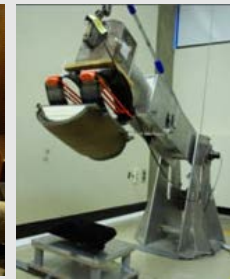
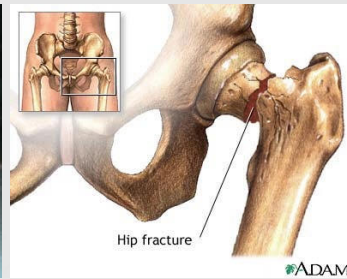


# 고령자 대상 고관절 골절 예방 제품의 최적 설계 프로세스 개발



전은진<sup>1</sup>, 이원섭<sup>2</sup>, 이승훈<sup>2</sup>, 김성호<sup>2</sup>, 유희천<sup>2</sup>,  
박세권<sup>3</sup>, 정대한<sup>4</sup>, 김희은<sup>1</sup>

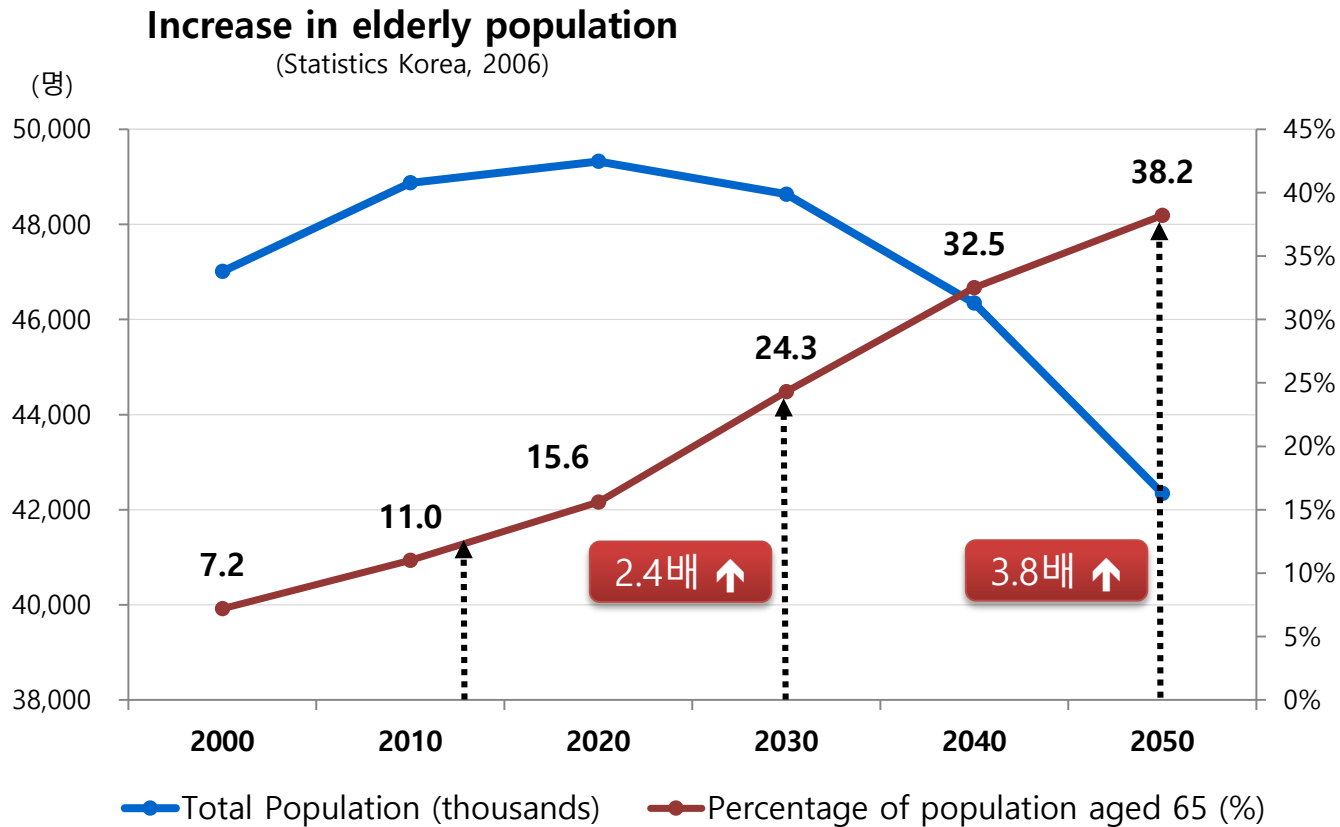
- 1 경북대학교 의류학과
- 2 포항공과대학교 산업경영공학과
- 3 공군사관학교 시스템공학과
- 4 공군사관학교 기계공학과

# Agenda

- 서론
  - ✓ 연구배경 및 필요성
  - ✓ 연구 목적
  - ✓ 기존 연구 Review
- 연구 방법
- Hip protector 설계 프로세스
  1. 고관절 골절 예방 제품의 기반지식 구축
  2. Hip protector 설계 및 개발
  3. Hip protector 평가 및 최적화
- 토의

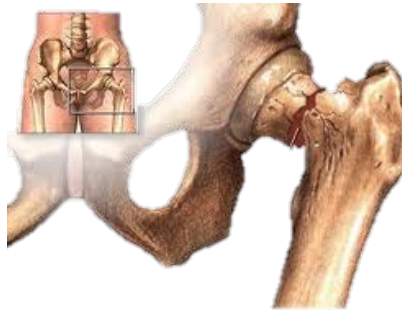
# 노인 인구 증가 비율

- 65세 이상 노인 인구: 2030년에는 **2.4배**, 2050년 현재의 **3.8배 증가 예측**
- 노인인구 500만명 시대 도래



# 낙상으로 인한 고관절 골절의 실태

□ 고관절 골절 (Hip Fracture): 대퇴경부에서 장골로 연결되는 대퇴전자간 부위의 골절



매년 노인의  
1/3 낙상 사고

고관절 골절 환자수  
(통계청, 2009)

1.5만 → 2.4만  
2005년 → 2009년



노인 상해 치사  
원인 1위

**Hip Fracture**

Hard to walk for a long time

Cardiovascular Malfunction (심혈관계 저하)  
Respiratory Malfunction (호흡기계 저하)

Heart failure (심부전증)  
Pneumonia (폐렴), Delirium (색전증)

**Death**

**\$ 30 billion**

매년 300억 달러 이상  
직접 치료비 소요  
(2010, 미국)

고관절 골절에 따른 사회적 비용  
(Burge et al., 2007)

\$21.1B → \$25.3B  
(23조원) → (28조원)  
2005년 → 2025년

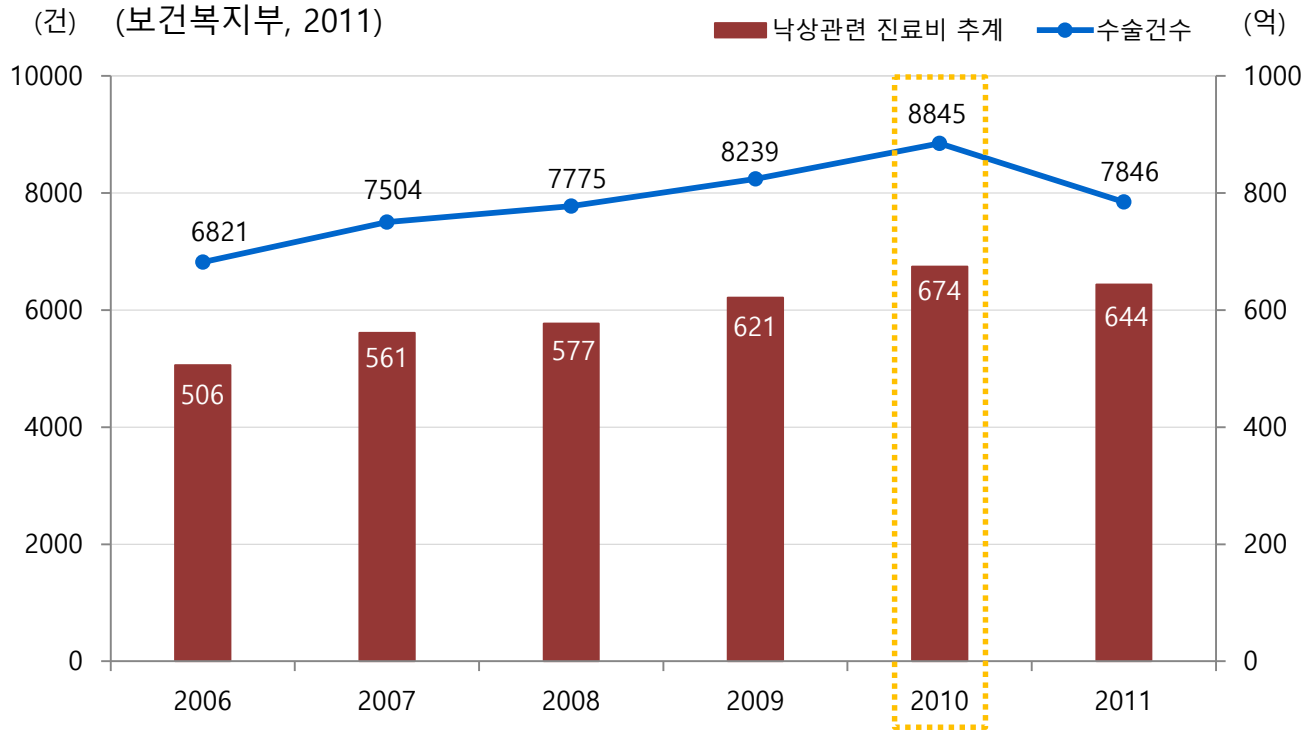


# 고관절 수술 건수 및 진료비 추계

□ 고관절 수술 건수 및 진료비는 증가하는 추세: 2010년(8845건, 674억원 소요)

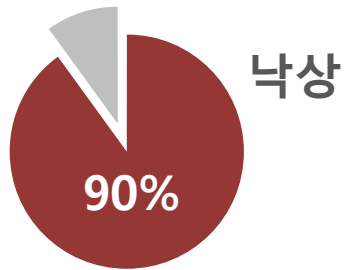
대상	고령자(만명)	낙상치료환자수(만명)	예상치료 경비
65이상 고령자	590	177	3조 6000억

## 고관절 수술건수 및 진료비 추계

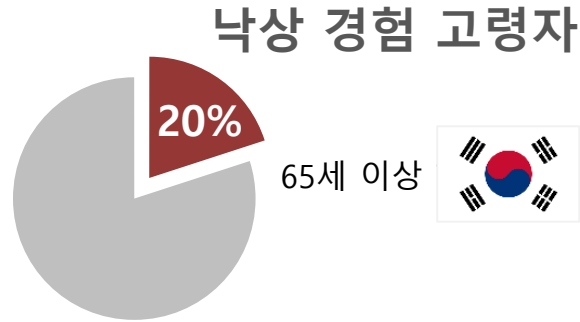


# 고관절 골절 발생 원인 및 환자 예후

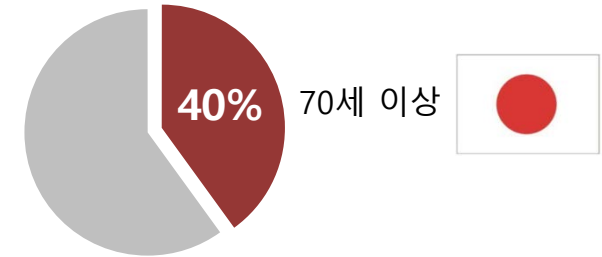
□ 고관절 골절 원인: 낙상(Grisso et al., 1990; Kim et al., 2008)



고관절 골절 원인

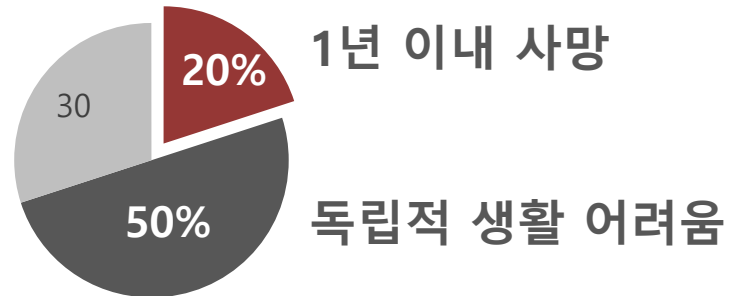


고령자 낙상 빈도



□ 고관절 골절 환자 예후(Empana et al., 2004; Tsuboi et al., 2007; WHO, 2003)

골절 후 10년 이상 생존율:  
22 ~ 36%

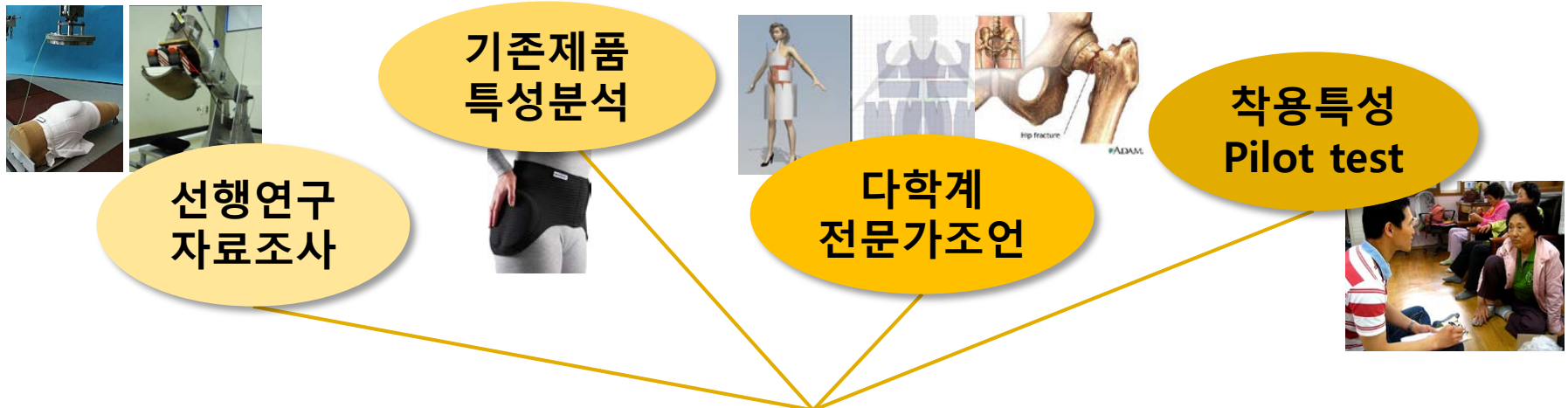


## 고관절 골절은 예방이 중요



# 연구 필요성 및 목적

- Hip protector 착용시: 고관절 골절의 위험을 50% 감소(Kannus et al., 2000)
- Hip protector의 시장성: 2040년 ⇒ 65만명 이상의 노인 고관절 골절 환자 발생 예상
- Hip protector 연구의 필요성
  - 한국 노인의 인체특성, 낙상특성 분석 관련 연구 부재
  - 수입 hip protector: 한국인의 고관절 위치에 부적절 ⇒ 낙상시 고관절 골절을 예방하지 못할수 있음



한국인 고령자 대상 Hip Protector 개발을 위한  
인간공학적 설계 프로세스 개발

# 연구 방법

## □ 선행 연구 자료 조사

1. **Keywords 조합**을 통한 journal paper 검색



2. **Title screening**을 통한 1차 선별



3. **Abstract screening**을 통한 2차 선별



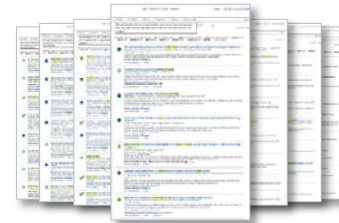
4. 입수된 full paper에 대한 **관련도 평가**



5. 관련도에 따라 **최종 review 대상 논문 선별**

Title(("hip fractur\*" or "fall\*" or "protec\*") and ("hip protect\*" OR "pads") and ("biomechanic\*" or "mechanic\*" or "shock" or "impact" or "attenuat\*" or "FEM" or "FEA" or "finite element"))

158 건



73 건



21 건

상: 13건, 중: 12건, 하: 0건  
추가 입수: 1건

26 건

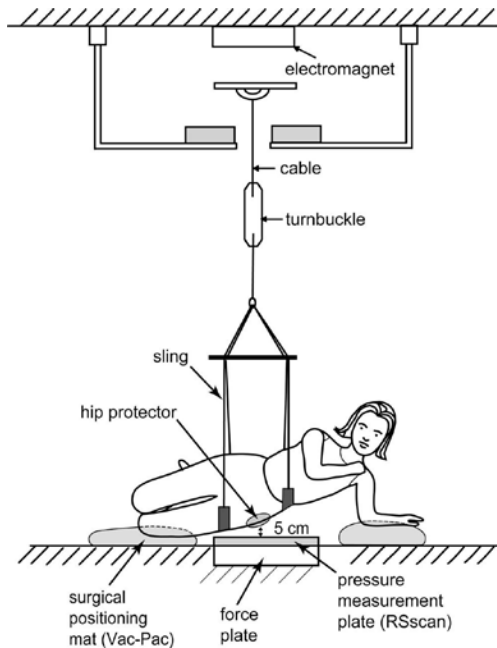
상: 13건, 중: 7건

20 건



# 기존 연구: 실험 방법

## 피실험자 대상 실험



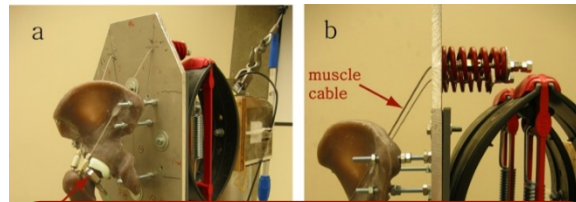
Choi et al. (2010)

- 인체 특성(인체 크기, BMI)을 고려하여 평가 가능하며, 사용자 의견을 수집할 수 있음
- 위험성이 다르므로 고령자 대상으로 평가 어려움

## 충격 simulator 이용 실험

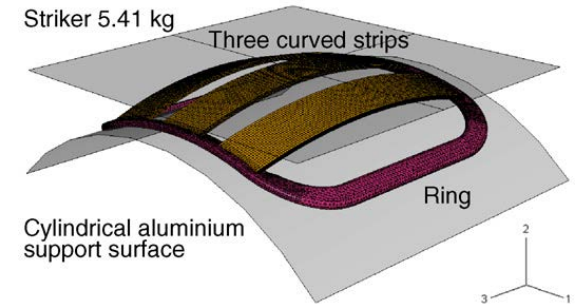


Liang and Robinovitch (2008)

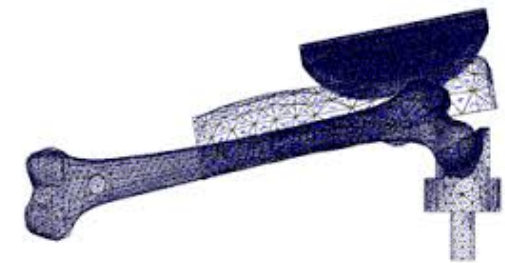


- 다양한 조건(물성치, 충격량 등) simulation
- 인체의 복잡한 해부학적 특성을 고려하기 어려움
- 다양한 낙상 자세 및 낙상 방향을 고려하기 어려움

## FEM 기반 연구



Daners et al. (2008)

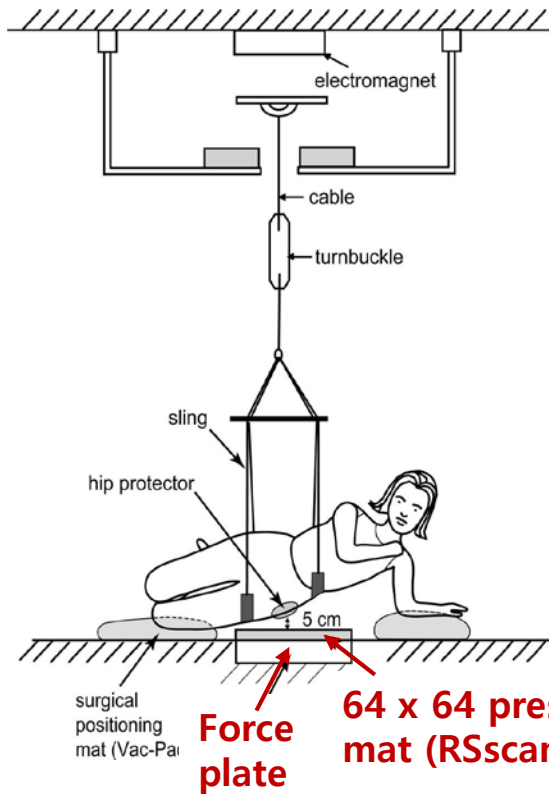


Srewaradachpibal et al. (2011)

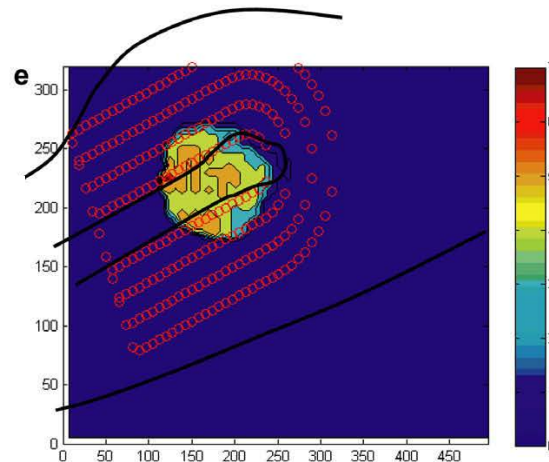
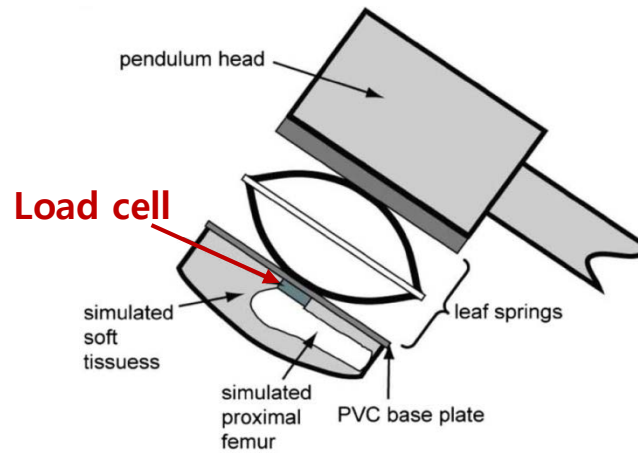
- Prototype 제작 이전에 형상 및 물성치에 따른 설계 효과를 simulation해 볼 수 있음

# 기존 연구: 충격 힘 및 압력 측정 방법

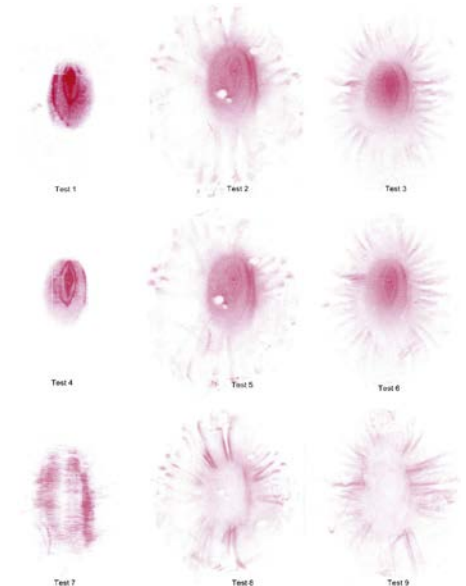
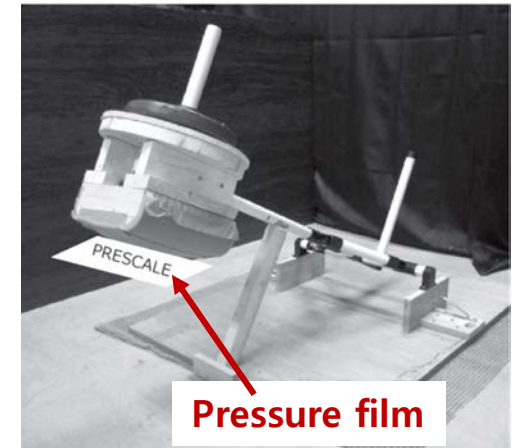
Choi et al. (2010)



Choi et al. (2010), Liang and Robinovitch (2008)



Li et al. (2013)



# 기존 연구: Findings

- Hip fracture 발생: 남성 < 여성

(Chevalley et al., 2007; Bjorgul and Reikeras, 2007; Lonroos et al., 2006)

- High BMI(Body mass index) < low BMI hip fracture의 risk가 높음  
⇒ High BMI의 fat tissue가 natural padding 역할을 함

(Choi et al., 2010; La Vecchia et al., 1991; Lauritzen et al., 1993; Robinovitch et al., 1995)

- Posterolateral(후측방) 방향의 낙상 ↑

(Choi et al., 2010; Keyaket al., 2001; Nankaku et al., 2005; Pinilla et al., 1996)하나 대부분 기존 제품은 lateral 방향 낙상만 방지하도록 설계됨(Choi et al., 2010)

⇒ 낙상 방향을 고려한 hip protector 설계 필요



Posterolateral(후측방) 낙상 예

# 기존 제품특성 분석

형태	Image	Strength	Weakness	Result		
속옷 형태	 <ul style="list-style-type: none"> <li>SAFEHIP®CLASSIC</li> <li><a href="http://www.safehipkorea.com">http://www.safehipkorea.com</a></li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>내구성, 착용감 우수</li> <li>패드 부착감 우수(고정용)</li> <li>요실금용 기저귀 사용 가능</li> <li>화장실 사용 용이</li> <li>고관절 골절 환자용 사용 용이</li> <li>장시간 착용 가능</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>착용시 너무 조임(여유량부족)</li> <li>착용쾌적감 부족</li> <li>고정된 패드로 인한 세탁불편</li> <li>엉덩이 보호(tailbone) 기능</li> </ol>	1	착의성(맞음새)	☹️
				2	사용편이성	☹️
				3	동작용이성	😊
				4	소재적합성	😊
				5	디자인적합성	☹️
벨트 형태	 <ul style="list-style-type: none"> <li>SAFEHIP®ACTIVE</li> <li><a href="http://www.safehipkorea.com">http://www.safehipkorea.com</a></li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>충격 분산·흡수(말굽형 패드)</li> <li>신소재: 내구성 우수</li> <li>의복위 착용 가능: 활동도 높음</li> <li>착, 탈의 편리, 간병인 사용 가능</li> <li>허리보호대 기능 추가</li> <li>촉감 우수, 착·탈의 용이</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>엉덩이 보호 기능 부족</li> <li>여름 벨크로 좁음</li> <li>신축성 부족(탄력성 약)</li> <li>심미성 부족</li> <li>불필요한 body 부분 커버함</li> <li>앉는 동작에서 pad부분 불편</li> </ol>	1	착의성(맞음새)	☹️
				2	사용편이성	😊
				3	동작용이성	☹️
				4	소재적합성	☹️
				5	디자인적합성	☹️
바지 형태	 <ul style="list-style-type: none"> <li>HipSaver®SoftSw</li> <li><a href="http://www.hipsave.com">http://www.hipsave.com</a></li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>일상복으로 사용 가능</li> <li>착용하기 좋음</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>패드 형태가 드러남</li> <li>심미성 부족</li> <li>패드 부착형보다 분리형 필요</li> <li>딱딱한 패드 소재</li> <li>착용감 부족</li> </ol>	1	착의성(맞음새)	☹️
				2	사용편이성	😊
				3	동작용이성	😊
				4	소재적합성	☹️
				5	디자인적합성	☹️
패드 부착형	 <ul style="list-style-type: none"> <li>Hip Protector HipGuard</li> <li>Protectop</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>착·탈의 용이</li> <li>중량이 가벼움</li> <li>착용감 우수</li> <li>간편함</li> <li>가격 저렴</li> <li>일상복 내 삽입 가능</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>엉덩이 보호성능 부족(Tailbone 보호)</li> <li>의복위에 착용시 심미성 부족</li> <li>패드 고정력 부족</li> <li>패드 골절 예방 효과 미흡</li> <li>패드 소재 적합성 검증 필요</li> <li>패드 부착력 약</li> </ol>	1	착의성(맞음새)	☹️
				2	사용편이성	😊
				3	동작용이성	😊
				4	소재적합성	☹️
				5	디자인적합성	☹️



# 착용특성 pilot test

## □ Hip protector 착용특성 분석 ⇒ 착용특성 및 선호도 조사

✓ 1차: 20명(M: 75세, SD: 8.5), 2011년 9월 26일~28일, 포항공대 진행

✓ 2차: 13명(M: 73세, SD: 8.4), 2012년 5월 2일~9일, 경북대 진행

✓ 3차: 10명(M: 43.5세, SD: 14.9), 2013년 9월 23~27일, 공동진행

✓ 제품 조사: 제품 형태별 장, 단점 내용 취합

- 조사내용: 제품 착용자(환자용, 일반용), 착용조건(실내, 실외)

- 조사제품: 4종(속옷형태, 벨트형태, 바지형태, 부착형)

총 43명

항목	속옷 형	벨트형	바지 형	Pad 부착형	형태	착용자 구분		착용조건 구분													
						환자용	일반용	실내(가정용)		실외(외출용)											
1	착의성(맞음새)		-			중도															
2	사용편이성		😊			선호 정도	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
3	동작용이성	😊		😊		중도															
4	소재적합성	😊		😊		선호 정도	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5	디자인적합성	-	-	-		중도															
적용 방안	실내용	실외용	실내용	실외용	실내용	실외용	실내용	실외용													
	가정용	병원용	가정용	병원용	가정용	병원용	가정용	병원용													
						중도															
						선호 정도	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

골절 환자용

일반 노인용

제품 선호도 조사의 예

착용특성 조사의 예

# 연구결과: Hip protector 설계 프로세스

## 고관절 골절 예방 제품의 기반지식 구축

3D scan data를  
활용한 인체형상 및  
치수분석

고관절 골절의  
생체역학적 분석

Hip protector  
제품 및 시장조사

사용자 needs 조사  
및 착용특성분석

## Hip protector 설계 및 개발

Hip protector  
개념설계 및 디자인

Pattern 설계 및  
3D 인체형상 제작

가상 착의를 통한  
착용감 평가

Prototype 제작

## Hip protector 사용성 평가 및 최적화

Testing simulator를  
이용한 물리적  
충격평가

충격량 가시화 및  
simulation

착용 쾌적성 및  
사용성 평가

설계 보완 및  
최적 설계안 도출



# Hip protector 제품의 기반지식 구축 (1/4)

## 1. 3D scan data를 활용한 인체형상 및 치수분석

### 1) 3차원 인체측정 data 선별

- Size Korea 3D scan data ( $n=271$ , 60세이상, 여성)

S1. 3차원 인체측정 data 선별

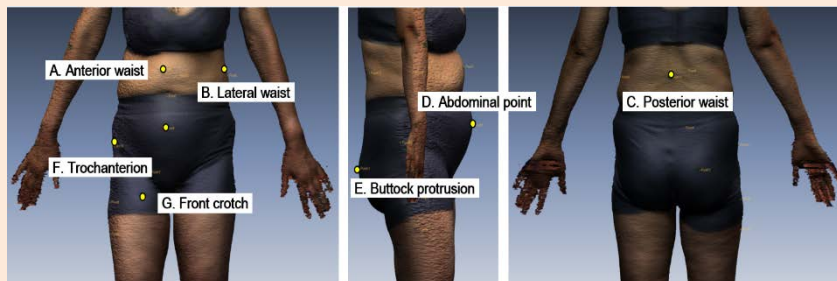
S2. 인체측정에 필요한 landmark 표기

S3. 3차원 인체치수 계측

S4. 측정치 검토 및 이상치 처리

### 2) 인체측정에 필요한 landmark 표기

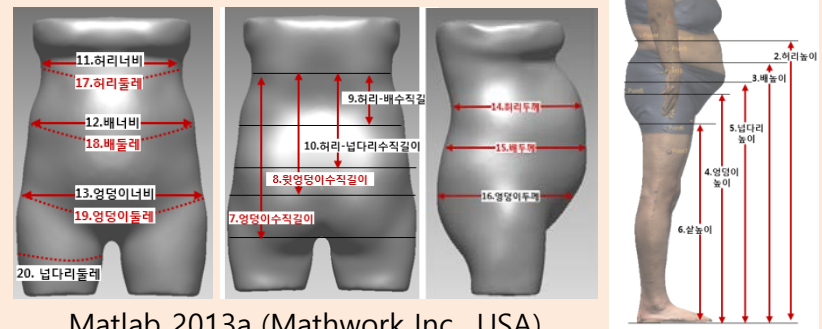
- Geomagic XOR 2014 (3D Systems Corp., USA)



Landmark 표기의 예

### 3) 3차원 인체치수 계측

- 너비, 두께, 길이 20개 항목 치수 계측

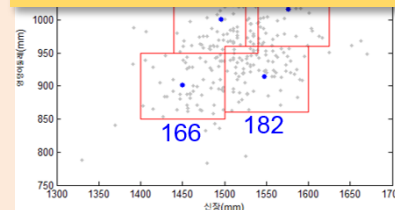


Matlab 2013a (Mathwork Inc., USA)

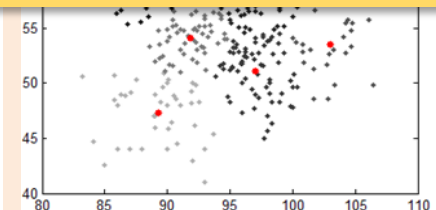
### 4) Hip protector 치수체계 개발

- 인구수용 범위를 기준으로 치수체계 결정

Key dimension → 신장, 엉덩이둘레



Grid method



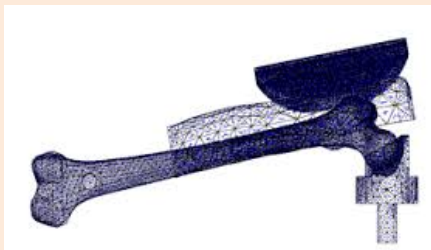
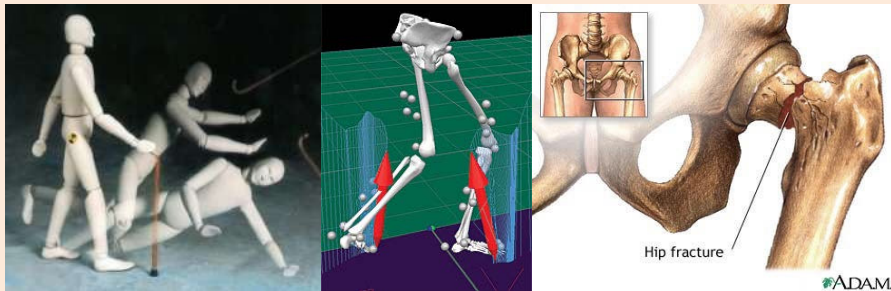
Clustering method

# Hip protector 제품의 기반지식 구축 (2/4)

## 2. 고관절 골절의 생체역학적 분석

### 1) 고관절 골절의 생체역학적 분석

- 고관절의 해부학적 분석
- 3D scanner 및 motion capture 장비 이용
- 낙상시 자세 분석을 통한 보호범위 산출
- 낙상시 고관절의 충격량 추정 model 개발
- Hip protector가 흡수해야하는 충격량 산출



고관절 골절 분석 예

### 2) Motion capture 장비



Rexcan



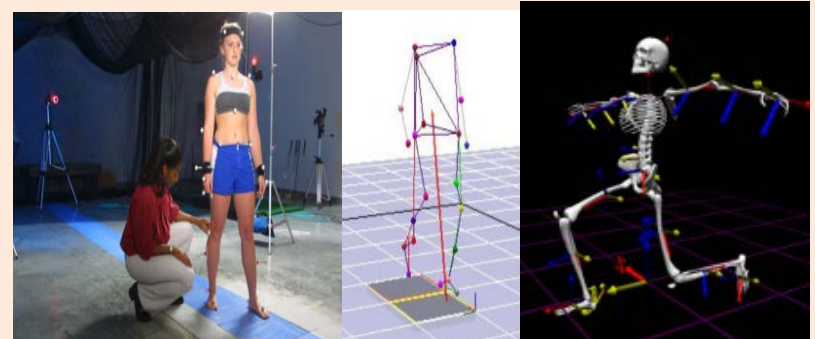
Hawk motion capture



Artec Eva 3D scanner



### 3) Motion capture 분석



Motion capture 분석 예

# Hip protector 제품의 기반지식 구축 (3/4)

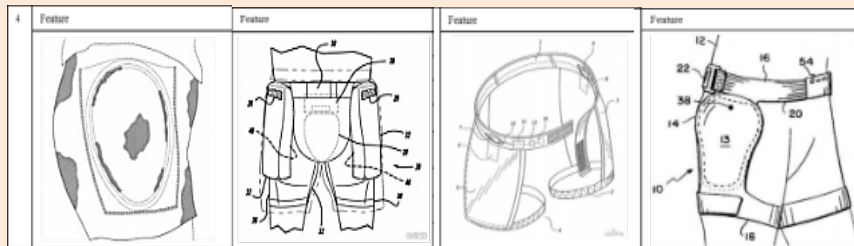
## 3. Hip protector 제품 및 시장조사

### 1) 기존 hip protector 제품 조사

- 제품 특성 분석(형태, 소재, 디자인)
- 기존 제품의 문제점 개선방향 파악
- 개발 hip protector의 개발 방향 수립
- 장점 benchmarking

형태	Image	Strength	Weakness	Result
속옷 형태	 <p>• 제품명: SAFEHIP®CLASSIC • <a href="http://www.safehipkorea.com">http://www.safehipkorea.com</a></p>	1. 내구성 우수 2. 착용감 우수 3. 패드 부착감 우수(고정용) 4. 요실금용 기저귀 사용 가능 5. 화장실 사용 용이 6. 고관절 골절 환자용 사용 용이 7. 장시간 착용 가능	1. 착용시 너무 조임(여유량부족) 2. 착용쾌적감 부족 3. 고정된 패드로 인한 세탁불편 4. 엉덩이 보호(tailbone) 기능	1. 착의성(맞음새) ☹️
				2. 사용편이성 ☹️
				3. 동작용이성 😊
				4. 소재적합성 😊
				5. 디자인적합성 ☹️

### 2) 관련 특허 조사



국외 특허 조사의 예

### 3) 착용특성 조사

- 착용특성 pilot test( $n = 30$ , 60세이상, 여성)
- 착용시의 문제점 파악
- 착의성과 디자인 측면의 개선요구사항 파악

### 4) 착용특성 분석 항목 도출

- 착의성: 피트성, 여유성, 패드 위치, 두께
- 사용편이성: 착탈의용이, 세탁용이, 휴대용이
- 동작용이성: 기립시, 착석시, 활동시, 패드부위
- 소재적합성: 촉감, 내구성, 흡수성, 통기성
- 디자인 적합성: 외관, 패드디자인, 색상

- 인간공학적 요소 파악
- 기존 특허와의 차별화 idea 도출 (예: 허리 지지대)

# Hip protector 제품의 기반지식 구축 (4/4)

## 4. 사용자 needs 및 착용특성 분석

### 1) 조사 방법

- 설문 분석(65~85세 여성 노인)
- 대상자 interview
- 착용 평가

### 2) 설문 분석 항목

- 낙상경험 및 특성
- Hip protector 수용도, 선호도, 사용특성**
- 문제점 및 개선요구사항

4.1 아래의 보호대 중 가장 선호되는 디자인에 체크(✓) 한 후 선호 이유를 기술해주세요.

① 속옷형	② 벨트형	③ 허리+벨트형	바지형	⑤ 패드 부착형
				

4.2. 고관절 보호대 사용성 평가

- 선호한 고관절 보호대 착용편이성에 관련하여 해당란에 체크(✓)해 주세요.

문항					
	① 전혀 그렇지 않다	② 그렇지 않다	③ 보통이다	④ 그렇다	⑤ 매우 그렇다
맞음새가 좋다	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
여유량이 적당하다	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
통착하기 편하다	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤
패드의 위치가 적당하다	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③ ④ ⑤

설문 분석의 예

### 3) 착용 대상자 interview

- Interview를 통한 **제품 특성 분석**



### 4) 착용 평가

- 제품조사에서 파악된 hip protector 착용
- 속옷형, 벨트형, 허리벨트형, 패드부착형
- 착용감 및 불편사항 파악



착용 평가의 예



# Hip Protector 설계 및 개발(1/3)

## 1. Hip protector 개념 설계 및 디자인

인체 형상 및 치수

생체역학적 특성

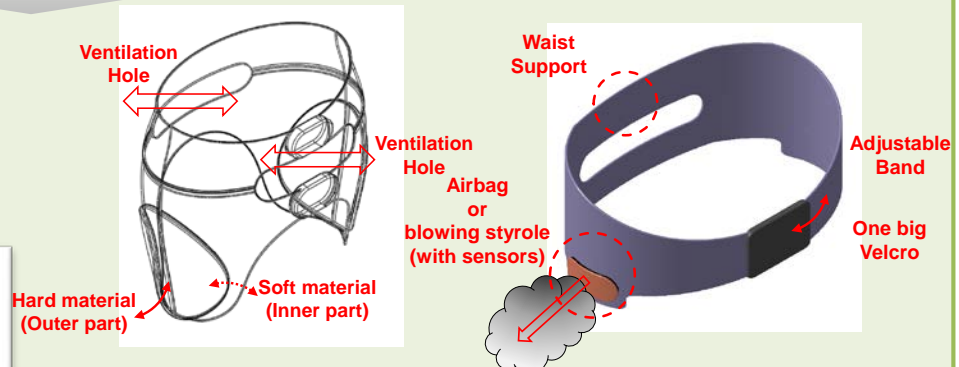
제품 조사 및  
착용특성

사용자 요구사항

idea generation

주요 design concept

- 착용성 개선
- 심미성 개선
- 허리 부위 밀착성 조절 가능
- 허리 부위 지지 기능 추가



concept development

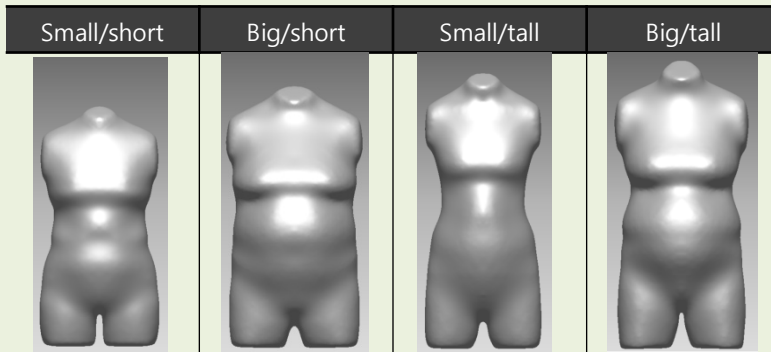


# Hip Protector 설계 및 개발(2/3)

## 2. Hip protector pattern 설계

### 1) 대표인체 3D scan data

- 치수체계 분석 결과 대표인체형상 선정
- 4개 사이즈(S/S, B/S, S/T, B/T)



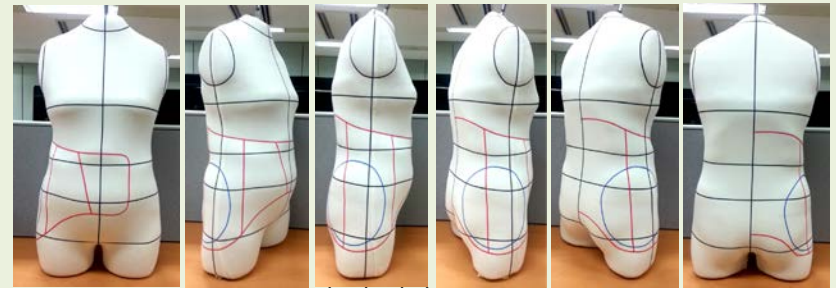
### 2) 3D RP 형상 및 인대 제작

- 3D RP제작 및 인대표면처리



### 3) Hip protector pattern 설계

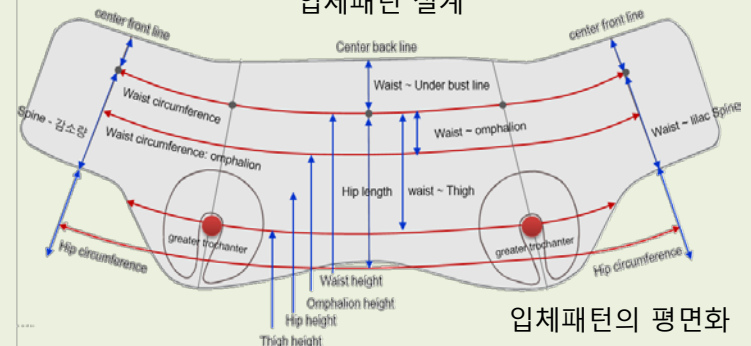
- 디자인선 설정, 입체 및 평면 패턴 설계



기준선 및 디자인선 설정



입체패턴 설계



입체패턴의 평면화

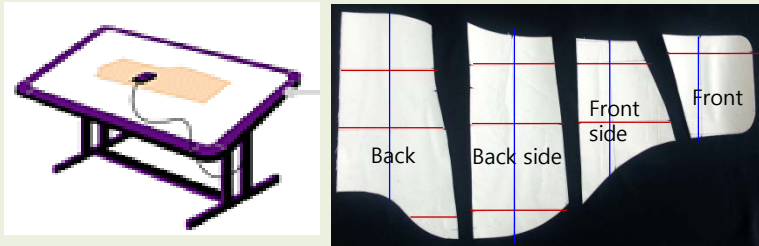


# Hip Protector 설계 및 개발(2/3)

## 3. 가상 착용을 통한 착용감 평가

### 1) Pattern 입력

- Pattern CAD program을 이용한 입력
- PAD system, YUKA CAD system



### 2) 가상 착용(virtual fitting) 평가

- CLO(Marvelous program) 이용
- 착용감, 여유량, 의복압, 소재적합성 검증



Virtual clothing system

Garment pressure evaluation

CLO virtual fitting system

## 4. Prototype 제작

### 1) Pad prototype

- Hip 형상 및 충격흡수를 향상시킨 pad 제작
- Pad 소재: polyurethane (PU) foam, PVC foam

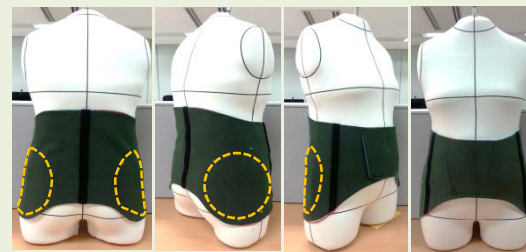
S1. Keywords 조합을 통한 journal paper 검색	158 건
S2. Title screening을 통한 1차 선별	73 건
S3. Abstract screening을 통한 2차 선별	21 건
S4. 입수된 full paper에 대한 관련도 평가	26 건
S5. 관련도에 따라 최종 review 대상 논문 선별	20 건



Pad prototype

### 2) Hip protector prototype

- 인체형상을 이용한 prototype 제작



back

side

front



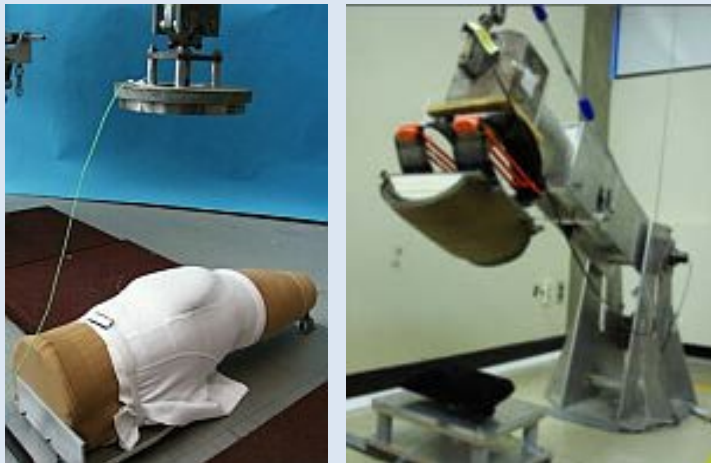
prototype 제작의 예

# Hip protector 사용성평가 및 최적화 (1/2)

## 1. Hip impact simulator 충격 평가

### 1) Pad의 충격 흡수율 simulation

- Simulation 조건
  - ✓ 충격 특성: 충격강도, 충격 면적, 충격 방향
  - ✓ Pad 특성: 물성, 크기, 형상
- Simulation 충격량 구현
  - ✓ 충격 대상(지면)의 물리적 특성
  - ✓ 인체역학적 특성(예: 고관절 골밀도)
  - ✓ 충돌 속도

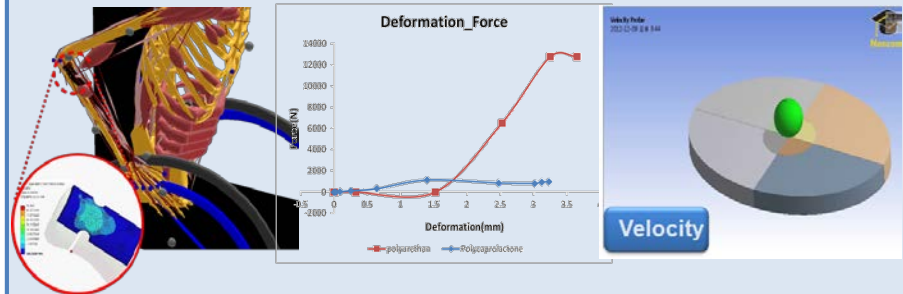


hip protector testing simulator(Laing et al., 2008)

## 2. 충격량 가시화 평가

### 1) 유한요소(finite element)해석시스템

- ANSYS®, ABAQUS, UDEC program 이용
- 충격 조건, 보호 pad의 물성치에 따른 충격 흡수 정도를 simulation
- 충격 후 변형길이, 에너지, 충격반사량 측정
- Simulation 항목
  - ✓ 보호 pad의 형상 변형 정도
  - ✓ 충격흡수 정도
  - ✓ 인체에 전달되는 충격량
- Hip protector pattern과 설계조건 수정



ANSYS® 시스템을 활용한 충격량 가시화 평가의 예

# Hip protector 사용성평가 및 최적화 (2/2)

## 3. 사용성 및 착용감 평가

### 1) 평가 참여자

- 기존 hip protector 제품을 사용하는 고령자
- 잠재 사용 집단

### 2) 평가 항목

- 운동역학적 평가:** 고관절 부위 동작 범위 평가
- 심물리학적 평가:** 피부온, 발한량, 의복내 온습도, 의복압, 혈류량, 심박수, EMG
- 주관적 만족도:** 착용감, 동작성, 착탈의용이성, 소재적합성, 사용편이성, 피로도

Criterion	Weight	SAFEHIP ACTIVE (reference)		Concept #1		Concept #2		Concept #3		Concept #4	
		Rate	Score	Rate	Score	Rate	Score	Rate	Score	Rate	Score
CCN5-3	13.16%	2	0.26	1	0.13	2	0.26	3	0.39	3	0.39
CCN5-2	11.63%	2	0.23	2	0.23	2	0.23	3	0.35	3	0.35
CCN4-2	9.28%	2	0.19	2	0.19	3	0.28	3	0.28	3	0.28
CCN3-2	7.75%	2	0.16	2	0.16	2	0.16	2	0.16	2	0.16
CCN5-1	7.75%	2	0.16	3	0.23	1	0.08	3	0.23	3	0.23
CCN6-14	6.05%	2	0.12	1	0.06	2	0.12	2	0.12	2	0.12
CCN4-1	5.03%	2	0.10	3	0.15	3	0.15	2	0.10	2	0.10
CCN6-13	4.68%	2	0.09	2	0.09	2	0.09	1	0.05	1	0.05
CCN6-1	3.83%	2	0.08	2	0.08	2	0.08	2	0.08	2	0.08
CCN6-2	3.83%	2	0.08	2	0.08	2	0.08	2	0.08	2	0.08
CCN6-6	3.62%	2	0.07	3	0.11	3	0.11	2	0.07	2	0.07
CCN6-5	3.49%	2	0.07	3	0.10	3	0.10	3	0.10	3	0.10
CCN6-8	3.28%	2	0.07	2	0.07	2	0.07	2	0.07	2	0.07
CCN6-3	2.85%	2	0.06	3	0.09	2	0.06	2	0.06	2	0.06
CCN6-4	2.51%	2	0.05	2	0.05	2	0.05	2	0.05	2	0.05
CCN6-12	2.43%	2	0.05	2	0.05	2	0.05	2	0.05	2	0.05
CCN6-7	2.17%	2	0.04	2	0.04	2	0.04	3	0.07	3	0.07
CCN6-9	1.96%	2	0.04	2	0.04	2	0.04	1	0.02	1	0.02
CCN6-10	1.87%	2	0.04	2	0.04	2	0.04	2	0.04	2	0.04
CCN4-3	1.66%	2	0.03	2	0.03	2	0.03	2	0.03	2	0.03
CCN6-11	1.15%	2	0.02	2	0.02	2	0.02	2	0.02	2	0.02
Total Score		2.00		2.04		2.14		2.41		2.41	
Rank		7		6		5		1		1	
Continue?		No		No		Develop		Develop		Develop	



운동역학적 평가 및 주관적 만족도 평가의 예

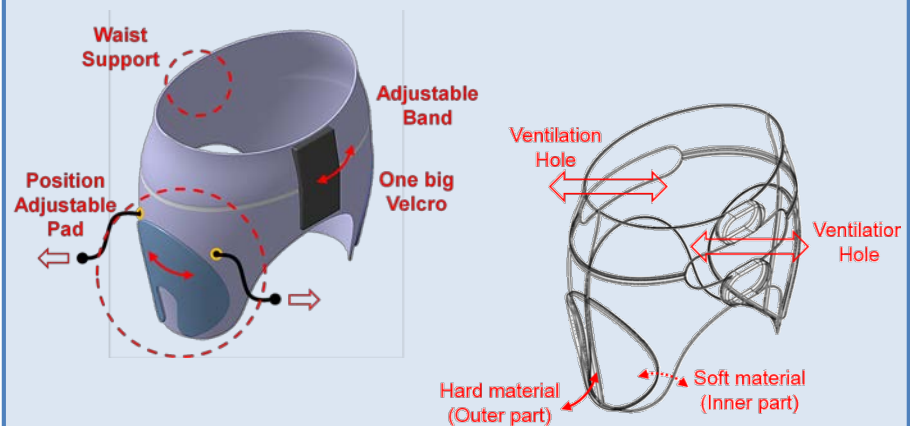
## 4. 설계 보완 및 최적 설계안 도출

### 1) 설계 보완

- 사용성 평가 결과를 적용한 설계 개선안 선정
- Hip protector **pattern** 및 **소재** 수정

### 2) 최적 설계안 도출

- 치수, 치수체계, 재질, 인체밀착성, 보호방법
- Mechanism, 심미성, 기능성 측면  
prototype 보완 ⇒ **최종 설계안 도출**



최적 설계안 도출의 예

# Discussion (1/2)

## 1. 한국인 고령자에게 특화된 hip protector 개발

- 한국인 고령자 인체 크기 및 형상 특성
- 한국인 고령자 고관절 부위 해부학적 및 생체역학적 특성
- 한국인 고령자 사용자 요구사항

## 2. 안전성, 사용성, 기능성에 대한 종합적 평가방법

평가 방법	평가 범주	평가 내용
가상 착의 평가	사용성 기능성	밀착성, 압박감, 여유성
충격 simulation 평가	안전성	보호 pad의 충격 흡수 정도
유한요소 해석 평가	안전성	보호 pad의 형상 변형 정도, 충격 흡수 정도, 인체에 전달되는 충격량
사용성 평가	사용성 기능성 안전성	피부온, 발한량, 의복 내 온습도, 부위별 압박도, 착용 및 착탈의 편의성, 만족도, 충격 흡수 정도, 실생활 환경에서의 유용성

# Discussion (2/2)

## 3. 다학제 연계 연구를 통한 종합적 문제 해결

□ 의류학적, 의학적, 공학적 측면이 고려되어야 하는

고령자 의복, 장애인용 보호복 및 보호구 설계에 유용한 적용 가능



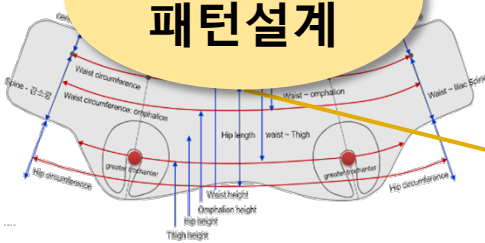
의학  
생체역학적  
특성



기계공학  
충격평가

인간공학  
사용성평가

의류학  
패턴설계



Concept #1	Concept #3			Concept #4		
	Rate	Score	Rate	Score	Rate	Score
CON1	0.10	2	0.10	3	0.10	2
CON2	0.09	2	0.09	2	0.09	1
CON3	0.08	2	0.08	2	0.08	2
CON4	0.08	2	0.08	2	0.08	2
CON5	0.07	3	0.11	3	0.11	2
CON6	0.07	3	0.10	3	0.10	3
CON7	0.07	2	0.07	2	0.07	2
CON8	0.06	3	0.06	2	0.06	2
CON9	0.05	2	0.05	2	0.05	2
CON10	0.05	2	0.05	2	0.05	2
CON11	0.04	2	0.04	2	0.04	3
CON12	0.04	2	0.04	1	0.02	1
CON13	0.04	2	0.04	2	0.04	2
CON14	0.03	2	0.03	2	0.03	2
CON15	0.02	2	0.02	2	0.02	2
Mean Score	2.00	2.04	2.14	2.41	2.41	2.41
Rank	7	6	5	1	1	1
Comment?	No	No	Develop	Develop	Develop	Develop

한국인 고령자 대상 인간공학적 Hip protector 개발





# Thank You

