

## 가스 괴저병환자 치료의 임상적 고찰

국립의료원 정형외과

김영태 · 윤형구 · 서재곤 · 이덕창

—Abstract—

### The Clinical Study of the Treatment of Gas Gangrene

Yung Tae Kim, M.D., Hyung Ku Yoon, M.D. Jai Gon Seo, M.D. and Duk Chang Rhee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, National Medical Center, Seoul, Korea

Gas gangrene is a potentially lethal disease, but fortunately uncommon. Profound toxicity and rapid progression are characteristic of this disease. Therefore the success of the treatment in this disease is largely depended on early diagnosis and treatment. The treatment includes debridement and decompression, amputation if necessary, adequate antibiotic therapy, administration of antitoxin, hyperbaric oxygen therapy and general supportive therapy.

The authors have reviewed 9 cases of gas gangrene, which were identified by bacteriologically out of 14 cases of suspicious gas gangrene. All cases were treated in our department from 1981 to 1985.

The results are summarized as follows:

1. The culture studies of clostridium were specified in 5 cases of *Cl. perfringens*, 2 cases of *Cl. septicum*, 1 case of *Cl. bifermentans* and 1 case of *Cl. sporogenes*.
2. All 9 patients underwent debridement, antibiotic therapy, hyperbaric oxygen therapy and general supportive therapy. We had not used gas gangrene anti-toxin, because of the value of antitoxin is uncertain and subjects the patient of the danger of hypersensitivity reactions.
3. In 7 patients involving only the extremities, amputations were inevitable on 3 patients due to irreversible gangrenous changes on the involved extremities. And one of them died due to septic shock.
4. In 2 patients involving the trunk, one of them died due to renal failure.

**Key Words:** Gas gangrene

## 서 론

가스 괴저병은 흔하지는 않지만 치명적인 질환으로 심한 독성과 급속한 진전으로 외상부위에 심한 동통, 부종, 피부변색, 배출액 증가, 근육괴사 조직내 가스발생과 전신적으로는 패혈증 또는 쇼크 상태를 초래하는 혐기성 클로스트리디움 균에 의한 감염 질환이며 사망률이 높다. 따라서 여러가지 치료 방법이 사용되어 왔으며 그 방법으로는 철저한 변연절제술 및 감압술 심한 경우에는 절단, 항생제 투여, 가스 괴저 항독소 투여, 고압산소 치료와 전

반적인 전신치료 등이 있다.

저자들은 1981년 1월부터 1985년 12월까지 국립의료원 정형외과에서 경험하였던 14예의 임상적 증상을 가진 가스 괴저병환자 중에서 균배양 검사상 클로스트리디움 균이 양성이었던 9예에 대한 치료의 임상적 결과를 보고하는 바이다.

## 증례 분석

### 1. 성별 및 연령분포

총 9명의 환자 모두가 남자였으며 활동기 연령층인 20세 이상 50세 미만에 모두 속하였다 (Table 1).

\*본 논문의 요지는 1986년 대한정형외과학회 제30차 추계학술대회에 발표되었음.

## 2. 손상의 원인

교통사고가 5예로 가장 많았고 그 위에 농가사고 3예 및 폭발사고 1예의 순이었다(Table 2).

## 3. 동반 손상

총 9명 중 6명에서 개방성 골절을 동반하였으며 대퇴골 3예, 비골 3예, 경골 2예 및 장골 1예의 순이었다(Table 3).

개방성 골절은 6명중 2명에서 대퇴골이었고, 다른 1명에서는 대퇴골, 경골 및 비골이었고, 또 다른 1명에서 경골 및 비골이었고, 나머지 1명은 비골이었다(Table 8).

## 4. 손상부위와 치료결과

총 9명중 2명에서는 체간 및 하지를 침범하였으며 그 중에서 1명이 사망하였고, 나머지 7명에서는 사지의 한 곳만 침범하였으며 그 중에서는 1명만 사망하였다(Table 4).

## 5. 손상후 내원까지의 기간

손상을 받고나서 본원에 내원까지의 기간은 8시간에 내원한 환자가 제일 빠르고 5일과 7일에 내

**Table 1.** Age and sex distribution

	Male	Female	Total(%)
below 20			
21 - 30	1		1 (11.1)
31 - 40	3		3 (33.3)
41 - 50	5		5 (55.6)
above 51			
Total	9 (100)	0	9 (100)

**Table 2.** Cause of injury

Causes	No. of patient (%)
Traffic accident	5 (55.6)
Farm injury	3 (33.3)
Explosive injury	1 (11.1)
Total	9 (100)

**Table 3.** Combined injury

Open fracture	No. of patient
Femur	3
Fibula	3
Tibia	2
Ilium	1
Total	9

원한 각 1예는 모두 사망하였다(Table 5).

## 6. 내원시 증상 및 단순 방사선 검사 소견

총 9명 모두 개인 의원에서 1차 봉합을 시행한 상태로 내원하였으며 모두 창상부위의 국소 동통을 호소하였고, 8예에서 약간의 발열을 동반하였고, 8예에서 봉합사 제거 후에 심한 악취와 함께 진한갈색의 분비물이 있었으며, 6예에서 염발음이 촉진되었고, 단순 방사선 검사에서는 7예에서 가스 음영을 보였다(Table 6).

## 7. 내원시 혈액 검사 소견

초기 검사중 CBC, 간기능 및 신기능 검사치의 평균 및 분포범위를 생존자와 사망자로 구별하여비

**Table 4.** Involved site and result

Site	Recovered	Died	Total
Upper extremity	2		2
Trunk, buttock and thigh	1	1	2
Buttock and thigh	1	1	2
Thigh	1		1
Thigh and lower leg	1		1
Lower leg	1		1
Total	7	2	9

**Table 5.** Interval between injury and hospitalization

Day	Recovered	Died	Total
Less than 1	2		2
- 2	1		1
- 3	1		1
- 4	2		2
- 5	1		1
- 6		1	1
- 7			
- 8		1	1
More than 8			
Total (%)	7(77.8)	2(22.2)	9(100)

**Table 6.** Symptoms and signs

Symptoms and signs	No. of patient (%)
Pain	9 (100.0)
Gas shadow	7 ((77.7)
Fever	8 ((88.8)
Crepitus	6 ((66.6)
Wound discharge	8 ((88.0)
Shock	1 ((11.1)

교하였던 바 백혈구 감소, BUN 과 Serum Creatinine의 증가 및 SGOT가 증가한 경우에는 예후가 좋지 않았다 (Table 7).

#### 8. 균배양 검사 소견

최초의 균배양 검사 결과 모두 혼합감염이었고 클로스트리디움 균종에서는 *Cl. perfringens*가 5예, *Cl. septicum*이 2예, *Cl. bifermentans*가 1예, *Cl.*

*sporogenes*가 1예였다 (Table 8).

#### 치료 및 결과

##### 1. 치료 방법

##### 1) 변연절제술 및 감압술

내원 당일 전신마취 또는 국소마취하에서 폐쇄성 창상을 개방성 창상으로 만들어 철저한 변연절제술

**Table 7.** Initial laboratory value

Laboratory study (normal)	Mean value		Range	
	Living	Died	Living	Died
Hemoglobin (12~16.5g%)	10.8	10.4	7.0~15.3	6.7~14.1
WBC (5,000~8,000/mm <sup>3</sup> )	16,400	8,000	5,000~43,000	3,800~13,000
BUN (10~20mg%)	21.0	59.5	11~49	15~104
Serum creatinine (10.4~1.0mg%)	0.8	3.4	0.5~0.9	0.5~6.3
SGOT (8~40u)	15.6	49.0	10~48	38~60

**Table 8.** Case summary

Case No.	Age/ Sex	Causes	Duration between injury hospitalization	Combined Injury	Clostridium species	Treatment (*a, b, c, d, e)	Amputation level	Results
1	46/M	T-A	5 days	Open comm. Fx. Ilium, Lt.	<i>C. septicum</i>	a+b+c+d	—	died (Renal failure)
2	41/M	Farm Injury	2 days	Open comm. Fx. Fibula, Rt.	<i>C. bifermentans</i>	a+b+c+d	—	alive
3	47/M	T-A	4 days	Open Fx. Greater trochanter, Femur, Lt.	<i>C. sporogenes</i>	a+b+c+d	—	alive
4	36/M	T-A	2 days	Open wound forearm, Lt.	<i>C. perfringens</i>	a+b+c+d	—	alive
5	28/M	T-A	12 hrs	Open comm. Fx. femur, tibia and fibula, Lt.	<i>C. perfringens</i>	a+b+c+d+e	A-K	alive
6	50/M	Farm Injury	8 hrs	Open wound distal thigh, Rt.	<i>C. septicum</i>	a+b+c+d+e	A-E	alive
7	40/M	Farm Injury	7 days	Open wound back and buttock Rt.	<i>C. perfringens</i>	a+b+c+d	—	died (Septic shock)
8	34/M	Explosive Injury	2 days	Open wound forearm, Rt.	<i>C. perfringens</i>	a+b+c+d+e	A-E	alive
9	28/M	T-A	4 days	Open Fx. tibia and fibula Rt.	<i>C. perfringens</i>	a+b+c+d	—	alive

\*a. Debridement b. Hyperbaric oxygen therapy c. Antibiotic therapy d. General supportive therapy e. Amputation

및 근막절개술로 감압시키고, 파산화수소로 충분히 세척후 drain을 통하여 직접 산소를 개방된 창상에 4 l/min로 공급하였다.

### 2) 고압 산소 치료

일단 수술적 처치를 시행한 후 고압산소실에서 100% 산소, 3기압하에서 약 2시간 동안 치료를 1회로 하여, 처음 24시간 내에는 3회, 다음 24시간에는 2회를 환자의 전신상태 및 창상이 호전될 때까지 시행하였는데 평균 9.5일이었다.

### 3) 항생제 투여

우선 Crystalline Penicillin G Sodium을 300만~600만 단위로 매 3시간 마다 정맥주사하였고, 배양 및 항생제 감수성 검사 결과에 따른 투약을 하였다. 또한 배양 검사 결과 1주일 간격으로 두번 음성이 나온 경우에는 정맥주사를 경구적 투여로 바꾸었다. 평균 항생제 정맥주사 투여 기간은 47.3일이었다.

### 4) 절 단

사지에만 감염된 7예 중 비가역적인 근육괴사및 기능회복의 가능성이 없었던 3예에서는 불가피하게 절단하였으며 절단 부위는 슬관절 상부절단이 2예, 주관절 상부절단이 1예였다(Table 8).

절단시기는 증례 5가 입원후 6일, 증례 6은 입원후 7일 그리고 증례 8은 입원후 2일째 절단을 시행하였다.

### 5) 전반적인 전신치료

임상 및 각종 검사 소견에 따라 수혈, 공액공급, 전해질 교정 및 속 등에 대한 전신적 치료를 함 계 시행하였다.

## 2. 결 과

체간, 둔부 및 대퇴부를 침범한 2예 중 1예에서는 수상후 5일 째 내원하였으며 신부전증으로 사망하였고, 둔부 및 대퇴부를 침범한 2예 중 1예에서는 수상후 7일째 내원하였고 패혈성 속으로 사망하였다.

9예중 절단을 시행한 3예와 사망한 2예외의 4예는 모두 침범된 하지의 파행을 보였지만 일상생활에는 큰 지장이 없었다.

## 고 찰

가스 괴저병의 발생율은 개방창에서 상처의 종류와 최초의 관리에 따라서 0.03%~5.2%의 발생율을 보이고<sup>4)</sup>, 남자가 여자보다 2~8배 많고 나이는 대개 청장년 층에 호발한다<sup>7)</sup>. 본 보고예에서는 모두 남자로서 20~40대에 속하였다.

가스 괴저병을 유발하는 클로스트리디움은 편성

혐기균으로 흙, 먼지, 물 그리고 대부분의 동물식도에 존재하므로 자연속에 널리 분포되어 있어<sup>10)</sup> 모든 개방성 창상에는 이러한 균들에 오염될 가능성은 항상 존재하는 것이다. 클로스트리디움 균 중에서는 6가지, 즉, *Cl. perfringens*, *Cl. novyi*, *Cl. septicum*, *Cl. bifermentans*, *Cl. histolyticum*과 *Cl. fallax*가 외독소를 분비하여 사람에게 가스 괴저병을 일으키고<sup>10)</sup>, *Cl. sporogenes*는 독소는 분비하지 않지만 강력한 단백질 용해균이라 하였다<sup>10)</sup>. 가스 괴저병 환자의 약 50~100%에서는 *Cl. perfringens*가 원인균 이었고<sup>1, 10)</sup>, 본 보고예에서도 *Cl. perfringens*가 5예(55.6%)로 가장 많았고 *Cl. septicum*, *Cl. bifermentans*, *Cl. sporogenes*가 확인되었다.

가스 괴저병은 심부 열상에서 호발하는데 그중에서도 둔부나 대퇴부와 같이 근육이 깊은 곳에 침범했을 경우에 호발하며<sup>10)</sup>, 이때는 사망율도 50% 이상이었다<sup>10)</sup>. 이러한 심부 창상에서 근육 괴사가 있는 부위가 바깥 공기와 차단되면 여기에 클로스트리디움 균이 증식하여 가스 괴저병이 발생하게 된다<sup>10)</sup>. 또한 상처 조직내에 클로스트리디움 포자아포로 휴면상태에 있다가 아주 적인 외상에 의하여 발생할 수 있다<sup>10)</sup>. Adrenaline 주사 후에도 올 수 있고<sup>11)</sup>, 곤충에 물린 후에 발생한 1예 보고도 있다<sup>5)</sup>. 하지만 가장 많은 원인은 역시 외상이며 그중에서도 교통사고이다<sup>7, 9, 12)</sup>. 본 보고에서도 교통사고가 5예(55.6%)로 가장 많았다.

특징적인 초기 증상은 창상부위에 국한된 동통이 갑자기 발생하는 것이며<sup>10, 13)</sup>, 이 때는 가스 괴저병의 가능성을 항상 고려하여야 한다. 통증은 감염부위에 따라 확산되면서 국소 부종과 흔히 진한 갈색의 출혈성 삼출액이 관찰될 수 있다. 체온은 약 간상승하지만 37.7°C 이상되는 경우는 드물다. 점차 진행됨에 따라 삼출액이 증가하면서 거품이 보이고 독특한 단 냄새가 난다고 하지만 근 괴사로 인한 악취에 가려지게 된다<sup>10)</sup>. 가스 자체는 어떤 예에서는 없거나 동반된 부종에 의하여 염발음이 촉진되지 않고 단순 방사선 촬영상 나타나는 연부 조직내 가스 음영은 외상자체로<sup>11)</sup>, 또는 가스를 발생하는 다른 균에 의해서도 나타나므로<sup>12)</sup> 진단의 기준이 될 수는 없지만 많이 진행된 후에는 전형적으로 근막을 따라서 나타난다<sup>10)</sup>. 또한 이 때는 창상주위 피부가 청동색을 띌 수 있다. 가스 괴저병의 사망율은 15~50% 이상으로 보고되고 있다<sup>1, 7)</sup>. 본 보고예에서도 24시간 이내의 2예는 방사선 촬영상 가스 음영이 보이지 않았으며 대부분 상기와 같은 과정을 거쳤고, 1예에서 패혈성 속이 발생하여 사망하였고 신부전증도 1예 발생하여 사망하여 결국 22.2%의

사망율을 보였다.

감염된 조직에서의 클로스트리디움 균을 배양접사에 의하여 확인하는 방법은 정확성은 있지만 시간을 소비하는 문제가 있어 배양 결과가 나왔을 때는 이미 죽거나 회복단계에 있게 된다<sup>18,20</sup>. 그러므로 단순하고 빠른 방법으로 창상의 삼출액이나 주위 근육을 그람 염색하여 양성의 막대균을 확인하는 방법이 있다<sup>18,20</sup>. 본 보고예에서는 임상적으로 가스 괴저병을 의심하는 14예 중에서 배양 결과 9예가 클로스트리디움 균이 확인되었으며 그람 염색에 의한 직접 도말에서는 배양에서 양성인 9예 중 8예에서만 그람 양성 막대균이 확인되었다.

내원 초기의 혈액 및 뇨검사 소견은 가스 괴저병을 다른 질병으로부터 구분하는데는 도움이 안되지만<sup>3,17</sup>, 백혈구 감소, 혈소판 감소, BUN과 Serum Creatinine 증가 및 Serum bilirubin이 증가한 경우에는 나쁜 예후로 보고 있다<sup>7</sup>.

가장 좋은 치료 방법은 물론 예방이라고 할 수 있으며 이것은 모든 창상, 특히 깊숙한 근육을 침범하면서 이 물질이 포함되는 경우에 항상 가스 괴저병의 발생 가능성을 염두에 두고 창상 봉합을 지연하고, 조기에 진단하여 치료를 시행하는 것이 예후에 중요하다<sup>18,22</sup>. 본 보고예에서도 48시간 이내에 내원한 3예는 절단 및 사망없이 완치되었다.

임상적 증상에서 가스 괴저병이 의심될 경우 가장 중요한 것은 철저한 변연절제술 및 침범된 근육의 근막 절제술로 감압하여 진행을 막을 수 있지만 만일 광범위하게 진전되어 있고 비가역적인 괴사로 침범된 사지의 기능이 회복될 가능성이 소실되었을 때에는 개방성 절단이 불가피하다<sup>10</sup>.

고압 산소치료는 1961년 Brummelkamp<sup>6</sup> 등이 가스 괴저병에 고압 산소의 사용을 처음으로 보고하였고 그 이후로 이러한 치료방법의 이점에 대하여 논의되었다<sup>23,24,25</sup>. 고압 산소치료의 이론적 근거는 클로스트리디움이 편성 혐기균으로 산소가 없거나 매우 저농도로 존재하에서 살아가므로<sup>14</sup> 전에는 산소를 국소주입하거나 과산화수소를 사용하였으나 이것을 더욱 더 효과적으로 사용하기 위하여 고압산소, 즉, 100% 산소 3기압하에서는 혈장산소농도가 대기중보다 약 20배가 되므로 산소가 조직액으로 확산되어 치료가 되는 것이다<sup>23</sup>. 또한 이러한 방법의 효과는 실험적으로만 아니라 임상적으로도 증명되어 왔다<sup>24,25</sup>. 이들은 외과적 처치에 우선하여 고압 산소치료를 하여 전신의 독성을 감소시키고 괴사조직과 정상조직의 구분이 명확해진 후에 필요 여부에 따라 수술을 시행하는 것이 좋다고 주장하였다<sup>23</sup>.

항생제 치료는 보조적 요법으로 항생제 자체만으로 가스 괴저병의 발현을 막을 수는 없다고 보고<sup>2,21</sup>와 항생제로 예방된다는 보고<sup>10</sup>가 있다. Penicillin이 가장 우수하고 용법은 Penicillin G potassium을 한번에 300만 단위 이상을 매 3시간 마다 정맥주사 하는 것이 좋다<sup>2</sup>.

항독소 투여는 효과의 불확실성과 과민반응의 가능성<sup>14,15,23</sup> 때문에 사용 안하고 과민반응이 75%에서 나타나고 사망한 1예가 보고<sup>6</sup>된 반면에 가스 괴저병의 예방과 치료에 유용하다<sup>10,19</sup>는 상반된 보고가 있다.

전반적인 전신치료가 물론 항상 필수적이며 각종 검사소견에 따라 수혈, 수액, 전해질 교정, 산소치료, 진통제 투여 등이 필요하고 순환장애와 패혈성 속에서는 폐부종이 안되도록 주의하여야 한다<sup>2</sup>. 본 보고예에서는 전반적인 전신치료 및 Crystalline Penicillin 300~600만 단위를 3시간마다 정맥주사 하였고 먼저 외과적 처치를 시행한 후 처음 24시간 이내에 고압 산소치료 3회, 다음 24시간마다 2회씩 전신상태와 창상이 호전될 때까지 시행하였고 사지에만 감염된 7예중 불가역적 괴사가 있었던 3예에서 절단을 시행하였다.

## 결 론

1981년 1월부터 1985년 12월까지 국립의료원 정형외과에서 경험하였던 임상적 증상 및 균배양 검사상 클로스트리디움이 양성이었던 9예에 대한 치료의 임상적 결과를 보고하는 바이다.

1. 균배양 검사상 확인된 클로스트리디움 균중에서는 Cl. perfringens가 5예, Cl. septicum이 2예, Cl. bifermentans가 1예, Cl. sporogenes가 1예였다.

2. 9예 모두에서 변연절제술, 항생제 치료, 고압 산소치료 및 전반적인 전신 치료를 시행하였으며 가스괴저 항독소는 효과의 불확실성 및 과민반응의 가능성 때문에 사용하지 않았다.

3. 사지에만 감염된 7예 중에서는 1예에서는 패혈증에 의한 속으로 사망하였고 불가역적인 괴사가 있었던 3예에서는 불가피하게 절단을 시행하였다.

4. 체간에 감염된 2예중 1예에서 신부전증으로 사망하였다.

## REFERENCES

- 1) 대한 정형외과학회 : 정형외과학, 개정판, 389-340, 최신의학사, 1985.

- 2) Altemeier, W.A.: *Diagnosis, Classification, and general management of gas producing infections, particularly those produced by Clostridium perfringens*, in *Proceedings of the Third International Conferences of Hyperbaric Medicine*. pp. 481-481-490, Washington, D. C., National Academy of Sciences, 1966.
- 3) Altemeier, W.A. and Fullen, W.D.: *Prevention and treatment of Gas gangrene*. JAMA 217: 806-813, 1971.
- 4) Altemeier, W.A. and Furste, W.L.: *Gas gangrene*. Surg. Gynec. Obstet. 84:507-523, 1947.
- 5) Barry, J.R.: *Insect bite followed by gas gangrene in a diabetic: report of a Case*. New Engl. J. Med. 212:198, 1935.
- 6) Brummelkamp, W.H., Hogendijk, J. and Boerema, I.: *Treatment of anaerobic infections (clostridial myositis) by drenching the tissues with oxygen under high atmospheric pressure*. Surgery 49:299-502, 1961.
- 7) Caplan, E.S. and Kluge, R.M.: *Gas gangrene*. Arch. Intern. Med. 136:788-791, 1976.
- 8) DeHaven, K.E. and Evarts, C.M.: *The continuing problem of Gas gangrene: A review and report of illustrative cases*. J. Trauma 11: 983-991, 1971.
- 9) Duff, J.H., McLean, P.H. and McLean, L.D.: *Treatment of severe anaerobic infection*. Arch. Surg., 101:314-317, 1970.
- 10) Eraklis, A.J., Filler, R.M., Pappas, A.M. and Bernhard, W.F.: *Evaluation of hyperbaric oxygen as an adjunct in the treatment of anaerobic infections*. Am. J. Surg., 117:485-492, 1969.
- 11) Fee, N.F., Dobranski, A. and Bisla, R.S.: *Gas gangrene complicating open forearm fractures: Report of five cases*, J. Bone and Joint Surg., 59A:135-138, 1977.
- 12) Filler, R.M., Griscom, T.N. and Pappas, A.M.: *Post-traumatic crepitation falsely suggesting gas gangrene*, New Engl. J. Med. 278:758-761, 1968.
- 13) Hendry, A.M.: *Latent gas gangrene infection*. Brit. J. Surg., 17:467, 1930.
- 14) Jackson, R.W. and Waddell, J.P.: *Hyperbaric oxygen in management of Clostridial myonecrosis (gas gangrene)*, Clin. Orthop. 96:271-276, 1973.
- 15) Kaye, D.: *Effect of hyperbaric oxygen on Clostridia in vitro and in vivo*, Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 124:360, 1967.
- 16) Kemp, F.H.: *X-rays in diagnosis and localization of gas gangrene*, Lancet 1:332, 1945.
- 17) Lulu, D.J. and Rivera, F.J.: *Gas gangrene*. Am. Surg. 36:528-532, 1970.
- 18) MacLennan, J.D.: *Anaerobic infections in Tripolitania and Tusiana*. Lancet 1:204-207, 1944.
- 19) MacLennan, J.D.: *The histotoxic clostridial infection of man*. Bacteriol. Rev. 26:177-274, 1962.
- 20) McAllister, J.A., Stark, J.M., Norman, J. N. and Ross, R.M.: *Inhibitory effects of hyperbaric oxygen on bacteria and fungi*. Lancet 2: 1040, 1963.
- 21) McSwain, B., Sawyers, J.L. and Lewler, M.R. Jr.: *Clostridial infections of the abdominal wall: Review of 10 cases*. Ann. Surg., 163: 859-865, 1966.
- 22) Nichols, R.L. and Smith J.W.: *Gas in the wound: what does it mean?* Surg. Clin. North Am. 55:1289-1296, 1975.
- 23) Pappas, A.M., Filler, R.M., Eraklis, A.J. and Bernhard, W.F.: *Clostridial infections (gas gangrene)*, Clin. Orthop., 76:177-184, 1971.
- 24) Rifkind, D.: *The diagnosis and treatment of gas gangrene*, Surg. Clin. North Am., 43:511-517, 1963.
- 25) Roberts, J.M. and Bassett, F.H.: *Gas gangrene: Recent cases*, JAMA. 177:138, 1961
- 26) Schildbergrova, A.: *Experimental infection of mice caused by mixture of haemolytic streptococcus and Cl. sporogenes*. Scripta Med. 26: 229, 1953.
- 27) Shapiro, B., Rohman, M. and Cooper, P.: *Clostridial infection following abdominal surgery*, Ann. Surg., 158:27, 1963.
- 28) Trippel, K.H., Jurayi, M.N., Stalex, C.J. and van Elk, J.: *Surgical uses of the hyperbaric oxygen chamber*. Surg. Clin. North Am. 46: 209, 1966.
- 29) Trippel, O.H., Ruggie, A.N., Staley, C.J. and van Elk, J.: *Hyperbaric oxygen in the management of gas gangrene*. Surg. Clin. North

*Am.* 47:17, 1967.

- 30) Van Unnik, A.J.M.: *Inhibition of toxin production in Clostridium perfringens in vitro by*

*hyperbaric oxygen. J. Microbiol. Serol.* 31 : 181, 1965.

---