

이중 박동 펌프를 이용한 체외생명보조장치의 개발(T-Pls)

노양래* · 이혁수* · 황창모* · 최성욱* · 이정찬* · 최혁* · 이환성** · 오혜정**
· 안상수** · 손호성*** · 백광제**** · 원용순***** · 신경** · 민병구*****

1. 서 론

심혈관 질환 특히 협심증과 급성 심근 경색증 등 관상동맥 질환이 급증함에 따라 병원밖이나 응급실 중환자실 심도자 검사실등에서 급성 심장 쇼크에 빠지거나 심장마비가 발생하는 경우가 많이 발생하고 있다. 이러한 심혈관 질환에는 정류성 체외생명보조장치가 널리 사용되고 있으나 이러한 장치는 그 무게와 크기로 인해 응급상황에 대처할 수 있는 능력이 작고, 막형 산화기의 전단에 인가되는 압력이 크며, 시스템 구성상 혈액이 공기에 노출된다. 박동성이 없는 혈류를 장시간 공급할 경우에는 말초장기에 해로운 영향을 주며, 저체온 수술법, 마취시 혈액이 희석된 경우 조직의 산소 교환이 좋지 않다는 보고가 있다.⁽¹⁾ 박동성 혈류를 공급하기 위하여 단일 구동펌프를 이용한 시도가 있었으나 회로내의 순간 압력 상승등으로 인한 단점이 도출되었다. 이러한 기존의 체외생명보조장치의 단점을 극복하고자, 한국형 인공심장의 원리를 이용한 박동식 이중 구동형 혈액펌프를 개발하였고, T-Pls (Twin-Pls)라 명칭하였다. *In Vitro* 실험과 두 차례에 걸친 폐지를 이용한 *In Vivo* 실험을 통하여 그 장점을 검증하였다.

들어져 있으며, 각 출구에는 폴리머 밸브가 삽입되어 혈류의 방향을 제어한다. 실리콘 튜브의 사이에 위치 한에너지 변환기(Actuator)가 이동하며 실리콘 튜브를 밀어주어 혈류를 일으키는 구조로 구성되어 있다. 폴리머 밸브의 전·후단에는 혈액주머니로 사용된 실리콘 튜브의 길이를 늘려 주어 혈액유입량 증가 및 압력 완충작용 역할을 한다.

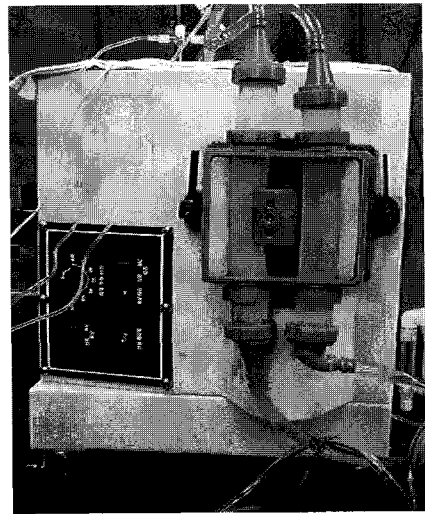


Fig. 1 T-Pls의 실제 그림

2. 본 론

2.1. T-Pls의 원리와 구조

2.1.1. 혈액펌프의 구조

T-Pls 혈액펌프의 혈액주머니는 실리콘 튜브로 만

* 서울대학교 대학원 의용생체공학 전공
** 고려대학교 대학원 의용생체공학 전공
*** 고려대학교 의과대학 흉부외과
**** 인하대학교 의과대학 응급의학과
***** 순천향대학교 의과대학 흉부외과
***** 서울대학교 의과대학 의공학 교실

2.1.2. 전체 시스템의 구조 및 작동원리

시스템의 구성은 혈액펌프를 구동 시키기 위한 Console, 혈액펌프, 폴리머 밸브, 막형산화기등으로 이루어져 있다(Fig 1, 2). 막형산화기를 중심으로 혈액주머니를 전후로 위치시킴으로써, 막형산화기의 전단에 있는 혈액주머니를 에너지변환기(Actuator)가 밀어낼 때 막형 산화기 후단에 있는 혈액주머니가 퍼져, 음압을 형성시켜 막형산화기에 인가되는 압력을 감소시키며, 또한 후단의 혈액주머니로 인해 신체에 박동류를 효율적으로 공급할 수 있다.

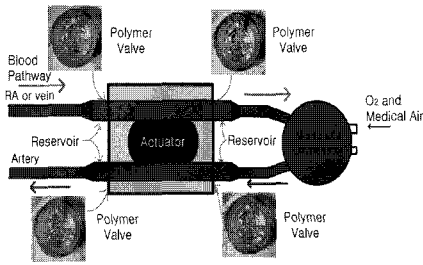


Fig. 2 T-Pls의 개요도

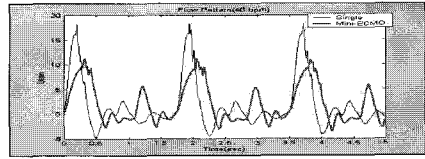


Fig. 5 박동형 단일구동펌프와 T-Pls의 Flow

2.2. 실험 결과

2.2.1 In Vitro 실험결과

박동식 단일 구동장치와 T-Pls를 비교실험하였다. 박동식 단일 구동장치의 결과는 T-Pls의 한쪽 혈액주머니만을 혈액펌프로 이용하여 테스트를 한 것이다.

실험조건은 AoP 100mmHg, RAP 10mmHg, Flow 1.8~2.0 L/min, Pump rate 40 bpm이다. 압력테이더 측정은 MCMillan Company의 PSHB0800HAAG Model (Range-300~800mmHg)을 사용하였으며, 유량은 Transonic system Inc.의 T206 Model을 사용하였다. (Fig 3, 4, 5)

2.2.2 In Vivo 실험결과

돼지(20~25kg)를 이용한 2차례의 In-Vivo test를 하였다. 심폐부전 모델로 PA를 banding하여 폐의 혈액공급을 차단하였으며, Flow 1.6-1.8 L/min이었으며, T-Pls의 구동속도는 40 BPM으로 설정하였다(표 1)

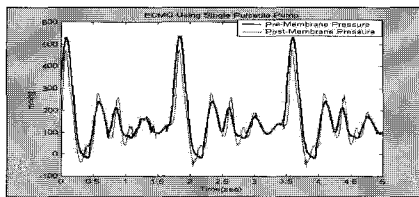


Fig. 3 박동식 단일구동장치의 막형산화기 전후압력

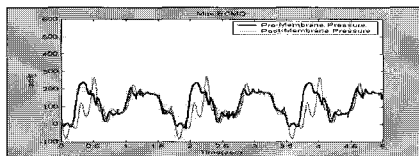


Fig. 4 T-Pls의 막형산화기 전후압력

표 1. Plasma Hb

Plasma Hb(mg/dL)	Baseline	1hr	2hr	3hr
First Case	8.8	14.8	14.7	
Second Case	4	15.1	13	13.4

3. 결론

- 1) In Vitro로 실시한 박동식 단일 구동장치와의 비교를 통하여, 막형산화기 전단에 위치한 혈액주머니를 밀어낼 때 생기는 큰 크기의 양압을 후단에 위치한 혈액주머니 후단에 위치한 혈액주머니의 동시에 일어나는 음압이 막형산화기의 전·후단의 순간 압력을 효과적인 수준으로 감소시킴과, 비슷한 양의 박동형 유량을 안정적인 낮은 순간 유량으로 두 번에 나누어 공급함을 확인할 수 있었다.
- 2) In-Vivo를 통하여 산화 능력 및 혈액 적합성을 검증한 결과 안정적인 범위에서 동작함을 확인할 수 있었다.

후 기

이 논문은 대한민국 보건복지부의 선도기술연 (#HMP-98-G-2-040)지원으로 수행되었음.

참고 문헌

- (1) Sanderson JM, Wright G, Sims FW "Brain damage in dogs immediately following pulsatile and non-pulsatile blood flows in extracorporeal circulation" Thorax 1972 ; 27 : 225-86
- (2) Joseph B. Zwischenberger, M.D., Robert H. Bartlett, M.D. 1995 "Extracorporeal Cardiopulmonary Support in Critical Care" Extracorporeal Life Support Organization