

---

# 체외 충격파 쇄석기(E.S.W.L) 분쇄능 연구

서울보건대학 방사선과

김인에, 양한준, 고신관

---

**서 론 :** 체외충격파쇄석기란(Extracorporeal Shock Wave Lithotriper) 인체 외부에서 발생된 충격파를 인체 내의 결석에 집속시켜 분쇄하여 요관과 요도를 통하여 자연스럽게 배출됨으로서 치료 효과를 얻게 된다. 그 특성으로는 비침습성, 높은 치료효과, 안전성, 짧은 치료시간 등이 있고 특별히 결석 치료의 일대 혁신을 일으킨 물리학, 공학, 의학의 합작품이라고 할 수 있다. 체외 충격파 쇄석기의 종류는 충격파의 발생원리에 따라 다음과 같이 구분한다. 첫째, 전기수력학적형(Electrohydraulic spark gap type). 둘째, 전자기형(Electromagnetic wave type). 셋째, 압전방식형(Piezoelectric type)이 있다.

본 실험에 사용된 충격파의 원로서는 전기수력학적형을 사용하여 결석의 분쇄력을 측정하였다.

또, 여기에서는 모조결석을 사용하여 충격파의 발생 횟수, 사용되는 매질용액의 농도 변화는 일반 수돗물, 매질로 증류수에 소금성분을 넣지 않았을 때, 0.5%, 1%일 때의 결석분쇄력과 이론적인 충격파 초점에서의 분쇄력과 거리 변화( $\pm 5$  mm)를 주었을 때 분쇄력의 차이를 집중적으로 실험하였다. 또한 매질의 농도를 변화시키면서 전극사이에 나타나는 저항(R)값, 리액턴스(L)값을 측정하여 실험하였으며 이 값들이 충격파의 발생으로 인한 결석 분쇄력에 미치는 영향을 고찰하였다.

## 실험장비 및 재료 :

1. 충격파 발생장치(Spark gap 방식) : 모델명 : SWG-5000 / 에너지 범위 : 10~22 kV / 제조사 : 코메드(한국)
2. 거리조절장치 : 모델명 : RCM4-X174ZNC, 제조사 : Samsung faracon
3. 막(Membrane), 세팅바, 반사기(reflector) : 135 mm, 전극봉(electrode), 거치대 : 길이 60 cm / 제조사 : 코메드
4. LCR meter : 모델명 : KC-555 LCR meter / 회사명 : 건영(Kokuyo electric)
5. 전자저울 : 모델명 : TS4KK / Capacity : 4000 g / Readability : 0.1 g / 제조사 N.J.(USA)
6. 수조(자체 제작), 비이커(남양, 1ℓ), 물통(10ℓ) 3ea, 스푼, 철자.
7. 증류수(20ℓ), 소금 / 제조사 : 동양화학
8. 시편(50ea) : 크기( $3 \times 3 \times 1$  cm), 석회 + 물(1.5 : 1), 무게(12.0 g)

**실험방법 :** 1. 3개의 물통에 증류수를 4ℓ씩 나누고 0, 0.5, 1%의 소금을 넣어 희석한다.

2. 전극봉(electrode)을 반사구(Reflector)에 장착한다.
3. 수조에 수돗물을 80%로 채운다.
4. 시편을 거치대에 장착한다(시편의 고정상태, 거치대의 고정상태가 항상 동일하게 유지).

5. 시편 중앙이 세팅바의 끝점(focus가 target에 일치되는 지점)에 조준한다.
6. 반사구(Reflector)에 막(Membrane)과 밴드를 고정한다.
7. 반사구안에 있는 수돗물을 배수시키고 증류수를 넣는다. 증류수 : (a) 0%, (b) 0.5%, (c) 1%.
8. 증류수 (a)에서 12, 14, 17 kv에서 각각 1000회, 2000회의 충격파를 가하여 분쇄된 파편을 전자 저울로 측정하여 기록한다.
9. 위의 방법으로 증류수+소금 (b)와 (c)에서도 실험한다.
10. 초점 거리에 따른 분쇄력 변화를 측정하기 위해 수돗물을 사용하며 임상에서 가장 많이 사용하는 13 kV의 충격파를 가하여 1,000회, 2,000회에서 초점을 135 mm를 기준으로 하여  $\pm 5$  mm 변화시켜 위와 같이 실험한다.

**결 과 :** 1. 충격전압 12, 14, 17 kV/매질(증류수+소금)의 농도 0, 0.5, 1%로 변화시켜 실험한 결과는 표 1과 같다.

**표 1. 각 충격전압별 매질의 농도와 충격파 횟수에 따른 결과**

충격파횟수	매질의 농도	0%		0.5%		1%		일반수돗물	
		수분제거전	수분제거후	수분제거전	수분제거후	수분제거전	수분제거후	수분제거전	수분제거후
12 kv	0회	15.0	12.0	15.0	12.0	15.0	12.0	15.0	12.0
	1,000회	14.8	11.6	15.1	11.9	15.1	11.9	14.4	11.1
	2,000회	14.4	11.2	14.7	11.5	14.8	11.6	12.5	9.4
14 kv	0회	15.0	12.0	15.0	12.0	15.0	12.0	15.0	12.0
	1,000회	13.6	10.8	14.9	11.7	14.9	11.6	10.5	8.1
	2,000회	12.4	9.6	14.5	11.4	14.7	11.4	7.3	5.4
17 kv	0회	15.0	12.0	15.0	12.0	15.0	12.0	15.0	12.0
	1,000회	9.8	7.6	14.3	11.1	14.4	11.5	9.4	7.5
	1,000회	6.4	4.8	13.5	10.3	13.8	10.9	5.8	4.6

2. 초점거리 135 mm 기준으로  $\pm 5$  mm 변화시켜 실험한 결과 표 2와 같다.

**표 2. 초점거리와 충격파 횟수변화에 따른 측정값 (매질의 농도 : 수돗물, kv : 13 )**

충격파횟수	초점거리	130 mm		135 mm(기준)		140 mm	
		수분제거전	수분제거후	수분제거전	수분제거후	수분제거전	수분제거후
0회		15.0	12.0	15.0	12.0	15.0	12.0
1,000회		15.5	11.9	14.4	11.4	14.6	11.2
2,000회		13.6	10.5	12.4	9.9	13.5	10.1

**결 론 :** 본 연구자들은 임상에서 사용하고 있는 체외충격파 쇄석기의 분해능을 알아보기 위하여 실험 기구를 자체적으로 제작하고, 설치하여 충격파 발생 전압을 변동하면서 충격파의 발생횟수 사용, 매질용액의 농도 변화에 따른 결석 분쇄력을 검토하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 충격전압이 17 kV일 때 분쇄력이 우수하지만 분쇄입자가 낮은 충격전압에 비해 큰 입자가 많다.
2. 매질이 수돗물일 때 분쇄력 우수하지만 불안정한 파형으로 인하여 환자의 고통을 증가한다. 매질이 증류수+소금 0.5%일 때 분쇄력은 저하하지만 안정된 파형이 발생하므로 환자의 고통을 감소시킬 수 있다.
3. 초점거리 135 mm에서 분쇄력이 우수하다.