

정형외과영역에서 고압산소요법의 결과

고신대학교 의학부 정형외과학교실

권영호, 조명래, 강호상

Result of Hyperbaric Oxygen Therapy In Orthopaedic Surgery

Young Ho Kwon, M.D., Myung Rae Cho, M.D., Ho Sang Kang, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Kosin Medical College

— Abstract —

In Korea, hyperbaric oxygen (HBO) therapy has been mainly used for treating CO poisoning and decompression sickness. It can also be used in many disorders in orthopedic field through the action of increasing oxygen tension of tissue. We have analyzed the 21 cases of orthopedic field treated by HBO at Kosin University Gospel Hospital from September 1996 to December 1997.

The outline of result are follows ;

1. Crushing injuries, compromised wound, diabetic foot, chronic osteomyelitis, vascular disorder, and flap were treated by HBO and recieved 12.1 times of HBO therapy on average.
2. Headache and otalgia were presented as side effect, and some old age complain difficulty of valsalva maneuver.

HBO therapy can be applied to the many cases of the orthopedic surgery, as a adjuvant therapy. However, it is required to have long term follow up and double blind test with the control group in regared to the result of HBO therapy.

*** Key Words :** Hyperbaric oxygen therapy, or the paedic surgery

서 론

고압산소치료의 역사는 300여년 전부터 시작되었고¹⁸⁾, 20세기에 들어서면서 본격적인 치료의 한 방법으로 사용되어 CO 중독과 감압병의 치료에 적용되었다. 고압산소는 압력이 높아 체내에 형성된 기포를 제거하여 감압병이나 공기색전증 등에 효과를 인정받았다. 혈액공급이 원활하지 못하여 저산소증에 빠진 조직에 산소분압을 상승시켜서 조직의 산소결핍상태를 교정하고, 모세혈관의 증식, 국소순환 증대, 그리고 육아조직의 형성을 촉진하여 만성난치성 상처나 압궤손상등에도 효과가 있음이 입증되었다^{5,8,19)}.

우리나라에서는 지방공사 강남병원과 서울대학병원에서 고압산소요법의 치료결과들을⁵⁾ 보고하고 있으며, 본원에서도 1985년에 고압산소치료실을 개설하여 많은 실적을 가지고 있으며 현재에 이르고 있다. 최근에는 감압병 뿐만아니라 정형외과, 성형외과, 신경외과, 이비인후과 등의 질환들을 대상으로 적용하고 있으며, 그 중 정형외과영역의 여러 질환들에 대한 고압산소요법의 결과를 살펴보고자 한다.

연구 대상 및 방법

1996년 9월부터 1997년 12월까지 본원 정형외과에서 입원치료한 환자중 감압병을 제외한 다른 질환들에 고압산소요법을 시행했던 21명의 환자들을 대상으로 하였다.

결 과

1. 질환별 환자수 및 치료횟수

연령은 24세에서 77세까지 분포를 보였고 평균 연령은 47.6세였다. 성별분포는 남자가 13명, 여자가 8명으로 남녀의 비는 1.6 : 1로 남자가 많았다.

질환별로는 난치성 창상이 7례로 가장 많았고, 좌절창 5례, 당뇨병성 족부질환 3례, 말초순환장애 3례, 만성골수염 2례와 유리피판술을 시행한 1례에

서도 적용되었다. 질환별 평균 HBO 시행횟수는 좌절창, 피판술, 만성골수염에서 각각 19.0, 39.0, 19.5로 많으며, 당뇨병성 족부질환, 난치성 창상, 혈관성 장애에서는 각각 12.3, 9.28, 6.0으로 나타났고 전체적으로 평균 12.1회였다.

Table 1. 진단별 분류

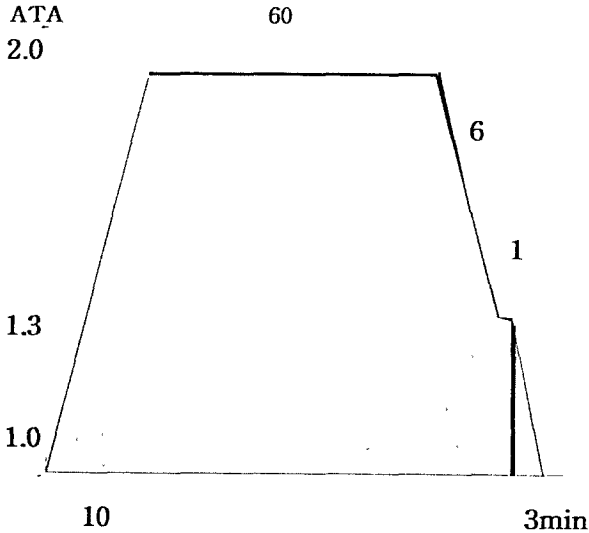
진단별분류	NO	(%)
Crush injury	5	(23.8%)
Flap surgery	1	(4.7%)
Chronic osteomyelitis	2	(9.5%)
Diabetic foot	3	(14.2%)
Compromised wound	7	(33.3%)
Vascular disorder	3	(14.2%)
Total	21	

Table 2. HBO 평균 시행횟수

진단별분류	평균 HBO 시행횟수
Crush injury	19.0
Flap surgery	39.0
Chronic osteomyelitis	19.5
Diabetic foot	12.3
Compromised wound	9.3
Vascular disorder	6.0
평균	12.1

2. 고압산소 치료방법

환자를 1인용 chamber에 반듯이 누운상태로 환자로 하여금 puffing (일명 valsalva maneuver)을 하도록 한다. 그런후 10분간 서서히 압축공기로 2kg/cm²까지 가압한다. Chamber 내부에 장착되어 있는 전용 O₂ mask를 안면에 대고 의료용 O₂를 60분간 호흡하게 한다. 이때 환기량과 압축공기주입량을 같이하여 2kg/cm² 압력을 일정하게 유지하도록 한다. O₂ mask로 계속 호흡을 하게 하면서 6분 동안 1.3 kg/cm²까지 감압하여 1분간 머무르고 다시 3분간에 걸쳐 대기압까지 감압한다.



3. 치료결과

1) 좌멸창

좌멸창으로 연부조직의 손상과 골절이 동반되어 나타났고, 연부조직 손상과 경골 골절을 동반한 경우가 2례, 족관절 골절을 동반한 경우가 2례, 경골과 종골골절을 동반한 경우가 1례였다.

4례에서는 고압산소요법후 육아조직이 빨리 형성되어 조기에 피부이식으로 해결되었고, 1례에서는 개방성골절이 동반되어 창상치유가 지연되었으나 그후 합병증없이 해결되었다.

2) Flap surgery

개방성 경골 골절과 연부조직의 결손이 있었던 1례에서 광배근피판술후 고압산소요법을 병행해서 시행하여 치료하였다.

3) 만성골수염

개방성 수부 골절로 인한 만성골수염이 발생한 2례에서 Curettage시행후 Open Drainage하였으나 치료에 잘반응하지않아서 고압산소요법을 병행하여 치료하였다. 혈침속도는 평균 7주후 정상범위로 감소하였고, 창상치유 기간은 평균 9주가 걸렸다.

4) 당뇨병성 족부병변

제 1족지의 말초순환장애가 발생하였던 1례에서 고압산소요법을 11회 시행후 절단술을 시행하지 않고 성공적으로 치료되었다. 2례에서는 변연절제술과 고압산소요법을 병행한 후 절단을 국소적으로 시행하여 5족지 Ray Amputation과 2족지 이단술로 치유되었다.

5) Compromised wound

외상이나 수술후 연부조직의 감염 및 순환장애가 발생하여 계속 치료하여도 치료에 반응하지 않는 난치성 창상일 때 고압산소요법을 시행하였는 바 6례에서는 합병증 없이 잘 치유되었고 1례에서는 악성연부조직 종양으로 광범위 절제술후 혈관이식술을 시행하였으나 술후 합병증으로 염증이 발생하여 불량한 결과를 보였다.

6) Vascular disorder

말초순환장애가 있었던 정맥울혈성 궤양 2례, 동맥 경화증의 1례중에서 2례는 고압산소요법후 창상이 잘 치료되었으나 1례에서는 수차례의 피부이식을 했던 불량한 결과를 나타내었다.

고 찰

오늘날의 고압산소요법의 이론적 배경은 Boerema¹¹⁾에 의해 제창되었으며 고압산소환경하에서 CO 중독, 혐기성세균의 감염의 치료가 잘 될것이며, 또 흉부외과 수술에도 유용할 것이라고 주장하였다. 1960년대초에 화란에서는 Brummelkamp¹⁸⁾가 중심이 되어 가스피저치료에 고압산소요법(Hyperbaric Oxygen Therapy)이 유용함을 확인했고 영국의 Smith 등²⁾은 CO 중독환자를 치료하여 97%의 회복율을 보인후 1960년대에 전세계적으로 고압산소요법을 풍미케 하는 계기가 되었다. 그후 시실비, 인건비 등의 경제적인 문제로 인하여 1960후반부터 1970전반까지 쇠퇴일로로 걸을 수밖에 없었다. 그러나 1977년 미국잠수의학회가 보험회사의 요청에 따라 고압산소요법적용질환중 의료보험 지불대상으로 9개의 질환을 추가하면서 고압산소요법은 활성화되기 시작했다. 1980년대후반에는 고압산소요법이 창상치유에 매우 좋다는 것이 실험적, 임상적

으로 증명되어 좌멸창, 피부이식 및 골절 치료에 응용되면서 부터 HBO는 활성화 되었다^{14,15,17)}.

최근 창상치유에 대한 고압산소요법이 활발히 연구되어 치유에 문제가 있는 창상의 독특한 치료 수단으로 인정되고 있으며 이에따라 정형외과 영역에서도 압궤손상등 외상성 창상과 당뇨병성 궤양, 폐쇄성 말초혈관 질환의 궤양등 난치성 창상 또는 피부, 근의 이식편 손상과 만성골수염 등에 보조요법으로 널리 사용되고 있다. 대개 이들 창상은 저산소상태로 치유기전이 제대로 이루어지지 않는데 고압산소요법으로 창상의 저산소상태가 교정되므로 섬유아세포의 분열이 활발해지고, 콜라겐 생산이 증가하여 새로운 모세혈관의 성장이 이루어져 창상치유가 촉진되고, 백혈구의 살균능력도 증가되어 세균성 염증이 억제된다. 그러나 국소에 저산소증이 없는 정상적인 창상에서는 고압산소요법이 도움이 되지 않는다^{5,8,19)}.

압궤손상은 심한 연부조직 손상으로 모세혈관이 파손되고 부종이 생겨 조직에 혈류와 산소공급이 감소되는데 고압산소요법을 시행하면 혈관이 수축되어 부종을 감소시키므로 궁극적으로 혈류를 증가시키고, 고농도의 산소를 허혈부위에 공급하므로 창상치유가 촉진 된다. Strauss²⁰⁾는 압궤손상에 대한 각국의 결과들을 종합해 “① 고압산소요법을 시행하지 않았으면 잃었을 사지를 고압산소요법으로 보존시킨 경우가 많았고, ② 고압산소요법을 자주, 많이 시행할수록 사지 보존율이 더 높았으며 ③ 부종의 감소가 가장 중요한 치료기전으로 추정되었고 ④ 주요 혈관재건이 필요한 경우는 고압산소요법이 대체될수 없다.”라는 결론을 발표했다.

피부나 근 이식편에서 영양혈관의 손상, 위축과 미세혈전이나 shunt형성으로 혈류감소, 조직부종이 있을 때 고압산소요법은 부종을 감소시키고, 고농도 산소 공급으로 조직의 저산소증을 교정한다. 고압산소요법의 횟수는 대개 수 일의 치료로 이식편이 안정되나 Cohn은 재혈관형성이 이루어지는 1-2주를 권유하고 있다. 난치성 창상은 고압산소요법에 매우 유용한 적용분야이다.^{5,14)} 당뇨병성 족부병변은 혈관장애, 신경병증 및 감염 등이 복합적으로 작용하여

나타나며, 혈류량은 증가하는 경향을 보이나, 동정맥의 증가에 의해 실제 조직에의 산소공급은 저하된 상태이다. 그러므로 종래의 혈당조절, 항생제 투여, 변연절제술 등의 방법에 고압산소요법을 함께 시행할 경우 당뇨병의 중요한 합병증인 당뇨병성 족부병변의 치유율 및 평균재원일수에 있어 유의한 호전을 기대할 수 있으며 특히 신경병증에 동반되어 나타난 족부병변의 경우 치유율을 높일 수 있다고 생각된다. 또한 당뇨병성 괴저에서 고압산소요법은 병변에 국한되는 국소적 사용이 아닌 전신적인 사용이어야 한다고 알려져 있다^{11,16)}.

만성 골수염에서는 사골, 화농, 무혈관성 상흔등으로 염증부위에 백혈구, 면역단백, 항생제 등이 도달되지 못한다. 일차적으로 이들 치유 장애요소는 수술로 제거해야겠으나 고압산소요법은 허혈성부위에 콜라겐 합성과 모세혈관의 신생을 촉진시켜 창상을 치유시키고 백혈구의 살균능력을 회복시켜 염증치료를 활성화시킨다. 또 파골세포가 사골을 제거하는 기전과 aminoglycoside가 세균의 세포벽을 뚫고 들어가는 과정이 모두 산소가 요하는 과정으로 고압산소요법에 의한 저산소증의 개선이 필요하다. 수술치치와 항생제투여로 실패한 난치성 골수염에서 고압산소요법을 병용함으로써 60-85%에서 치유되었다고 보고하고 있다^{14,17)}.

그외에도, 정형외과 영역의 적응질환을 보면 방석선 골 괴사에 좋은 치료 성적을 보여 절대적 적응증으로 고압산소요법의 병용이 널리 인정되고있고 또 괴사성 근막염과 같은 진행성 연부조직 감염에도 매우 효과적이며 척추손상에서는 신경적 후유증의 뚜렷한 감소는 증명되지 않았으나 치료기간의 단축과 이론적인 배경으로 계속 임상연구중이다. 또 화상에서도 좋은 성적의 보고가 많으나 이에 대한 반론도 있다^{8,17)}.

고압산소요법은 아직 경험에 의존하는 부분이 많고 지역에 따라 다양한 형태로 시도된다. 보다 과학적으로 치료량이 측정되어야 하고 같은 창상이라도 어떤 객관적인 판단 기준이 없으며 치유기전도 일시적으로 증가된 산소분압이 창상의 역동학적 변화를 유도하리라 추정하는데 이에 대한 규

명이 안되고 있는 등의 문제점이 있다.

결 론

저자들은 고신대학교 복음병원에서 1996년 9월부터 1997년 12월까지 정형외과영역의 질환에서 고압산소요법을 시행한 21례의 치료결과를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 좌멸창, 난치성 창상, 말초순환장애, 당뇨병성 족부병변, 만성골수염, 피부괴인이식술 등 외과치료에 보조적으로 시행하였고 평균시행횟수는 12.1회였다.

2. 고압산소요법으로 인한 부작용은 이통과 두통이었으며, 고령환자의 경우 Valsalva Maneuver를 잘 하지 못해서 호흡시 불편감을 호소하였다.

결론적으로 산소요법은 저산소 상태가 동반되는 많은 정형외과 영역의 창상이나 질환에서 기존 치료에 병합하거나 일차적으로 유용하게 사용될 수 있을 것으로 생각되며 수술이 어려운 상태이거나 수술전 처치로 사용하여 수술시 절제의 범위를 축소하거나 수술의 경과에 긍정적인 결과를 기대할 수 있다. 수술후에도 병용하여 술후 합병증을 최소화할 수 있다. 그러나 창상에 대한 고압산소요법의 결과는 대조군과의 이중맹검시험과 장기추적이 필요하며 개개의 적응증에 대한 검증자료의 추적이 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 김근우, 양대현 : 고압산소요법의 외과적 치료. 대한의학협회지 32(2) : 150-155, 1989
2. 윤덕로 : 고압산소요법의개요. 대한의학협회지 32(2) : 122-127, 1989
3. 이문규, 이흥규 : 당뇨병성 족부병변과 고압산소요법. 대한의학협회지 32(2) : 145-149, 1989
4. 정재훈, 박중열, 박용수, 이문규, 이병두, 이흥규, 고창순, 민현기, 조수현, 강문호 : 당뇨병성 괴저에서의 고압산소요법의 유용성. 대한내과학회잡지 36(3) : 356-361, 1988
5. 조수현, 양대현, 안형식, 강대희, 윤덕로 : 다인용 고압산소치료장치 운영실적 분석-강남병원 고압산소치료센터 2년간 치료환자 898예를 중심으로. 대한의학협회지 32(6) : 649-656, 1989
6. 조수현, 양대현 : 고압산소요법의 현황 및 문제점. 대한의학협회지 32(2) : 128-133, 1989
7. 태석기, 김근우, 조수현, 양대현, 안길영, 이필구 : 정형외과 영역에서 고압산소요법의 이용에 대한 고찰. 대한정형외과학회지 별책 24(2) : 557-564, 1989
8. Bergo GW, Tysseboln I : Cerebral blood flow distribution and systemic haemodynamic changes after repeated hyperbaric oxygen exposure in rats. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 69 : 1-9, 1994
9. Better OS : The crush syndrome revisited(1940-1990). Nephron 55 : 97-103, 1990
10. Bodily KC, Burgess EM : Contralateral limb and patient survival after leg amputation. Am J Surg 146 : 280, 1983
11. Boerema I : Operating room with high atmospheric pressure. Surgery 49 : 291-298, 1961.
12. Bose K : A surgical approach for the infected diabetic foot. Int Orthop 3 : 177, 1979
13. Bouachour G, Cronier P, Gouello J P, Toulemonde JL, Talha A, and Alquier P : Hyperbaric oxygen therapy in the management of crush injuries : A randomized Double-Blind Placebo- controlled clinical trial. The Journal of Trauma : Injury, Infection, and Critical Care 41 : 333-339, 1996
14. Cohn GH : Hyperbaric oxygen therapy : promoting healing in difficult cases. Postgrad Med 79 : 89, 1986
15. Davis JC, and Hunt TK : Hyperbaric oxygen therapy Refractory osteomyelitis of the extremities and axial skeleton Undersea Medical Society, Inc. Bethesda, Maryland 217-227, 1977
16. Fearon J, Campbell DR, Hoar CS Jr, Gibbons GW, Rowbotham JL, and Wheelock FC Jr : Improved results with diabetic below knee amputations. Arch Surg 120 : 777, 1985

17. Gerdig DN, Piziak VK, and Rowvatham JL : Problems in diabetic foot care. *Patient Care* 15 : 102, 1988
18. Jacobson JHII, Morsch JHC, and Rendall-Baker L : The historical perspective of hyperbaric therapy *Ann. N. Y. Acad. Sci* 117 : 651-670, 1965.
19. Odeh M : The role of reperfusion-induced injury in the pathogenesis of the cursh syndrome. *N Engl J Med* 324 : 1417-1422, 1991
20. Strauss MB : Role of hyperbaric oxygen therapy in acute ischemias and crush injuries-an orthopedic perspective. *HBO Rev* 2(2) : 87-106, 1981