

Dosimetry Evaluation Based on Approach Site During Peripherally Inserted Central Catheter (PICC) Procedure

Young-Hyun Seo, Jung-Keun Lee*

Department of Radiology, Dongshin University

Received: October 31, 2024. Revised: November 29, 2024. Accepted: November 30, 2024.

ABSTRACT

Peripherally Inserted Central Catheters (PICC) are a safe and effective method for patients requiring long-term venous access, with expanding indications in various clinical situations. This study aims to evaluate dosimetry based on the PICC insertion site to propose an optimal approach that achieves effective dose reduction. Between 2022 and 2024, 129 patients who underwent Peripherally Inserted Central Catheter (PICC) procedures at a cardiac center in Yeosu were analyzed, with 72 procedures using the right arm and 57 using the left arm. Although there was no statistically significant difference in physical characteristics between the two groups, dosimetry evaluations showed that using the right arm resulted in significantly lower values for absorbed dose ($4.06 \cdot 10^{-5} \pm 0.21$ mGy·cm²), air dose (1.67 ± 0.98 mGy), and fluoroscopy time (30.49 ± 9.04 s) ($p < 0.05$). These results suggest that procedures using the right arm are safer and more effective. In the evaluation of overall variables, the correlation between fluoroscopy time and physical characteristics was not statistically significant, but absorbed dose and air dose showed a meaningful increase as fluoroscopy time increased ($p < 0.001$), reflecting a similar trend to the left arm approach. This study confirmed that the right arm is effective for dose reduction during PICC procedures when comparing insertion sites in the left and right arms. The use of the left arm tended to increase absorbed dose and fluoroscopy time due to the greater anatomical distance to the superior vena cava (SVC). A limitation of the study is that it focused on general patients rather than critically ill ones; however, these results are expected to contribute to appropriate route selection for PICC access.

Keywords: PICC, Fluoroscopy, DAP, Air kerma

I. INTRODUCTION

말초 삽입형 중심 정맥 카테터(PICC; peripherally inserted central venous catheter)는 장기간의 정맥 접근이 필요한 환자에게 안전하고 효과적인 방법으로 널리 사용되고 있다^[1]. PICC는 말초 정맥을 통해 중심 정맥에 접근함으로써, 장기적인 항암 치료, 영양 지원 및 약물 투여를 가능하게 한다^[2]. 이 방법은 전통적인 중심 정맥 카테터에 비해 감염 위험이 낮고, 환자의 불편함을 줄이는 장점을 제공한다^[3]. 최근 연구들은 PICC의 효용성을 증명하며, 다양한 임상 상황에서의 적응증을 확대하고 있고 PICC

를 안전하게 이용하는 방법에 대한 가이드라인도 잘 마련되어 있다^[4]. 따라서 PICC의 사용은 현대 의학에서 필수적인 기술로 자리 잡고 있다. 특히 PICC 진행 시 발생할 수 있는 합병증에 대한 인자와 예후 인자 등에 관한 선행 연구도 충분히 진행되어 오고 있다^[5]. 다만 현존하는 연구들의 경우 Fumito Saijo^[5]의 연구에서처럼 주로 임상적, 진단적 가치를 입증하는 연구들이 다수이다. 즉, PICC 관련 선량 평가에 관한 선행 연구는 미비하다고 볼 수 있다. 최근 PICC 관련 선량 평가 연구는 심장 투시 프레임을 조절하여 유효선량을 평가하는 연구^[6] 또는 초음파 장비를 이용하여 시술을 진행할

* Corresponding Author: Jung-Keun Lee

E-mail: lej3580@hanmail.net

Tel: +82-61-689-8523

때 발생하는 장단점 연구^[7] 등이 주를 이루고 있다. 따라서 본 연구를 통해 천자 부위에 따른 PICC의 선량 평가 후 PICC 카테터 삽입 시 최적의 선량 저감화 효과를 나타낼 수 있는 천자 부위를 제안하고 시술자와 환자의 피폭 저감화 방안에 기여하고자 한다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 대상 및 사용 장비

2022년부터 2024년까지 여수에 소재한 병원의 심장센터에 방문해 말초 삽입형 중심 정맥 카테터 삽입 시술을 시행한 환자의 영상과 선량 정보 보고서를 획득해 분석하였다. 특히 연구에 사용된 정보만으로는 환자를 특정할 수 없고, 획득한 정보를 이용해 간접적으로도 개인정보를 유추할 수 없는 후향적 자료를 이용해 연구를 진행하였다. 전체 대상으로는 129건의 영상을 대상으로 하였고 우측 팔을 이용해 시술한 영상 건수는 72건, 좌측 팔을 이용해 시술한 영상이 건수는 57건이었다. 천자한 팔정맥의 위치는 척측피정맥(Basilic vein) 또는 요골측피부정맥(cephalic vein)으로 접근하였다. 비교 대상으로 삼은 BMI의 경우 상대정맥까지 카테터의 끝이 위치해야 하는 시술의 특성상 조사야가 흉부를 포함하게 되므로 체질량 지수와 관계도 추가 조사하고자 변수로 선정하였다. 전체 군의 평균 나이는 74.15 ± 9.67 세, 키 158.57 ± 8.61 cm, 몸무게 59.69 ± 12.03 kg, 체질량지수(BMI) 23.76 ± 4.53 km/m^2 로 Table 1과 같다.

Table 1. Descriptive statistics of characteristics for patient of PICC examination patients

PICC characteristics (n=129)	
Age	4.15 ± 9.67
Hight (cm)	158.57 ± 8.61
Weight (kg)	59.69 ± 12.03
BMI (km/m^2)	23.76 ± 4.53

PICC: Peripherally inserted central catheter, BMI: Body mass index

혈관 조영장비는 INNOVA IGS 630 (GE Healthcare, Illinois, Chicago, USA)이었으며 X-ray 조사 조건은 투시 조영 시 관전압 81 kV, 관전류 0.7 mA, 필터 0.3

mmCu, 프레임 7.5 f/s로 설정하여 촬영되었다. 특히 면적에 영향을 받는 혈관 조영 장비의 특성상 자동 선량 조절 기능(Automatic Exposure Control, AEC)이 작동되고 있었으며 Table 2와 같다.

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

Fluoroscopy set up	
kV	81
mA	0.7
Additional filter (mmCu)	0.3
Frame (f/s)	7.5
AEC	on

AEC: Automatic exposure control

2. 말초 삽입형 중심 정맥 카테터 삽입술 과정에 따른 영상정보 획득 방법

PICC 삽입 시 우측과 좌측 모두 초음파를 이용해 접근할 정맥의 위치를 확인 후 천자 한다. 천자 후 투시 조영을 시행해 유도 철사의 진입을 확인하고 유도 철사에 sheath 삽입 후 조영제를 사용해 혈관이 올바르게 주행하고 있는지 확인한다. 그 후 중심 정맥 카테터를 삽입하여 소독 후 시술을 끝내게 되며 시술 과정 영상은 Fig. 1과 같다. 따라서 시술의 과정이 담긴 영상정보를 이용해 영화 촬영(Cine)을 하지 않고 투시 촬영만 진행한 영상과 시술 중 출혈 또는 박리, 혈관 뚫림 등과 같은 특별한 이벤트가 발생하지 않은 대상 중 무작위로 선정하여 선량 정보를 분석하였다.

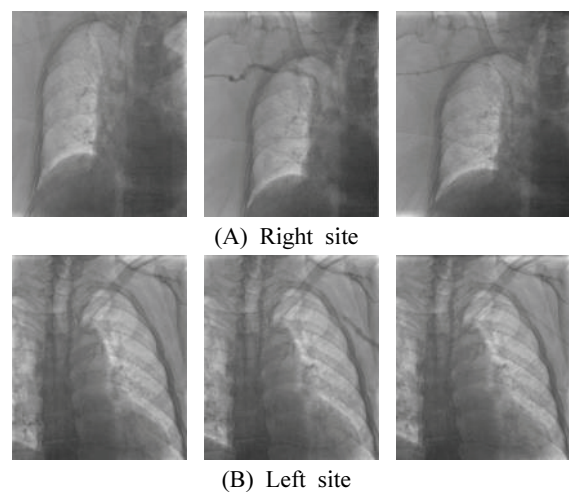


Fig. 1. PICC approach puncture site.

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. 중심극한정리에 의해 정규분포를 만족한 변수에 대해 모수적 방법의 t-test를 시행하였고, 상관관계 확인은 Pearson의 상관관계 분석을 이용하였다.

III. RESULT

1. 말초 삽입형 중심 정맥 카테터 삽입 부위에 따른 t-test 결과

환자의 신체적 특성 분석 결과에선 우측 팔을 이용해 PICC를 삽입한 경우와 좌측 팔을 이용해 PICC를 삽입한 경우가 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았고 Table 3과 같다.

선량 평가의 경우 우측 팔을 이용해 PICC를 삽입한 경우의 DAP $4.06 \times 10^{-5} \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$, 공기 중 선량 $1.67 \pm 0.98 \text{ mGy}$, 투시 시간 $30.49 \pm 9.04 \text{ s}$ 로 좌측 팔을 이용해 PICC 삽입한 경우의 DAP $6.52 \times 10^{-8} \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$, 공기 중 선량 $2.55 \pm 1.79 \text{ mGy}$, 투시 시간 $49.07 \pm 23.72 \text{ s}$ 보다 통계적으로 유의할 만큼의 저 선량이 조사되었고 투시 시간도 짧게 소요되었으며 Table 3과 같다. ($p < 0.05$)

Table 3. Comparative analysis according to right and left puncture site of PICC

	Rt. approach (n=72)	Lt. approach (n=57)	p
Age	74.36 ± 9.27	73.88 ± 10.23	0.304
Hight (cm)	159.18 ± 8.60	157.79 ± 8.60	0.946
Weight (kg)	59.91 ± 11.97	59.40 ± 12.21	0.802
BMI (km/m ²)	23.67 ± 4.43	23.87 ± 4.68	0.729
DAP (mGy·cm ²)	$4.06 \times 10^{-5} \pm 0.21$	$6.52 \times 10^{-8} \pm 0.45$	<0.001
Air kerma (mGy)	1.67 ± 0.98	2.55 ± 1.79	<0.001
Fluoroscopy time (s)	30.49 ± 9.04	49.07 ± 23.72	<0.001

DAP: Dose area product

2. 각 군에 대한 상관관계 분석 결과

2.1. 우측 팔 접근 방법을 이용한 변수 분석 결과

선량 평가를 중점으로 투시 시간에 따른 신체적 특성에 관한 상관관계를 분석한 결과 나이가 증가할수록 투시 시간도 함께 증가하는 양의 상관관계를 나타냈으며 Table 4, Fig. 2와 같다. ($p < 0.05$) DAP와 공기 중 선량의 경우에서도 투시 시간이 증가할수록 통계적으로 유의할 만큼 증가하는 상관관계를 나타냈으며 Table 4와 같다. ($p < 0.05$)

Table 4. Results for correlations analysis for radiation dose and characteristics of patient in right approach site

	Fluoroscopy time (s), (n=72)			
	Mean	Std Deviation	R ²	p
Age	74.36	9.27	0.13	0.002
Hight (cm)	159.18	8.60	0.01	0.27
Weight (kg)	59.91	11.97	0.004	0.595
BMI (km/m ²)	23.67	4.43	0	0.878
DAP (mGy·cm ²)	$4.06 \cdot 10^{-5}$	0.21	0.18	<0.001
Air kerma (mGy)	1.67	0.98	0.10	0.005

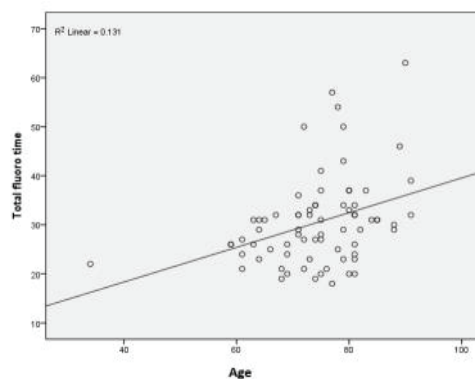


Fig. 2. Linear curve graph of Fluoroscopy time and Age.

2.2. 좌측 팔 접근 방법을 이용한 변수 분석 결과

선량 평가를 중점으로 투시 시간에 따른 신체적 특성에 관한 상관관계 분석에서는 통계적으로 유의한 결과가 나타나지 않았다. DAP와 공기 중 선량의 경우 투시 시간이 증가할수록 통계적으로 유의할 만큼 상승하는 상관관계를 나타냈으며 Table 5와 같다. ($p < 0.001$)

Table 5. Results for correlations analysis for radiation dose and characteristics of patient in left approach site

	Fluoroscopy time (s), (n=57)			
	Mean	Std Deviation	R ²	p
Age	73.88	10.23	0.01	0.378
Hight (cm)	157.79	8.60	0	0.910
Weight (kg)	59.40	12.21	0.02	0.215
BMI (km/m ²)	23.87	4.68	0.02	0.224
DAP (mGy·cm ²)	6.52·10 ⁻⁸	0.45	0.26	<0.001
Air kerma (mGy)	2.55	1.79	0.28	<0.001

3. 전체 변수들의 상관관계 분석 결과

전체 변수들에 대한 선량 평가를 중점으로 투시 시간에 따른 신체적 특성에 관한 상관관계 분석에서는 통계적으로 유의한 결과가 나타나지 않았다. DAP와 공기 중 선량의 경우에는 좌측 팔 접근 방법을 통한 시술과 마찬가지로 투시 시간이 증가할수록 통계적으로 유의할 만큼 상승하는 상관관계를 나타냈으며 Table 6과 같다. (p<0.001)

Table 6. Results for correlations analysis for radiation dose and characteristics of patient in both approach site

	Fluoroscopy time (s), (n=129)			
	Mean	Std Deviation	R ²	p
Age	74.15	9.67	0	0.906
Hight (cm)	158.57	8.61	0.004	0.469
Weight (kg)	59.69	12.03	0.004	0.471
BMI (km/m ²)	23.76	4.53	0.004	0.234
DAP (mGy·cm ²)	5.10·10 ⁻⁸	0.36	0.32	<0.001
Air kerma (mGy)	2.06	1.46	0.29	<0.001

IV. DISCUSSION

Wei Ding^[7]의 연구와 같이 투시 대신 초음파를 이용하여 PICC를 시행하는 경우도 존재한다. 이 방법은 소아 환자에서 더욱 효과적인 방법으로 떠오른다. 다만 실제 초음파만으로 심부까지 카테터를 거치시키기는 매우 까다롭다. 추가로 투시를 이용하지 않고 블라인드 천자 시술을 진행하기도 했으나 ZhanZhan Li^[8]의 연구에서 블라인드 천자 방법보다 초음파만 이용하더라도 더 좋은 결과를 나타

낼 수 있다고 보고되는 만큼 블라인드 천자는 많이 시행하지 않고 있다. 결국 완성된 PICC를 위해서는 투시 조영을 진행하는 것이 효율적이다.

일반적으로 천자 부위는 지정되어 있지 않고 팔, 다리, 목 정맥 등 어디든 활용될 수 있으며^[9] 병원마다 또는 시술자마다 주관적인 방법에 따라 편향적인 시술을 하는 경우가 많다. 최근에는 언급한 정맥보다 더 작은 정맥을 통해 PICC를 진행^[10]하기도 하지만 과거부터 팔의 정맥을 이용할 경우는 Basilic vein 또는 cephalic vein을 주로 천자 한다고 알려져 있다^[11]. 따라서 본 연구를 통해 우측 또는 좌측 팔 정맥으로 천자하여 진행한 PICC에 따른 선량 평가를 진행하고자 하였다. 실제로 시술 방의 구조나 시술자의 주 손잡이에 따라 우측 팔 또는 좌측 팔로 PICC 카테터를 삽입하는 경우가 많거나 환자의 주 사용 팔에 따라, 또는 환자의 요청에 따라 천자 부위를 선택하는 경우가 많다. 요점으로 명확한 가이드라인이 제시되고 있지 않은 실정이며 이를 보완하고자 선량 저감화 방안을 통한 PICC 천자 부위 가이드라인을 제안하기 위해 연구를 진행하였다.

본 연구의 결과를 살펴보면, 좌측 팔로 시술을 진행할 경우 흡수선량과 공기중 선량값, 투시 시간이 통계적으로 유의할 만큼의 선량 증가 차이를 나타냈다. 추측하기로 좌측 팔로 진입할 경우 상대정맥(SVC)에 도달하기까지의 거리가 우측 팔로 진입했을 때보다 해부학적으로 더 먼 거리를 주행하기 때문일 것으로 생각된다^[12]. 본 결과에 의한다면, PICC를 진행할 경우 좌측 팔보다 우측 팔로 시술하는 것이 선량 저감화 방법을 이룰 수 있을 것으로 사료된다. 다만, 우측 팔로 접근할 경우의 변수들 상관관계를 살펴보면, 투시 시간에 따라 신체적 특성 중 하나인 연령이 증가하는 것을 보아 70세 이상의 고령 환자에서는 선량에 대한 주의를 기울여야 할 것으로 판단된다. 반대로 젊은 층에 있어서는 우측 팔 천자를 적극 활용하는 것도 선량 저감화 대안이 될 수 있을 것으로 생각된다.

PICC는 본래 항암제 또는 약물의 정확한 도달을 위해^[2] 중증의 환자들에게 이용되는 경우가 많다. 그러나 본 연구에서는 중증의 환자들에 대한 대상

이 아닌 얇은 팔 정맥이 경련 또는 소실되거나 입원을 위한 사전 조치의 일반 환자들을 대상으로 후향적 연구를 진행하였기에 응급 또는 중증의 환자에 대한 판단은 달리 해석되어야 하는 것이 연구의 제한점으로 남는다. 두 번째 제한점으로는 피폭 선량 저감화의 1차적 방법으로 Frame rate를 줄이는 방법이 있으나 화질 불만족 등과 관련된 시술자의 주관적 견해로 인해 2차적 방법을 통한 선량 저감화 방안 마련이라는 한계가 존재했다. 선량평가를 위한 2차적 인자에 활용된 정보는 후향적 데이터를 이용하였고 환자를 특정할 수 없는 정보를 이용하였다. 마지막으로 연구의 데이터가 부족했던 점과 연구 기간이 짧았던 점을 제한점으로 들 수 있으며 연구의 질을 향상하기 위해서는 더 많은 데이터와 연구 기간을 필요로 할 것으로 생각된다. 그럼에도 불구하고 일반 입원 환자들이 있어서는 PICC 천자 부위를 선택함에 선량 저감화 방안을 활용하여 적절한 접근 경로 선택 제안이 가능할 것으로 생각되며 본 연구를 실제 실무 적용이 가능할 것으로 생각된다.

V. CONCLUSIONS

응급한 경우가 아닌 일반적 PICC 시 환자와 시술자의 피폭 선량 저감화를 위한 방법으로 상대정맥과 가까운 위치로 주행하는 우측 팔의 Basilic vein 또는 cephalic vein을 이용하여 시술을 진행하는 것이 선량 저감화 방안이 효과적일 것으로 사료된다. 특히 나이와 관련된 상관관계 중 75세 이하 환자의 경우 우측 팔 정맥을, 75세 이상 환자의 경우 좌측 팔로 시술을 진행하는 방법도 선량 저감화 방안 실현에 도움이 될 것으로 생각되며, 이러한 결과는 PICC 접근 시 적절한 경로 선택에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

Reference

- [1] U. B. Mitbender, M. J. Geer, K. Taxbro, J. K. Horowitz, Q. Zhang, M. E. O'Malley, N. Ramnath, V. Chopra, "Patterns of use and outcomes of peripherally inserted central catheters in hospitalized patients with solid tumors: A multicenter study", *Journal of Surgical Oncology Clinics of North America*, Vol. 128, No. 20, pp. 3681-3690, 2022. <https://doi.org/10.1002/cncr.34410>
- [2] L. Lin, W. Li, C. Chen, A. Wei, Y. Liu, "Peripherally inserted central catheters versus implantable port catheters for cancer patients: a meta-analysis", *Journal of Frontiers Oncology eCollection*, Vol. 13, 2023. <https://doi.org/10.3389/fonc.2023.1228092>
- [3] S. Duwadi, Q. Zhao, B. S. Budal, "Peripherally inserted central catheters in critically ill patients - complications and its prevention: A review", *International Journal of Nursing Sciences*, Vol. 6, No. 1, pp. 99-105, 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijnss.2018.12.007>
- [4] F. Poletti, C. Coccino, D. Monolo, P. Crespi, G. Ciccio, G. Cordio, G. Seveso, S. D. Servi, "Efficacy and safety of peripherally inserted central venous catheters in acute cardiac care management", *Journal of Vascular Access*, Vol. 19, No. 5, pp. 455-460, 2018. <http://dx.doi.org/10.1177/1129729818758984>
- [5] P. Wang, K. L. Soh, Y. Ying, Y. Liu, X. Huang, J. Huang, "Risk of VTE associated with PORTs and PICCs in cancer patients: A systematic review and meta-analysis", *Journal of Thrombosis Research*, Vol. 213, pp. 34-42, 2022. <http://dx.doi.org/10.1016/j.thromres.2022.02.024>
- [6] M. K. Badawy, C. J. Witkowski, R. Baldoni, D. Carrion, E. Yildirim, "Radiation dose during fluoroscopically guided central venous access device insertion: retrospective observational study", *Journal of Radiologia*, Vol. 63, pp. 5-12, 2021. <http://dx.doi.org/10.1016/J.RXENG.2020.01.007>
- [7] W. Ding, L. Qiu, T. Li, W. Su, Q. Yu, T. Hu, C. Wang, C. Fan, W. Wang, "Ultrasound-guided totally implantable venous access ports placement via right brachiocephalic vein in pediatric population: A clinical debut", *Journal of Clinical Ultrasound*, Vol. 69, No. 10, pp. 1-8, 2022. <https://doi.org/10.1002/pcb.29911>
- [8] Z. Z. Li, L. Z. Chen, "Comparison of ultrasound-guided modified Seldinger technique versus blind puncture for peripherally inserted central catheter: a meta-analysis of randomized controlled trials", *Journal of Critical Care*, Vol. 19, No. 64, 2015. <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-015-0742-y>

- [9] M. Sakuraya, H. Okano, S. Yoshihiro, S. Niida, K. Kimura, "Insertion site of central venous catheter among hospitalized adult patients: A systematic review and network meta-analysis", *Journal of Frontiers in Medicine*, 2022.
<http://dx.doi.org/10.3389/fmed.2022.960135>
- [10] Fumito Saijo, Yoshinobu Odaka, Mitsuhsa Mutoh, Yu Katayose, Hiromi Tokumura. "A novel technique of axillary vein puncture involving peripherally inserted central venous catheters for a small basilic vein", *Journal of Vascular Access*, Vol. 19, No. 3, pp. 311-315, 2018.
<http://dx.doi.org/10.1177/1129729818757974>
- [11] I. W. Choo, S. W. Choo, D. Choi, J. H. Yoon, J. W. Hwang, J. C. Andrews, D. M. Williams, K. J. Cho, J. H. Lim, "Placement of Peripherally Inserted Central Catheters (PICC) : The Upper Arm Approach", *Journal of the Korean Radiological Society*, Vol. 33, No. 6, pp. 861-864, 1995.
- [12] H. J. White, M. P. Soos, "Anatomy, Thorax, Superior Vena Cava", *National Library of Medicine*, 2023.

말초 삽입형 중심 정맥 카테터(PICC) 시술 시 Approach site에 따른 선량 평가

서영현, 이정근*

동신대학교 방사선학과

요 약

말초 삽입형 중심 정맥 카테터(PICC)는 장기간의 정맥 접근을 필요로 하는 환자에게 안전하고 효과적인 방법으로, 다양한 임상 상황에서의 적응증이 확대되고 있다. 본 연구는 PICC 천자 부위에 따른 선량 평가를 통해 최적의 선량 저감화 효과를 나타낼 수 있는 천자 부위를 제안하고자 한다.

2022년부터 2024년까지 여수에 소재한 심장센터에서 말초 삽입형 중심 정맥 카테터 시술을 받은 129명의 환자 영상을 분석하였으며, 우측 팔을 이용한 PICC는 72건, 좌측 팔을 이용한 PICC는 57건이었다. PICC 삽입 시 우측 팔과 좌측 팔 간의 신체적 특성은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나, 선량 평가에서 우측 팔을 이용한 경우 DAP ($4.06 \cdot 10^{-5} \pm 0.21 \text{ mGy} \cdot \text{cm}^2$)과 공기 중 선량($1.67 \pm 0.98 \text{ mGy}$), 투시 시간($30.49 \pm 9.04 \text{ s}$)이 모두 유의하게 낮았다($p < 0.05$). 이 결과는 우측 팔을 이용한 시술이 보다 안전하고 효과적임을 시사한다. 전체 변수에 대한 선량 평가에서 투시 시간과 신체적 특성 간의 상관관계는 통계적으로 유의하지 않았으나, 흡수선량과 공기 중 선량은 투시 시간이 증가함에 따라 유의미하게 상승하는 상관관계를 보였다($p < 0.001$). 이러한 결과는 좌측 팔 접근 시술과 유사한 경향을 나타냈다.

본 연구는 PICC 시술 시 좌측 팔과 우측 팔의 천자 부위에 따른 선량 평가를 통해 우측 팔이 선량 저감화에 효과적임을 확인하였다. 좌측 팔을 사용할 경우 상대정맥(SVC)까지의 해부학적 거리로 인해 흡수선량과 투시 시간이 증가하는 경향이 있었다. 연구의 제한점으로는 중증 환자가 아닌 일반 환자를 대상으로 하였으나, 이러한 결과는 PICC 접근 시 적절한 경로 선택에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

중심단어: 말초 삽입형 중심 정맥 카테터, 투시 검사, 흡수선량, 공기 중 선량

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	서영현	동신대학교 방사선학과	교수
(교신저자)	이정근	동신대학교 방사선학과	시간강사