

공간발혈부위 추정 및 낙하혈흔 정원형·돌기 측정

지도교수 : 김해중교수님 / 경찰과학수사과
3학년 김대철, 김은중, 황희욱

[목차]

01.

연구배경 및 목적

02.

실험설계개요

03.

실험 1
공간발혈부위 추정

04.

실험 2
낙하혈흔 측정

05.

결론

I. 연구 배경 및 목적

연구배경

- 혈흔형태분석은 혈흔의 비산, 낙하, 충돌패턴을 분석해 발혈부위와 사건 당시의 움직임을 추정하는 과학수사 기법
- 그러나 실제 현장에는 표면재질, 충돌속도/각도, 혈액의 점성 등의 변수로 인해 이론적 계산값과 실제 발혈위치의 오차가 발생할 수 있음
- 낙하혈흔 또한 재질, 높이에 따라 형태가 달라져 분석 시 오류의 원인이 될 수 있음

I. 연구 배경 및 목적

연구목적

목적 1 : 기존 각도·수학적 계산법의 정확성 실험적 검증

목적 2 : 낙하높이 및 표면 재질이 혈흔의 정원형 직경과 돌기 형성에 미치는 영향 탐구

● 가설

1. 혈액방울의 실제 비행경로는 직선이 아니라 포물선에 가깝고, 중력 및 공기저항의 영향으로 인해 이론적 계산으로 추정된 공간발혈부위와는 편차가 있을 것이다.

2. 낙하높이가 증가할수록 직경이 커지고, 거친 표면일수록 돌기 수가 많을 것이다.

Ⅱ. 실험 설계 개요

구분	실험1	실험2
실험 목적	공간발혈부위 추정 정확도	낙하혈흔 형태(직경·돌기) 비교
독립변수	실제 발혈높이(0.7m), 충돌각도(혈흔의 형태에 따라 계산)	낙하높이(0.5m, 1.0m), 표면재질(플라스틱, 콘크리트, 종이박스)
종속변수	추정된 발혈높이와 실제 높이간의 차이	혈흔 직경, 돌기 평균 길이
통제변수	인공혈액 점성, 타격 세기	인공혈액 점성, 촬영 조건

Ⅲ. 실험 1 - 공간발혈부위 추정



실험 원리






- (1) 혈흔의 타원 형태로부터 충돌 각도 계산 $\sin i = \text{단축}/\text{장축}$
- (2) 각 혈흔의 중심점에서 해당 각도로 선을 그어 수렴지점을 찾고 실제 발혈높이(0.7m)와의 차이를 비교
- (3) 발혈부위 높이를 탄젠트 함수로 찾고 실제 발혈높이(0.7m)와의 차이를 비교

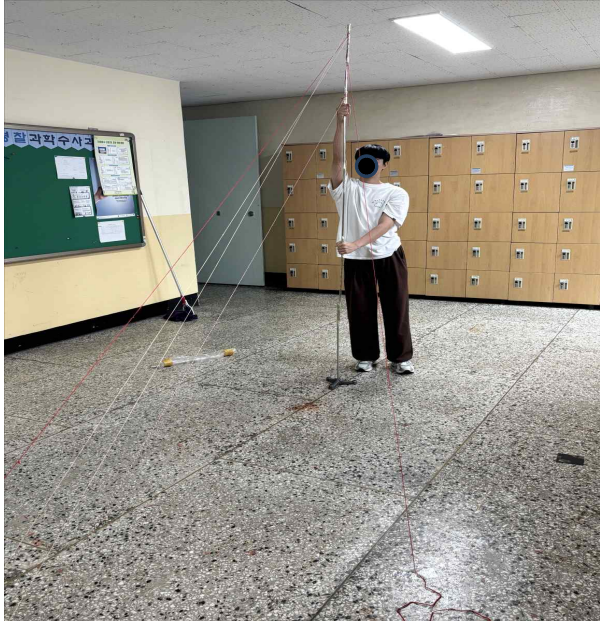
[실험 방법]

- 평평한 표면 위에 인공혈액을 떨어뜨려 혈흔을 형성
- 플라스틱 판으로 일정한 세기로 타격 → 혈액 비산 발생
- 각 혈흔의 충돌각도 계산 → 선 연결
- 실제 발혈높이(0.7m)와의 차이를 비교



실험 결과

		
A(4.0 : 3.2) => 53.1°	B (3.2 : 2.0) => 38.7°	C (3.8 : 2.0) => 31.8°
		Sin i = 단축/장축
D (4.0 : 3.0) => 48.6°	E (4.7 : 3.0) => 39.7°	



[발혈부위 높이 탄젠트 함수로 찾기]

	A	B	C	D	E
총돌각도	53.1°	38.7°	31.8°	48.6°	39.7°
길이	91.4cm	311cm	309.5cm	171.5cm	310cm
높이	1.33 x 91.4 = 121.5cm	0.80 x 311 = 248.8cm	0.62 x 109.5 = 67.9cm	1.13 x 171.5 = 193.8cm	0.83 x 310 = 257.3cm

$$H = \tan i \times D$$

i = 총돌각도, H = 높이, D = 길이

IV. 실험 2 - 낙하혈흔 측정

실험 조건

높이 : 0.5m / 1.0m

재질 : 플라스틱, 종이박스, 콘크리트

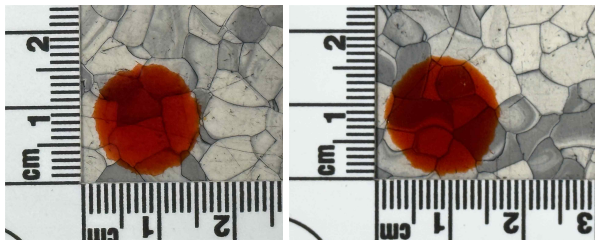
IV. 실험 2 - 낙하혈흔 측정

실험 방법

- 일정량의 인공혈액을 스포이드로 수직 낙하
- 높이, 표면별 혈흔 사진 촬영
- 직경, 돌기 평균 길이 측정
- 조건별 평균값 비교

실험 결과

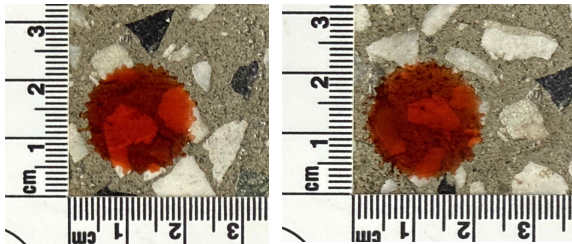
- 재질 : 플라스틱
- 높이 : 0.5m, 1.0m



높이(m)	실험값1 (직경/돌기)	실험값2 (직경/돌기)	실험값3 (직경/돌기)	평균 직경(mm)	평균 돌기(mm)
0.5m	15mm/x	15mm/x	14mm/x	14.6mm	x
1.0m	17mm/x	16mm/x	16mm/x	16.3mm	x

실험 결과

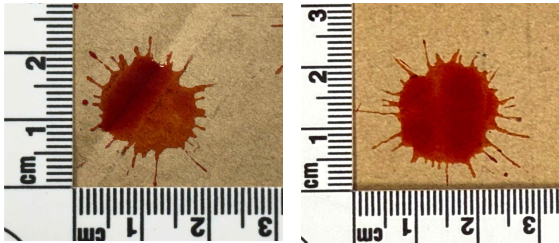
- 재질 : 콘크리트
- 높이 : 0.5m, 1.0m



높이(m)	실험값1 (직경/돌기)	실험값2 (직경/돌기)	실험값3 (직경/돌기)	평균 직경(mm)	평균 돌기(mm)
0.5m	18mm/0.15mm	18mm/0.15mm	17mm/0.1mm	17.6mm	0.13mm
1.0m	19mm/0.1mm	19mm/0.1mm	19mm/0.1mm	19mm	0.1mm

실험 결과

- 재질 : 종이박스
- 높이 : 0.5m, 1.0m



높이(m)	실험값1 (직경/돌기)	실험값2 (직경/돌기)	실험값3 (직경/돌기)	평균 직경(mm)	평균 돌기(mm)
0.5m	14mm/2m m	14mm/2m m	14mm/2mm	14mm	2mm
1.0m	16mm/4m m	16mm/4m m	17mm/4mm	16.3mm	4mm

[낙하혈흔 측정 결과 비교]

재질	높이(m)	평균 직경(mm)	평균 돌기(mm)
플라스틱	0.5m	14.6mm	x
플라스틱	1.0m	16.3mm	x
콘크리트	0.5m	17.6mm	0.13mm
콘크리트	1.0m	19mm	0.1mm
종이박스	0.5m	14mm	2mm
종이박스	1.0m	16mm	4mm

V. 결론

- 기존의 공간발혈부위 추정법은 혈액방울이 직선으로 비행한다는 가정에 기반하고 있다.
- 그러나 실험적으로 관찰된 결과, 중력과 공기저항에 의해 실제 비행 경로가 포물선 형태로 굴절되며, 이로 인해 계산된 발혈높이와 실제 높이 사이에 오차가 발생할 수 있다.
- 즉, 이론적 계산은 가능하지만, 현실 환경에서는 물리적 요인(중력·공기저항·표면 특성)에 의한 한계가 존재한다.
- 낙하혈흔의 경우, 낙하높이와 표면재질에 따라 혈흔의 직경 및 돌기 형성에 유의한 변화가 나타났으며, 이는 혈흔형태분석에서 환경적 변수 고려의 중요성을 보여준다.

V. 결론

- 발혈부위는 “정확한 점(Point)”이 아니라, “가능성 있는 공간(Area)”이다.
- 혈흔형태분석(BPA)은 절대치를 구하는 수학이 아니라, 물리적 요인 속에서 오차를 해석하는 “추정의 과학”이다.
- 따라서 계산값은 참고값으로 이해하고, 다른 증거·현장 맥락과의 “종합적 판단”이 필수적이다.

감사합니다.