손동작에 따른 손체표 길이변화를 적용한 장갑설계 평가

선미선[1], 권오채[2], 정기효[2], 연수민[3], 유희천[2], 김희은[3]

[1]한국국방연구원 자원관리연구센터
[2]포항공과대학교 기계산업공학부
[3]경북대학교 의류학과
misunny@kida.re.kr

목차

- 연구 배경 및 필요성
- 연구 목적
- 장갑 설계 및 평가 실험
- 실험 결과 및 분석
- 결론

장갑 착용의 효과와 문제점

효과	문제점
작업 환경으로부터 손의 보호 ▪ 내열/내동성 ▪ 화학/방사성 물질 차단 ▪ 외상성 상해 예방	손의 수행도 저하 ▪ 동작 민첩성 저하 ▪ 동작 정교성 저하 ▪ 최대 악력 저하 ▪ 촉감 인식력 저하 ▪ 동작 범위 제한

손의 수행도에 영향을 미치는 장갑 속성

크기

두께

표면
마찰계수

신축성

손의 수행도

- 동작 민첩성
- 동작 정교성
- 최대 악력
- 동작 범위
- 동작 편리성

- 손동작에 따른 손체표의 길이변화를 고려한 장갑 설계 필요

연구 목표

- **손동작에 따른 손체표 길이변화율의 장갑 설계 적용**
  - 동작 민첩성, 동작 정교성, 최대 악력, 토크, 동작 범위
- **장갑설계의 수작업 수행도 영향 파악**
  - 객관적 척도 (peg 삽입 작업 시간, 최대 악력)
  - 주관적 척도 (동작 불편성, 힘적용 불편성, 전반적 불만족도)
- **손체표 길이변화를 고려한 장갑 설계 방안 제안**

연구 방법

장갑 설계 대안 제작

- 손체표의 동적 길이 변화율
- 장갑 설계 패턴 고안

장갑 착용 시 손의 수행도 평가

- 수행작업
- 평가척도

장갑 설계 대안의 선호도 파악

- 장갑설계 선호도 분석
  - ✓ 분산분석
  - ✓ 상관분석
- 선호 원인 분석
  - ✓ 설문조사

장갑 설계 제안

- 설계 개선점 파악
- 적합한 장갑 설계 제안

손체표의 동적 길이 변화율

■ 손체표의 동적 길이변화율 (111~127%) (선미선 외, 2004)

손영역		손가락				
		엄지	검지	중지	약지	소지
손마디	여자	111	117 <	118 <	121 <	125
	남자	112	119 <	120 <	122 <	127
손등		116	112	113 ~ 114		

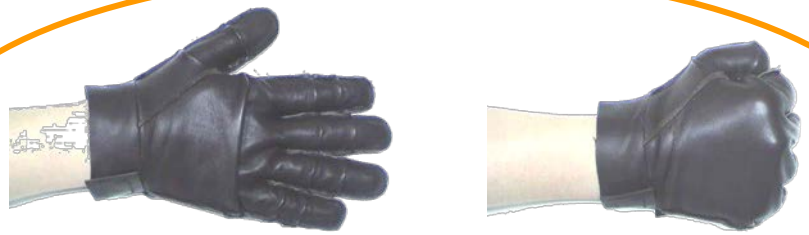
장갑 설계 적용:
장갑 관절 부분에서
동적길이변화를 수용

■ 관절의 굽힘 동작 범위 합 (Green and Heckman, 1993)

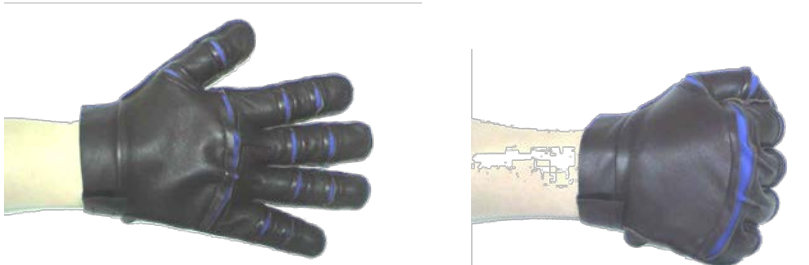
관절	손가락				
	엄지	검지	중지	약지	소지
중수지골	-	86°	91°	99°	105°
근위지	-	102°	105°	108°	106°
원위지	-	72°	71°	63°	65°
총합	-	260° <	267° <	270° <	276°

장갑 설계 대안

일반장갑



여유주름 장갑



탄성섬유 장갑

- 치수:
  1998년 US Army data 남성 50%ile 값
- 재질: 가죽

손부위별 여유주름 크기
= 손부위 길이 × 동적 길이 변화율

손부위		여유주름 크기 (단위: cm)
손영역	Digit	
손마디	D1	**0.8 (0.8)**
	D2	**1.4 (0.7)**
	D3	**1.6 (0.8)**
	D4	**1.7 (0.9)**
	D5	**1.7 (0.9)**
손등	D1	**1.1 (1.1)**
	D2	1.3 (0.8)
	D3	**1.6 (1.6)**
	D4	1.5 (0.8)
	D5	1.2 (0.8)

기존 연구의 장갑 착용 시 손의 수행도 평가

평가기준

- 동작 민첩성, 동작 정교성, 최대 악력, 토크, 동작 범위

동작 민첩성과 정교성

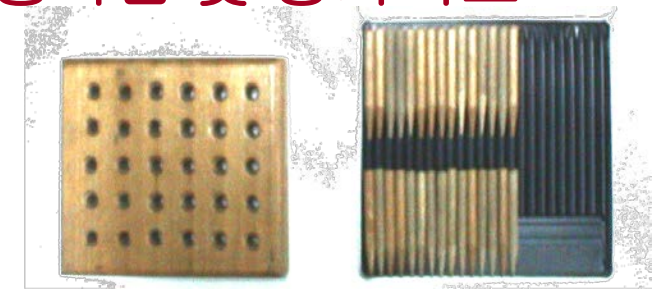
- 주로 작업 수행시간으로써 측정(장갑 착용 시 증가)
- Pegboard 작업, control 조작, 조립작업, 줄 묶기, 도구 사용 작업을 통해 평가

최대 악력

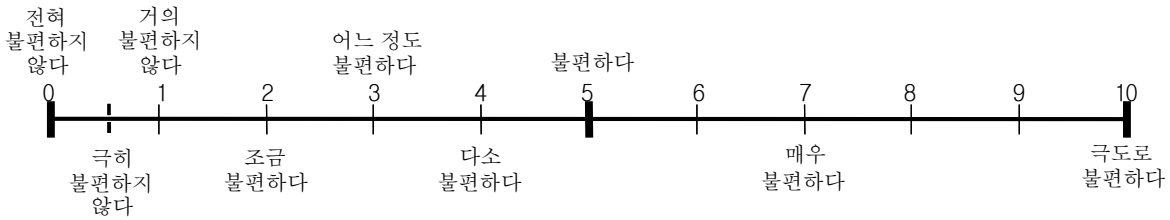
- 장갑 착용 시 악력 감소(Batra et al., 1994 외 다수)
- 장갑 착용 시 악력 증가(Mital et al., 1994; Shih et al., 2001)
- 장갑 재질의 영향 (Batra et al., 1994; Shih et al., 2001)

평가실험

■ 수행작업 및 평가척도



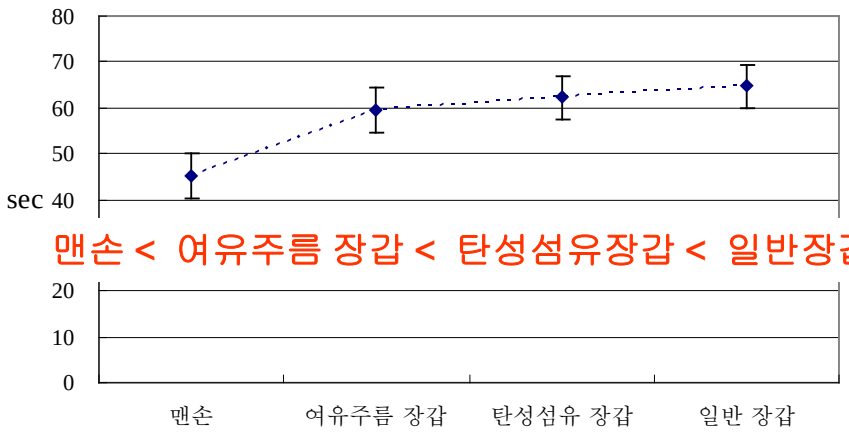
특성	수행 작업	
	Pegboard	그립
객관적	작업 수행시간(sec)	최대 악력(Kgf)
주관적	동작 불편성	힘적용 불편성
	전반적 불만족도	



■ 피실험자

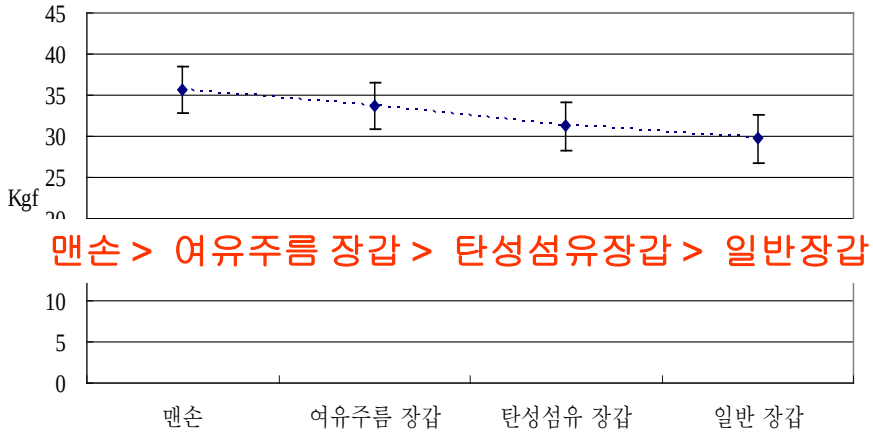
- 손길이 (18.9~19.5 cm)와 손둘레(20.8~21.4 cm)를 고려하여 선정된 20~29세 오른손잡이의 남성 24명

평가결과



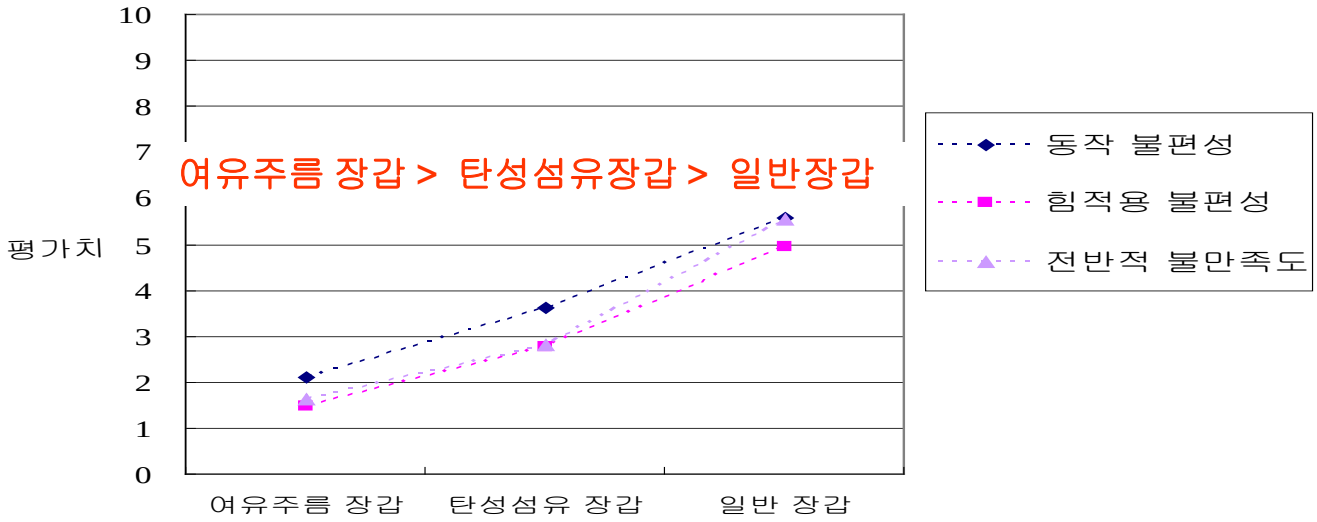
맨손 < 여유주름 장갑 < 탄성섬유장갑 < 일반장갑

작업 수행시간



맨손 > 여유주름 장갑 > 탄성섬유장갑 > 일반장갑

최대 악력



여유주름 장갑 > 탄성섬유장갑 > 일반장갑

주관적 평가척도

분산분석

평가척도	DF	MS	*F*
Pegboard 작업 수행시간	3	1822.3	76.43*
최대 악력	3	165.2	19.46*
동작 불편성	2	72.1	105.46*
힘적용 불편성	2	73.4	83.17*
전반적 불만족도	2	95.9	83.90*

* $p < 0.05$

Newman-Keuls 다중비교 분석(α= 0.05)

평가척도	장갑 종류 (선호 ← → 비선호)			
Pegboard 작업 수행시간	맨손	여유주름 장갑	탄성섬유 장갑	일반 장갑
최대 악력	맨손	여유주름 장갑	탄성섬유 장갑	일반 장갑
동작 불편성	여유주름 장갑	탄성섬유 장갑	일반 장갑	
힘적용 불편성	여유주름 장갑	탄성섬유 장갑	일반 장갑	
전반적 불만족도	여유주름 장갑	탄성섬유 장갑	일반 장갑	

상관분석

평가치		작업 수행시간	최대 악력	동작 불편성	힘적용 불편성	전반적 불만족도
객관적	작업 수행시간					
	최대 악력	-0.305*				
주관적	동작 불편성	0.381*	-0.233*			
	힘적용 불편성	0.157	-0.250*	0.789*		
	전반적 불만족도	0.168	-0.187	0.832*	0.905*	

* $p < 0.05$

➔ 주관적 평가척도들간 높은 상관관계

➔ 객관적 평가척도들간 낮은 상관관계

➔ 주관적 평가척도들과 객관적 평가척도들간 낮은 상관관계 혹은 상관관계 없음

장갑 선호도

■ 모든 평가척도에서 여유주름 장갑>탄성섬유 장갑>일반장갑 순으로 선호

- 여유주름 장갑과 탄성섬유 장갑은 손체표의 동적 길이변화를 고려하여 설계되어 동작 편리성이 높음
- 동적 길이 변화를 여유주름으로써 적용하는 것이 탄성섬유로 적용하는 것보다 선호도가 높음

■ 여유주름 장갑 및 탄성섬유 장갑의 설계 개선점

설계 요소	매우 작음	작음	조금 작음	적당함	조금 큼	큼	매우 큼
탄성섬유의 신축정도	-	6	13	5	-	-	-
설계 요소	매우 모자람	모자람	조금 모자람	적당함	조금 남음	남음	매우 남음
여유주름 크기	-	-	-	18	6	-	-

결론

- 손의 동적 길이 변화를 장갑 설계에 적용시킬 수 있음
  - 탄성섬유 장갑
  - 여유주름 장갑

- 작업 수행도 측면에서 여유주름 장갑>탄성섬유 장갑>일반장갑 순으로 선호됨
  - 동적 길이 변화가 적용된 장갑 설계는 장갑 착용이 손의 수행도에 미치는 부정적인 영향을 감소시킴

- 동적 길이 변화가 적용된 장갑의 설계를 개선하여 선호도를 향상시킬 수 있음

Q & A

경청해 주셔서 감사합니다.