

군중집회 시의 인명피해 및 군중눌림 현상의 고찰 A Survey of Human Injury and Crowd Packing in Mass Gathering

왕순주[†] · 변현주*

Wang, Soon-Joo · Byun, Hyun-Joo

Abstract This study was performed for identifying the characteristics of mass gathering and human injury in mass gathering based on the literature survey and analysis of mass gathering and crowd packing. The size and density of crowd influenced the characteristics of mass gathering according to type of mass gathering. The variables and causes of human injuries of mass gathering have positive or negative influences based on the weather, attendance, duration, location, mobility, event type, crowd mood, alcohol, drug, crowd density and age. Based on the physical mechanism of crowd packing, the degree of crowd packing was influenced by crowd pressure, crowd density and lasting time. But the magnitude of pressure for pedestrian injury criteria remains for further research.

Keywords Mass Gathering, Crowd Injury, Disaster

요 지 본 연구는 군중집회 및 군중눌림 현상의 문헌조사 및 분석에 근거하여 군중집회 및 군중집회에서 인명피해의 특성을 알아보고자 수행되었다. 대규모 군중집회 시 인명 피해의 특성은 참가자 수와 군중 밀도가 군중집회 종류와 특성에 따라 다른 영향을 미치고 있었다. 군중 집회에 영향을 주는 변수와 그 원인들은 상황에 따라 다양한 정 혹은 부의 영향을 미치고 있었으며 그 변수들은 날씨, 참가자 수, 행사 기간, 실외와 실내, 착석과 이동, 행사 유형, 군중 감정상태, 술 혹은 약물, 군중 밀도, 관련 시설, 참가자 연령 등이었다. 이 중 군중 눌림 현상은 실험적으로도 연구가 가능하였고, 사고가 유발되는 물리적 기전으로 보아 군중 압력과 군중 밀도 및 압력의 지속 시간에 영향을 받았으나 사망에 이르는 구체적인 압력 수치를 도출하려면 인간 신체와 관련된 여러 외 부적 영향으로 인하여 추가적 연구가 더 필요하다.

핵심어 군중집회, 군중 피해, 재난, 군중눌림, 군중 압력

1. 서론

많은 사람들이 특별한 목적으로 일정한 시간과 장소에 모이는 군중집회의 경우 특수한 환경에 놓이게 되는 환자를 위한 응급의료지원체계가 요구된다. 또한 집회의 성격에 따라 발생하는 환자군의 나이나 유형이 달라지므로 그에 상응하는 대비가 필요하다. 대개의 군중집회의 경우 경미한 손상이나 내과적 질환이 많이 발생하고 생명을 위협하는 중증의 손상이나 심장마비는 드문 것으로 알려져 있다. 다른 군중집회와는 달리 대규모 시위로 인하여 발생하는 환자는 일정지역에 국한되어 발생하며 짧은 기간 동안 많은 환자가 발생하는 특징이 있고 진압대와 시위대간의 물리적 충돌이 일어나는 경우 대량 외상환자의 발생률이 매우 높아지게 된다고 알려져 있다.

† 교신저자 : 정회원, 한림대학교 응급의학과 교수

E-mail : erwsj@chol.com

TEL : (02)2639-5518 FAX : 02-6280-5879

* 정회원, 한림대학교(PostDoc 연구원)

대형건물이나 교량의 붕괴, 지하철 화재나 가스폭발과 같은 인위적 재난은 그동안 주로 인구 250만명 이상의 도시에서 발생해 왔으나, 국내에서는 군중놀림 사고의 대표적인 예로서, 인구 10만명 정도의 경상북도 상주시에서도 2005년 10월 3일에 운동장 압사사고가 발생하여 다수의 사망자와 부상자가 발생한 적이 있다. 상주 시민 운동장 압사 사고 발생 당시, 방송과 신문의 전국적인 보도를 통해 주목을 받았었다(이경원, 2007). 그러나 지속적인 추적 관찰이 이루어지지 못해 대형건물이나 교량의 붕괴, 지하철 화재 사고 이후 언론과 여러 사회단체의 지속적인 관심과 보도, 연구자들에 의한 체계적인 연구와 피해자에 대한 추적 관찰 연구가 이루어지는 것과 대조적이라 하겠다. 세계적으로는 사우디아라비아 메카의 이슬람교도의 성지순례가 그 규모면에서는 세계에서 가장 큰 군중집회로 알려져 있다(Fig. 1).

우리나라 각 시도마다 위치하는 경기장에서 대규모 군중이 운집하는 운동경기나 공연이 자주 개최되고 있는 현실에서 저자는 대규모 군중 압사사고에 대한 대비를 위하여 그 현황과 기전을 알아보고 대책 수립에 기초 자료로 활용하고자 본 연구를 시행하였다.



Fig. 1. 사우디아라비아 메카에서의 이슬람교도의 성지 순례

자동차 수요의 증가와 더불어 국민 생활에서의 불편이 가중시키는 교통혼잡을 효과적으로 해결할 수 있는 방안 중 하나는 지하도로 건설이며, 지하도로 건설은 지상에서의 도로시설 공간의 부족, 토지가격의 상승, 공사환경에 대한 혐오 등의 건설 환경적인 측면에서의 효과적인 대응과 더불어 도시 환경 및 경관에 대한 시민의 요구수준 증대에도 대응할 수 있다.

이러한 지하도로에 대한 논의는 서울시의 지하도로 건설 추진 발표로 보다 활발하게 진행되고, 지하도로의 필요성에 대한 논의의 진행 중에 지하도로 건설 가능성은 높아지고 계획에 대한 검토도 이루어지고 있으나, 지하도로 특성에 대한 연구, 설계기준 정립은 계획을 뒤따르지 못한 실정에 있다. 따라서, 지하도로 공간의 폐쇄적 특성 때문에 안전 문제, 추후 변경 및 확장이 불가능하기 때문에 계획의 중요성, 확인불가한 지하공간이라는 제약에 따른 시공성 및 경제성 등에 대한 우려의 목소리도 크다. 이에 지하도로의 특징과 해외 사례를 살펴보고 노선 및 방재 계획과 기하구조 설계 분야에 대한 연구를 수행하여 지하도로의 안전성을 확보하는 데 본 연구의 목적이 있다.

2. 방법

국내의 대규모 군중 집회의 군중 놀림 현황을 알아보기 위하여 문헌조사를 통하여 국내외 주요 대규모 군중 집회 시 인명 피해와 환자 발생 현황을 알아보았다. 또한 군중 집회에 영향을 주는 요소들을 조사 정리하였다. 군중 집회 중 환자 발생

현황 중에서 군중 집회의 특징에 따라 건축물 붕괴나 군중 밀려듬(crowd surge) 현상이 발생한 경우가 있고 관련된 여러 요인으로 군중 놀림이 발생한 경우를 조사하였다. 군중 놀림 현상은 참가자의 수가 급격히 증가하거나 군중의 밀도가 증가할 때 발생할 가능성이 많아지기 때문에 이와 관련된 연구 현황도 조사분석하였다. 군중 집회 시 군중 놀림 현상은 군중 집회의 특징에 따라 달라질 수 있을 것이라는 가정 하에 다양한 군중 집회의 특성과 그와 관련되어 환자 발생이 관련 있는지도 문헌 조사하였다. 이러한 문헌 조사 내용에 근거하여 가상적으로 군중 놀림 현상이 어떠한 기전으로 나타나는지 보기 위한 실험을 정리하였으며 상기한 내용을 종합하여 분석하였다.

3. 결과 및 논의

3.1 대규모 군중 집회 시 인명 피해 관점의 특성

대규모집회시 의료지원에 대한 필요성과 최소한의 기준에 대한 논의는 1965년부터 시작되었다. 네브라스카 대학에서 미식축구 경기 중 두명의 관중이 의식을 잃고 쓰러졌으나 심폐소생술이 이루어지지 않아 사망한 사건을 계기로 경기장 내 응급의료지원시 심폐소생술과 조기제세동의 필요성이 제시되었으며, 응급의료 선진국에서는 대규모집회에서 일상의 응급의료체계를 기반으로 현장에 적합한 응급의료를 제공하여 행사 참가자와 관람객들을 위한 응급의료서비스가 이루어지고 있다. 대규모집회는 물론이고, 사람의 수가 적더라도 사고로 인하여, 일상적인 응급의료서비스가 제공되지 못하고 격리된 경우 또는 의료수요가 의료공급을 초과하는 상황에서는 높은 손상률과 발병률을 나타내므로, 응급의학의사를 포함하여 현장지원을 나가는 의료인은 이러한 상황에 대비하여 의료지원체계를 경제적이면서 효과적으로 구축할 수 있어야 한다.

대규모 군중집회의 경우 약 1000명 이상의 사람이 특정한 목적으로 일정한 장소에 모인 것으로 정의되며 이러한 경우 환자 발생의 가능성이 높다. 군중집회의 환자발생률이나 중증도, 또는 질환의 분포 등에는 집회의 목적이나, 국가별, 날씨별, 그리고 모인 대중의 규모나 군중밀도 등이 영향을 미친다(Table 1). 수 십 년간의 자료를 조사한 연구에서는 교황방문 종교 집회, 록 음악회, 더운 날씨 등에서의 환자 발생률이 유의하게 높았고 종교집회나 스포츠 게임에서 심장마비가 더 많이 발생함을 알 수 있었다. 스포츠 경기의 경우에는 내과계 질환자의 발생이 외상보다 많은 비중을 차지하였고 록 음악회의 경우는 외상의 빈도가 높았다. 또한 대개의 연구 결과 전체 환자 수에 비해 중증환자의 발생은 거의 드물고 대개 경증환자에 속했다.

Table 1. 참가자와 군중 밀도와 관련된 의학적 연구 결과

사 건	시기	가능 요인 혹은 문제점
영국의 개인 농장에서 개최된 야외 음악회	1989	75,000명이 도착하여 한 순간의 예측 참가자가 6,000 : 부서지기 쉬운 화장실이 3개 있었고, 식수 공급이 불충분하였으며, 응급치치 텐트의 인력이 부족하였다. 어린이 2명이 농장에서 자다가 치였고, 장염이 대규모로 발생하였다.
대학 축구, 농구 및 록 음악회	1980~1986	스포츠에서는 군중의 규모와 의료사용률이 부(-)의 관계가 있고, 음악회에서는 약한 정(+)의 관계가 있다.
하계 올림픽	1984	3,447,807명의 참가자 중 5,516이 의료적 처치를 받았고 1만명당 의료사용률은 16이었다. 이동하는 관객이 있는 야외 행사 및 군중 규모가 30,000 미만일 때 의료사용률이 높았는데 군중의 이동은 의료사용률이 높이는 것을 알 수 있다.앉아있는 군중의 경우와 군중의 규모가 큰 경우 의료사용률이 낮았는데, 군중의 규모가 큰 경우는 희석 효과가 있다.

외국의 군중집회에 대한 연구들에 따르면 환자 발생률은 대중 1000명당 0.4~18.5명 정도이며 중증도 또한 낮은 것으로 알려져 있으나 대규모 군중이 모이는 경우 최악의 상황에 대비한 현장응급의료 체계 확립과 주변 의료기관으로의 적절한 이송 등을 위해 노력하고 있다.

3.2 군중 집회에 영향을 주는 요소들

우리나라에서는 록 음악회나 운동경기 등 많은 군중이 모인 행사에서 행사 참가자나 관람객들을 위하여 체계적인 응급 의료 서비스가 제공되지 못하고 있는 실정이나 최근 스포츠 경기의 경우 전문 의료진의 현장에서의 상시 대기 및 구급차 대기 등을 통한 응급의료 체계 구축에 노력하고 있다. 대규모의 군중집회에서 의료체계 확립 시 가장 먼저 고려해야 할 요소는 적절한 의료수준을 결정해야 하는 것이다. 그러기 위해서는 군중의 크기, 집회의 성격, 집회 장소, 그리고 계절적 요소 등에 의한 손상과 질병양상을 파악하여야 한다(Table 2).

사회적 문제로 야기된 집회시위의 경우 비교적 젊고 건강한 군중들이 많이 모이게 되며 다른 군중집회들과는 달리 시위대와 경찰 진압대와의 충돌로 인해 상대적으로 외상 환자의 발생빈도가 높은 것을 볼 수 있다. 광 등의 연구에 따르면 집회시위와 관련하여 총 117명의 외상환자가 발생하였는데 평균 연령은 36.8±10.6세였고 손상 기전으로는 곤봉이나 방패에 의한 손상이 전체 손상의 60.2%로 가장 많았고 이외 돌에 맞았거나 구타에 의한 경우가 나머지 원인의 대부분을 차지하였다. 주 진단은 열상 52.1%, 단순좌상 43.6% 으로 많았고 골절환자는 4%로 조사되었다. 1996년 한총련집회에 대한 연구에 따르면 손상기전으로는 돌이나 구타 등에 의한 경우가 76%로 가장 많았고 이외 최루탄이나 화염병이 약 18%였다. 진단으로는 열상과 좌상이 대부분을 차지하였고 이외 지주막하 출혈 1건과 최루탄으로 인한 피부염 5건, 장염이 1건 있었다. 해산을 위해 쓰인 물대포에 의한 안구나 고막손상, 저체온 등이 발생하였던 것을 알 수 있고 군중 자체의 과밀화로 인해 밀려 넘어지는 등에 의한 환자 발생도 많음을 알 수 있었다. 광우병 관련 집회시위의 경우 야간에 주로 이루어져 내원환자가 야간 시간대에 많이 분포되어 있다. 현장에 응급의료지원이 체계화 된 군중집회나 스포츠 경기 등의 연구들에 따르면 경증 환자의 대부분이 현장 진료소에서의 치료만으로 충분한 것을 알 수 있다. 대규모 시위의 경우 이에 대한 응급의료체계가 확립된바 없어 많은 수의 환자들이 도보로 응급의료센터에 내원하고 있다(이경미, 2009).

대규모 군중집회와는 달리 집회시위의 경우 비교적 짧은 기간동안 산발적으로 이루어지는 경향이 있으나 한 장소에서 오랜 기간 반복되는 집회시위의 경우 꾸준히 동일한 장소에서 발생하여 이로 인한 경찰과 시위대간의 충돌이나 군중들의 과밀화로 인한 환자발생 등을 예견할 수 있다.

스포츠에 의한 군중 집회의 경우 경기장에서 발생하는 심정지는 10,000명 당 0.01에서 0.04명 정도로 매우 드물지만 대비하여야 할 가장 중요한 문제라고 강조하고 경기장 내 어느 곳에서라도 전문인명구조술을 시행할 수 있는 응급처치팀이 5분 이내에 환자에게 도착할 수 있도록 계획을 세워야 한다고 하였다. 그리고 우리나라에서도 대한응급의학회를 중심으로 대한의사협회에서도 운동경기 중 대량환자 및 응급환자 발생시 신속 대응을 위한 권고문을 발표하였는데 대규모 선수와 관람객이 참여하는 운동 경기는 개최 전 기획단계에서부터 의료 전문가에 의해 대량환자 및 응급환자 발생시 대응방안에 대한 계획이 수립이 중요하며, 준비단계(경기 전 의료 지원), 실행단계(경기 중 의료 지원), 그리고 정리단계(경기 후 의료 지원)의 3단계로 나누고 있다. 준비단계에서는 의료 책임자가 인적 구성 및 배치도, 의료 장비, 의료 소모품 및 약품 목록, 구급차 수, 인근 의료기관과의 응급환자 이송에 대한 협약서, 의료진들 사이의 연락 체계, 대량 환자 발생에 대비한 가상 계획 등을 포함하여 경기개최 2주전까지 경기주관단체에 제출하도록 한다. 실행단계에서는 환자 발생 사실을 신고받은 후 4분 이내에 기본 인명구조술 교육을 이수한 응급구조사나 간호사가 환자에게 도착할 수 있어야 한다. 의식의 저하를 동반한 환자가 발생하였을 경우 4분 이내에 제세동기 및 호흡보조장치가 현장에 도착할 수 있어야 하며, 전문심장인명소생술은 의사의 지도 감독하에 8분 이내에 시행할 수 있도록 한다. 이렇게 종합적으로 의료책임자는 운동 경기의 종류, 경기장의 구조, 경기 참가자들의 부상의 빈도, 관중 수, 음주허용 여부 등의 특성을 고려하여 각 운동 경기의 성격에 맞는 의료 지원을 계획할 것을 권고하고 있다(Milsten et al, 2002).

Table 2. 군중 집회에 영향을 주는 변수와 그 원인과의 관계

변수	가능 요인	결과
날씨	더위와 추위에 대한 노출 번개 강우	+ : 더위 +/- : 추위
참가자	회석 효과 주최측 인력 고정된 장소의 행사(과거 사례나 표의 매출을 통하여 참가자수 예측 가능) 일회성 행사의 군중수 예측은 불가능하다.	+/- 또는 -
행사 기간	계속된 노출 잠복기 피로의 증가 질병의 누적	약한 +
실외-실내	극심한 고온 혹은 저온에의 노출 태양 및 지리적 대상 노출 군중의 이동	+ : 실외인 경우
착석-이동	이동일 때 위험요인에 노출 이동일 때 군중 내 복잡성 증가 위험한 행동	+ : 이동
행사 유형	음악 : 약물, 술, 기간, 이동성, 나이 스포츠 : 술, 스포츠의 위험요인	+ : 록 음악회 + : 교향 방문 - : 클래식 음악 +/- : 스포츠 행사
군중 감정상태	음악 유형 팀의 경쟁	+/-
술 약물	다약제 남용에 의한 독성 효과 약물의 잘못된 이해 약물간 상호작용 약물 복용량과 주입 경로 조절과 판단력 감소 폭력 증가 직접적 생리 효과	+
군중 밀도	미생물 노출의 증가 기분의 영향 환자에 대한 접근 어려움 식수, 가족 및 화장실 접근의 어려움	+/-
지역적/물리적 시설	진입과 배출에 대한 장벽 위험 요소로부터 보호 위험 요인에 노출	+/-
연령	행동과 판단 연약성 및 취약성	+/-

3.3 군중 놀림 현상

운동장 압사사고 가운데 가장 대표적인 경우는 1989년 영국 Hillsborough stadium에서 발생한 운동장 압사사고로, 당시 95명이 사망하고, 400명 이상의 부상자가 발생하였다. 2001년 한 해 동안 아프리카 대륙의 국가들에서 4번의 운동장 압사사고가 발생되었고, 그 결과 사망자만 180명에 이르고, 부상자는 정확한 기록조차 없으며, 2001년 가나에서는 운동장 압사사고를 통해 126명의 사망자가 발생하기도 하였다.

Table 3. 국내 압사사고사례

행사명	일시	장소	사 고 내 용
시민위안 잔치	1959. 07. 17	부산공설운동장	시민위안잔치 공연 도중 관중 30,000여명이 소나기를 피하려고 좁은출입구로 나오려다 깔려 67명이 압사하고 수백 명 부상
명절 귀성	1960. 01.26	서울역	설날 이틀 전, 목포행 야간 완행열차를 타려던 귀성객이 몰리면서 계단에서 넘어져 31명 압사하고 41명 부상
전국체전 관람	1965. 10. 05	광주종합경기장	경기장 정문에서 전국체전을 관전하려던 시민이 밀려 넘어져 12명 압사하고 100여명 부상
명절 귀성	1974. 09. 29	용산역	추석 귀성열차를 타려는 승객이 계단을 내려가던 중 뒤에서 미는 승객에 밀려 넘어져 4명 압사하고 39명 부상
조회 참석	1980. 02. 11	부산 용호초등학교	개학 첫날 조회에 참석하려던 학생이 계단을 내려오던 중 밀려 넘어져 5명 압사하고 20명 부상
뉴키즈 온더 블럭 공연행사	1992. 02. 18	서울올림픽공원 체조경기장	15,000명이 공연관람 중 인기곡 '투나잇' 순서가 되자 무대 쪽으로 몰려나오려다 맨 앞줄 관객이 넘어지면서 1명 압사하고 19명 부상
LG:해태 프로 야구경기	1993. 08. 17	서울 잠실야구장	입장권을 구입하지 못한 관중이 닫힌 1-1문 셔터를 강제로 밀고 입장하는 과정에서 밀려 넘어져 2명 부상
MBC 공연행사	1996. 12. 16	대구 두류공원 우방타워랜드 잔디광장	대구MBC 주최 '별이 빛나는 밤에' 공연장에서 좋은 자리를 차지하려는 관중들이 앞의 관중을 밀치면서 여고생 3명 압사 당하고 4명 부상
H.O.T 공연행사	1999. 01. 23	세종문화회관	콘서트가 끝난 후 H.O.T 그룹 멤버를 보기 위해 복도로 수백 명이 몰려들면서 여고생 1명 부상
보신각 타종행사	2000. 12. 31	서울 종로1가 보신각	새해맞이 보신각 타종행사에서 시민 6만 명이 참석한 가운데 5세 남자 아이가 인파에 깔려 압사하고 주변에 있던 시민 9명 부상
통일교 남북통일 축진대회	2000. 03. 09	대구체육관	대회종료 후 해산시 2층에서 1층으로 내려오는 평면 내리막길에서 밀려 넘어져 1명 압사하고 8명 부상
클럽B 팬클럽 모임	2001. 01. 05	서울 여의도동 클럽B 사무실 앞	클럽B를 보려는 열성 팬들이 몰려 넘어져 여학생 1명 압사
MBC 가요콘서트	2005. 08. 22	전남 광양 중동체육공원	공원 제4문 앞에 대기하고 있던 35,000명의 관중들이 문이 개방되자 앞자리를 차지하기 위해 몰리던 중 앞쪽에 대기하고 있던 노약자 4명이 앞쪽으로 밀려 넘어져 부상
MBC 가요콘서트	2005. 10. 03	경북 상주 시민운동장	"제7회 상주자전거 축제" 부대행사의 하나인 'MBC 가요콘서트' 공연장에 관람객 5,000여명이 일시에 직3문으로 몰리면서 밀려 넘어져 주민 11명이 압사하고 162명이 부상
서울 롯데월드 무료개방 행사	2006. 03. 26	서울 롯데월드	지하철 잠실역과 연결된 롯데월드 지하통로 대표소 앞에서 무료관람 행사에 참가하려는 11만여 명의 인파가 일시에 운집하여 출입구 쪽으로 밀리면서 35명 부상

※ 위 자료는 연합뉴스 및 경찰청 국정감사 답변자료, 소방청 행사장 매뉴얼 등을 종합한 결과임.

압사사고는 축구경기장과 같은 체육 행사에서만 발생하는 것은 아니고, 건물 화재나 콘서트 행사 등 대규모의 군중이나 인파가 밀집되는 곳에서는 어디서나 발생 가능하다(이선기 등, 2007). 국내에서는 2005년 10월 3일에 발생한 상주 시민운동장 압사 사고가 대표적이며, 외국에서는 1942년 보스톤 소재의 Coconut Grove라는 무도회장에서 화재가 발생하고 이에 놀란 군중이 일시에 탈출하려고 문으로 몰리면서 491명이 사망하고, 400명 이상이 부상한 사고가 대표적 예이다(Table 3.).

이러한 압사사고의 발생에는 개인들이 서로 기대고 밀집으로서 발생하는 외력, 군중이 쇄도를 일으키게 하는 정보, 물리적인 공간, 사고의 지속 시간이 중요하며 대표적인 사망과 부상의 원인은 외상질식이며, 폐좌상, 기흉, 심근좌상, 동요흉, 간과 비장의 파열, 위장관 출혈 등도 합병될 수 있으나, 두개골절이나 뇌출혈은 거의 발생되지 않는데 이는 압박이 주로 흉부와 상복부에 가해지며, 뇌 정맥동의 충격 흡수 능력 때문인 것으로 생각 된다. 조기에 구조되어 호흡보조를 받고 저산소증에 대한 교정을 한다면 외상질식은 회복이 가능하다(Madzimbamuto, 2003).

3.4 군중 놀림 기전

군중들이 한 장소에 모였을 때 사고가 유발되는 물리적 기전은 크게 군중 압력과 군중 밀도 및 압력의 지속 시간에 영향을 받는다(Hughes, 2000). 각 요인에 따라 관련 연구들을 분석하면 다음과 같다.

1) 군중 압력

군중 압력은 저항하거나 조절하기가 거의 불가능한 정도의 수준까지 다다를 수 있다(Zhen et al., 2008). 1989년 Hillsborough 축구경기장의 치명적인 군중 집회 사고 후 휘어진 철제빔을 분석한 결과 1미터 길이의 벽에 4500N을 초과하는 힘이 가해졌을 알 수 있었다(Nicholson et al., 1995). 이러한 경우 사람 신체에 대한 수평 방향으로 가해진 압력은 질식을 유발하는 주원인이 된다. 사람 신체가 이러한 외부의 압력에 대하여 버틸 수 있는 외부 압력의 정도는 나이, 성별, 해부학적 요인 등 다양한 요소에 의하여 영향을 받을 수 있어, 아직 정확히 밝혀져 있지는 않다(Lee et al, 2005 & 2006).

사람들이 목표로 이동할 때, 방해받을 수 있으며, 바로 이 때 전방을 향하여 이동하려는 욕구가 사람들 사이에 전방으로 압력을 가하게 되는 것이다. 여기에는 두 가지 형태가 있는데, 하나는 근육의 활동에 의하여 생성되는 자가 발생적 압력이고, 다른 하나는 사람 신체의 체중으로부터 나오는 경사 압력 혹은 기대는 압력이다.(Hopkins et al, 1993)

자가 발생적 압력은 각 개인의 전방으로 미는 활동에 의하여 생성되며, 기대는 압력은 전방으로 향하려는 압력을 증가시키는 추가적 근육의 활동이 없이 각자가 가려는 방향으로 신체를 기대어 생기는 사람들의 몸무게, 즉 중력으로부터 나오는 압력이다. 진행된 연구에 의하면 신체의 기대는 압력의 평균치는 한 사람 당 260N이고 자가 발생적 압력의 평균치는 한 사람 당 200N이라도 한다(Zhen et al., 2008). 군중 운집 시의 사고에 있어서 사람들 사이의 압력이 가장 중요한 요인이 된다고 하였다.

전방을 향한 압력은 발과 지면 사이의 마찰력으로부터 수평 방향의 반발력과 흉부나 손과 다른 사람 혹은 단단하게 서있는 물체와의 마찰력으로부터 수직 방향의 반발력이 필요하다. 수평과 수직의 두 가지 힘은 정적인 힘이며, 군중들이 흘러가는 속도의 변화에서와 같이 짧은 기간 사이의 속도의 변화로부터 나오는 동적인 힘은 고려하지 않았다.

2) 밀도

군중의 밀도가 어떤 임계점을 초과할 때만 사람들 사이에 힘이 발생한다. 일반적으로 움직여가는 군중들의 밀도는 임계 밀도에 거의 접근하고 그 이상이 되면 사고가 일어나게 된다. Fruin 은 치명적 군중들의 밀도가 군중 운집 사고의 공통적인 특성이라고 하였다. 치명적인 군중들의 밀도는 서있는 사람의 밀도가 한 사람당 1.5제곱 피트(7.13명/m²)가 되면 다다르게 된다고 하였다.

3) 압력값과 지속 시간

군중 운집 시에 사람들 사이의 접촉과 부딪힘이 발생하면 사람들 사이에서 발생하는 높은 압력은 군중 들 중 일부에게는

더 이상 버틸 수 없을 정도가 되고 서있는 상태에서 질식에 의한 사망이 발생할 수 있다. 이 정도의 압력은 눌린 사람들을 서서히 숨을 쉴 수 없는 상태로 만들 것이다. 한 번 숨을 내쉴 때마다 가해진 압력은 다음 호흡을 들이마시는 것을 제한할 것이다. 이 상황은 구조가 즉시 이루어지지 않으면 질식에 의하여 서서히 죽어가고 있는 상황이라고 보아야 한다. 따라서 사람들 내의 이 정도의 압력이 몇 분간 지속되는 상황은 군중 운집 시의 군중 놀림에 의한 사고의 가능성을 결정하는 중요한 기준이 된다고 할 수 있어 정확한 값을 찾기 위한 실험이 진행되고 있다(Fig. 2).

정적 놀림 압력값과 그 힘이 지속되는 시간은 이에 대한 결과에 대하여 직접적인 관계가 있다. 놀림 압력에 대하여 신체에서 가장 민감한 부위는 흉부이다. 사람들은 평균 400N(최소 116N에서 최대 774N)을 넘는 놀림 압력이 가해지고 이러한 상황이 30초 이상 지속되면 심각한 불편함을 느낀다고 한다. 평균 600N의 지속적인 놀림 압력이 가해질 때 사람들이 참아낼 수 있는 시간은 40분 정도라고 한다(Smith et al., 1995).

Evans et al.(1971)이 살아있는 대상에 대하여 한 실험에서는 100mm 넓이의 벽에 대고 밀어서 압력을 가했을 때 참아낼 수 있는 힘은 623N이라고 하였다. 이 힘은 대상이 흉부에 가해지는 압력을 감소시키기 위하여 벽을 미는 것이 허락되었을 때 800N까지 증가되었다.

놀림에 의한 질식을 유발하는 힘의 값을 찾아내려는 연구는 여러 가지가 시도되었다. 6227N의 힘이 15초 동안 가해졌을 때 사망이 발생하였다고 한 연구가 있다. 다른 연구에서는 1112N의 힘이 4~6분 가해지니 사망이 발생하였다고 하였다(Home Office, 1989). 여기서는 영국의 축구팀 불튼 원더러스의 구장에서 1946년도에 발생한 비슷한 시간 동안 3~4겹의 신체가 쌓여서 수직 압력이 가해져 사망이 발생한 사고와 비교하고 있는데, 사망의 발생은 연령, 성별 및 신체의 해부학적 특성과 부위에 따라 많은 영향을 받는다고 하였다.

4. 결론

본 연구를 통하여 대규모 군중 집회 시 인명 피해 관점의 특성은 군중 집회 참가자 수와 군중 밀도가 군중 집회 종류와 특성에 따라 다른 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 군중 집회에 영향을 주는 변수와 그 구체적 원인들은 상황에 따라 다양한 정(+) 혹은 부(-)의 영향을 미치고 있었으며 그 변수들은 날씨, 참가자 수, 행사 기간, 실외와 실내, 착석과 이동, 행사 유형, 군중 감정상태, 술 혹은 약물, 군중 밀도, 관련 시설, 참가자 연령 등이었다. 이 중 군중 놀림 현상은 실험적으로도 연구가 가능하였고, 사고가 유발되는 물리적 기전으로 보아 군중 압력과 군중 밀도 및 압력의 지속 시간에 영향을 받았으나 사망에 이르는 구체적인 압력 수치를 도출하는데는 인간 신체와 관련된 여러 외부적 영향으로 인하여 추가적 연구가 더 필요하다.

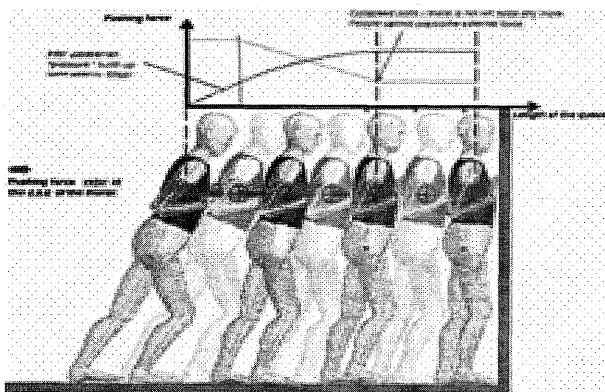


Fig 2. 군중 놀림의 기전과 실제 실험 장면

참고문헌

- [1] Evans, E.J., Hayden, F. (1971). Tests on Live Subjects to Determine the Tolerable Forces That May Be Exerted by Crowd Control Crush Barriers. Report on Research in Biomechanics at the University of Surrey, Guildford, UK.
- [2] Fruin, J. (1987). Pedestrian Planning and Design. Second Ed. Elevator World Inc., New York. USA.
- [3] Home Office (1989). The Hillsborough Stadium Disaster.
- [4] Hopkins, I.H.G., Pountney, S.J., Hayes, P., Sheppard, M.A. (1993). Crowd Pressure Monitoring. Engineering for Crowd Safety. Elsevier, Amsterdam.
- [5] Hughes, R.L. (2000). "The flow of large crowds of pedestrians." Math. Comput. Simul. Vol.53, pp.367-370.
- [6] Lee, R.S.C., Hughes, "R.L. (2005). Exploring trampling and crushing in crowds." Journal of Transportation Eng. ASCE, pp.575-582.
- [7] Lee, R.S.C. Hughes, R.L. (2006). "Prediction of human crowd pressures." Accident Analysis and Prevention. Vol.38, pp.712-722.
- [8] "Nicholson, C.E, Roebuck,B. (1995)." The investigation of the Hillsborough disaster by the health and safety executive. Safety Science. Vol.8, No.4, pp.249-259.
- [9] Madzimbamuto FD (2003). "A hospital response to a soccer stadium stampede in Zimbabwe." Emerg Med Journal, Vol.18, pp.329-335.
- [10] Milsten, A.M., Maguire, B.J., Bissell, R.A., Seaman, K.G. (2002). "Mass-gathering medical care: a review of the literature." Prehospital Disaster Med., Vol.17, No.3, pp.151-162.
- [11] Smith, R.A., Lim, L.B. (1995). "Experiments to investigate the level of comfortable loads for people against crush barriers." Safety Science, Vol.18, pp.329-335.
- [12] Zhen, W., Mao, L., Yuan, Z. (2008). "Analysis of trample disaster and a case study : Mihong bridge fatality in China in 2004." Safety Science, Vol.46, pp.1244-1270.
- [13] 이경미 (2009). "장기간의 집회시위로 인한 환자 발생에 대한 분석." 대한외상학회지, Vol.22, No.2, pp.179-183.
- [14] 이경원 (2007). "상주 시민 운동장 압사 사고의 임상적 고찰." 대한응급의학회지, Vol.18, No.5, pp.367-374.
- [15] 이선기, 정태황 (2007). "문화행사 공연장의 압사사고 예방방안에 관한 연구." 한국스포츠리서치, Vol.18, No.5, pp.429-444.

- ▶ 논문접수일 : 2011년 02월 16일
- ▶ 심사의뢰일 : 2011년 02월 19일
- ▶ 심사완료일 : 2011년 03월 08일