114-123, 2018. <http://dx.doi.org/10.4070/kcj.2017.0318>
- [6] H. T. Yu, D. S. Jeong, H. N. Pak, H. S. Park, J. Y. Kim, J. Kim, J. M. Lee, K. H. Kim, N. S. Yoon, S. Y. Roh, Y. S. Oh, Y. J. Cho, J. M. Shim, "2018 KHRS Guidelines for Catheter Ablation of Ventricular Arrhythmias: Part II", *International Journal of Arrhythmia*, Vol. 19, No. 3, pp. 235-284, 2018. <http://dx.doi.org/10.18501/arrhythmia.2018.012>
- [7] Ministry of Food and Drug Safety, "Radiation protection guidelines for patient dose reduction in interventional procedures", *Radiation safety management series*, No. 36, 2014.
- [8] G. B. Nam, "Cryoballoon or Radiofrequency Ablation for Paroxysmal Atrial Fibrillation", *International Journal of Arrhythmia*, Vol. 17, No. 4, pp. 220-222, 2016. <http://dx.doi.org/10.18501/arrhythmia.2016.037>
- [9] M. P. Turakhia, J. Shafrin, K. Bogner, D. P. Goldman, P. M. Mendys, Y. Abdulsattar, D. Wiederkehr, J. Trocio, "Economic Burden of Undiagnosed Nonvalvular Atrial Fibrillation in the United States", *The American Journal of Cardiology*, Vol. 116, No. 5, pp. 733-739, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjcard.2015.05.045>
- [10] Radiation Safety Management Series, "Guidelines for recommended patient dose in CT X-ray examination", *Ministry of Health and Welfare and Family*, No. 19, 2009.
- [11] D. Conen, C. M. Alber, "Alcohol consumption and risk of atrial fibrillation: how much is too much?", *Journal of the American College of Cardiology*, Vol. 64, No. 3, pp. 290-292, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2014.03.048>
- [12] S. C. Larsson, N. Drca, A. Wolk, "Alcohol consumption and risk of atrial fibrillation: a prospective study and dose-response meta-analysis", *Journal of the American College of Cardiology*, Vol. 64, No. 3, pp. 281-289, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.03.048>
- [13] A. Voskoboinik, J. M. Kalman, A. D. Silva, T. Nicholls, B. Costello, S. Nanayakkara, S. Prabhu, D. Stub, S. Azzopardi, D. Vizi, G. Wong, C. Nalliah, H. Sugumar, M. Wong, E. Kotschet, D. Kaye, A. J. Taylor, P. M. Kistler, "Alcohol Abstinence in Drinkers with Atrial Fibrillation", *The New England Journal of Medicine*, Vol. 382, No. 1, pp. 20-28, 2020. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1817591>
- [14] J. Y. Park, N. S. Koo, "The Dietary Characteristics of Middle-aged People by BMI and Food Habits", *Korean Journal Community Nutrition*, Vol. 6, No. 1, pp. 43-50, 2001.
- [15] S. S. Chugh, R. Havmoeller, K. Narayanan, D. Singh, M. Rienstra, E. J. Benjamin, R. F. Gillum, Y. H. Kim, J. H. McAnulty Jr, Z. J. Zheng, M. H. Forouzanfar, M. Naghavi, G. A. Mensah, M. Ezzati, C. J. L. Murray, "Worldwide epidemiology of atrial fibrillation: a Global Burden of Disease 2010 Study", *Circulation*, Vol. 129, No. 8, pp. 837-847, 2014. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.005119>
- [16] V. Ruddox, I. Sandven, J. Munkhaugen, J. Skattebu, T. Edvardsen, J. E. Otterstad, "Atrial fibrillation and the risk for myocardial infarction, all-cause mortality and heart failure: A systematic review and meta-analysis", *European Journal of Preventive Cardiology*, Vol. 24, No. 14, pp. 1555-1566, 2017. <http://dx.doi.org/10.1177/2047487317715769>

냉각 풍선 절제술과 3D 고주파 절제술을 이용한 심방세동 치료 시 절제술 시행 시간과 방사선 피폭 영향과의 연관성

서영현^{1,2,*}

¹동신대학교 보건의료학과

²여수제일병원 심장센터

요 약

심방세동 치료는 3D장비를 이용한 고주파 절제술과 냉각 풍선을 이용한 냉각 풍선 절제술이 있다. 두 시술 모두 혈관 조영 장비를 이용해 심장의 구조를 파악한 뒤 진입하는 공통점이 있다. 따라서 시술 시간에 따른 피폭의 영향이 환자와 시술자 모두 위협이 될 수 있다는 단점이 존재하므로 본 연구를 통해 총 절제술 시간과 방사선 피폭 영향 등의 연관성을 확인하고자 한다. 2019년 03월부터 2022년 07월까지 관상 동맥 조영술과 부정맥 시술을 동시에 시행한 41명 환자의 후행적 데이터를 이용하였다. 총 절제술 시간에 대한 범위는 절제술 시작 시점부터 종료 시점까지의 기록된 데이터를 대상으로 하였다. 3D 고주파 절제술 종료 시점은 4곳의 폐정맥에 대해 절제술 시행을 완료한 시점으로 하였고 냉각 풍선 절제술의 경우 전기적 절연에 성공한 데이터를 대상으로 하였다. 총 절제술에 걸린 시간을 분석한 결과 냉각 풍선 절제술에 걸린 시간이 1037.29 ± 103.66 s로 3D를 이용한 고주파 절제술 3485.9 ± 405.71 s 보다 2448.61 s 더 빠른 시술 시간을 보였고 통계적으로 유의했다. ($p < 0.05$) 총 투시 조영 시간을 분석한 결과 3D를 이용한 고주파 절제술 피폭 시간이 2573.75 ± 239.08 s로 냉각 풍선 절제술 피폭 시간 4290.9 ± 420.42 s 보다 1717.15 s만큼 덜 노출됐으며 통계적으로 유의했다. 총면적 선량의 경우 3D 고주파 절제술이 59.04 ± 13.1 uGy/m²로 냉각 풍선 절제술 980.6 ± 658.07 uGy/m²보다 921.56 uGy/m²만큼 저 선량을 나타냈으며 통계적으로 유의했다. 냉각 풍선 절제술의 절연 시간이 3D 고주파 절제술보다 짧은 것으로 보아 환자의 상태가 좋지 않아 빠른 시술이 필요한 경우 냉각 풍선 절제술을 이용하는 방법이 효과적일 것으로 판단된다. 그러나 심방세동이 오래된 환자일 경우 심장의 구조적 변화가 발생할 확률이 높으므로 조작이 어려운 냉각 풍선 절제술 보다 3D 고주파 절제술을 이용해 치료하는 방법이 좋을 것으로 사료된다.

중심단어: 심방세동, 냉각 풍선 절제술, 3D 고주파 절제술, 절제술 시행 시간, 방사선 피폭 영향

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(단독저자)	서영현	동신대학교 보건의료학과 여수제일병원 심장센터	교원 7급 의료기사