

Louis Beckman R (2021) 외상성 뇌 손상 치료에서의 고압산소화. 뇌손상에 대한 발전과 새로운 이해. 인테크오픈. 이용 가능: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.94401>.

6 오픈 액세스 동료 검토 장

외상성 뇌손상 치료에서의 고압산소요법

작성자

로버트 루이스 베크만

제출일: 2020년 6월 17일, 검토일: 2020년 10월 9일, 게시일: 2020년 10월 30일

DOI: 10.5772/intechopen.94401



편집된 볼륨에서

뇌손상에 대한 발전과 새로운 이해

편집자: 잠주리 이드리스(Zamzuri Idris)

도서 세부정보 | 주문 인쇄

고압 산소 요법은 뇌 상처(TBI/PTSD/뇌진탕)를 치료하는 데 도움이 될 수 있습니다. 7,500건이 넘는 사례에서 동료 검토를 거친 긍정적인 과학적 및 임상적 증거는 HBOT가 상처받은 뇌를 치료하는 데 도움이 되고 환자를 DOD/VA/육군이 거부한 삶으로 돌려보내는 것을 보여줍니다. PTSD/PCS/뇌진탕.HBOT를 통한 성공적인 치료[1시간 세션 40회]는 효과적인 "자살 예방" 방법인 자살 생각을 사실상 제거합니다. 또한 환자들은 약물 섭취를 거의 0으로 줄이고 통증과 금단 시간이 50% 감소하는 것을 경험했습니다. TBI에 대한 HBOT의 역사는 나쁜 과학으로 가득 차 있지만 증거 기반 및 임상 의학 데이터는 HBOT의 안전성, 효능 및 비용 효율성을 라벨에 등록하고 보험에 가입해야 하는 치료의 표준으로 보여줍니다.

1. 소개

이 인용문 중 어느 것도 사실이 아니지만, 망가진 두뇌를 치료하고 자살 확률을 막기 위해 노력하는 사람들이 시작했을 때보다 승리에 더 가까워졌기 때문에 이 인용문을 소개합니다. 집단적인 성공이 명백한 사실을 받아들이는 데 대한 의학적 저항을 극복할 것이라는 보장은

없습니다. "그들"이 하고 있는 일은 뇌 상처를 치료하는 데 효과가 없으며, "그들"은 효과가 있는 안전하고 효과적인 치료법을 무시하고 폄하합니다. 그러나 자살 충동을 느끼는 뇌 손상을 입은 군인들에게 긴급한 도움을 얻으려고 노력하는 사람들은 연구와 전 세계 임상 의학에서 밝혀진 다양한 진실의 승리를 머지않아 보게 될 것입니다. 많은 발전과 마찬가지로 일화는 요점을 명확히 하는 데 도움이 됩니다. 즉, 과학, 데이터 및 사실을 사용하더라도 정신과 의학을 바꾸는 것은 쉬운 일이 아닙니다.

두 명의 배신자 호주 MD인 Barry Marshall과 J. Robin Warren이 1981년 위염과 소화성 궤양에 대한 간단한 치료법이 있다는 것을 알고 있었습니다. 바로 헬리코박터 파일로리균을 죽이는 항생제였습니다. 이제 헬리코박터 파일로리(Helicobacter pylori)는 인류 역사상 가장 성공적인 병원체가 될 수 있습니다.결핵, 콜레라, 흑사병을 일으키는 박테리아만큼 치명적이지는 않지만, 다른 모든 박테리아를 합친 것보다 더 많은 사람을 감염시킵니다. 그러나 기존 의학에서는 궤양이 스트레스로 인해 발생한다는 사실을 이미 알고 있었습니다. 제산제, 출혈성 궤양을 위한 위 수술, 위염, 위암, 우울증 등 스트레스와 그 여파를 '치유'하는 산업이 성장했습니다."위장병 전문의에게 궤양을 일으키는 세균의 개념은 지구가 평평하다고 말하는 것과 같았습니다."<[1] 그들에게 있어서 모든 질병과 죽음의 원인은 정신신체적, 즉 "모두 머리에" 있는 것이었습니다. 마샬은 H.pylori 국물을 마시고 자신을 치료함으로써 자신이 궤양을 일으켰다는 자신의 주장을 증명하기 위해 노력했습니다. 그리고 아직도 인식이 되지 않습니다. 추격전: H.pylori에 대한 끊임없는 끈기와 과학에 대해 2005년 마샬과 워렌은 노벨상을 수상했습니다. 위암의 경우 항생제 치료가 표준약물이다[2].염소에서 노벨상 수상자까지 24년이 걸립니다. 그 과정에서 그 남자들은 전 세계의 학식 있는 의회로부터 조롱과 비난을 받았습니다. 그리고 '진실'.

이 페이지를 읽으면서 저자와 독자가 다음 질문에 대한 답을 궁금해하면서 드러난 진실에 휘둘리게 될 것이라고 예상합니다. 이것이 효과가 있는데 왜 반대합니까? 보시다시피 완전한 답은 없지만 데이터와 동료 검토 연구는 이 치료법의 안전성, 효능 및 비용 효율성에 대한 설득력 있고 압도적인 증거를 제공합니다.7500번이 넘는 성공이 완전히 틀릴 수는 없습니다.

2. 배경

2002년 8월 30일, 메디케어는 당뇨병성 하지의 상처 치료에 사용되는 고압산소치료(HBOT)에 대한 국가 보장 결정(NCD)을 발표하겠다는 의사를 발표했습니다. 이러한 결정을 내리게 된 주장[3]은 가압 산소가 이 14번째 적응증 또는 질병 상태에 안전하고 효과적이라는 사실을 입증했습니다.

사과의 진화와 후속 연구는 1999년 HBOT의 약물 정의를 기본 병리생리학적 과정과 그 질병을 치료하기 위한 약물로서 대기압보다 높은 산소를 사용하는 것으로 개선하고 재진술함으로써 가능해졌습니다[4]. UHMS는 고압산소(HBO₂)를 해수면 기압(1기압 또는 ATA)보다 더 높은 압력으로 가압된 고압산소 챔버 내부에서 개인이 간헐적으로 100%에 가까운 산소를 호흡하는 개입으로 정의합니다[5]. 이러한 정의에 따르면 온라벨 적응증 전체는 해당 질병에 공통적으로 나타나는 급성 및/또는 만성 기저 병리생리학에 대한 HBOT 효과로 연결된 응집력 있는 진단 세트로 이해될 수 있습니다.

의사들은 이 병리를 공유하는 추가 질병에 대한 HBOT 사용에 이 정의가 반드시 적용될 수 있다는 점에 주목했습니다. FDA/CMS가 승인한 14/15개 적응증 중 최소 5개는 치유되지 않는 상처이므로 폭발, 추락, 충격, 뇌졸중, 급조 폭발 장치 및 뇌진탕으로 인한 뇌 상처와 밀접하게 관련되어 있습니다. 이러한 징후는 다음과 같습니다: 압상, 구획 증후군 및 기타 급성 외상성 허혈; 선택된 문제 상처의 치유 강화를 수반하는 동맥 부전(당뇨병성 발 상처, 저산소 상처와 같은 용도 포함)방사선 조직 손상(연조직 및 뼈 괴사); 피부 이식 및 피판(손상됨), 및 공기 또는 가스 색전증(빠른 감압 및 폭발 손상으로 인해 발생[6].)

HBOT의 정확한 약물 정의와 외상성 뇌손상에 대한 연구 결과 및 데이터에 대한 의미는 외상성 뇌손상 치료에서 HBOT의 안전성과 효과를 주장하기 위해 본 논문에서 사용되었습니다. 이 주장은 외상성 뇌 손상의 근본적인 병태생리학을 확인함으로써 구성됩니다. TBI에 대한 HBOT의 유익한 효과에 대한 증거가 제시됩니다. TBI 환자의 이점에 대해 논의합니다. TBI 위험/이점 및 비용에 대한 HBOT의 증거가 논의됩니다. 결론은 간단합니다. TBI에 대한 HBOT의 적용 범위입니다.

3. 외상성 뇌손상의 기초

지난 20년에 걸친 연구를 통해 외상성 뇌 손상을 비롯한 뇌 손상으로 인해 발생하는 다양한 병리생리학적 과정의 복잡한 소우주가 밝혀졌습니다[7]. 머리 부상의 결과를 결정하는 세 가지 필수 구성 요소는 뇌 혈류입니다. 부종으로 이어지는 두개골의 압력; 저산소증, 산소 부족 [8].

질병통제예방센터(CDC)에 따르면, "외상성 뇌손상(TBI)은 머리에 부딪히거나 충격을 가하거나 충격을 가하거나 뇌의 정상적인 기능을 방해하는 관통성 머리 부상으로 인해 발생합니다." TBI 심각도는 "경증"(즉, 정신 상태나 의식의 짧은 변화)부터 "심각"(즉, 부상 후 장기간의 무의식 또는 기억 상실증)까지 다양합니다 [9]. CDC는 TBI 사망 및 장애에 대한 최신 통계를 유지합니다.

외상성 뇌손상(TBI)은 미국에서 사망 및 장애의 주요 원인입니다. TBI에서 살아남은 사람들은 며칠 또는 평생 동안 지속되는 영향에 직면할 수 있습니다. 2014년 TBI 관련 응급실 방문 및 입원 중 CDC에서 주목할 만한 통계는 다음과 같습니다.

- 입원율은 75세 이상에서 가장 높았습니다.
- 응급실 방문 비율이 가장 높은 사람은 75세 이상이었습니다.
- 55세 이상 성인의 경우 낙상은 입원 및 응급실 방문의 주요 원인이었습니다.
- 2014년 TBI 관련 사망 중 75세 이상 노인의 비율이 가장 높았습니다.
- 2014년에는 미국에서 매일 평균 155명이 TBI를 포함한 부상으로 사망했습니다.
- 2001년부터 2010년 사이에 미국의 연간 평균 TBI 추정 수는 다음과 같습니다.
TBI로 인해 56,800명이 사망했습니다. 282,000건의 입원; 및 2.5M ER 방문.
- 사고로 인한 외상성 뇌 손상은 자살과 살인을 합친 것보다 더 많은 사망에 기여했습니다[10].
- 미국 내 약 530만명의 사람들이 영구적인 TBI를 앓고 있습니다. [11]

- 직·간접 의료비를 포함해 TBI로 인한 평생 경제적 비용은 약 765억 달러(2010년 기준)로 추산된다[12].

- 현재 추산에 따르면 퇴역 군인의 연간 TBI 비용은 480억 달러에 달합니다[13].

UCLA 연구원들은 동물 및 인간 연구를 인용하여 "생체 에너지 문제, 세포골격 및 축삭 변형, 신경 전달 장애, 세포 사멸 지연 및 만성 기능 장애에 대한 취약성을 포함하는 일련의 신경대사 과정"에 대해 말합니다. .. 신경대사 과정을 임상 특성과 연결 뇌진탕 후 급성 병태생리학, 장기적인 생물학적 변화 및 만성 후유증 사이에 새로운 연관성이 만들어지고 있습니다." [14] 추가: "뇌진탕 후 증후군의 원인은 논쟁의 여지가 있지만 광범위한 축삭 손상 또는 지속적인 대사 변화로 인해 신경 기능 장애가 발생할 수 있으며 TBI 환자의 38-80%에서 발생합니다..." [15].

고급 신경 영상 기술은 동물 모델에서 뇌진탕/경증 TBI의 기본 신경생물학을 보여 주며, 이는 인간 연구에서 점점 더 확증되고 있습니다. 확산 텐서 이미징(DTI)과 같은 기술을 사용한 이러한 뇌 이미지는 뇌 손상으로 인한 상처를 검증합니다.

HBOT는 84년 넘게 과학으로 연구되었기 때문에 [16] 뇌 영상 또는 SPECT 스캔과 같은 기능 영상의 유무에 관계없이 뇌 상처가 TBI의 근본 원인임을 지적하는 풍부한 증거가 존재합니다. , 외상 후 스트레스 장애(PTSD)가 동시에 발생하는 경우가 많습니다.TBI와 PTSD의 적절한 진단에 대한 논란이 계속되고 있습니다.저자는 10년이 넘는 임상 의학 경험과 TBI 치료 및 치유를 돕기 위해 HBOT를 7,500회 이상 성공적으로 사용하면서 축적된 "일화적 증거"를 알고 있으며, VA에서 "PTSD만" 진단을 받은 퇴역 군인들이 압도적으로 고통받고 있음을 알고 있습니다. 진단되지 않은 TBI가 있습니다. 연구자들은 TBI가 PTSD의 신경학적, 임상적 표현에 일반적으로 어떻게 영향을 미치는지 아직 완전히 이해하지 못했습니다 [17].이러한 높은 유병률에도 불구하고 TBI, PTSD 및 TBI/PTSD의 발병 기전은 크게 알려지지 않아 예방 및 치료 노력을 방해합니다[18].

아무리 획득한 재향군인이든 민간인이든 TBI는 뇌 조직에 대한 손상입니다. 손상은 생리적, 행동적, 정서적입니다. 증상에는 의식 변화가 포함될 수 있습니다. 두통;뇌 물질, 혈관 및 신경의 구조적 손상;운동, 감각, 조정, 균형, 시력, 청력 및 기타 능력의 상실로 이어질 수

있는 신경 기능 상실;다중 작업 불능, 느린 반응 시간, 주의력 및 집중력 저하, 빠르게 생각하는 능력 부족;일하고, 자고, 휴식을 취하고, 생각하거나 정상적인 것을 분별할 수 없는 경우가 자주 발생합니다. 상처를 입으면 뇌는 모든 신체 기관과 마찬가지로 염증 과정에 반응하여 흉터, 흉터 조직 및 만성 상처를 형성합니다. 뇌 손상이 외상후 스트레스 장애(PTSD)로 인해 악화되면 피해자는 과민성, 회피 행동, 외상 재경험, 정신적 경계 증가, 잠들기 어려움, 악몽, 점진적인 수면 부족으로 인한 지속적인 불안 및 부상의 증가를 겪게 됩니다. 스트레스 호르몬.행동과 감정이 확대되어 환자의 부정적인 반응(관계 문제, 가정 폭력, 약물 남용, 우울증, 범죄 활동, 실업, 투옥, 노숙자, 너무 빈번한 자살)이 강화됩니다. 퇴행성 주기가 약물이나 심리적 개입으로 정지될 수 있는 경우, 그 결과는 환자뿐만 아니라 일반적으로 간병인에게도 평생 동안 복지 혜택을 받는 삶의 질이 저하될 수 있습니다.

2016년에 메릴랜드주 베데스다에 있는 보건과학대학(Uniformed Services University of the Health Sciences)의 연구원들은 뇌진탕이나 기타 부상이 아닌 폭발만으로 인한 조직 손상의 증거를 발견했습니다[19].New York Times에 따르면 이는 쉘 쇼크와 PTSD라는 심리적 문제의 후유증에 대한 의학적 설명일 수 있습니다[20].그 의미는 분명합니다. 개인 무기로 인한 IED, 브리칭, 적 및/또는 아군 사격은 신체적 뇌 손상과 그에 따른 영향으로 직접 이어질 수 있으며, 그 중 다수는 "단지 PTSD"로 진단됩니다.

간과해서는 안 되는 것은 뇌 손상, 외상, 신체적/정서적/행동/정신 건강 사이의 복잡한 상호 작용입니다.정신과 의사 베셀 반 데르 콜크(Bessel van der Kolk)*몸이 점수를 유지한다*[21]은 트라우마와 그에 따른 스트레스가 어떻게 신체와 뇌의 생리적 변화를 통해 우리에게 해를 끼치는지, 그리고 그러한 해로움이 평생 동안 지속될 수 있는지 설명합니다. 스트레스, 트라우마, 우울증, 정신적, 육체적 건강은 너무 얽혀 있어 질병의 원인을 알기가 어렵습니다. 저자는 트라우마가 서구의 가장 시급한 공중 보건 문제 중 하나라고 주장합니다. 그 영향의 목록은 길다: 정신 및 신체 건강, 고용, 교육, 범죄, 관계, 가정 또는 가족 학대, 알코올 중독, 약물 중독.PTSD 및 TBI와 마찬가지로 뇌 손상이 정신 건강 문제보다 먼저 발생하는지 여부는 시간이 지나면 뇌와 신체가 고통을 받게 될 것이 확실합니다.

여러 연구에서 치료되지 않은 뇌 손상의 이러한 하향 주기를 조사했으며[22] 뇌 손상으로 인한 증상과 외상성 뇌 손상을 저지하고 치료하는 HBOT 작용 메커니즘 사이의 일치성을

지적했습니다.

4. 고압산소작용 메커니즘

의학 연구에 따르면 고압산소요법은 최단 시간 내에 신체의 모든 부분에 산소를 공급하는 의학의 가장 좋은 방법인 것으로 나타났습니다. 많은 효과 중에서 HBOT은 다음과 같은 효과가 있는 것으로 나타났습니다.

- 국소 부기(부종) 및 재관류 손상 감소
- 상처 치유 촉진
- 손상된 조직으로의 산소 전달을 증가시켜 부상을 개선하고 복구합니다.
- 감염 관리 개선
- 부상 지점으로 이동하면서 산화질소 방출
- 콜라겐 생성 증가
- 손상 부위로 이동하면서 줄기세포 방출
- 뇌의 영향을 받은 부위로의 혈류 개선
- 기절한 세포 대사와 기절한 미토콘드리아 다시 시작
- 혈관 성장(혈관신생) 생성
- 신경 경로(신경 발생)를 복구하기 위해 줄기 세포를 정상의 8배로 활성화
- 신체와 뇌의 염증 지표 감소 [23]

HBOT가 뇌의 상처 치유에 관해 이야기하는 것을 듣는 것은 드문 일이지만 이제 사실은 분명해졌습니다. 신체의 주요 기관이 손상되었습니다. 9/11 이후 최소 414,000명의 뇌 손상 인구에 대한 DoD 및 재향군인회에서 제공하는 "치료"는 일반적으로 휴식을 취하고 "인지, 신체, 언어 및 직업 치료와 함께 특정 증상을 조절하기 위한 약물 치료를 혼합합니다." 두통이나 불안 등의 증상이 나타납니다." [24] TBI가 상처로 언급되는 사실상 마지막 시간은 "

보이지 않는 전쟁의 상처"에 대해 말할 때입니다.

뇌 상처 치유를 위해서는 신체가 혈관, 결합 조직, 새로운 뇌 조직 등 새로운 조직을 성장시켜야 합니다. 세포는 새로운 조직을 형성하기 위해 성장하고 분열해야 하며, 분열하고 증식하려면 세포의 자극이 필요합니다.DNA는 자극을 받아야 합니다 [25].2008년까지 DNA 분석가들은 단일 고압산소 치료가 HBOT 치료 후 24시간 내에 최대 8101개의 유전자를 활성화한다는 사실을 발견했습니다[26].간단히 말해서, "활성화된 유전자는 성장 및 복구 호르몬과 항염증 유전자를 암호화하는 유전자입니다."[27] 이미 언급한 바와 같이, HBOT는 상처 치유와 전체적으로 유사한 여러 온라벨 적응증에 대해 이미 승인되었습니다. HBOT 챔버가 미국의 총 3342개 병원 중 1158개에 존재한다는 점은 주목할 가치가 있습니다[28].이 챔버는 주로 상처 치유에 사용됩니다. 여러 가지 이유로 이러한 챔버는 HBOT의 라벨 외 사용에 사용되지 않습니다. 그럼에도 불구하고 TBI를 앓고 있는 동물 및 인간 환자에 대한 대부분의 과학은 병원 기반 진료소와 사립 진료소 모두에서 수집되었습니다.

Paul Harch 박사는 2002년 DFW 인정에 대한 주장에서 상처 치유에 대한 HBOT에 대한 방대한 증거를 준비했습니다[29].TBI에 대해 보다 구체적으로, Philip James 박사는 "두부 부상 - 추월 차선에서의 삶의 저주"에서 [30] 1972년까지 HBOT-for-TBI 연구의 발전을 추적합니다[31].이 연구는 산소 농도나 압력이 증가함에 따라 저산소증과 싸우는 조직 산소 수준이 증가한다는 사실을 발견했습니다. 즉, 고압 산소화입니다. 제임스는 "이번 연구두부 손상 환자의 고압 산소 치료사용에 관해 제기된 모든 질문과 반대에 답합니다."[32] 2011년 Oddo는 저산소증을 원인으로 확인했습니다. 뇌 저산소증은 ICP 상승, 낮은 CPP 및 부상 심각도와 관계없이 심각한 외상성 뇌 손상 후 단기 결과가 좋지 않은 것과 관련이 있습니다. 감소된 뇌 산소(Pbto[2])는 심각한 외상성 뇌 손상 후 중요한 치료 목표가 될 수 있습니다[33].급성 뇌진탕의 HBOT 치료에 대한 국내 최고의 전문가인 Daphne Denham 박사는 Fargo ND 클리닉의 환자 중 98%(350명 중 348명)가 뇌진탕 발생 10일 이내에 치료를 받았고 5번의 치료를 통해 증상이 완전히 해결되었다고 보고했습니다. 이하 [평균 2.4회 치료] [34].그녀의 환자들과 표준 치료약[일명 "시간의 톱크"]을 사용하여 몇 주, 몇 달 동안 증상이 지속되는 노스다코타의 수천 명의 뇌진탕 운동선수들의 유일한 차이점은 HBOT이었습니다.[참고: 2011년 Maroon과 Bost는 비약물적 대안,식이 보조제 및 고압산소가 "

일반적으로 운동선수와 군인 모두가 과소보고하는 PCS 치료를 위한 더 나은 1차 선택일 수 있습니다"라고 썼습니다.[35] CMS 인구에 대한 주목할 만한 점은 뇌진탕과 만성 외상성 뇌병증(CTE) 사이의 연관성에 대한 Anne McKee 박사의 연구입니다 [36].“CTE는 임상적으로 기억 장애, 행동 및 성격 변화, 파킨슨증, 언어 및 보행 이상과 관련된 진행성 신경 퇴행입니다...외상성 부상은 [알츠하이머병]과 부가적으로 상호작용하여 더 큰 임상적 영향을 미치는 혼합 병리를 생성하거나 AD 또는 CTE를 초래하는 병리학적 연속을 촉진하여 시너지 효과를 낼 수 있습니다."

워싱턴 주립대학교의 획기적인 연구도 그다지 중요하지 않습니다. 연구원들은 HBOT이 아편 금단/해독의 통증과 증상을 절반으로 줄일 수 있음을 발견했습니다[37].

그리고 코로나19의 효과를 저지하고 역전시키기 위해 HBOT을 사용하는 것에 대한 현재 조사에서 중국의 예비 증거[38](5개 사례)는 HBOT의 불변의 과학과 심각한 저산소증 코로나 19 악화에 대한 최근 임상 적용을 기반으로 한다는 것을 강력히 시사합니다. -19명의 폐렴 환자인 HBOT은 코로나19 대유행에 영향을 미칠 수 있는 상당한 잠재력을 가지고 있습니다.이 글을 쓰는 시점에서 58명의 환자가 긍정적인 영향을 받았습니다. 또한, 미국에서 HBOT를 사용하는 최소 5개의 독립적인 연구에서 임상의는 ICU에 있는 환자의 PO2 수준을 인공호흡기 착용을 피할 수 있는 지점까지 높이고 있으며 많은 경우 5번의 치료 후에 집으로 보내집니다.[39].

5. 수십 년 간의 과학: TBI 치료를 위한 HBOT 연구

지난 20년 동안 동물과 인간의 HBOT 실험에서 생성된 과학적 증거를 검토한 결과 TBI의 고압산소요법이 안전하고 효과적이라는 것이 결론적으로 입증되었습니다[40].이미 1977년에 Holbach와 Wasserman은 1.5ata의 HBOT가 만성 뇌졸중 환자의 뇌에 가장 많은 산소를 공급한다는 것을 입증했습니다[41].물론 상처 치유의 가장 중요한 원칙은 상처가 치유되려면 에너지와 산소가 있어야 한다는 것입니다. 저산소증은 염증으로 인해 발생하는 모든 중

류의 뇌 손상 중 가장 널리 퍼진 결과로, 모든 신체 기관에 산소 공급이 감소됩니다.

HBOT이 안전하다고 선언된 2008년 합의 회의에 이어[42] DoD/육군/VA 연구자들은 HBOT가 TBI 치료에 효과적인지 여부를 식별하기 위해 일련의 연구를 시작했습니다. 거의 8년에 걸친 연구에 1억 2600만 달러가 넘는 비용이 소요되었습니다. 훨씬 더 적은 비용이 소요되는 민간 부문의 다른 연구도 수행되었습니다. 현재까지 데이터와 결과를 생성한 동료 검토 연구가 최소 17개 있었습니다[43].

미국과 이스라엘의 임상 시험에서는 경미한 TBI 및 지속적인 뇌진탕 후 증상에 대한 HBOT의 약 특성을 입증하는 잘 구조화되고 통제된 연구를 제공했습니다[44]. 정부가 후원하는 두 연구[45], Miller 등의 육군 후원 연구에서 TBI 및 PTSD 증상 점수에 대한 양성 증상 점수.[46], Harch 등의 민간 후원 연구.[47] 및 이스라엘 민간 연구 [48]에서는 HBOT 치료 후 기준선에 비해 통계적으로 유의미한 개선이 나타났습니다.

이 연구에는 최소 2년 동안 지속성 뇌진탕 후 증후군(PPCS)을 앓은 TBI 환자가 포함되었습니다. 자발적인 회복이 일어날 가능성은 거의 없었습니다. 5개의 연구는 유용한 교차 연구 비교 측정을 제공합니다. 미국 연구에서는 뇌진탕 후 즉시 평가, 인지 테스트, 뇌진탕 후 설문지, PCL-M(PTSD 체크리스트-군)을 1차 및 2차 평가변수 측정값으로 사용했습니다. 육군/VA/DoD가 후원하는 연구는 "가짜 통제"라고 주장하지만 실제로는 용량과 압력이 변화하는 실험입니다.

연구의 임상적 개선은 중요하고 일관되었습니다. 용량 반응 프로필을 살펴보면 낮은 산소 수준(100% O₂)과 낮은 압력(2.0 ATA)이 PTST/mTBI 및 PPCS 증상 회복에 더 좋을 것으로 나타났습니다.

정부가 후원하는 연구 저자들은 통제 그룹이 비활성 치료를 받았다고 잘못 가정했습니다. 그러나 그들은 글을 쓴다. "우리는 가짜가 비활성이 아니라는 것을 알고 있으며 가압된 실내 공기에서 질소나 산소가 최소한으로 증가하는 생리학적 효과를 완전히 무시할 수는 없습니다. 그러나 우리는 1.2 ATA(해수압 2m에 해당)의 공기가 mTBI 후 손상된 뇌를 원격으로 치료하는 데 유익한 효과가 있다는 것이 생물학적으로 믿기지 않는다고 생각합니다[49]. (이 의견이 낮은 수준의 산소 또는 압력의 의학적 효과에 대해 확립된 과학과의 관계에 관한 것

이라는 점은 주목할 가치가 있습니다.) [50] 모든 DoD/VA/육군에서 전처리(기준) 조치의 긍정적인 개선이 관찰되었습니다. 그리고 민간 연구.HBO 및 HBA 치료 그룹 모두에 대해 측정된 반응은 치료적이지만 고압산소 의학 문헌에서는 1ata 압력에서 O2의 최소 유효 용량이 확립되지 않았습니다. 따라서 가짜를 사용하는 것은 연구 해석에 문제가 있고 혼란스럽습니다.

메타분석에서 Deng과 그의 팀은 외상성 뇌 손상 환자의 고압산소 치료와 대조군 사이의 효능을 비교하는 9개의 연구를 평가했습니다[51].“뇌 대사, 인지 기능 및 결과가 고려되었습니다. 결과에 따르면 HBO 치료는 대조군에 비해 중증 TBI 환자의 글래스고 결과 척도 (GOS) 점수를 크게 개선하고 전체 사망률을 감소시키는 것으로 나타났습니다. 경증 TBI 환자의 경우 HBO는 기억력, 실행 기능, 주의력, 정보 처리 속도 등 외상 후 인지 장애를 완화하는 기능을 보여주었습니다.”TBI 환자의 경우 HBO는 Glasgow 결과 척도 점수의 상당한 개선과 전체 사망률의 감소를 보인 반면 HBO는 뇌 대사 개선에 유리한 역할을 할 수 있습니다.

6. 과학의 의미

4년 넘게 임상 및 "증거 기반" 의학을 통해 HBOT이 뇌 손상 치료에 안전하고 효과적이라는 사실이 계속해서 입증되었습니다. 모든 중추적 RCT 및 교차 연구의 데이터를 객관적으로 분석한 결과, 700명 이상의 환자에서 HBOT 치료 프로토콜이 긍정적인 개선을 가져온 것으로 나타났습니다. 그리고 연구와 데이터의 객관적인 분석은 결과와 임상 증거를 강화합니다 [52].

Wolf 박사는 첫 번째 육군 연구의 주요 공동 저자입니다. 초석이 되는 DOD/VA/Army 연구의 데이터를 재분석한 이 최근 USAF 논문은 다음과 같이 결론을 내렸습니다. “이 파일럿 연구는 명백한 피해를 보여주지 않았으며 [] 두 그룹 모두 점수가 향상되어 이점이 있음을 보여주었습니다.PTSD에 관한 인지 변화 및 PCL-M 결과에 대한 하위 그룹 분석은 개선의 상대적 위험을 보여주었습니다…잠재적인 이익은 있고 잠재적인 손실은 없습니다.VA/임상 진료 지침에서는 "B 증거 등급"을 "의사가 적격 환자에게 제공하는 (서비스) 권장 사항"으로

정의합니다.개입이 건강 결과를 향상시키고 해로움보다 이익이 더 크다는 결론을 내리는 최소한의 공정한 증거가 발견되었습니다. 경미한 외상성 뇌손상 및 PTSD에 대한 고압산소치료는 향후 연구에서 유사한 결과가 나타나거나 표준 치료 또는 연구 관련 치료 방식과 유사한 개선을 보일 경우 합법적인 보조 치료법으로 간주되어야 합니다."후속 연구는 이러한 기준을 충족합니다.

Journal of Hyperbaric Medicine은 세계에서 고압산소 의학에 관한 가장 권위 있는 저널입니다.2012년에 그 편집자는 다음과 같이 썼습니다. “우리가 좋은 과학에 박수를 보내는 동안 조직화된 의학의 축복에 필요한 증거의 기준이 현실(우리 대부분이 살고 있는 곳)을 초과함에 따라 침체의 지점이 옵니다... 많은 동료들은 CMS와 Tricare가 상환해야 하는 [TBI]에 대한 표준 치료 치료법으로 [HBOT]의 사용을 정당화하는 충분한 임상 및 연구 증거가 있다고 말했습니다... 향후 몇 년 동안 [HBOT]은 의심의 여지 없이 [TBI]에 대한 가장 효과적인 치료법 중 하나로 입증될 것입니다... 현재 치료에 대한 사용과 자금 조달을 정당화하는 증거가 우세합니다...” [54] Wang 등도 동의합니다: "강력한 증거는 외상성 뇌손상에서 고압 산소 요법(HBOT)의 이점을 제시합니다....고압 요법을 받는 환자는 상당한 개선을 달성했습니다....전체 사망률이 낮아져 표준 집중 치료 요법으로서의 유용성을 시사합니다. 외상성 뇌 손상에서.” [55].

Samueli Institute는 DoD 연구에 대해 다음과 같이 썼습니다. "결과에 따르면 HBO와 가짜 절차 모두 뇌진탕 후 증상 및 PTSD(대부분의 참가자가 경험함), 우울증, 수면의 질, 삶에 대한 만족도, 신체적, 인지적, 정신적 건강 기능.. .. 이 결과는 다양한 HBOT 복용량을 포함하는 군인 및 재향군인을 대상으로 한 2개의 다른 가짜 대조 임상 시험과 일치합니다.... 이 연구의 가장 주목할 만한 교훈은 2개의 챔버 시술(HBO 1.5 ATA 및 'sham' air 1.3 ATA)과 일상적인 뇌진탕 후 치료 간의 임상 결과 차이였습니다... 이러한 발견은 효과적인 개입(즉, 군의학에서 실행되는 현재 표준 치료)이 현재의 치료 구조 내에 아직 존재하지 않거나 [DOD 또는 VHA] 내의 일상적인 뇌진탕 후 개입이 심지어 의원성을 유발할 수 있다는 주장을 강화합니다. 증상 지속에 기여하는 효과는 부정적인 위약(nocebo) 효과와 동일합니다.”[56].

이 연구가 진행되는 동안 VA는 "PTSD 전용" 재향군인을 위한 HBOT의 효과를 모니터링하

기 위해 통제된 "시연 프로젝트"를 조용히 수행해 왔습니다. 거의 3년 동안 Tulsa OK, Travis AFB, Joint Base Sam Houston, Tampa 및 Fargo ND 등 미국 전역의 처음 2곳, 현재 5곳에서 PTSD 및 TBI 환자를 치료하기 위해 HBOT을 사용하고 있습니다. 숫자는 적지만 결과는 매우 긍정적입니다. 30명의 환자 중 30명은 모두 긍정적인 의학적 개선을 보였습니다[57]. 중요한 것은 참가자 중 다수가 VA에 의해 TBI 진단을 받았거나 진단되지 않은 TBI가 있는 것으로 밝혀졌다는 것입니다. 어느 쪽이든 압도적인 환자 수가 크게 개선되었습니다. 이러한 결과는 PTSD를 치료하려는 이전 시도와 관련된 이유로 중요합니다. 국립 아카데미(National Academies)는 2014년에 다음과 같이 썼습니다. "DoD와 VA는 군인과 재향 군인의 PTSD 관리에 상당한 시간, 돈, 노력을 투자하고 있습니다[2014년까지 93억 달러 이상]. 프로그램과 서비스는 실제로 군인이나 퇴역 군인의 PTSD 유병률을 줄이고 그들의 삶을 개선하는 데 성공적이었습니다."[58].

DoD/VA/Army가 후원하는 연구의 긍정적인 결과를 요약하면 유익합니다. 그들은 HBOT가 "통계적이며 일부 측정에서는 국소적인 일상적인 TBI 치료에 비해 임상적으로 상당한 개선을 제공했다"는 사실을 발견했습니다. 심지어 치료를 받지 않은 그룹과 비교하여 측정했을 때 모든 그룹의 개선이 나타났습니다. 그들의 "전문가" 컨설턴트조차도 HBOT이 뇌 손상을 치료한다고 썼습니다. 육군 최고 연구원인 스콧 밀러(Scott Miller) 박사는 HBOT의 "관외 마지막 못"을 찾고 있는 것처럼 보임에도 불구하고 재향 군인회 웹 사이트에서 다음과 같이 말합니다. "사람들은 나아졌고 우리는 그 결과를 무시할 수 없습니다."[59].

7. 참고하세요: HBOT의 가짜 및 위약 논쟁

HBOT "sham"을 둘러싼 문제에 대한 전문가 논평은 DoD/VA/육군 연구의 근본적인 결함을 드러냈습니다[60]. 가짜 치료에서는 연구자가 실제로 치료를 수행하지 않고 동작만 수행합니다. 그 목적은 결과를 활성 물질과 비교하는 데 사용되는 불활성 또는 의학적으로 비활성 절차 또는 물질을 갖는 것입니다. 위약은 연구 중인 약물이 비활성 "설탕 알약"보다 효과적인지 여부를 보여주기 위해 약물 실험에 참여하는 사람들의 절반에게 종종 사용됩니다. 각 그룹의 결과를 비교합니다.[참고: HBOT 치료 상황에서 진정한 가짜 대조 연구를 구성하는 것

이 가능한지에 대한 논쟁이 계속되고 있습니다.]

TBI를 동반한 PPCS로 고통받는 환자에 대한 HBOT 연구에서 위약 효과를 입증하는 것은 불가능하지는 않더라도 매우 어렵습니다. 추가 연구에서 위약을 무시할 수는 없지만, 너무 많고 매우 다양한 연구에서 압도적으로 긍정적인 효과가 나타나기 때문에 위약의 가능성은 흔하지 않습니다.[참고: 뇌 질량 및 활동의 구조적, 기능적 증가와 같은 생리적 변화가 주목되면 - DoD/VA/육군 연구에서는 그러한 객관적인 과학 수행을 거부하기 때문에 - 변화를 설명하는 것은 불가능합니다. 플라시보 효과예요. 그러나 TBI에 대한 HBOT 사용에 관한 많은 비정부 출판 동료 검토 연구에서 치료받은 환자에서 그러한 긍정적인 변화가 나타났습니다. 변화에 대한 객관적인 증거는 SPECT 스캔, RightEye, qEEG 등과 같은 방법을 사용한 동료 검토 연구에 표시됩니다. 이러한 변화는 HBOT 노출의 영향일 수 있습니다 [61].

DoD/Army/VA 연구에서 연구에 가짜를 사용한다고 주장하고 HBOT가 "작동하지 않는다"고 보고하면서 전 세계적으로 문제가 급증했습니다.[62] 국제 연구자들과 당국은 모든 의도된 무작위 대조 연구의 데이터와 토론이 사실상 동일한 내용을 말하고 있음을 읽을 수 있었습니다. "두 개입 그룹(가짜 및 치료 그룹) 모두 PCS 관리만 사용한 것과 비교하여 향상된 결과를 보여주었습니다."[63] Pierre Marois 박사는 많은 사람들을 위해 다음과 같이 말했습니다. "정의상 '가짜'는 '거짓이거나 공허한 것'입니다.1.2 ATA의 고압산소 치료는 혈액 내 용존 산소량을 실질적으로 증가시키며 동시에 일련의 대사 변화와 유전자 활성화를 유도합니다.그러므로 밀러의 연구에서 추정되는 가짜 치료는 위약에 가깝지 않습니다."[64].

이러한 가스/압력 조합이 뇌 손상 모델에 치료 효과가 있음을 보여주는 현재까지 가장 명확한 예는 Malek et al.[65] 그들은 HBO(100% O₂)와 HBA(21% O₂/79% N₂)가 2.5 ATA를 사용하여 저발에서 일과성 전뇌 허혈 후 뉴런을 보호하는 데 동등하다는 것을 입증했습니다.이 연구에서는 잠재적인 위약 효과의 역할이 배제되었으며 신경학적 손상 모델에서 HBO 및 HBA의 활성을 보여줍니다.

고압산소 약물이 산소 농도 및/또는 압력의 증가로 시작된다는 확실성은 위스콘신 대학에서 진행 중인 연구에 의해 더욱 입증되었습니다[66].동물 연구에서는 이미 HBOT 및 HBAT(실내 공기)를 1.2ata의 낮은 압력에서 적용할 때 동원된 줄기 전구 세포가 크게 증가하고 염

증성 사이토카인이 감소하는 것으로 나타났습니다. 이러한 발견은 함께 HBOT와 동일하게 생물학적 활성이 이전에 가정된 것보다 훨씬 낮은 용량의 과산화수소에서 활성화될 가능성을 뒷받침합니다. 이러한 결과는 미 해군과 미 공군의 수십 년간의 실험과 결부되어 [67] 고압 의료가 1.4ata보다 높은 압력에서만 발생한다는 육군과 UHMS의 주장이 오류임을 입증합니다. 산소 농도 및/또는 압력의 증가는 의학적 개입입니다.

USAF TBI 연구에서는 TBI에 대한 향후 HBOT 연구를 위해 의료 품질 및 연구 기관의 권장 사항을 사용했습니다. 한 가지 관련 의견은 다음과 같습니다. “HBOT을 평가하기 위해 위약 대조 시험이 필요한지 여부는 HBOT에 대한 논의에서 많은 관심을 받았습니다. 이 논쟁의 모든 측면에 있는 참가자들은 "증거 기반" 접근 방식이 실제적 또는 윤리적 고려 사항에 관계없이 이중 맹검, 위약 대조 시험에 대한 헌신을 의미한다고 가정합니다. 이 가정은 거짓입니다. 이중 맹검, 위약 대조 시험은 새로운 의약품의 승인을 감독하는 정부 규제 기관의 "최적 표준"이지만 임상 의사 결정이나 보험 보장 결정에는 적용되지 않습니다. 증거 기반 임상 결정은 위약이 아닌 한 가지 치료법을 잠재적으로 효과적인 다른 치료법과 비교하는데 더 많이 의존합니다.”[68].

8. 보장을 지지하는 경제적 주장

2020년 11월 11일 재향군인의 날에 발표된 획기적인 분석에서 TreatNOW 연합은 2011년에 수행된 획기적인 작업을 기반으로 [69] 미국의 "실제 소유 비용"을 업데이트하고 확장할 것입니다. 치료되지 않은 뇌 손상의 납세자 비용을 추정하려는 대부분의 연구는 일반적으로 약물, 연간 건강 관리 비용, 응급실 방문, 입원, 정신과 치료, 가정 건강 관리, 장기 치료, 임금 손실, 때로는 가족에 미치는 영향까지 명백한 비용 범주에 주의를 기울입니다. TreatNOW는 가족과 사회를 통해 "파급 효과"를 조사하는 데 훨씬 더 발전했습니다.

이 연구에서는 어린이와 간병인을 포함한 직계 가족 구성원에 대한 신체적, 정신적 피해와 같은 범주에서 가족에 미치는 영향을 조사합니다. 혼란의 영향을 받은 어린이를 위한 사회 서비스; 폭력과 학대로 인한 배우자 자살, 이혼, 노숙자, 약물 남용, 투옥, 경찰에 의한 사망, 그리고 모든 자살로 인해 영향을 받은 것으로 보이는 약 135명의 사람들이 있습니다 [70].

의료비를 넘어서 사회에 미치는 주요 "비용"은 뇌 부상을 입은 시민을 노동력에서 제외시키는 데 따른 세금 영향입니다. 너무 많은 경우 간병인은 일반적으로 부상자의 전임 보좌관이기 때문에 이는 실제로 두 가지 소득 및 세금 손실과 동일합니다.

뇌손상 퇴역군인에 관한 사실은 누락된 자료가 너무 많아 정확하게 파악하기 어렵습니다. 예를 들어, VA는 퇴역 군인의 70%가 VA 시스템에 속하지 않는 것으로 추정합니다. VA는 또한 2000~2017년 기간 동안의 TBI만 414,000건이 넘는 것으로 추정합니다. RAND는 모든 복귀 수의사의 약 1/3이 정신 건강 또는 인지 장애의 증상을 보고한 것으로 추정합니다. 보다 최근 추정치는 9/11 이후 최대 800,000명 이상이며, 20세기에 복무한 생존 참전용사 수도 이와 동일합니다. CDC에 따르면 민간인 사상자는 연간 250만 명으로 추산되며, 500만 명 이상의 미국인이 실질적으로 실업자가 되어 일상 생활 활동을 수행할 수 없습니다.

훨씬 더 강력한 분석 그림을 요약하면, 치료되지 않은 뇌 손상은 매년 수십억 달러의 비용이 듭니다. HBOT를 적용하면 근본적인 뇌 손상을 치료하고 자주 무시되거나 잘못 진단되는 뇌 손상을 치료할 수 있습니다. 뇌 손상 환자 1인당 연간 비용은 40,000~60,000달러 정도입니다. HBOT 치료는 약 \$20,000의 비용으로 치료받는 환자의 건강과 복지에 상당한 기여를 할 확률이 85%인 것으로 나타났습니다. 따라서 복지 혜택을 통해 부상당한 뇌를 유지하는 데 드는 비용의 2% 미만으로 뇌 부상을 치료할 수 있습니다. 부상자의 상당 부분이 삶의 질과 독립성을 회복할 가능성이 높습니다.

9. 증거 포함

TBI용 HBOT가 적응증을 받기 전에 추가 연구가 필요한 경우, 메디케어 및 메디케이드 센터(CMS)는 공공, 산업 및 CMS 직원을 위한 지침, 증거 개발 범위, 2014년 11월 20일을 발표했습니다[71]. CMS와 AHRQ는 연구의 주요 목적이 항목이나 서비스(TBI의 경우 HBOT)가 등록된 피험자로 대표되는 영향을 받는 수혜자의 건강 결과를 의미 있게 향상하는지 여부를 테스트하는 것이라고 선언했습니다. 당연히 데이터와 인구통계는 HBOT의 즉각적인 사용을 지원합니다.

10. 결론

지난 10년 동안 독립적인 과학자들의 경험을 통해 전 세계의 동료 검토 증거가 TBI 및 기타 신경 장애를 치료하고 치유하는 데 HBOT의 안전성과 효능을 입증했습니다. 그러나 뇌 질환 및 손상에 대한 연구의 대부분은 치료법보다는 설명과 원인에 초점을 맞추고 있습니다. "치료"에 대한 연구는 기본적으로 증상 치료에 초점을 맞추고 있습니다. 예를 들어, VA/DoD의 임상 실무 지침은 특히 뇌진탕/경미한 외상성 뇌 손상의 "관리"에 중점을 두고 있습니다[72]. 그들의 CPG는 치유나 치료가 아닌 증상을 다루는 모범 사례의 개요입니다. 문서에는 뇌의 상처에 대한 언급이나 그 상처의 치유에 대한 언급이 없습니다. 그리고 표준 진료로 나열된 치료법 중 어느 것도 TBI 치료에 대해 FDA의 승인을 받지 않았습니다[73].

당연히 뇌의 구조, 기능, 이상 및 질병, 치료법을 이해하기 위한 더 나은 방법을 고안하기 위해 전 세계적으로 막대한 자금이 연구에 쏟아지고 있습니다. 미국(Brain Initiative), 유럽(Human Brain Project), 일본(Brain/MINDS 프로젝트), 중국(Brain Project), 이스라엘, 호주 및 캐나다는 주요 프로젝트에 자금을 지원했습니다[74]. One Mind 및 Paul Allen의 Brain Institute와 같은 그룹에서는 뇌가 작동하는 방식과 신경 장애의 원인을 탐구하고 있습니다. 프로젝트의 목표는 조금씩 다르지만 임상 의학과 치유보다는 지식에 중점을 두고 있습니다. 물론 장기적인 목표에는 환자에게 약을 투여하는 것도 포함됩니다. 그러나 인간의 정신 건강에 광범위하고 심오하게 중요한 영역에 개입할 수 있는 즉각적인 사용 방법을 찾기 위한 모든 노력은 거의 이루어지지 않고 있습니다.

좀 더 일상적인 방식으로, 연방, 주, 지방, 공공 및 민간 노력은 회의, 논문 및 법안에서 자살, 정신 건강, 뇌 손상, 중독, 신경인지 및 신경학적 문제와 같이 지속적이고 상호 관련된 문제를 다루기 위해 해마다 계속되고 있습니다. 감소. 지출이 획기적인 성과에 대한 엄청난 보상을 약속한다는 것은 놀라운 일이 아닙니다. 한편, 과학이 입증한 근본적인 뇌 손상의 증상을 치료하는 데 수십억 달러가 지출되고 있으며, 이는 나중에가 아니라 지금, 치료 가능하고 잠재적으로 되돌릴 수 있습니다.

Wright와 Figueroa는 TBI를 치료하고 치유하기 위한 HBOT의 사용에 대해 대다수 연구자들을 위해 다음과 같이 요약합니다. “경증 외상성 뇌 손상/지속 후 HBOT의 사용을 뒷받침하는 임상 연구의 안전성 및 예비 효능 데이터에 대한 충분한 증거가 있습니다. 뇌진탕 증후군(mTBI/PPCS).보고된 긍정적인 결과와 이러한 결과의 지속성은 HBOT 치료 후 6개월에 입증되었습니다. 의사가 mTBI/PPCS 관리를 위해 라벨 외 방식으로 약물이나 치료법을 처방하고 치료 비용을 상환할 수 있도록 허용하는 Tricare와 VA의 현재 정책을 고려할 때, HBOT에 동일한 기회가 주어지는 것은 과거의 시간입니다. 이는 이제 과학적 증거나 예비 임상 유효성의 문제가 아니라 정책 수정 및 보상의 문제입니다.”[75].

이제는 전 세계의 데이터를 인식하고, 의료 비용을 절감하고, 수백만 명의 뇌 손상 환자와 그 가족의 삶을 개선하고, 평생 동안의 수입 손실과 피할 수 있는 고통으로 인한 사회적 영향을 방지해야 할 때입니다. HBOT은 외상성 뇌손상 치료에 승인되어야 합니다. 이는 CMS 적용 범위를 이 진단으로 확장함으로써 달성될 수 있습니다.

1. 발견: 감염성 국물을 마시고 스스로 궤양을 앓고 의학적 미스터리를 해결한 박사
[.http://discovermagazine.com/2010/mar/07-dr-drank-broth-gave-ulcer-solved-medical-mystery](http://discovermagazine.com/2010/mar/07-dr-drank-broth-gave-ulcer-solved-medical-mystery)
2. 세균은 우리다: 인간 미생물군집 탐구: Michael Specter/The New Yorker, 2012년 10월 22일
http://www.newyorker.com/reporting/2012/10/22/121022fa_fact_specter
3. Sam Harch, Paul G., 당뇨병성 발 상처의 고압 산소 요법 치료에 대한 메디케어/메디케이드 보장에 대한 MD 주장, 2001년 6월
4. 하치 PG, 노이바우어 RA. 전뇌 허혈/무산소증 및 혼수상태에서의 고압 산소 요법, 18장. In: Jain KK, ed. 고압산소의학 교과서. 3차 개정판. 미국 워싱턴 주 시애틀: Hogrefe 및 Huber 출판사; 1999:319-345
5. <https://www.uhms.org/resources/hbo-indications.html>

6. 6.폭발 부상 및 TBI/PTSD와 관련된 문헌이 늘어나면서 전투로 인한 피해를 입증하고 있습니다.폭발로 인한 피해를 설명하기 위해 다양한 이름이 사용되었습니다: 쉘 쇼크, 군인의 심장, 전투 피로, 불안 장애, 철도 척추, 스트레스 증후군, 향수, 전투 스트레스 반응, 외상성 전쟁 신경증, 보이지 않는 상처, 외상 후 스트레스 장애, 외상성 뇌 손상.수십 년에 걸친 연구 및 데이터에 대한 전체 참고문헌을 보려면 다음을 참조하세요.<https://treatnow.org/knowledgebase/3-blast-biography/>; 그리고 https://treatnow.org/knowledgebase_category/2020/Bibliography.중요한 것은 미국 육군 군사 의학 교과서, 1991, 폭발 사상자의 신경 이상, "두부 손상 및 동맥 공기 색전증에 대한 평가", "고압실의 최종 치료"입니다.또한 2006년에는 외상성 뇌손상에 대한 전투 사상자 치료가 HBOT임을 다시 강조했습니다.Zajtohuk, R. Ed in Chief, 군의학 교과서, 전투 사상자 치료 시리즈, 1부, Vol.6, p.313
7. 7.Giza, CC 및 Hovda, DA 뇌진탕의 새로운 신경대사 폭포.신경외과.2014년 10월: 75(0 4): S24-S33;James, PB, Philip B. James, MD, 산소와 뇌:우리 생애의 여정, 플로리다 주 노스 팜 비치: Best Publishing Co., 2014, Chap.19: 머리 부상, 추월 차선에서의 삶의 저주
8. 8.제임스, p.333
9. 9.질병통제예방센터(2019).외상성 뇌 손상 관련 응급실 방문, 입원 및 사망에 대한 감시 보고서 - 미국, 2014년. 미국 보건복지부 질병통제예방센터
- 10.10.<https://www.usnews.com/news/healthiest-communities/articles/2019-11-21/suicide-is-top-cause-of-deaths-tied-to-traumatic-brain-injury>
- 11.11.<https://www.brainandspinalcord.org/brain-injury-statistics/>
- 12.12.<https://www.cdc.gov/traumaticbraininjury/severe.html>
- 13.13.보다https://treatnow.org/knowledgebase/untreatment-brain-injuries_costs-to-society/
- 14.14.기자와 호브다, S24-S33
- 15.15.Leila H Eadie (사설).전장 뇌 손상 진단에서 원격 의료의 새로운 기술과 잠재력.뇌진탕 (2016) 1(4), CNC22
- 16.16.Behnke, 아칸소, 그 외 여러분."급성 압축 공기 질환의 순환 및 호흡 장애와 치료 수단으로 산소 투여."미국 생리학 저널 114(3):

526-533.<http://ajplegacy.physiology.org/cgi/content/citation/114/3/526>1936년 1월 31일)

17.17.외상후 스트레스 실무 그룹의 관리.외상후 스트레스 관리를 위한 VA/DoD 임상 실무 지침.워싱턴 DC: 재향군인회 및 국방부;2010년 10월. 사용 가능 위치:www.healthquality.va.gov/PTSD-FULL-2010c.pdf

18.18.TBI와 PTSD의 적절한 진단에 대한 논란이 계속되고 있습니다.저자들은 10년이 넘는 임상 의학 경험과 TBI 치료 및 치료에 도움이 되는 HBOT의 7,200건 이상의 성공적인 사용에서 축적된 "일화적 증거"를 통해 VA에서 "PTSD만" 진단을 받은 퇴역 군인들이 압도적으로 고통받고 있다는 사실을 알고 있습니다. 진단되지 않은 TBI.또한, PTSD 위험이 높은 집단(예: 군인 집단)은 외상성 뇌 손상(TBI)에 대한 노출 발생률이 높지만, TBI가 PTSD의 임상적 및 신경학적 발현에 영향을 미칠 수 있는 방식을 완전히 특성화하려면 추가 작업이 필요합니다. Spadoni, AD, Huang, M., Simmons, AN, 2018. PTSD 및 TBI의 신경 회로에 대한 새로운 접근 방식: 신경 및 감정적 트라우마의 상호 작용을 이미징합니다.현재 Top.Behav.신경 과학.38, 163-192;Tanev, KS, Pentel, KZ, Kredlow, MA, Charney, ME, 2014. PTSD 및 TBI 동반 질병: 범위, 임상 증상 및 치료 옵션.Brain Inj 28, 261-270.<https://doi.org/10.3109/02699052.2013.873821>;및 Vasterling, JJ, Verfaellie, M., Sullivan, KD, 2009. 퇴역 군인의 경미한 외상성 뇌 손상 및 외상후 스트레스 장애: 인지 신경과학의 관점.클린.심리학.Rev., 외상후 스트레스 장애 전쟁 아프가니스탄 이라크 29, 674-684.<https://doi.org/10.1016/j.cpr.2009.08.004>

19.19.Baughman Shively, S., Iren Horkayne-Szakaly, Robert V Jones, James P Kelly, Regina C Armstrong, Daniel P Perl.폭발 노출 후 인간 뇌의 경계 성상교세포 흥터 특성 분석: 사후 사례 시리즈.The Lancet, Neurology, 2016년 6월. DOI:[http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422\(16\)30057-6](http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422(16)30057-6)

20.20.Worth, RF, PTSD가 심리적인 것보다 육체적인 것이라면 어떨까요?새로운 연구는 소수의 군사 연구자들이 수십 년 동안 의심해 왔던 현대전이 뇌를 파괴한다는 사실을 뒷받침합니다.뉴욕 타임즈, 2016년 6월 10일.<http://nyti.ms/1TYYp6U>

21.21.반 데르 콜크.B. 신체가 점수를 유지합니다: 트라우마 치유에 있어서 뇌, 정신, 신체.런던: 펄크 출판 그룹, 2014

22.22.Amir Hadanny & Shai Efrati (2016): 경미한 외상성 뇌손상으로 인한 지속적인 뇌진탕

후 증후군의 치료: 현재 상태 및 향후 방향, 신경치료학 전문가 검토, DOI: 10.1080/14737175.2016.1205487;하치 PG.만성 외상성 뇌손상에서의 고압산소: 산소, 압력 및 유전자 치료.Med Gas Res 2015;5:9;하치 PG.고압산소치료의 유전적으로 조절된 치유 효과.Altern Ther Health Med 2015;21:46-55;및 Figueroa XA, Wright JK.HBO2 요법을 사용한 뇌 손상 실험의 임상 결과: 또 다른 관점.해저 Hyperb Med J 2015;42:19

23.23.뇌 상처 및 기타 부상에 대한 HBOT 사용에 대한 광범위한 참고문헌은 Jain, KK, The Textbook of Hyperbaric Medicine, Fifth edition에서 찾을 수 있습니다.매사추세츠주 케임브리지: Hogrefe & Huber 출판사, 2009;Philip B. James, MD, 산소와 뇌;우리 생애의 여정, 플로리다 주 노스 팜 비치: Best Publishing Co., 2014;및 Paul G. Harch, MD 및 Virginia McCullough, 산소 혁명, 제3판: 고압산소 치료: 외상성 뇌손상(TBI) 및 기타 장애의 최종 치료, Hatherleigh Press, 2016

24.24.<https://www.research.va.gov/topics/tbi.cfm>

25.25.Stephen R. Thom, 고압산소 - 메커니즘 및 효능, Plast Reconstr Surg.2011년 1월;127(공급 1): 131S-141S

26.26.Godman, 캘리포니아 외.고압산소치료는 항산화 유전자 발현을 유도합니다.뉴욕 과학 아카데미 연보, 2010년 6월 2일<https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.05393.x>

27.27.Harch와 McCullough, 제3판, 1장

28.28.미국 병원 디렉토리,www.ahd.com

29.29.Harch, Paul G., 당뇨병성 발 상처의 고압 산소 요법 치료에 대한 메디케어/메디케이드 보장에 대한 MD 주장, 2001년 6월. 해당 문서에 첨부된 129개의 참고 문헌은 이 신청서에 첨부된 참고 자료에 통합되었습니다.

30.30.제임스, 산소와 뇌, 19장

31.31.켈리 주니어 DL, 외.실험적 하반신 마비에서 고압 산소화 및 조직 산소 연구의 효과.JNS, 신경외과 저널, 1972;36: 425-429

32.32.산소와 뇌, p.339

33.33.Oddo, M, Levine JM, Mackenzie L, 등.뇌 저산소증은 두개내 고혈압 및 낮은 뇌관류압과 관계없이 심각한 두부 손상 후 단기 결과와 관련이 있습니다.신경외과

2011;69:1037-1045

34.34.<https://tinyurl.com/ybldktqn>

35.35.Maroon, JC 및 Bost, J. "NFL, 대학, 고등학교 및 청소년 스포츠 수준의 뇌진탕 관리", 교과서 7장, Clinical Neurosurgery, Vol.58, 신경외과학회, 2011, p51

36.36.McKee AC et al 운동선수의 만성 외상성 뇌병증: 반복성 머리 손상에 따른 진행성 타우 병증, J Neuropathol Exp Neurol.2009년 7월;68(7): 709-735

37.37.Daniel Nicoara, Raymond M. Quock 외.고압 산소 치료는 모르핀 의존 생쥐의 금단 증상을 억제합니다.뇌 연구, 2016;1648:434 DOI:10.1016/j.brainres.2016.08.017

38.38.하치 PG.신종 코로나바이러스(COVID-19) 호흡부전의 고압산소치료.Med Gas Res [인쇄 전 Epub] [2020년 4월 24일]<http://www.medgasres.com/preprintarticle.asp?id=282177>. “헨리의 법칙을 통해 HBOT는 1) 폐포 및 염증 장벽의 산소 용해, 2) 산소의 확산 속도, 3) 산소의 확산 거리, 4) 폐포의 용해를 증가시켜 [호흡 부전]의 여러 단계를 향상시킵니다. 혈장 내 산소, 5) 적혈구 내 헤모글로빈의 산소 포화도, 6) 미세순환 및 조직으로의 산소 전달.최종 결과는 코로나19 환자의 하향 추세가 반전되는 것입니다[참고: HBOT는 TBI 이후 퇴행성 뇌진탕 연속 과정에서 유사한 과정에 영향을 미칩니다].HBOT에 의한 전신 산소 수준의 상승은 전통적으로 환자가 챔버를 떠나면 사라지는 일시적인 고산소혈증을 통한 호흡 대사 산물 효과 측면에서 오해되어 왔습니다.그러나 358년 동안, 특히 현대 시대(1960년부터 현재까지) 동안 HBOT의 영구적 및 이후 영양 효과는 단일 및 반복적 HBOT 모두에서 문서화되었습니다.[3] 작용 메커니즘 중 하나는 최근 인간 게놈에 있는 단백질 코딩 유전자의 40% 이상에 대한 유전자 발현/억제의 정수압 및 과산소증의 직접적인 효과를 통한 후생적 조절로 밝혀졌습니다.상향 조절된 유전자의 가장 큰 클러스터는 성장, 복구, 세포 신호 전달 및 항염증 유전자이며, 하향 조절된 유전자의 가장 큰 클러스터는 염증 유발 유전자와 프로그래밍된 세포 사멸을 제어하는 유전자입니다.단일 HBOT는 여러 연구에서 질병 병태생리학, 특히 염증, 어디에나 존재하는 급성 형태, 재관류 손상(예: 일산화탄소 중독, 과사성 감염, 소생술 등) 및 극심한 형태의 급성 호흡기 질환에 극적인 지속 효과를 갖는 것으로 나타났습니다. 조난 증후군(ARDS) 및 심장 마비로 인한 치명적인 산소 부채를 되돌리는 방법에 대해 설명합니다.중국의 코로나19 환자에서 HBOT는 폐 및 전신 저산소증, 염증, 기타 폐 병태생리학적 표적, 산소부족 역전, 매일 HBOT를 사용한 환자의 지속적인 개선에서 입증된 바와 같이 심각하고 지속적으로 유전자 발현을 조절한 것으로 보입니다.”이는 TBI를 치료하

기 위해 HBOT를 사용하여 경험한 유사한 프로세스이며, HBOT 작용 메커니즘의 또 다른 입증입니다.아마도 “중국 의사들은 거의 동일한 폐 바이러스 전염병인 1918년 스페인 독감 전염병에서 HBOT에 대한 역사적 경험을 재현했습니다. 미국 캔자스 시티의 Orval Cunningham 박사는 빈사 상태의 스페인 환자에게 고압 산소 요법(압력 및 산소)을 적용했습니다. 중국 의사들이 목격한 것과 동일한 극적인 역전을 경험한 고통스러운 호흡을 앓고 있는 독감 환자.”참조: Zhong X, Tao X, Tang Y, Chen R. 중증 신종 코로나바이러스 폐렴의 저산소혈증을 회복하기 위한 고압 산소 요법의 결과: 첫 번째 사례 보고.Zhonghua Hanghai Yixue yu Gaoqiya Yixue Zazhi.2020. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-6906.2020.0001;종 XL, Niu XQ, Tao XL, Chen RY, Liang Y, Tang YC.코로나19로 인한 중증 기관내 삽관 환자의 첫 번째 HBOT 사례입니다.중국 베이징: 중국 과학 기술 협회의 소셜 코로나바이러스 폐렴 연구 네트워크 공유 플랫폼.2020;제인KK.고압산소의학 교과서.6판스위스 참: 스프링거.2017;Rogatsky GG, Shifrin EG, Mayevsky A. 둔기 흉부 외상 후 환자의 급성 호흡곤란 증후군: 고압 산소 요법의 영향.고급 특급 의학 Biol.2003;540:77-85;판매자 LM.포레스트 원리의 오류.“semper primus pervenio maxima cum VI”.후두경.1964;74:613-633

39.39.Thibodeaux K, Speyrer M, Raza A, Yaakov R, Serena TE, COVID-19 환자의 기계적 환기 예방을 위한 고압 산소 요법: 후향적 사례 시리즈.J 상처 관리.2020년 5월 1일 29일 (Sup5a):S4-S8

40.40.Figueroa HBOT 임상 연구 2020, 다음에서 확인 가능
<https://treatnow.org/knowledgebase/hbot-significant-research-showing-the-safety-and-efficacy-of-hbot-for-tbi-ptsd/>.이 스프레드시트에는 TBI에 대한 HBOT 사용에 관한 동료 검토를 거친 17개의 과학 논문이 포함되어 있습니다.

41.41.Holbach KH, Caroli A, Wassmann H. 정상 및 고압 산소압의 뇌 병변이 있는 환자의 대뇌 에너지 대사.J 뉴롤.1977;217:17-30

42.42.DoD "TBI용 HBOT" 합의 회의 백서, 2008년 10월 28일

43.43.Figueroa HBOT 임상 연구 2020, 참고 31 참조

44.44.Xavier A. Figueroa, PhD 및 James K. Wright, MD (Col Ret), USAF 고압 산소: 경미한 외상성 뇌 손상 임상 시험의 B 수준 증거.신경학® 2016;87:1-7

- 45.45.Cifu DX, 워커 WC, 웨스트 SL, 외.폭발 관련 뇌진탕 후 증후군에 대한 고압산소: 3개월 결과.앤 뉴틀 2014;75:277-286;Cifu DX, Hart BB, West SL, Walker W, Carne W. 지속적인 뇌진탕 후 증상에 대한 고압산소의 효과.J 머리 외상 재활 2014;29:11-20;Wolf G, Cifu D, Baugh L, Carne W, Profenna L. 경미한 외상성 뇌 손상 후 증상에 대한 고압산소의 효과.J 신경외상 2012;29:2606-2612;위버 LK, 월슨 SH, Lindblad AS 등.미국 군인의 뇌진탕 후 증상에 대한 고압산소: 무작위 임상 시험.해저 Hyperb Med.2018;45:129-156
- 46.46.밀러 RS, 위버 LK, 바레인 N, 외.뇌진탕 후 지속적인 증상이 있는 군인의 증상 및 삶의 질에 대한 고압산소의 영향: 무작위 임상 시험.JAMA 인턴메드 2015;175: 43-52
- 47.47.Harch PG, Andrews SR, Fogarty EF 등폭발 유발 뇌진탕 증후군 및 외상 후 스트레스 장애에 대한 저압 고압 산소 요법에 대한 1상 연구.J 신경외상 2012;29:168-185
- 48.48.Boussi-Gross R, Golan H, Fishlev G, 외.고압산소요법은 경미한 외상성 뇌 손상 후 몇 년 후에 뇌진탕 후 증후군을 개선할 수 있습니다: 무작위 전향적 시험.PLoS One 2013;8:e79995
- 49.49.밀러 RS, 위버 LK, 바레인 N, 외.뇌진탕 후 지속적인 증상이 있는 군인의 증상 및 삶의 질에 대한 고압산소의 영향: 무작위 임상 시험.JAMA 인턴 의학 2015;175:43-52
- 50.50.제임스;맥러플린;통;마루아;등
- 51.51.Deng Z, Chen W, Jin J, Zhao J, Xu H. 산소 요법의 신경 보호 효과: 체계적인 검토 및 메타 분석.니제르 J Clin Pract.2018년 4월 21(4):401-416
- 52.52.왕 F, 외.외상성 뇌손상 치료를 위한 고압산소치료: 메타분석.신경 과학.2016년 1월 8일. PubMed PMID: 26746238;및 Deng Z, Chen W, Jin J, Zhao J, Xu H. 산소 요법의 신경 보호 효과: 체계적인 검토 및 메타 분석.니제르 J Clin Pract.2018년 4월 21(4):401-416
- 53.53.EG Wolf, LM Baugh, CMS Kabban 등외상성 뇌 손상 고압산소 무작위 시험에서의 인지 기능.UHM 2015, Vol.2015년 4월 42일.<http://bit.ly/2faBldN>
- 54.54.UHM 2012, Vol.39, No. 4 - 얼마나 많은 사망자가 발생하게 될까요?편집적인 관점.Undersea & Hyperbaric Medical Society, Inc..그들이 알기까지 얼마나 많은 죽음이 필요할 것인가?원숭이, 미치광이 그리고 증거의 기준.George Mychaskiw II, DO, FAAP, FACOP, 미국 플로리다 주 올랜도 Nemours Children's Hospital 마취학과 편집장

- 55.55.왕 F, 외.외상성 뇌손상 치료를 위한 고압산소치료: 메타분석.신경 과학.2016년 1월 8일.
PubMed PMID: 26746238
- 56.56.사무엘리 연구소.“고압산소치료가 외상성 뇌손상에 효과적인가?예비보고.”USAMRMC,
USAMMDA의 고압산소 연구 프로그램 준비.2015년 2월 18일
- 57.57.Center for Compassionate Innovation, VHA Office of Community Engagement
(10P10), Room 786, VA Central Office Washington, DC 20420 202-461-6969 이메일
주소: Communityengagement@va.gov
- 58.58.군인 및 퇴역군인의 외상후 스트레스 장애 치료: 최종 평가.국립 아카데미.의학 연구소.
워싱턴 DC: 국립 아카데미 출판부, 2014.<https://bit.ly/2oYJ17l>
- 59.59.<https://www.research.va.gov/currents/winter2015/winter2015-9.cfm>
- 60.60.Ibid., 및
<http://brainjury.org/blog/2014/07/03/what-the-bleep-is-wrong-with-the-dodva-hbot-studies/>
- 61.61.Hadanny A, Abbott S, Suzin G 등.외상후 뇌손상 환자의 만성 신경인지 결핍에 대한 고
압산소치료의 효과: 후향적 분석.BMJ 오픈 2018;8:e023387.<https://bit.ly/2RBOQSd>
- 62.62.Hoge, CW 및 Jonas, WB, "군인의 지속적인 뇌진탕 후 증상 치료를 위한 고압산소 의
식 및 교훈", JAMA, American Medical Association, 2014년 11월 17일, p.E-1
- 63.63.R. Scott Miller, MD, COL, 미 육군, 미 육군 의료 재료 개발 활동, 고압산소 연구 프
로그램 책임자, Ft.메릴랜드주 디트릭.뇌진탕 후 증상이 지속되는 군인의 증상 및 삶의 질에
대한 고압산소의 영향.JAMA 인턴 Med.2014년 11월 17일 온라인 출판.
doi:10.1001/jamaininternmed.2014.5479
- 64.64.Pierre Marois MD, FRCP(c), 물리과 의사, 소아과 및 재활학과, Ste-Justine 대학 병원,
캐나다 몬트리올, 편집자에게 보내는 편지, JAMA, 2016년 10월 20일
- 65.65.Malek M, Duszczyk M, Zyszkowski M, Ziembowicz A, Salinska E. 고압 산소 및 고압
공기 치료는 게르빌의 일시적 전뇌 허혈 후 유사한 신경 사망 감소 및 개선된 행동 결과를
가져옵니다.특급 두뇌 해상도 2013;224:1-14
- 66.66.MacLaughlin KJ, Barton GP, Braun RK, Eldridge MW.간헐적 과산소증이 줄기 세포 동

원 및 사이토카인 발현에 미치는 영향. Med Gas Res. 2019년 7월~9월; 9(3):139-144. 코로나 19 사태 이후 박사 연구 재개

67.67. 산소와 뇌, pp. 352-354

68.68. McDonagh MS, Carson S, Ash JS 등. 뇌손상, 뇌성마비, 뇌졸중에 대한 고압산소치료. Rockville, MD: 의료 연구 및 품질 기관; 2003년 9월 AHRQ 공개번호 03-E050

69.69. Doering, N. et al. 치료되지 않은 뇌 손상: 범위, 비용 및 유망한 새로운 치료법. 미발표 연구 보고서, Reimers Systems, Inc. 2012

70.70. 사설. “한 번의 자살로 얼마나 많은 사람이 영향을 받나요?” 자살예방센터 2019년 2월 24일

71.71. <https://www.cms.gov/medicare-coverage-database/details/medicare-coverage-document-details.aspx?MCDId=27>

72.72. 문법, GG, DeGrabe, TJ 및 Picon, LM VA/DoD 뇌진탕-경미한 외상성 뇌손상 관리를 위한 임상 실무 지침. VHA, VA HSR&D 사이버세미나, 2016 업데이트

73.73보다

: https://treatnow.org/knowledgebase/va_dod-interventions-and-responses-to-invisible-wounds/

74.74. 예를 들어

, <https://www.newscientist.com/article/dn27318-megabucks-pouring-into-global-brain-science-projects/#ixzz6O7t8RSuc>

75.75

[차량 탑승자의 머리 충격 부상 완화: 차량 충돌에 대한 내부 패딩 및 머리 형태 모델링 옵션 조사](#)

에르미아스 G. 코리코(Ermias G. Koricho), 엘리자베스 딘스데일(Elizabeth Dimsdale)

242 다운로드

작성자

로버트 루이스 베크만

제출일: 2020년 6월 17일 검토일: 2020년 10월 9일 게시일: 2020년 10월 30일

