

회전 도구에 의한 혈관 내 혈전 제거 특성에 대한 연구 A Fundamental Study on Removing Intravascular Blood Clots by the Rotational Tool

*김창래¹, 김영태¹, 이광석², #김대은¹, 고영국², 장양수²

*C. L. Kim¹, Y. T. Kim¹, K. S. Lee², #D. E. Kim(kimde@yonsei.ac.kr)¹, Y. G. Ko², Y. S. Jang²

¹연세대학교 기계공학과

²연세대학교 심장혈관병원 심장내과

Key words : artery, blood clot, grinding, rotational tool, thrombosis, vessel

1. 서론

혈관 내에 혈전이 생기면 혈류 속도에 영향을 끼쳐 여러 가지 합병증을 일으키기도 하고 심할 경우 생명을 위협한다. 따라서 혈관 내의 혈전을 제거하기 위한 여러 가지 방법들이 연구되고 있다¹⁻³. 단단한 혈전과 부드러운 혈전들이 섞여 있는 상태를 효과적으로 분쇄시킬 수 있는 도구가 개발된다면 시술시간을 줄일 수 있고 효과적인 혈전 제거가 가능할 것이다. 따라서 본 연구에서는 기계적인 방법으로 서로 다른 성질의 혼합된 혈전을 효과적으로 분쇄시키는 도구의 여러 인자들을 분석하고 혈전 제거 특성에 대해 분석하고자 한다.

2. 실험 시편 및 방법

본 연구에서는 소의 혈액인 선지를 이용하여 수분 제거 과정을 달리하여 두 가지 종류의 선지 시편을 준비하였다. 일정량의 선지를 가열과 제습 과정을 거치면 공정 시간에 따라 부드럽거나 단단한 시편을 만들 수 있다. 이렇게 만들어진 선지 시편은 강성과 밀도가 다르게 나타나며 분쇄 도구의 효율을 평가하는데 활용되었다.

본 연구에서는 선지 시편을 효과적으로 분쇄시키는 데 필요한 인자들의 조건을 분석하고자 하였다. 각 도구 시편들의 형상의 차이뿐만 아니라 날의 길이와 재질, 그리고 회전 속도를 변수로 하여 비교 실험을 진행하였다. Fig. 1은 실험에 사용된 장치의 구성을 보여준다.

3. 실험결과 및 고찰

날의 길이가 20 mm이며 stainless steel로 만든 세 종류의 도구, Tool A, Tool B와 Tool C를 6,000 rpm으로 10초 동안 동작시켰을 때, Tool C에 의해

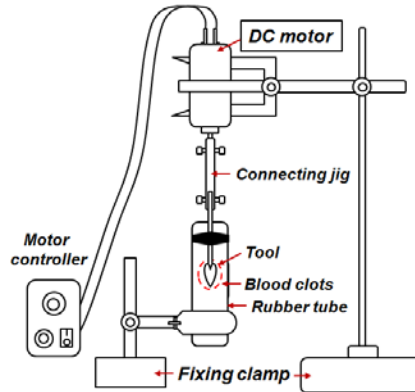


Fig. 1 Schematic design of the experimental apparatus

선지 시편이 가장 작은 입자들로 분쇄되는 것을 볼 수 있었다. Tool C의 경우, Tool A 와 Tool B 도구의 날 끝부분에 의한 거친 impact 현상이 없기 때문에 선지 시편이 큰 입자로 떨어져 나오지 않고 상대적으로 고르게 분쇄되는 것으로 판단된다. 또한, 유연한 재질의 도구 보다 강성이 높은 stainless steel wire가 효과적으로 시편을 분쇄시키는 것으로 나타났다.

길이에 따른 분쇄 효과 비교 실험의 경우 Tool A 와 Tool B에 대해서 날의 길이가 짧을수록 분쇄효과가 크게 나타났다. 그러나 Tool C 에 대해서는 길이가 가장 짧은 5 mm 날보다 10 mm 일 때, 선지 시편을 더 효과적으로 분쇄시켰다.

도구의 회전 속도에 대한 고찰의 결과 모든 도구 종류에 대하여 회전 속도가 6000 rpm에서 12000 rpm으로 증가할 경우 입자의 크기가 작아짐을 알 수 있었다.

Table 1 Average size of particles as function of tool type (Unit: mm)

Type	Tool A		Tool B	
	stainless steel	polymer	stainless steel	polymer
	1.1	1.5	1.4	1.7

Table 2. Average size of particles as function of tool type and speed (Unit: μm).

	Tool A	Tool B	Tool C
6,000 rpm	783	925	594
12,000 rpm	510	684	336

4. 결론

본 연구에서는 혈관 내에 형성된 혈전에 대한 효과적인 제거 특성을 알기 위해 도구 날의 형상, 재질, 길이와 회전 속도에 따라 비교 실험들을 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 유연한 재질의 도구보다 강성이 큰 stainless steel wire 재질의 도구가 선지 시편을 효과적으로 분쇄시켰다.
2. 도구의 날 끝 형상에 따라 분쇄효과가 다르게 나타났으며 이에 대한 도구 형상의 최적화가 요구된다.
3. 도구의 회전 속도에 대해서는 12,000 rpm에서 가장 효과적인 분쇄 효과를 보였다.

참고문헌

1. Arko, F. R., Davis, C. M., Murphy, E. H., Smith, S. T., Timaran, C. H., and Modrall, J.G., "Aggressive percutaneous mechanical thrombectomy of deep venous thrombosis: early clinical results", Arch Surg, **142**, 513-518, 2007.
2. Kerber, C. W., Barr, J. D., Berger, R. M., Chopko, B. W., "Snare Retrieval of Intracranial Thrombus in Patients with Acute Stroke", J Vasc Interv Radiol, **13**, 1269-1274, 2002.
3. Savrasov, G. V., Skvortsov, S. p., "Modern Surgical Devices for Treating Thromboses: Current Status and Prospects", Biomedical Engineering, **34**, 173-179, 2000.