creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

의류학석사 학위논문

현장 물류 배송 작업을 수행하는 택배 기사의 생리적 부담 측정 및 작업복 개선사항

Physiological monitoring and suggestions on workwear improvement for parcel delivery drivers in South Korea

2023년 2월

서울대학교 대학원

의류학과

임 가 영

현장 물류 배송 작업을 수행하는 택배 기사의 생리적 부담 측정 및 작업복 개선사항

지도교수 이 주 영

이 논문을 의류학석사 학위논문으로 제출함
2022년 10월

서울대학교 대학원
의류학과
임 가 영

임가영의 석사 학위논문을 인준함
2023년 1월

위 원 장 _____ 김 승 섭 _____ (인)

부위원장 _____ 김 시 연 _____ (인)

위 원 _____ 이 주 영 _____ (인)

초 록

지난 몇 년간 택배 기사는 산업재해를 비롯하여 과로사가 보고되었음에도 불구하고 대부분 특수형태근로종사자로 분류되어 업무상 질병현황을 파악하기 어렵고 정확한 과로사 원인을 규명하기 힘들다. 뿐만 아니라 업무 중 작업자를 부상으로부터 보호할 전용 작업복이나 안전장치와 같은 개인보호구가 개발된 바 없으며 관련 규정 또한 없는 실정이다. 이에 본 연구는 첫째, 실제 택배 기사의 일일 현장 작업 동안 인체 생리적 부담을 정량화하고 둘째, 생리적 부담을 경감하고 산업재해를 예방할 수 있는 작업복 개선방안을 도출하고자 하는 것을 목표로 했다. 본 연구에는 두 개의 물류센터, 총 40인의 현직 남성 택배 기사가 참여하였다. 심부온, 심박수, 요비중, 체중 변화량 등의 인체 생리 반응을 측정하고 심층 면접을 통해 작업환경과 작업복 개선방안에 대해 조사하였다. 생리적 부담을 정량화하여 분석한 결과, 과반의 참여자가 온열 질환 가이드라인 역치 범위를 넘어섰음을 확인하였다. 택배기사의 의복 결정요인은 안전과 건강보다는 업무동작적합성이며 본 연구에서 이들의 생리적 부담이 높음을 확인한 바, 업무에 방해되지 않으면서 작업자의 안전과 건강을 보호하는 작업복 개발이 필요함을 확인했다. 본 연구의 데이터는 작업-휴식 사이클, 개인보호구 착용 등 안전한 작업환경을 위한 가이드라인 개발의 기초자료로 활용될 수 있다.

주요어 : 택배 기사, 온열 질환, 생리적 부담, 산업 재해, 작업복, 개인보호구
학 번 : 2021-26216

목 차

제 1 장 서 론 1

제 2 장 방 법 4
제 1 절 연구설계 4
제 2 절 피험자 4
제 3 절 작업환경 7
제 4 절 측정 및 조사항목 7
제 5 절 데이터 분석 10

제 3 장 결 과 11
제 1 절 작업환경 및 실태 11
제 2 절 인체생리반응 및 업무 중 관련 경험 조사 13
1. 심부온 13
2. 심박수 16
3. 요비중 19
4. 체중 변화량 20
5. 업무 중 행동 및 경험 조사 21
제 3 절 작업복 25
1. 작업복 착의실태 및 항목별 개선요구사항 25
1) 택배 기사 착용의복 및 기기 25
2) 업무 중 부상 및 보호대/안전장치 착용 26
3) 항목별 불만 및 개선요구사항 27
① 조끼 27
② 작업장갑 28
③ 안전화 30
④ 강수 관련 31
2. 웨어러블 기기 도입 32

제 4 장 논 의 34
제 1 절 택배기사의 생리적 부담 및 직업성 부상 위험 34
제 2 절 개인보호구 및 웨어러블 기기 37
제 3 절 한계점 39

제 5 장 결 론 41

참고문헌 42
Appendix 44
Abstract 48

표 목차

[표 1] Age and physical characteristics of participants..... 5

[표 2] Participant characteristics..... 6

[표 3] Environmental conditions of study sites 11

[표 4] Work schedule and workload of participants from site A and site B .. 12

[표 5] Body mass changes between different stages of the work shift for site A and site B. 20

그림 목차

[그림 1] Summary of procedures and measurements taken at the four stages of physiological monitoring. 8

[그림 2] (a) Warehouse of site A and (b) warehouse of site B 12

[그림 3] (a) Individual maximum core body temperature and (b) individual change in core body temperature of participants from site A and site B respectively ...14

[그림 4] Relationship between (a) maximum core body temperature and age, (b) change in core body temperature and age, (c) maximum core body temperature and body mass index, (d) change in core body temperature and body mass index, (e) maximum core body temperature and number of packages delivered, and (f) change in core body temperature and number of packages delivered across both sites A and B 15

[그림 5] (a) Individual peak heart rate and (b) individual change in heart rate of participants from site A and site B respectively. 16

[그림 6] Individual maximum heart rate as a percentage of age-predicted maximum heart rate of participants from site A and site B respectively. 17

[그림 7] Relationship between (a) maximum heart rate and age, (b) change in heart rate and age, (c) maximum heart rate as a percentage of age-predicted maximum heart rate and age, (d) maximum heart rate and body mass index, (e) change in heart rate and body mass index, (f) maximum heart rate as a percentage of age-predicted maximum heart rate and body mass index, (g) maximum heart rate and number of packages delivered, (h) change in heart rate and number of packages delivered, (i) maximum heart rate as a percentage of age-predicted maximum heart rate and number of packages delivered across both sites A and B..... 18

[그림 8] Distribution of individual pre-shift day 1 (D1) and pre-shift day 2 (D2) urine specific gravity.. 19

[그림 9] Individual percentage change in body weight between post-shift and pre-

shift measurement. 21
[그림 10] Participants' meal frequency based on interview responses 22
[그림 11] Effect of heat on participants' work based on interview responses 23
[그림 12] Heat-related symptoms experienced by participants during past month based on interview responses 24
[그림 13] Typical work attire worn by participants 26
[그림 14] Participants' affinity on bio monitoring wearable devices for workers' health based on interview responses 33

Appendix 그림 목차

[Fig. A1] Individual graphs of each participant's core temperature and heart rate (A01–A10). 43
[Fig. A2] Individual graphs of each participant's core temperature and heart rate (A11–A20) 44
[Fig. A3] Individual graphs of each participant's core temperature and heart rate (B01–B10)..... 45
[Fig. A4] Individual graphs of each participant's core temperature and heart rate (B01–B20)..... 46

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 배경

본 연구는 택배 기사의 업무 중 생리적 부담 수준을 정량화하고 작업복 개선방안 제안을 비롯한 안전한 작업환경을 위한 가이드라인 개발을 목적으로 한다. 택배 기사의 경우, 최근 다년간 다수의 산업재해 및 과로사가 보고되고 있다. 특히 코로나19로 인한 온라인 거래량의 증가로 택배물동량이 증가함에 따라 택배 기사들의 노동강도가 심화되었음을 추정할 수 있다. 실제로 코로나19 유행 이후인 2020년에는 일 년 동안 택배기사 16명이 과로사로 의심되는 사망을 하였다(Cho & Baek., 2021).

그러나 택배 기사들은 대부분 특수형태근로노동자라 의무적인 산재보험 가입과 건강진단 대상에서 제외되어 업무상 질병현황을 파악하기 어렵고 정확한 과로사 원인을 규명하는 것도 힘들다. 이에 택배 기사의 직업성 건강 문제가 점차 대두되고 있음에도 불구하고 작업환경과 노동강도가 어떻게 그들의 건강에 영향을 미치는지, 어떤 요인들이 있는지 지금까지 조사가 이루어진 바 거의 없다.

택배 기사의 대표적인 산업재해인 근골격계질환과 함께 우려되는 질환으로는 온열 질환이 있다. 택배 기사가 분류작업을 하는 물류센터는 대부분 지붕이 없는 야외환경이라 태양열에 그대로 노출되며, 실내 물류센터라고 하더라도 냉방시설과 환풍시설이 없어 높은 서열부담을 야기한다. 실제로 물류센터 내 더위로 인한 열 실신 사례가 국내에서

보고되기도 했다(Jang, 2021). 해외에서는 미국 UPS (United Parcel Service) 직원이 2022년 7월 열사병으로 갑자기 사망한 사례가 보고되었다(Todd, 2022). 이처럼 기후변화로 인해 여름철 평균기온이 상승하고 반복적인 폭염이 발생하면서 야외 작업자들은 고온다습한 환경에서 고강도의 업무를 수행하며 극한 열 스트레스에 노출되고 있다. 작업자가 열 스트레스를 겪으면서도 휴식을 취하지 못할 경우 열사병 사망을 포함한 심각한 건강 영향이 발생할 수 있다는 사례와 연구(Seng et al., 2018; Varghese et al., 2018; Ioannou et al., 2021)가 다수 보고되었는데 최근의 사례들을 통해 택배 기사가 위 같은 위험에 노출되어있음을 알 수 있다.

이처럼 택배 기사는 여러 산업재해 요인에 노출되었음에도 불구하고 그로부터 작업자를 보호할 작업복이나 안전장치와 같은 개인보호구가 규정된 바 없는 상황이다. 뿐만 아니라 특수형태근로노동자의 특성상 근무지로부터 작업복을 지급받는 것이 아니라 대부분 자기부담으로 작업복과 안전장치를 마련한다. 안전보건연구원의 “장시간 노동으로 인한 건강장해 및 과로사 예방 방안 연구”(2020)에 따르면 택배 기사는 업무 중 넘어짐, 떨어짐, 끼임, 불균형 및 무리한 동작, 교통사고, 근골격계질환 등의 재해 발생형태를 보이고 있다. 택배 기사를 앞서 서술된 요인들로부터 보호할 수 있는 적절한 작업복과 안전장치가 제공된다면 업무 중 재해를 줄일 수 있을 것이다.

이에 본 연구는 첫째, 실제 택배 기사의 생리적 데이터 실측을 통해 일일 현장 작업 동안 인체에 미치는 생리적 부담을 정량화하고자 한다.

둘째, 생리적 부담을 경감하고 산업재해를 예방할 수 있는 작업복 개선방안을 도출하고자 한다.

제 2 장 방 법

제 1 절 연구설계

위 두 가지 연구목표에 맞게 본 연구는 인체생리반응 측정과 심층면접이라는 두 가지 방법으로 수행되었다. 택배 기사가 근무를 하는 하루 동안 생리항목을 모니터링하고 기록하여 실측 생리적 데이터를 수집하였다. 생리적 데이터를 다층적으로 이해하고 택배 기사의 업무현황을 파악하기 위해 근무시간, 근무일, 작업물량 개수, 식사습관 등을 조사했다. 뿐만 아니라 업무로 인한 부상 및 질환 경험, 작업복 착의실태, 각 항목별 불만사항 등을 질의함으로써 택배 기사의 작업복 및 안전장치 개선점을 도출하였다. 본 연구는 2022년 9월 27~30일, 2022년 10월 5~7일에 데이터 수집을 실시하였으며 서울대학교 연구윤리위원회의 승인을 받아 수행하였다(SNU IRB No. 2207/004-006).

제 2 절 피험자

본 연구는 두 개의 택배사 물류센터에서 진행되었으며 각 현장 당 20인의 현직 남성 택배 기사가 참여하여 총 40인이 참여하였다. 모집 당시 근무 경력에 관계 없이 택배 배송 업무를 본업으로 하는 20~60대 성인 남성 택배 기사를 모집하였다. 모든 피험자는 대면 만남을 통해 모집문, 설명문 및 동의서를 제공받고 측정/조사과정에 대해 충분한 설명을 들은 뒤 참여의사를 결정하였다. 연구참여 작업자들이 외부의 압력에 의해 참여의사를 결정하지 않도록 현장 내 관리자와 독립적인

공간에서 모집과정을 진행하여 자발적 참여의사를 보인 작업자만 본 연구에 참여하였다. 기기의 제약으로 인해 하루에 10인씩 연구에 참여하였다.

피험자의 연령, 신장, 체중, 체표면적, 체질량지수 평균값 및 최소값, 최대값은 Table 1에서, 각 피험자의 개별값은 Table 2에서 확인할 수 있다.

Table 1 Age and physical characteristics of participants.
Mean (range) or number (N) is given.

	Site A (N=20)	Site B (N=20)
Age (year)	49 (32–65)	44 (36–53)
Height (cm)	173.4 (164.5–181.1)	168.9 (158.9–185.3)
Weight (kg)	73.9 (58.8–111.8)	69.6 (55.8–93.7)
Body Surface Area (m^2)	1.9 (1.7–2.3)	1.8 (1.7–2.2)
Body Mass Index (kg/m^2)	24.5 (19.2–35.9)	24.4 (18.8–34)

Table 2 Participant characteristics

	Age (y)	Height (cm)	Weight (kg)	BSA (m^2)	BMI (kg/m^2)
A01	43	177.5	76.76	1.98	24.36
A02	47	171	74.59	1.91	25.51
A03	42	176.5	111.8	2.32	35.89
A04	50	167.5	60.61	1.72	21.6
A05	44	172.5	64.76	1.81	21.76
A06	46	177	78.98	2	25.21
A07	59	165	72.1	1.83	26.48
A08	49	179.5	73.06	1.96	22.68
A09	35	180.5	87.95	2.13	26.99
A10	62	169	63.59	1.77	22.26
A11	65	172.5	65.94	1.82	22.16
A12	51	173.5	78.9	1.97	26.21
A13	49	164.5	69.43	1.8	25.66
A14	53	177.5	79.59	2.01	25.26
A15	48	175.5	78.89	1.99	25.61
A16	54	176	64.96	1.83	20.97
A17	56	167.8	58.78	1.7	20.88
A18	47	168.8	63.07	1.76	22.13
A19	32	175.5	59.21	1.76	19.22
A20	46	181.1	94.89	2.2	28.93
B01	47	166.4	73.23	1.85	26.45
B02	36	162	66.63	1.75	25.39
B03	36	164.9	70.8	1.82	26.04
B04	52	164.6	66.14	1.76	24.41
B05	43	173.3	60.33	1.76	20.09
B06	50	165.1	69.37	1.8	25.45
B07	49	171.3	55.76	1.69	19
B08	41	185.3	93.65	2.22	27.27
B09	41	162.9	60.99	1.69	22.98
B10	48	172.1	65.2	1.81	22.01
B11	39	167.7	67.46	1.8	23.99
B12	51	173.7	78.84	1.97	26.13
B13	42	172.4	73.1	1.9	24.59
B14	38	166.2	66.4	1.78	24.04
B15	43	158.9	85.91	1.92	34.02
B16	44	169.8	57.04	1.69	19.78
B17	43	179.4	84.24	2.08	26.17
B18	40	172.7	56.03	1.7	18.79
B19	43	166.3	77.08	1.89	27.87
B20	53	163.9	63.13	1.72	23.5

제 3 절 작업환경

데이터 수집이 이루어지는 동안 각 현장의 환경온도, 상대습도, 흑구습구온도를 측정하였다(QUESTemp QT-44, 3 M, Shoreview, Minnesota, U.S.; EL-USB-2-LCD+, Lascar Electronics, Salisbury, U.K.). 상차 작업을 하는 동안(Phase 1)은 모든 작업자가 물류센터에 있다는 점을 반영하여 A 현장은 물류센터가 위치한 지하주차장 내에, B 현장은 작업자가 일하는 곳인 지붕 밑에 측정기기를 위치시켰다. 두 기기 모두 측정 간격은 5분으로 설정하였다. 흑구습구온도를 기록하는 QUESTTemp는 삼각대를 이용하여 지면으로부터 1.5m 높이에 고정하였다. 배달 작업을 하는 동안(Phase 2)은 각자의 배달지로 이동하여 각 작업자마다 노출된 환경이 달랐으나 기기의 제약으로 각 작업자 40인의 환경을 개별적으로 측정할 수 없었다. 따라서 배달지가 물류센터를 기반으로 하여 일정 반경 내에 분포되어있는 점을 고려하여 각 물류센터 근처 야외환경 한 지점을 대표적으로 선정하였다.

제 4 절 측정 및 조사항목

모든 측정은 각 물류센터에서 수행되었다. 각 참여자는 근무 전 아침(Pre-Shift), 상차를 마친 후 배달을 나가기 전 (Mid-Shift), 일일 근무를 마친 후 물류센터로 복귀 후(Post-Shift), 익일 아침 근무 전(Day 2 Next morning) 총 네 번에 걸쳐 측정 과정에 참여하였다. 상세한 프로토콜은 아래 그림에서 확인할 수 있다(Fig. 1). 택배 기사는

작업자마다 작업수행시간, 물류센터 도착/출발시각이 다른 점을 고려하여 물류센터에 연구진이 대기하고 참여자가 도착 후 준비되는 대로 각 측정과정을 수행하였다.

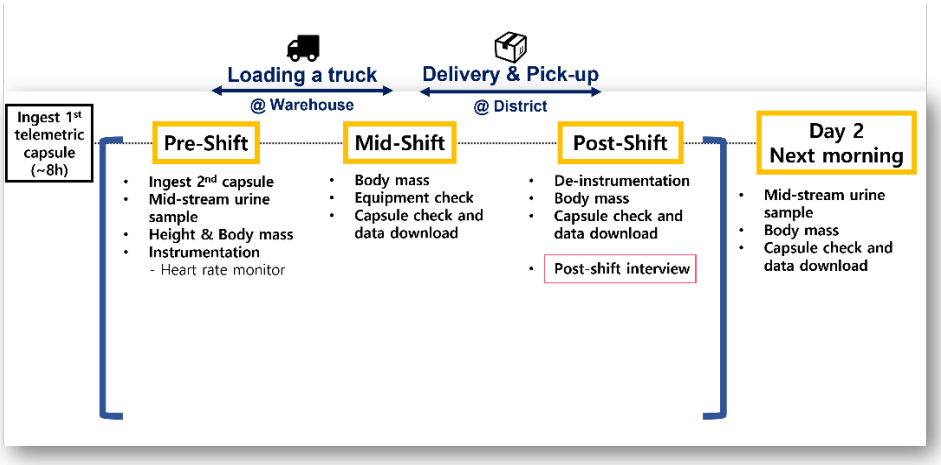

Fig. 1 Summary of procedures and measurements taken at the four stages of physiological monitoring.

본 연구에서 수집한 데이터는 인체생리반응 측정을 통해 기록한 데이터와 심층면접을 통해 획득한 데이터가 있다. 첫째, 인체생리반응 항목으로는 심부온, 심박수, 피부온, 요비중, 체중 변화량이 있다. 심부온은 알약형 센서로 일일 업무 내내 연속측정하였으며 무선 데이터 로거를 통해 1분 간격으로 데이터를 수신하였다(e-Celsius and e-Viewer, BodyCap, Hérouville-Saint-Clair, France). 안정화된 데이터 확보를 위하여 알약형 센서는 참여일의 근무 시작 시간 기준 최소 8시간 전인 전날 밤에 섭취하도록 안내하였다. 전날 밤에 섭취한 센서가 참여일 도중에 배출되는 경우를 고려하여 참여 당일 아침 물류센터에 도착하자마자 두 번째 캡슐을 섭취하도록 하여 데이터 손실을

방지하였다. 예를 들어, 9월 27일에 연구를 참여하고 오전 5시부터 업무를 시작하는 경우, 전날 밤인 9월 26일 오후 9시 전에는 첫 번째 센서를 섭취하도록 안내하였고 9월 27일 오전 5시 이전에 현장에 도착하여 두 번째 센서를 섭취하게 하였다. 심박수는 가슴 스트랩 및 시계 착용을 이용하여 1초 간격으로 연속측정하였다(Polar Unite watch and chest-based H10 sensor, Polar Electro, Kempele, Finland). 작업에 주는 영향을 최소화하기 위해 언급된 모든 측정장비 및 센서는 무선으로 작동하는 것을 사용하였다. 요비중 측정은 중간 소변 샘플 수집을 통해 이루어졌으며 작업자의 탈수 정도를 확인하기 위한 목적으로 수행되었다. 연구참여 당일 아침과 익일 아침 근무 전에 각각 소변 샘플을 수집하고 굴절계(PAL-10S, ATAGO®, Saitama, Japan)를 이용하여 총 두 번 요비중을 측정하였다. 체중은 업무 시작 전, 휴식(점심)시간, 업무 종료 후, 익일 업무 시작 전에 측정(R-R-M5T-TXscale, Atflee, Seoul, Korea)하여 변화를 기록하였다. 연구를 진행하는 동안 참여자의 음수와 음식 섭취, 배출 및 배설에 전혀 제한을 두지 않고 평소 업무시와 똑같이 하도록 안내하였다.

둘째, 택배 기사의 작업 조건 및 작업복 개선사항을 조사하고자 40인의 참여자와 모두 일대일 심층면접(In Depth Interview)을 실시하였다. 심층면접은 참여자가 일일 근무를 마친 후, 물류센터 내 제삼자가 인터뷰 내용을 들을 수 없는 곳에서 반구조화(Semi-structured)된 질문지를 이용하여 일대일로 진행되었다. 심층면접 내용은 응답자의 동의를 구한 후 녹음되었다.

제 5 절 데이터 분석

흑구습구온도(WBGT)는 아래 식을 이용하여 계산하였다.

$$WBGT(°C) = (0.7 \times T_{nwb}) + (0.2 \times T_g) + (0.1 \times T_a)$$

T_{nwb} = natural wet bulb temperature (represents integrated effects of humidity, radiation + wind)

T_g = globe temperature (represents integrated effects of radiation + wind)

T_a = ambient temperature

심부온, 심박수 데이터는 근무 시작 전 아침(Pre-Shift)부터 당일 근무를 마친 후(Post-Shift)까지의 데이터를 분석에 포함하였다. 안정화된 데이터 확보와 일관성을 위해 첫 번째 섭취한 심부온 센서를 우선적으로 선택하였고 첫 번째 센서가 배출되어 데이터 추출이 불가능한 경우에만 두 번째 센서 데이터를 분석에 포함하였다. 뜨거운 액체, 차가운 액체를 포함한 음식물 섭취로 인해 심부온 센서가 영향을 받은 것으로 확인되는 경우 데이터 클리닝을 하였다. 심박수는 심부온과 분석 간격을 맞추기 위해 1초 간격으로 기록된 것을 1분 단위로 평균하여 분석하였다. 심부온과 심박수 모두 베이스라인은 가장 낮은 지점의 5분 데이터를 평균하여 산출하였다. 심부온과 심박수 데이터는 Microsoft Excel 2019 Analysis Toolpak(Microsoft, Redmond, WA, U.S.)을 이용하여 연령, 체질량지수, 당일 작업물량 개수와의 상관관계를 분석하였다.

제 3 장 결 과

제 1 절 작업환경 및 실태

연구가 진행된 두 현장(A 현장, B 현장)은 모두 수도권에 위치한 물류센터이다. 데이터 수집 당시 각 현장의 환경온도, 상대습도, 흑구습구온도는 Table 3에서 확인할 수 있다.

Table 3 Environmental conditions of study sites.
Phase 1 refers to while participants were loading a truck and phase 2 refers to while participants were delivering packages.

	Site A			Site B		
	Ta (°C)	%RH	WBGT (°C)	Ta (°C)	%RH	WBGT (°C)
Phase 1	23.1 (22.7-23.6)	64 (57-65)	19.5 (19.1-21.0)	14.7 (11.5-19.0)	79 (60-91)	13.2 (10.7-16.1)
Phase 2	21.3 (17.0-26.5)	77 (55-96)	19.3 (16.5-23.5)	18 (14.4-21.9)	70 (49-92)	17 (13.5-23.4)

A 현장은 실내 지하주차장에 소재한 물류센터이며 창문이 없다(Fig. 2a). 택배 기사는 정해진 구역에 탑차를 주차하고 이미 분류된 상자들을 수레를 이용하여 자신의 구역으로 이동한 후 탑차에 상자들을 싣는다. 이 작업을 '상차(上車) 작업'이라고 한다. 상차 작업을 마친 작업자는 물류센터를 떠나 정해진 배달지에서 배달 작업을 수행한다. B 현장은 숲이 근처에 있는 야외 물류센터이며 작업자는 지붕이 덮인 컨베이어 벨트 옆에서 상차 작업을 한다(Fig. 2b). A 현장 작업자와 마찬가지로 상차 작업을 마친 후에 배달 작업을 수행하지만 다른 점은 각

거래처에서 물건을 수거하여 다시 물류센터로 가져오는 '집화(集荷) 작업'이 업무에 포함되어있다는 점이다.

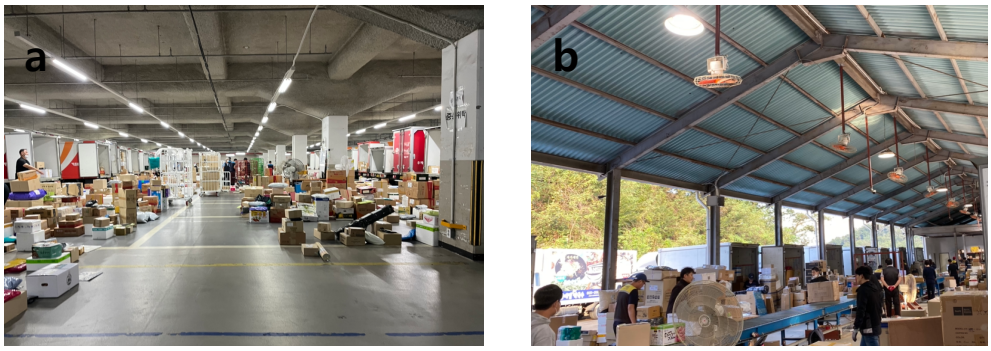

Fig. 2 (a) Warehouse of site A and (b) warehouse of site B

본 연구에 참여한 작업자의 일일 평균 근무시간, 주당 근무일수, 연구참여 당일 작업물량 개수를 조사한 결과는 Table 4와 같다. A 현장은 일일 작업물량 개수가 최대 250개로 제한되어 있는 반면에 B 현장은 일일 작업물량 개수에 제한이 없다. A 현장 작업자는 화요일~토요일 주 5일 일하며 B 현장 작업자는 주로 월요일~토요일 주 6일 일하지만, B 현장의 경우 성수기나 연휴 등으로 인해 물량이 급증하는 때에는 근무일에 물량을 시간 내에 다 배달하지 못할 것을 대비하여 일요일과 휴일에도 작업을 한다고 응답하였다.

Table 4 Work schedule and workload of participants from site A and site B

	Work hours per day	Workdays per week	Number of parcels
Site A	11.0 (9-14)	5	207 (160-250)
Site B	12.4 (9-16)	6-7	311 (150-157)

제 2 절 인체생리반응 및 업무 중 관련 경험 조사

1. 심부온

작업 중 심부온을 연속측정한 결과 최대심부온이 38°C가 넘는 작업자는 A 현장에서 6명(30%), B 현장에서 7명(35%)으로 총 40명 중 13명(35%)이었다(Fig. 3a). 두 명을 제외하고 모든 작업자가 배달 중(Phase 2)에 최대심부온을 기록했다(Appendix). 최대심부온의 평균값은 A 현장과 B현장 모두 37.9°C이었으며 A 현장 작업자 중 최대값은 38.34°C, B 현장 작업자 중 최대값은 38.37°C이었다. 심부온 변화는 작업 중 최대심부온과 베이스라인의 차로 계산했다(Fig. 3b). 그 결과 일하는 동안 심부온이 1°C 이상 상승한 작업자는 A 현장에서 9명(45%), B 현장에서 15명(75%)으로 총 40명의 과반인 24명(60%)에 달했다. 이 중 5명은 1.5°C 이상의 상승값을 보였으며 B 현장에서는 심부온이 작업 중 1.91°C 상승한 작업자도 있었다.

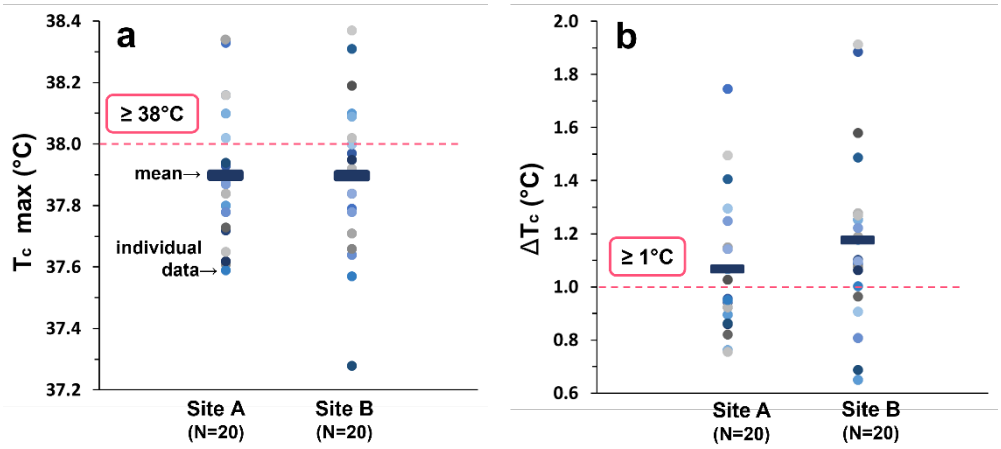

Fig. 3 (a) Individual maximum core body temperature and **(b)** individual change in core body temperature of participants from site A and site B respectively. The solid blue line represents the mean value while individual responses are represented as closed circles.

심부온과 상관관계를 가지는 요인을 파악하고자, 최대심부온과 연령, 체질량지수, 당일 작업물량 개수와의 상관관계를 각각 분석한 결과 결정계수(R^2) 값이 모두 0.1 이하로 매우 약한 상관관계를 보임을 확인하였다 (Fig. 4a–4e). 같은 지표들을 심부온 변화와 상관관계 분석한 결과, 결정계수 값이 모두 0.18 미만으로 마찬가지로 약한 상관관계를 확인하였다.

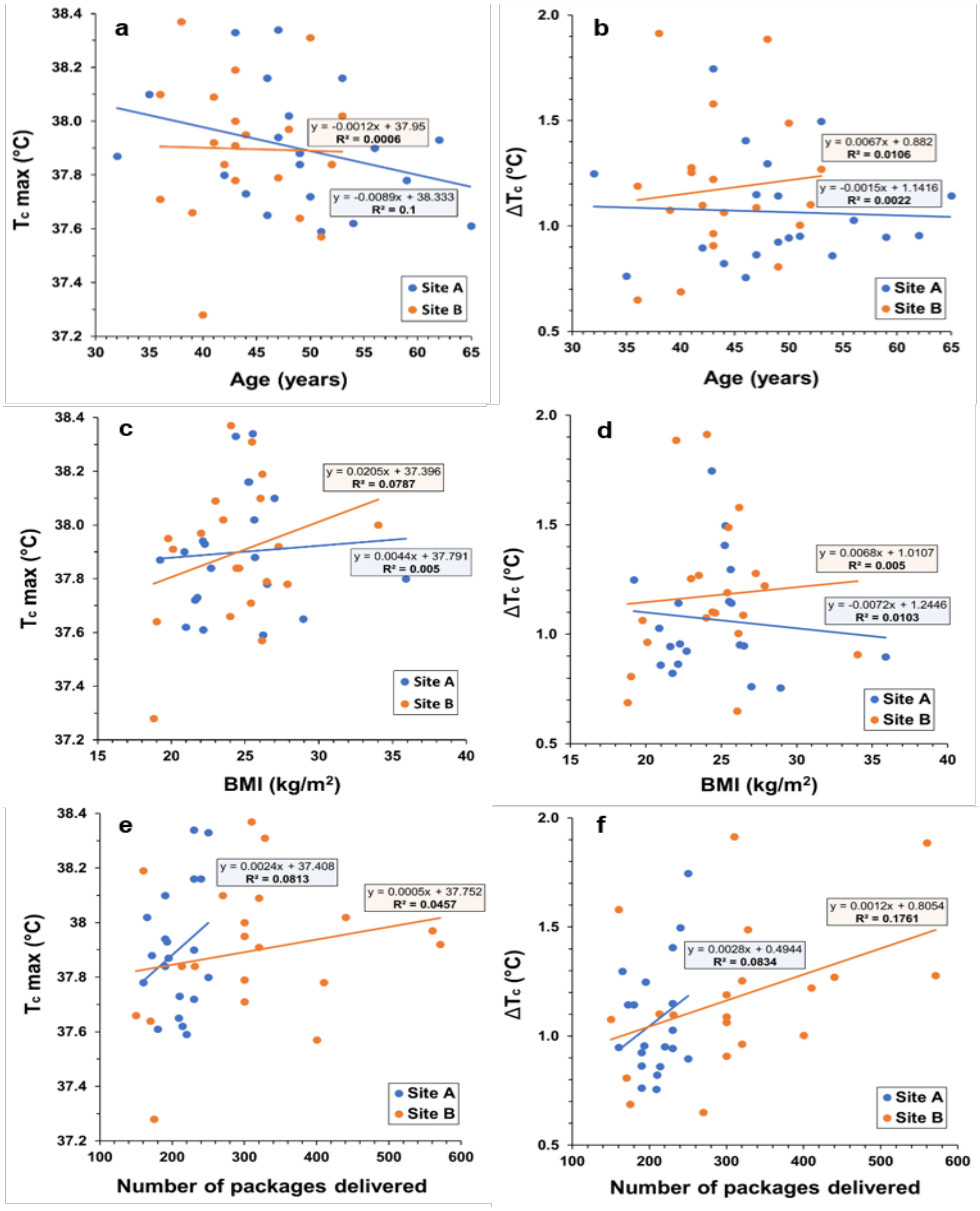

Fig. 4 Relationship between **(a)** maximum core body temperature and age, **(b)** change in core body temperature and age, **(c)** maximum core body temperature and body mass index, **(d)** change in core body temperature and body mass index, **(e)** maximum core body temperature and number of packages delivered, and **(f)** change in core body temperature and number of packages delivered across both sites A and B

2. 심박수

작업 중 최대심박수 실측치(Peak HR)는 A 현장의 경우 평균 136 bpm, B 현장의 경우 평균 139 bpm이었다. 이 중 130 bpm을 넘는 작업자는 A 현장 15명, B 현장 14명으로 총 29명인 72.5%이었다(Fig. 5a). 심박수 변화량은 최대심박수 실측치에서 베이스라인의 차로 계산하였다. 그 결과 A 현장의 심박수 변화량 평균값은 57 bpm이었으며 B현장의 경우 60 bpm이었다(Fig. 5b). 작업 중 80 bpm 이상의 심박수 상승을 보인 작업자는 두 현장을 합하여 3인 있었다.

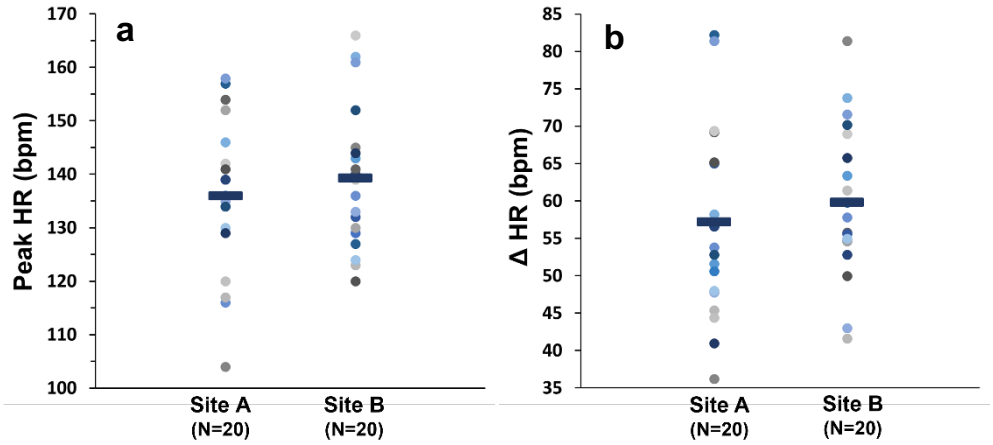

Fig. 5 **(a)** Individual peak heart rate and **(b)** individual change in heart rate of participants from site A and site B respectively. The solid blue line represents the mean value while individual responses are represented as closed circles.

작업 중 보인 최대심박수 실측치와 연령을 통해 추정한 최대심박수(220-연령)를 비교한 결과 평균적으로 추정 최대심박수의 약 80%에 도달했다(Fig. 6). 이 중 11명(27.5%)은 추정 최대심박수의 85%에 도달하였다. A 현장에서는 1명이, B 현장에서는 3명이 작업 중 최대심박수 추정치의 90%에 도달하였다.

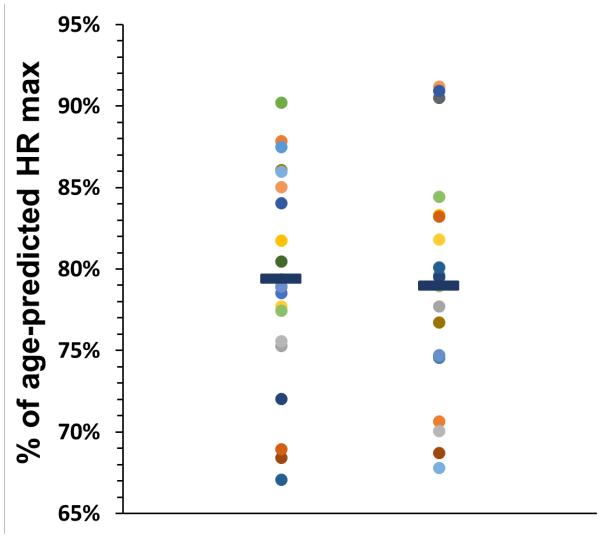

Fig. 6 Individual maximum heart rate as a percentage of age-predicted maximum heart rate of participants from site A and site B respectively. The solid blue line represents the mean value while individual responses are represented as closed circles. Age-predicted maximum heart rate is defined as (220 – age).

심박수와 상관관계를 가지는 요인을 파악하고자, 각각의 지표들(최대심박수 실측치, 심박수 변화량, 최대심박수 실측치와 추정치의 비)을 연령, 체질량지수, 당일 작업물량 개수와의 상관관계를 각각 분석하였다(Fig 7). 그 결과 결정계수(R^2) 값이 대부분 0.2 이하로 산출되어 심박수와 연령, 체질량지수, 작업물량 수는 약한 상관관계를 가짐을 확인하였다.

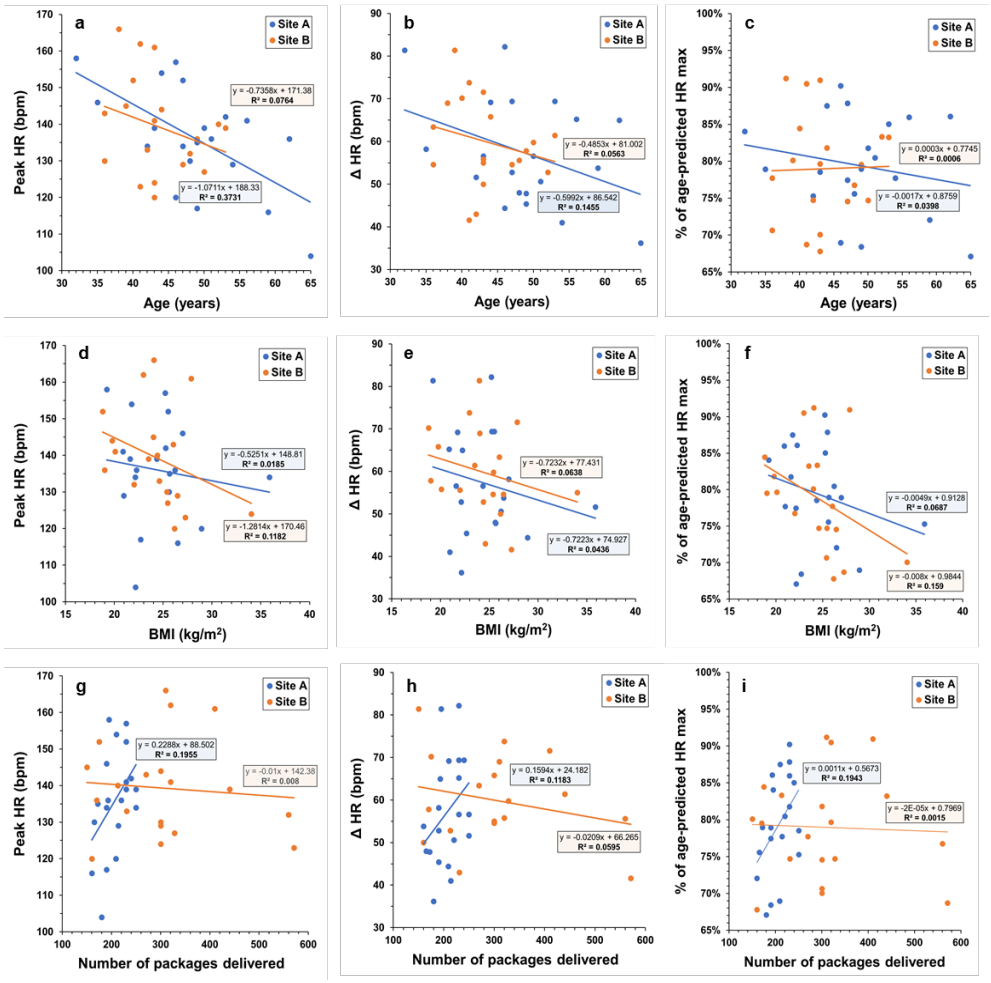

Fig. 7 Relationship between **(a)** maximum heart rate and age, **(b)** change in heart rate and age, **(c)** maximum heart rate as a percentage of age-predicted maximum heart rate and age, **(d)** maximum heart rate and body mass index, **(e)** change in heart rate and body mass index, **(f)** maximum heart rate as a percentage of age-predicted maximum heart rate and body mass index, **(g)** maximum heart rate and number of packages delivered, **(h)** change in heart rate and number of packages delivered, **(i)** maximum heart rate as a percentage of age-predicted maximum heart rate and number of packages delivered across both sites A and B.

3. 요비중

요비중은 첫째 날 근무 전 아침과 이튿날 근무 전 아침을 비교한 결과, A 현장은 평균값이 1.0200에서 1.0219으로 상승하였으며 B 현장은 1.0197에서 1.0217으로 상승하였다(Fig. 8). 요비중 값 1.025 이상을 보여 탈수 상태로 분류될 가능성을 보인 작업자는 1일차 아침의 경우 두 현장을 합하여 40명 중 6명(15%), 2일차 아침의 경우 7명(17.5%)이었다.

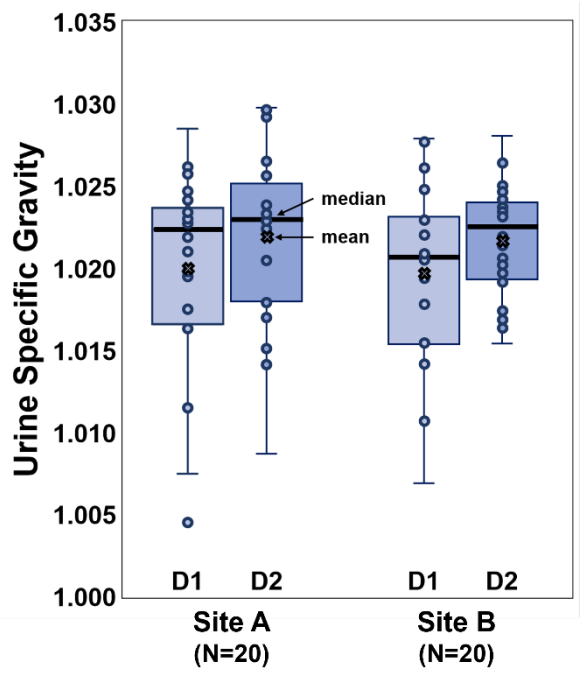

Fig. 8 Distribution of individual pre-shift day 1 (D1) and pre-shift day 2 (D2) urine specific gravity. The thick black line represents the median, and the cross represents the mean value for pre-shift day 1 (D1) and pre-shift day 2 (D2) urine specific gravity.

4. 체중 변화량

Table 5 Body mass changes between different stages of the work shift for site A and site B. Data expressed as mean (range).

		Mid-Pre	Post-Mid	Post-Pre	Day2-Pre
Body Mass Change (kg)	Site A	-0.46 (1.52-0.39)	-0.97 (2.44-0.49)	-1.38 (3.02-0.21)	-0.58 (2.23-0.63)
	Site B	-0.16 (1.02-0.68)	-0.86 (2.30-1.89)	-1.03 (3.09-0.99)	-0.52 (1.92-0.11)

체중은 총 4회 측정하여 각 단계별 변화량을 계산한 결과 위 표(Table 5)와 같이 산출되었다. 일일 근무 후(Post-Pre) 총 40명 중 5명을 제외한 35명(87.5%)이 모두 체중 감소를 보였다. 특히 일일 근무 후 2 kg 이상의 체중 감소를 보인 참여자는 총 10명(25%)이었으며 이 중 3명(7.5%)은 3 kg 이상의 체중이 감소되었다. 익일 아침(2일차 아침)과 근무 전 아침(1일차 아침)을 비교했을 때에도 5명을 제외한 35명(87.5%)이 모두 체중 감소를 보였다. 이 중 1 kg 이상의 체중이 감소된 작업자는 A 현장에서 6명, B 현장에서 3명으로 총 40명 중 9명(22.5%)이었다.

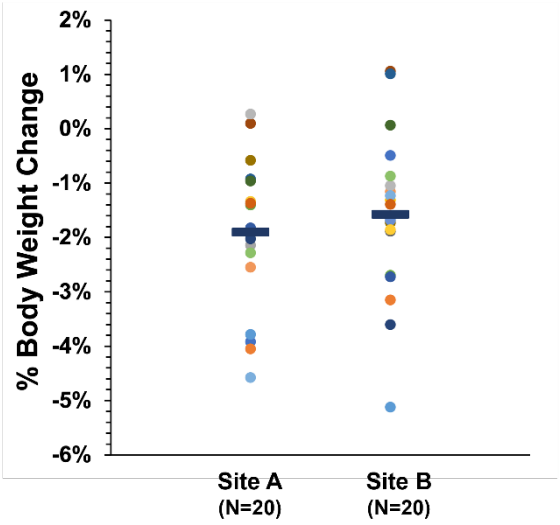

Fig. 9 Individual percentage change in body weight between post-shift and pre-shift measurement.
% Body weight change = (Post-shift body weight – Pre-shift body weight)/ Pre-shift body weight * 100

자신의 체중 대비 체중 변화량을 백분율로 계산한 결과는 위 그림(Fig 9)에서 확인할 수 있다. 자신의 체중 대비 -1.5% 미만의 체중 변화, 즉 1.5% 초과 체중이 감소된 작업자는 A 현장에서 10명, B 현장에서 10명으로 총 40명 중 20명(50%)이었다. 이 중 3% 초과 체중이 감소된 작업자는 A 현장에서 4명, B 현장에서 3명, 총 7명(17.5%)이었으며 약 5.1%의 체중이 감소된 작업자도 있었다.

5. 업무 중 행동 및 경험 조사

인체생리반응을 다층적으로 이해하고자 업무 중 식사여부, 더위에 따른 작업에의 영향, 건강에의 영향을 심층면접을 통해 조사하였다. 식사 관련하여서는 40명 중 18명(45%)이 바쁜 날에는 아침과 점심을 모두 먹지 않는다고 응답하였다(Fig 10). 40명 중 10명(25%)은 근무일에

매일 아침과 점심을 모두 거른다고 응답하였다. 근무 중 점심을 먹는다고 응답한 경우도 차에서 운전을 하면서 먹거나 10분 내로 간단한 편의점 음식을 먹는다고 응답하였다. 아침의 경우에도 물류센터에서 트럭 옆에 서서 컵라면을 먹거나 빵이나 떡과 같은 간단한 음식을 물류센터 바닥에 앉아 먹는 것으로 확인되었다. 간혹 식당에서 먹는 경우는 물량이 비교적 적은 월요일에만 식당에 간다고 응답한 작업자도 있었다. 끼니를 거르는 이유에 대해서는 시간을 잘 지키고 최대한 많은 물량을 빠른 시간 안에 작업해야 하는 일의 특성 상 밥 먹는 시간을 아껴 빨리 작업하는 것이 중요하다고 공통적으로 응답하였다. 물량이 많은 날은 밥을 먹을 시간을 전혀 낼 수 없다고 응답한 경우도 있었으며, 밥을 먹는 경우 배달을 다닐 때에 뛰고 움직이는 것이 힘들어 시간이 있어도 일부러 먹지 않는다는 응답도 있었다.

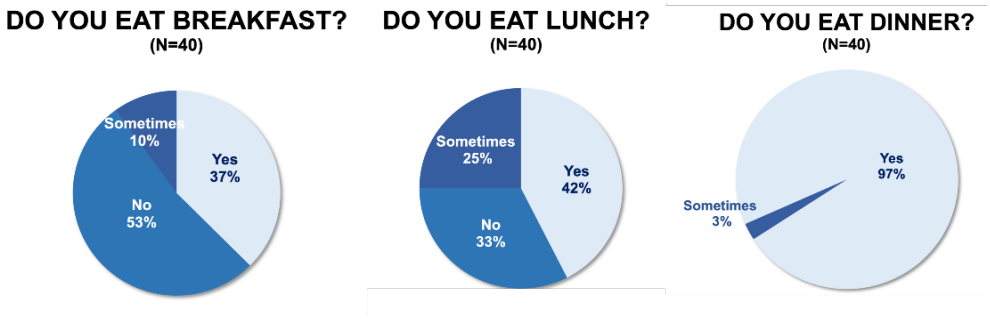

Fig. 10 Participants' meal frequency based on interview responses

'지난 한 달 동안 더위가 작업(작업 속도, 지속시간, 작업의 질)에 영향을 주었냐'는 질문에는 "전혀 그렇지 않았다"에 응답한 경우는 40명

중 0명이었다(Fig. 11). “매우 그러했다”와 “꽤 그러했다”에 응답한 수는 두 현장을 합하여 총 40명 중 33명(약 83%)이었다.

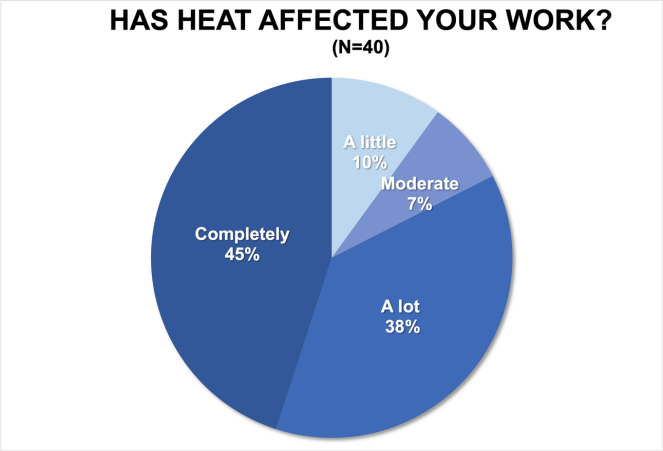

Fig. 11 Effect of heat on participants’ work based on interview responses

온열 질환 관련 경험을 물어본 결과, 더위에 노출된 후 감정 변화(화, 짜증)이 40명 중 33명(82.5%)로 가장 많았으며 다음은 더위로 인한 피로가 32명(80%)로 뒤를 이었다. 택배 기사의 업무가 고객 응대도 포함하고 있기에 더위로 인해 감정 변화를 느낄 때는 해당 업무에도 영향을 받고 있음을 체감할 수 있다고 응답하였다. 식욕 감퇴를 경험한 응답자는 과반인 26명(65%)였으며 12명(30%)은 더위에 노출된 후 설사나 묽은 변을 본 경험이 있다고 응답하였다. 응답자들은 설사나 묽은 변의 원인으로 여름철 차가운 물을 많이 마시기 때문이라고 공통적으로 추정하였다. 근육의 쥐나 경련을 경험한 응답자들은 일을 하면서 경험할 때도 있지만 여름철에 잠을 자는 도중 많이 경험한다고 응답하였다. 절반인 20명은 더위에 노출된 후 어지럼증을 느껴본 경험이 있으며 5명(12.5%)은 더위에 노출된 후 눈앞이 깜깜해지는 경험을 했다.

더위로 인해 위와 같은 증상이나 질환을 느끼는 경우에 동료와 공유하거나 직장에 보고하느냐는 질문에는 모든 응답자들이 그렇지 않다고 응답했다. 그 이유로는 '창피함을 느껴서'와 '이야기를 해도 어떤 변화를 기대하기 힘들다'는 의견이 주를 이루었다.

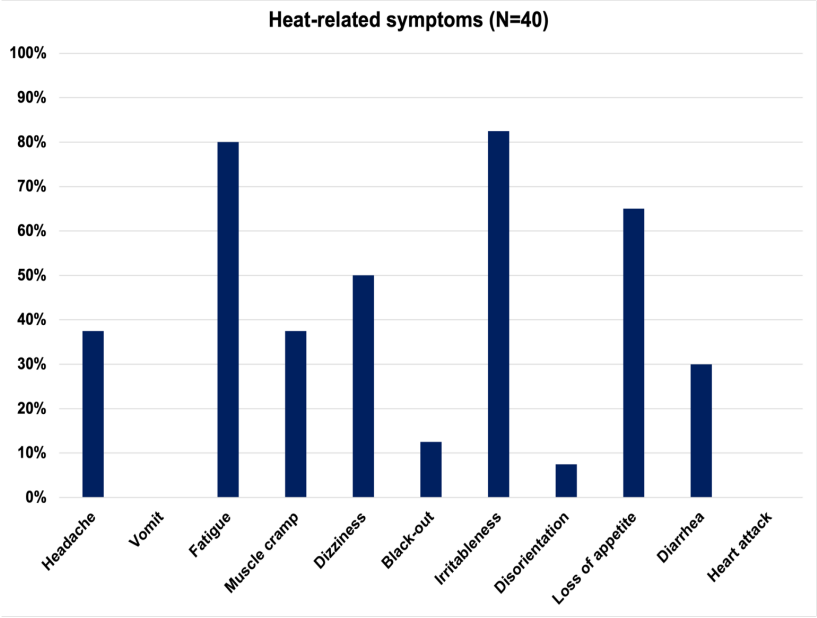

Fig. 12 Heat-related symptoms experienced by participants during past month based on interview responses

제 3 절 작업복

1. 작업복 착의실태 및 항목별 개선요구사항

본 연구에 참여한 40인과의 심층면접을 통해 응답자들이 업무 시 착용하는 작업복의 착의실태를 파악할 수 있었고 각 항목별로 느끼는 불편함과 개선을 희망한 점을 정리할 수 있었다.

1) 택배기사 착용의복 및 기기

응답자들은 정해진 작업복과 안전장치와 같은 개인보호구가 없다고 공통적으로 응답하였다. 근무지에서 지급받은 조끼와 겨울점퍼를 제외하고는 모두 개인이 자율적으로 구입한다고 하였다. 조끼와 겨울점퍼의 경우에도 본사에서 정한 규정이 있는 것이 아니라 사업장(물류센터 대리점)마다 자율적으로 지급하는 것으로 확인되었다. 즉, 사업장에서 지급하지 않는 경우 개인이 조끼와 겨울점퍼를 구매하는 경우도 있으며 관련된 규정은 없다. 다만 A 현장의 경우, 여름철 반바지를 입지 못하는 지침이 있다고 하였다.

공통적으로 응답자들이 착용한다고 응답한 의복으로는 조끼, 티셔츠, 바지, 양말, 신발이 있다(Fig 13). 이외 코로나19 유행 이후로 마스크 착용이 의무화되어 모든 작업자가 보건용 일회용 마스크 혹은 스포츠 마스크를 착용한다고 하였고 작업자에 따라 작업장갑, 쿨토시, 캡모자를 착용하는 경우가 있었다. 업무를 위해 소지하고 다니는 기기로는 넥밴드형 이어폰과 같은 무선 이어폰, 핸드폰 혹은 개인용 디지털 단말기(Personal Digital Assistant; PDA) 등이 있다.

Fig. 13 Typical work attire worn by participants

2) 업무 중 부상 및 보호대/안전장치 착용

업무 중 부상 경험에 대해 질의한 결과, 응답자 40명 중 40명 모두 넘어짐, 부딪힘, 긁힘, 떨어짐, 염좌, 근골격계 질환 중 최소 한 가지 이상을 경험하였다고 응답하였다. 부상 발생 부위 및 경위로는 이동수레와 탑차의 날카로운 모서리에 팔과 다리가 긁힘, 계단에서 넘어지거나 떨어짐, 탑차에서 떨어짐, 길에서 미끄러져 넘어짐, 탑차 상하차로 인한 발목 염좌, 중량물 운반과 상하차로 인한 허리, 팔목, 어깨, 무릎 통증 밑 근골격계 질환 등이 공통적으로 언급되었다. 그러나 부상 방지와 통증 완화를 위해 보호대나 안전장치를 착용한다고 응답한 작업자는 40명 중 두 명뿐이었다. 보호대를 착용한다고 응답한 작업자의 경우에도 부상 방지를 위해 항상 착용하는 것이 아니라 부상 발생 후에 통증 완화를 위해 일시적으로 착용하고 평소 업무 시에는 착용하지 않는다고 하였다. 보호대 착용을 꺼리는 이유로는 대부분의 작업자들이 보호대 착용이 업무에 방해가 되고 불편함을 유발하기 때문이라고 응답하였다. 이외에도 사비로 구입해야 하기에 필수로 입는 의복 외에는

경제적 부담이 되어 구입하지 않는다는 응답도 있었다.

3) 항목별 불만 및 개선요구사항

① 조끼

두 작업장 모두 사업장에서 작업자들에게 조끼를 지급하였으며 본 연구에 참여한 작업자 기준 조끼 착용률은 100%였다. 그러나 현재 지급받는 조끼의 소재가 더위를 유발하여 여름에 조끼로 인해 더위를 더욱 느낀다는 불만사항이 제기되어(사례 1) 흡한속건 소재 등 택배 기사의 서열부담을 완화시켜줄 수 있는 소재에 대한 필요성이 확인되었다. 이외에 주머니의 크기 및 위치가 사용기기를 넣기에 적합하지 않고(사례 2), 내구성이 약하다(사례 3)는 의견이 주를 이루었다. 그럼에도 조끼는 택배 기사임을 알려주는 유니폼의 역할을 하는 유일한 아이템이기에 조끼를 입어야 문제없이 건물 출입이 가능하여 원활한 업무 수행을 위해 착용한다고 하였다(사례 4).

> *"여름에 이 조끼를 입으면 너무 더워요. 통풍도 안 되고 땀도 배출이 안되는 것 같고. 시원한 소재의 조끼가 나왔으면 좋겠어요."* (사례 1)
>
> *"PDA기나 핸드폰이 들어가기에 주머니가 너무 작아요. 억지로 집어넣으려다보니까 주머니가 찢어지기도 해요. (주머니의) 위치도 불편해서 그냥 손에 들고 다닐 때도 있어요." (사례 2)*

“지퍼도 약하고 어디 걸리면 잘 구멍나고 찢어져요. 지금도 지퍼 고장났는데 그냥 입어요.” (사례 3)

“덥고 불편해도 조끼는 입어야 해요. 안 입으면 건물 들어갈 때 누가 문 안 열어주죠. 택배 기사인 걸 조끼를 통해 아니깐요. 조끼 없이 티셔츠만 입으면 탑차 모서리에 걸려서 티셔츠가 찢어지기도 해요”(사례 4)

② 작업장갑

공통적으로 가장 많이 불만을 표한 항목은 작업장갑이었다. 상자를 들 때 그립감 향상을 위해서, 날카롭거나 거친 물체로부터 손을 보호하기 위해서, 그리고 위생을 위해서 많은 택배 기사 작업자들이 장갑을 착용하였다. 착용하는 장갑의 종류로는 니트릴 폼 코팅이 부착된 미끄럼방지 작업장갑이 가장 많았으며 고무 반코팅 면장갑을 착용하는 작업자도 있었다. 장갑의 종류에 관계없이 공통적으로 제기한 불만사항으로는 손에 땀이 차는 문제가 있었다(사례 5). 겨울철에는 장갑이 추위로부터 손을 보호해줄 수 있지만 여름철 더운 날에는 장갑 착용이 통기성을 방해해 손에서 땀이 배출되지 않아 큰 불편을 겪는다고 응답하였다. 실제로 응답자 중에 다른 계절에는 장갑을 착용하지만 여름에는 더워서 착용하지 않는다는 응답자도 있었다. 택배 기사는 업무 특성 상 핸드폰 및 기기를 자주 사용해야 하는데, 한 배달지에 배달을 마치고 나면 PDA기 혹은 핸드폰 어플을 이용하여 시스템에 입력하고 고객에게 배송완료 메시지를 보내야 하기 때문이다. 업무 중간에

고객에게 오는 전화를 받거나 문자 메시지에 응답해야 하는 경우도 자주 있다. 그러나 택배 기사들이 착용하는 작업장갑은 미끄럼방지 코팅이 되어있어 장갑을 착용하면 기기의 터치화면 인식이 잘 되지 않는다는 문제가 있었다(사례 6). 터치인식이 가능하다고 홍보하는 제품을 구입했지만 인식이 원활하게 되지 않아 불편을 겪는다고 응답한 경우도 있었다. 이외에 내구성 문제도 지적되었다. 미끄럼방지가 되어있는 코팅면이 쉽게 벗겨지고 장갑에 구멍이 나는 등 쉽게 낡고 망가져 오래 사용하지 못한다고 응답하였다(사례 7). 땀 배출이 되지 않아 장갑이 젖어 자주 교체해야 한다고 응답한 경우도 있었다. 대부분의 응답자들은 일주일에 평균 2~3개의 장갑을 사용한다고 응답하였으며 이로 인해 가격에 부담을 느낀다고 하였다. 새것으로 교체하는 비용을 줄이고자 세탁하여 사용하는 작업자들도 있었다. 장갑의 경우 모두 자기 부담으로 구입하며 작업자들이 사용한다고 언급한 장갑들의 가격은 10켤레 기준 약 6천원에서 2만 5천원에 분포되어 있다.

> *"더운 날에는 손에 땀이 너무 차요. 안 그래도 더운데 장갑 때문에 더 답답하죠. 더워서 안 끼는 사람도 있을 거에요."* (사례 5)
>
> *"우리는 일하면서 계속 핸드폰에 입력해야 하는데 장갑을 끼면 터치(인식)가 안되니까 엄청 불편하죠. 터치 잘 되는 장갑 있었으면 좋겠어요."* (사례 6)
>
> *"미끄럼방지되는 걸 꼭 사려고 하는데 생각보다 금방*

낡아요. 일주일에 2~3개씩 껴요. 돈이 많이 나가니까 그냥 싼 거 많이 사서 쓰는 사람도 있고 빨아쓰는 사람도 있어요.” (사례 7)

③ 안전화

응답자들은 신발을 가장 중요한 항목 중의 하나로 꼽았다. 운전을 하는 시간 외에는 대부분 배달물품을 들고 걷거나 달려야 하기에 착용감과 발과 다리의 피로를 줄여주는 신발이 중요하다고 하였다. 특히 계단을 오르고 탑차에서 뛰어내리거나 올라타야 할 때 충격을 흡수해주는 가벼운 신발을 선호한다고 하였다. 이런 택배 기사의 작업신발 결정 기준은, 안전화를 지급받았지만 단 한 명도 착용하지 않는다는 A 현장의 사례에서 다시 확인되었다. A 현장 사업장에서 작업자들에게 무료로 안전화를 지급한 적이 있으나 본 연구에 참여한 20명 중 해당 안전화를 착용한다고 응답한 작업자는 없었다. (사례 8,9) 지급받은 안전화는 신발의 앞부분에 부상을 방지하기 위한 보호장치가 있다는 점에서 안전성은 인정하였지만 빨리, 오래 걷고 달려야 하는 택배 기사의 업무에 맞지 않아 착용하지 않는다고 응답하였다.(사례 10)

“딱딱하고 무거워서 불편해요. 받았는데 안 신어요.” (사례 8)

“택배 기사는 많이 걷고 달리니까 편하고 가벼운 게 제일 중요해요. (지급받은) 안전화는 무거워서 계단 타기

힘들어요. 아무도 안 신을 걸요?" (사례 9)

"(지급받은) 안전화가 (일반 운동화보다) 더 안전하긴 하죠. 무거운 거나 쇠 같은 거 떨어지면 다치지 말라고 앞에 보호장치가 달려있어요. 그래도 우리는 빨리 달려야하니까 가벼운 운동화가 최고에요." (사례 10)

④ 강수 관련

비 오는 날 우산을 착용한다고 한 응답자는 없었다. 배달 시 물건을 들고 핸드폰이나 PDA기와 같은 기기를 사용해야 하기 때문에 두 손의 자유로움을 위해서는 우산을 사용할 수 없다고 응답하였다(사례 11). 우의를 착용한다고 한 응답자는 총 40명 중 3명뿐이었다. 우의를 착용하지 않는 이유로는 '더워서'와 '불편해서'가 대부분의 의견이었다(사례 12). 즉, 대부분의 응답자들은 우산과 우의를 모두 사용하지 않고 비를 맞으면서 작업하는 것으로 확인되었다. 신발의 경우에는, 운동화를 신으면 운동화 구멍으로 비가 들어가 운동화를 신기에 불편하고 슬리퍼를 신는 경우 바닥이 미끄럽다는 문제가 제기되었다(사례 13). 비 오는 날에 착용하는 전용 의복이나 신발 등이 없었으며 관련 규정이나 지침 역시 없는 것으로 파악되었다.

"비 와도 물건을 들어야 하니까 우산을 쓸 수 없죠. 우의는 너무 덥고 불편해서 안 입어요. 그냥 비 다 맞아요."(사례 11)

"비가 엄청 많이 오는 날은 우의를 입기는 하는데 아무래도 너무 더워요. (비가) 적당히 오는 날은 그냥 안 입어요."(사례 12)

"평상시 신는 런닝화 신으면 양말이랑 발이 다 젖으니깐 비 오는 날만 크록스 신어요. 그렇지만 크록스는 미끄러워서 넘어지기도 해요."(사례 13)

2. 웨어러블 기기 도입

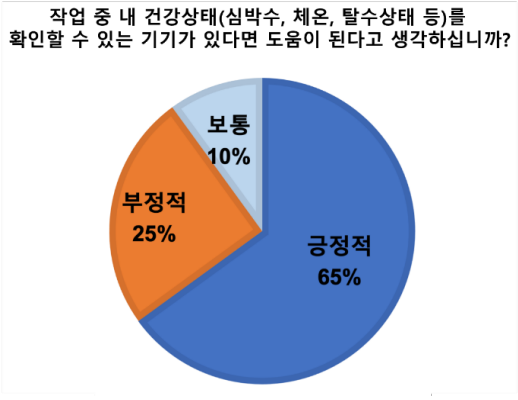

Fig. 14 Participants' affinity on bio monitoring wearable devices for workers' health based on interview responses

심박수, 체온, 탈수상태 등 건강 정보 모니터링 관련 웨어러블 기기 도입 선호도에 대해 질문한 결과, 긍정적 반응을 보인 응답자는 26명(65%)이었다(Fig. 14). 그 이유로는 크게 두 가지가 있는데, 병원을 가거나 건강검진을 받을 수 있는 시간적 여유가 없는데 웨어러블 기기를 통해 도움을 받을 수 있다고 생각한다는 응답이 있었고 실시간

모니터링을 통해 사고/질환 예방과 대처가 가능할 것이라는 의견이 있었다. 부정적 반응을 보인 응답자(10명, 25%)의 경우, 택배일 특성 상 건강 이상 여부와 상관없이 작업을 계속해야 하기에 기기를 통해 건강 이상에 대해 안내를 받아도 어떤 조치를 취할 수 없다는 것이 하나의 이유였다. 이보다 주를 이룬 의견은 기기를 착용하는 것이 불편을 유발하고 작업에 방해되는 것이 우려된다는 것이었다. “보통(4명, 10%)”에 해당하는 응답자의 경우에도 기기의 크기, 착용성 등이 적절하다면 착용을 고려해볼 수 있다고 응답하였다.

제 4 장 논 의

제 1 절 택배 기사의 생리적 부담 및 직업성 부상 위험

본 연구는 택배 기사의 일일 업무 중 심부온과 심박수, 요비중, 체중 변화량 등의 생리적 데이터를 수집하여 생리적 부담을 정량화하였다. 미국산업위생전문가협의회(American Conference of Governmental Industrial Hygienists; ACGIH)의 가이드라인(Threshold Limit Values; TLVs®)에서 제시하는 역치 값을 기준으로 분석한 결과, 본 연구에 참여한 작업자들이 열적응되지 않았다(unacclimatized)는 전제 하에 과반 이상의 작업자들이 온열 질환 위험에 노출된 것으로 나타났다. 특히 최대 심부온의 평균값은 37.9°C를 기록하였는데, 이는 WBGT가 30.8°C인 환경에서 측정된 호주의 야외 전기시설 작업자에게서 기록된 것과 같은 값이다(Brearley et al., 2014). 본 연구는 WBGT가 13~20°C로 분포된 환경에서 수행되었다는 점을 고려한다면 해당 작업자들이 같은 작업강도로 고온다습한 여름철에 일할 경우 더욱 높은 서열 부담이 유발될 것으로 예상할 수 있다. 심박수의 경우에도 본 연구에 참여한 택배 기사 중 일부는 WBGT가 27°C 이상인 환경에서 일하는 20대 사탕수수 노동자(Ruas et al., 2020)의 최대심박수보다 높은 값을 기록했다. 체중 변화량은 일일 업무 후 3 kg 이상이 감소되고 자신의 체중의 5.1%가 감소된 작업자가 목격되었는데, 이는 약 10시간 이상 동안 89km를 달리는 울트라마라톤 선수와 유사하거나 더 큰 체중 감소량이다(Byrne et al., 2022). 울트라마라톤 선수는 마라톤 전에 적절한 훈련 과정과 적응 과

정을 거치는 한편 본 연구의 택배 기사는 그렇지 않다는 점에서 탈수 및 영양손실이 더욱 우려됨을 알 수 있다. 일일 근무 후뿐만 아니라 2일차 아침과 1일차 아침의 체중 변화량을 보았을 때에도 5명을 제외한 35명이 모두 체중 감소를 보이고 2 kg 이상 체중이 감소된 작업자도 확인된 바, 근무를 마친 후에도 집에서 충분한 영양 섭취 및 회복과 휴식이 이루어지고 있지 않음을 알 수 있다.

이처럼 본 연구는 한국의 가을철, 즉 WBGT가 낮은 환경에서 데이터가 수집되었음에도 더 높은 WBGT에서 일하는 작업자들과 유사한 생리적 반응을 보여 본 연구에 참여한 한국 택배 기사의 생리적 부담이 높은 것으로 확인되었다. 택배 기사의 생리적 부담을 유발하는 여러 잠재적 요인 중 작업강도 및 작업시간 등이 있을 수 있다. 특히, 한국 택배 기사의 경우 대부분 특수형태근로종사자로 일하는 시간에 따라 임금을 지급받는 것이 아니라 작업물량의 개수대로 지급받는다. 이러한 임금지급방식은 작업자들이 최소한의 시간 동안 최대한 많은 물량을 소화해내도록 유도할 수 있다. 특히 물량제한이 없는 근무지의 경우에는 작업자가 작업강도와 속도를 최대한으로 혹은 신체적/정신적으로 감당 가능한 수준 이상으로 작업하는 것이 가능해진다. 뿐만 아니라, 집화 작업의 경우 거래처에 정해진 시간에 도착해서 물건을 수거해야 하기 때문에 물량의 개수를 많이 확보하고자 하는 것과 별개로 시간에 쫓겨 작업을 할 수밖에 없다. 물류센터에서 물건을 싣고 배달을 해야 탑차에 공간이 생겨 집화 작업을 시작할 수 있기 때문이다. 즉, 물건을 수거하는 거래처에 특정 시간에 도착하려면, 그 전까지 배달을 마치고 해당 거래처로 이동

하여 집화 작업을 해야 하는 것이다. 또한 오배송(誤配送)이나 물건 분실이 있는 경우 택배 기사가 배상하고 비용을 부담해야하기에 빠르게 일해야 하는 동시에 실수 없이 정확하게 일해야 한다. 이러한 이유로 본 연구의 심층 면접에서도 확인된 바 많은 택배 기사가 일하는 중간에 밥을 먹거나 쉬는 시간을 가지는 것 없이 업무를 하는 것을 알 수 있다. 더욱이 특수형태근로종사자이기 때문에 규정된 작업시간, 휴게시간, 식사시간이 없어 작업자의 건강과 안전을 보호할 장치가 없다. 이는 택배 기사의 높은 부상 위험에도 기여한다. 가능한 빠른 시간 안에 물량을 처리하고 고객과의 약속 시간을 지키려다 보니 뛰어다닐 수밖에 없고, 물건을 들고 계단을 오르내리는 경우 시야가 확보되지 않아 넘어짐이나 접지름 등의 위험이 높은 것으로 확인되었다. 본 연구뿐만 아니라 Cho & Baek., 2020의 보고서에서도 유사한 부상 현황이 언급되었다. 더위 노출과 직업성 부상(Occupational injuries)이 정적 상관관계를 가지는 것은 여러 연구의 데이터를 통해서 증명되기도 했다(Varghese et al., 2018; Habibi et al., 2021).

택배 기사의 업무는 배달 최적 동선으로 작업물을 탑차에 배치하기, 주소 찾기, 고객 응대하기, 운전하기 등 여러 인지 능력을 요하는 작업을 포함한다. 서열 부담은 집중력 저하 및 인지적 능력에도 영향을 미칠 수 있다(Hancock & Vasmatzidis, 2003; Mazloumi et al, 2014; Habibi et al., 2021)는 점을 고려하면, 택배 기사의 업무 역시 더운 환경에서 영향을 받을 수 있음이 예상된다. 실제 본 논문의 결과 제 2 절 5. 업무 중 행동 및 경험 조사에서 서술된 바, 작업자들 스스로도 더위가 작업에 영

향을 주고 있다고 느끼고 있었다. 이는 생리적 부담이 작업의 속도, 질, 양에 영향을 주어 궁극적으로는 작업생산성 감소로도 이어질 수 있음을 암시한다(Flouris et al., 2018). 이외로 업무 중 계속 운전을 해야 하는 택배 기사의 업무를 고려했을 때, 택배 기사의 교통 사고가 생리적 부담과 연관이 있는지 후속 조사가 필요하다.

제 2 절 개인보호구 및 웨어러블 기기

결과에서 살펴본 바와 같이 택배 기사는 정해진 작업복이나 안전장치가 없으며 관련된 가이드라인도 부재함을 확인하였다. 대부분의 택배 기사는 의복, 신발, 악세사리, 기기 등 자신이 자율적으로 선택하고 자기 부담으로 구입한다. 택배 기사의 의복결정요인으로는, 잦은 부상에도 보호대 착용 비율이 매우 적다는 점과 의복을 선택하는 기준에 대한 응답을 고려하였을 때 안전과 건강보다 작업수행력 향상 및 업무동작에의 적합성을 중시함을 알 수 있었다. 또한 작업 시 반드시 필요한 마스크나 장갑 등에 있어서도 근무지에서 지급받는 것이 아니라 개인이 구매해야 하기 때문에 경제적 부담을 느껴 제품의 질보다는 가격이 구매결정요인으로 작용하는 경우도 있었다. 공통적인 부상 부위 및 경위로 날카로운 곳에 긁힘, 넘어짐, 부딪힘 등이 있었는데 이는 보호대가 적용된 의복이나 적절한 개인보호구 착용으로 위험을 줄일 수 있을 것이다. 최근 소프트 로봇 등 근력보조 유니폼 등이 개발되기도 하는데(Lee & Kim, 2020), 보호대 등 별도의 새로운 아이템 착용을 꺼리는 점을 고려했을 때 실제 현장에서의 적용가능성과 실효성이 높지 않을 수 있다. 따라서 후속 연

구를 통해 부상 부위와 원인을 면밀히 조사하고 업무동작에도 적합한, 효과적인 안전작업복이 개발된다면 택배 기사의 부상을 예방할 수 있다. 새로운 의복 개발이 장기적 대안이라면, 단기적 대안으로는 작업복 및 안전장치 관련 가이드라인이 개발되어 택배 기사가 적절한 작업복을 선택할 수 있게 도움을 주고 궁극적으로 안전한 작업환경을 조성하는 데에 기여할 수 있을 것이다.

한편, 건강 모니터링용 웨어러블 기기 도입 선호도에 대한 응답을 통해 많은 작업자들이 자신의 건강과 안전에 대해 높은 관심을 가지고 있음을 알 수 있었다. 근무시간으로 인해 병원에 갈 수 없고 건강검진을 받지 못하기 때문에 모니터링 기기를 통해 도움 받는 것을 긍정적으로 평가하였다. 특히 최근 몇 년 간, 택배 기사의 과로사 소식을 들으며 같은 업무를 수행하는 종사자의 죽음을 겪고 더욱 위험에 대해 인지하고 경각심을 가지고 있음을 심층 면접을 통해 알 수 있었다. 결과에서 살펴본 바, 모니터링 기기가 알림을 보내고 휴식하기를 권장한다면 그에 맞추어 휴식 사이클을 관리하고 싶다는 응답이 있었다. 그러나 정해진 시간 안에 물량을 처리해야 하는 택배 업무 특성 상 이런 휴식 알림을 현실적으로 실행하기 힘들 것 같다는 의견을 고려한다면, 모니터링 기기 도입뿐만 아니라 택배 기사가 휴식을 할 수 있도록 작업강도 역시 조절이 되어야할 것이다.

종합하면, 택배 기사는 건강과 안전에 대해 우려와 관심을 가지면서도 작업 수행이 우선이기에 이에 영향을 주는 의복 및 기기는 착용 의사가 낮았다. 특히 팔과 다리를 많이 움직이는 업무동작 특성 상 기기 착

용은 작업자에게 불편을 유발할 수 있을 뿐만 아니라, 기기와 신체와의 충분한 접촉을 유지하기 어려워 정확도 및 안정성이 감소할 위험도 있다. 따라서 웨어러블 기기를 도입하는 경우, 스마트 슈즈나 스마트 티셔츠, 스마트 이너웨어와 같이 의복에 적용된 형태로 제작되는 것이 사용자의 쾌적성 및 편의성뿐만 아니라 기기의 측정 데이터에 대한 신뢰도 및 정확도 향상에 효과적일 것이다.

제 3절 한계점

본 연구는 현장 작업자들을 대상으로 실제 업무 동안 생리적 데이터를 모니터링하고 실측하는 것에 주 목적을 두었기에 가능한 한 작업자들의 업무가 연구로 인해 영향받지 않고 평소 업무 시와 유사하도록 하였다. 따라서 업무 중 음수량 추적, 발한량 정량화, 휴식시간 추적, 대사열 생산량(metabolic heat production) 등의 데이터를 확보하지 못하였으나 후속 연구에서 해당 데이터 등을 수집하여 보완할 수 있을 것이다. 택배기사의 특성 상, 물류센터를 나간 후 배달작업을 하는 동안에는 각 기사별로 배달 구역이 달라 다른 환경에 노출되는데 기기의 제약으로 이를 측정하지 못하였다. 해당 데이터가 있다면 각 기사가 노출된 환경의 특성을 이해할 수 있을 것이다. 본 연구는 한국에서 9월 말, 10월 초에 진행되어 흑구습구온도가 비교적 낮은 환경에서 이루어졌으나 여름철에 데이터 수집을 한다면 고온다습한 환경에서의 생리적 부담을 정량화할 수 있을 것이다. 기기의 제약으로 40인을 하루에 측정하지 못하고 하루에 10인씩 나누어 측정하였는데, 모든 연구참여자를 같은 날 동시에 측정한

다면 참여일의 작업 상황, 날씨 등과 같은 잠재적 교란 요인을 줄일 수 있을 것이다. 40인이라는 비교적 적은 수의 피험자 수도 본 연구의 한계점이라고 할 수 있다.

제 5 장 결 론

본 연구는 지금까지 실측된 적 없었던, 택배 기사의 생리적 부담을 정량화한 최초의 연구이다. 그 결과 과반의 참여자가 미국산업위생전문가협의회에서 제시하는 온열 질환 가이드라인 역치 범위를 넘어섰음을 확인하였다. 이외에 본 연구는 심층면접을 통해 택배 기사의 산업재해 예방을 위한 작업복 개선사항 및 웨어러블 기기 도입방안을 도출하였다. 택배기사의 의복 결정요인은 안전과 건강보다는 해당 의복이 업무에 얼마나 도움이 되는지, 업무동작에 얼마나 적합한지와 같이 업무동작적합성과 작업수행력 향상임을 확인할 수 있었다. 웨어러블 기기를 도입하는 경우 택배 기사의 업무 특성을 고려하고 사용자의 착용성 및 기기의 정확도를 위해 스마트 슈즈, 스마트 티셔츠와 같이 의복에 적용된 형태의 기기가 권장된다. 본 연구의 생리적 데이터 분석 결과 이들의 생리적 부담이 높음을 확인한 바, 업무에 방해되지 않으면서 작업자의 안전과 건강을 보호하는 작업복 개발이 필요함을 알 수 있었다.

본 연구의 데이터는 작업-휴식 사이클, 개인보호구 착용, 웨어러블 기기 적용 등 택배 기사의 안전한 작업환경을 위한 가이드라인 개발의 기초자료로 활용될 수 있다.

참고 문헌

백희정, 전용일, 조흠학, and 최용희. (2020). 장시간 노동으로 인한 건강 장해 및 과로사 예방 방안 연구", 산업안전보건연구원

이상훈, 김바울, and 김성준. (2020). 택배기사의 근골격계질환을 예방하기 위한 근력보조 유니폼 제안. 한국디자인학회 학술발표대회 논문집, 236-237.

조흠학 and 백희정. (2021). 택배기사의 노동 현황과 산업재해 예방 방안. 사회법연구, 45, 219-244.

ACGIH (2010), "Threshold limit values for heat stress and strain", ACGIH, Cincinnati. https://www.acgih.org/heat-stress-and-strain-2/

Brearley, M., Harrington, P., Lee, D., & Taylor R., (2015) Working in Hot Conditions—A Study of Electrical Utility Workers in the Northern Territory of Australia, Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 12:3, 156-162.

Byrne, C., Cosnefroy, A., Eston, R., Lee, J. K., & Noakes, T. (2022). Continuous Thermoregulatory Responses to a Mass-Participation 89-km Ultramarathon Road Race. International Journal of Sports Physiology and Performance, 17(11), 1574-1582.

Flouris, A. D., Dinas, P. C., Ioannou, L. G., Nybo, L., Havenith, G., Kenny, G. P., & Kjellstrom, T. (2018). Workers' health and productivity under occupational heat strain: A systematic review and meta-analysis. The Lancet Planetary Health, 2(12), e521–e531.

Habibi, P., Moradi, G., Dehghan, H., Moradi, A., & Heydari, A. (2021). The impacts of climate change on occupational heat strain in outdoor workers: A systematic review. Urban Climate, 36, 100770.

Hancock, P. A., & Vasmatzidis, I. (2003). Effects of heat stress on cognitive performance: the current state of knowledge. International Journal of Hyperthermia, 19(3), 355-372.

Ioannou, L. G., Mantzios, K., Tsoutsoubi, L., Nintou, E., Vliora, M., Gkiata, P., Dallas, C. N., Gkikas, G., Agaliotis, G., Sfakianakis, K., Kapnia, A. K., Testa, D. J., Amorim, T., Dinas, P. C., Mayor, T. S., Gao, C., Nybo, L., & Flouris, A. D. (2021). Occupational Heat Stress: Multi-Country Observations and Interventions. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(12), 6303.

Mazloumi, A., Golbabaei, F., Khani, S. M., Kazemi, Z., Hosseini, M., Abbasinia, M., & Dehghan, S. F. (2014). Evaluating effects of heat stress on cognitive function among workers in a hot industry. Health promotion perspectives, 4(2), 240.

Ruas, A. C., Maia, P. A., Roscani, R. C., Bitencourt, D. P., & Amorim, F. T. (2020). Heat stress monitoring based on heart rate measurements. Revista Brasileira de Medicina do Trabalho, 18(2), 232.

Seng, M., Ye, M., Choy, K., & Ho, S.F. (2018). Heat Stress In Rice Vermicelli Manufacturing
Factories. International Journal of Occupational And Environmental Health. 24(3-4), 119-125.

Varghese, B. M., Hansen, A., Bi, P., & Pisaniello, D. (2018). Are workers at risk of occupational injuries due to heat exposure? A comprehensive literature review. Safety Science, 110, 380–392.

Appendix

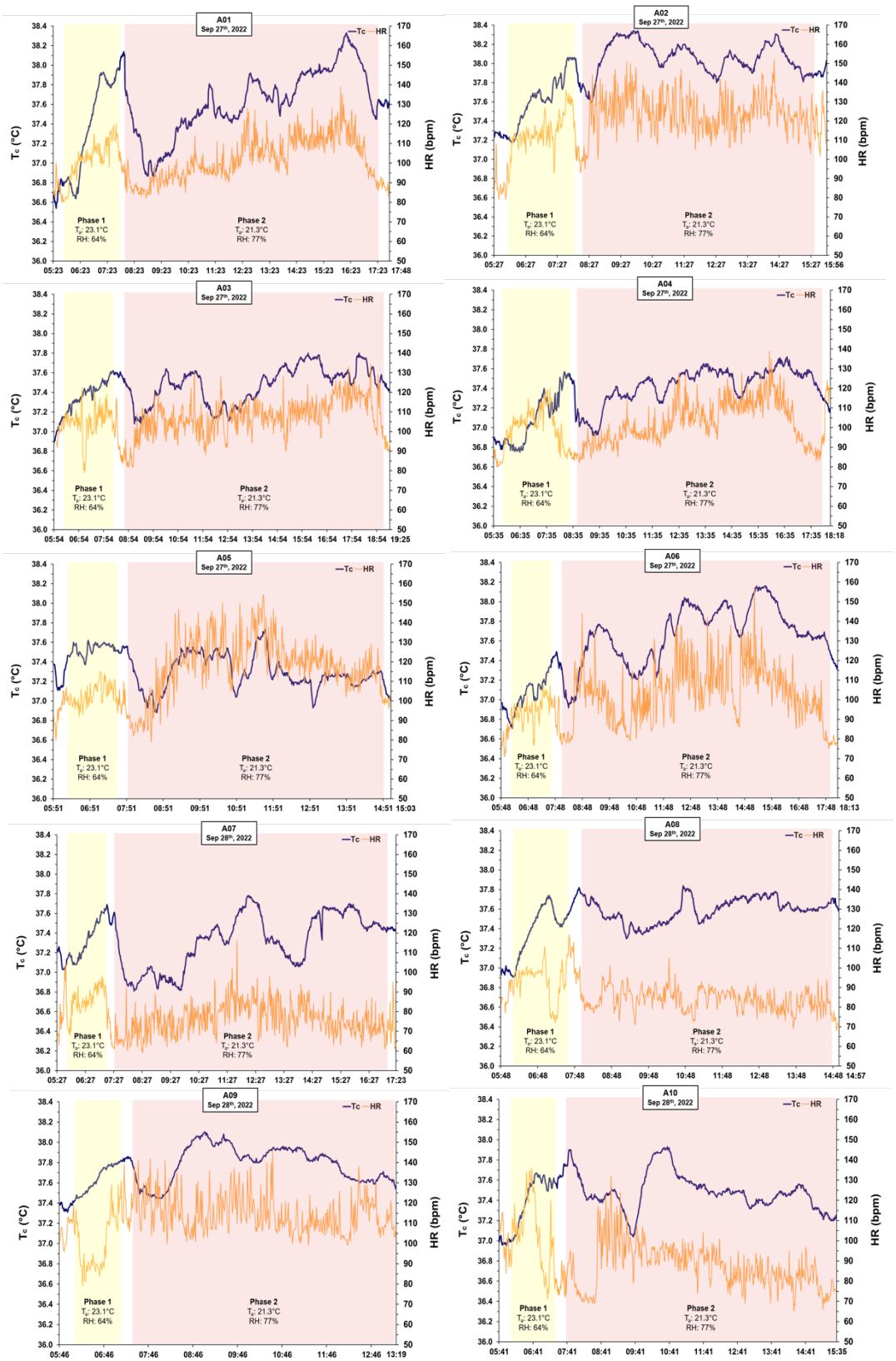

Fig. A1 Individual graphs of each participant's core temperature and heart rate (A01–A10)

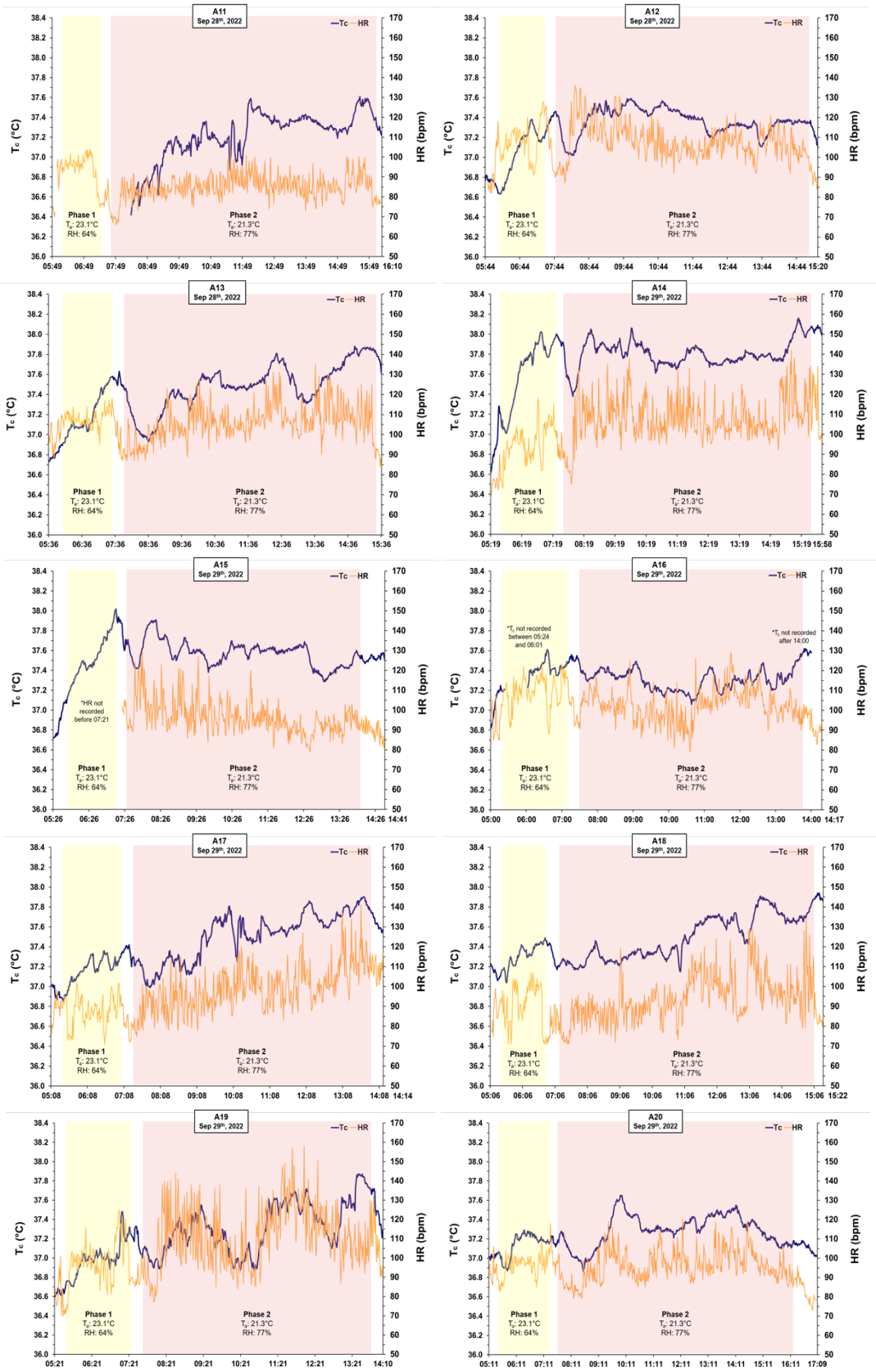

Fig. A2 Individual graphs of each participant's core temperature and heart rate (A11–A20)

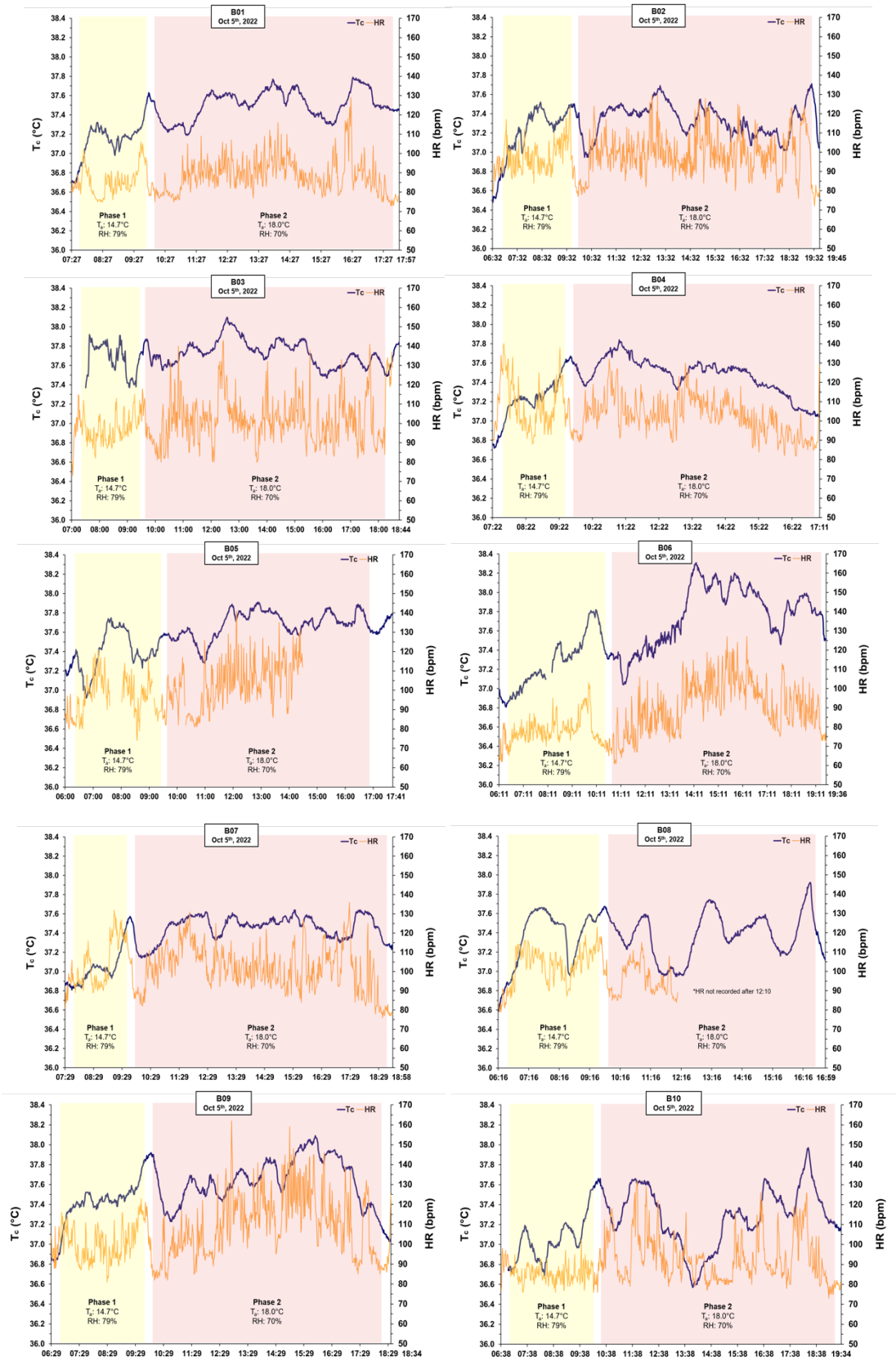

Fig. A3 Individual graphs of each participant's core temperature and heart rate (B01–B10)

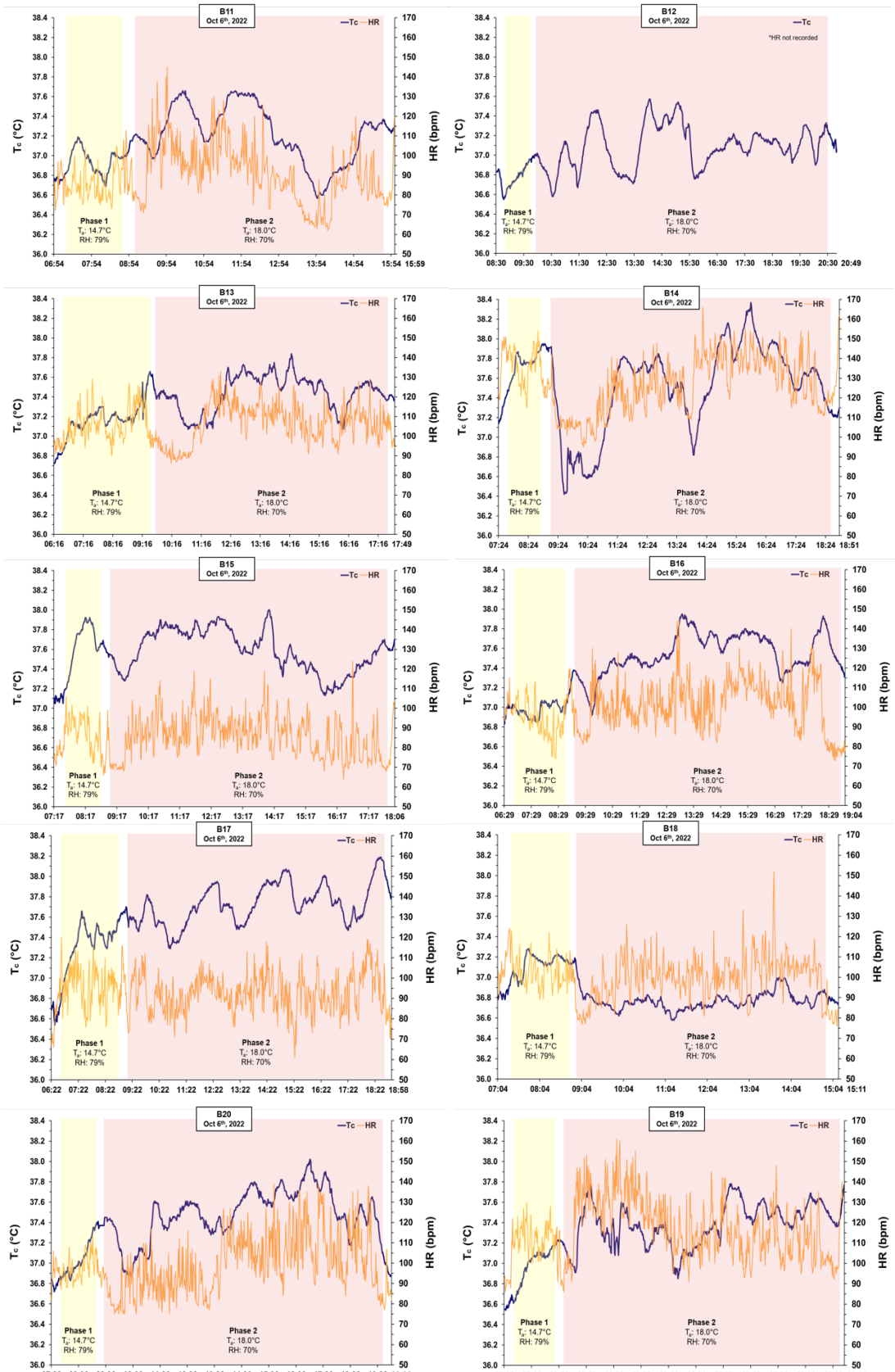

Fig. A4 Individual graphs of each participant's core temperature and heart rate (B11–B20)

Abstract

Physiological monitoring and suggestions on workwear improvement for parcel delivery drivers in South Korea

Ga-young Lim
Department of Textiles, Merchandising and Fashion Design
The Graduate School
Seoul National University

In the past few years, parcel delivery drivers in South Korea have been reported to die from overwork. However, the exact cause of the deaths as well as industrial accidents has not been thoroughly investigated due to lack of a health tracking system for those workers. In addition, personal protective equipment such as work clothing and safety devices has not been developed to protect workers from injuries and there is no related regulation. Therefore, this study first aims to quantify the physiological strain of delivery drivers during their shifts and second, to suggest improvements on work clothing which would lead to reducing the physiological burden and preventing industrial accidents. Forty male delivery drivers from two work sites participated in this study. Body core temperature, heart rate, urine specific gravity and body mass change were measured. Work

environment, injury experience and opinions on work clothing improvement were investigated through in-depth interviews. As a result of quantifying and analyzing the physiological responses, the majority of participants exceeded the threshold suggested in the thermal disease guidelines. The workers decided their clothing based on work suitability rather than safety and protection. Therefore, it is necessary to develop work clothing that not only protects workers' safety and health but also would not adversely affect their work mobility and productivity. The results of this study can be used to develop guidelines for a safe working environment, including optimal work-rest cycles and personal protective equipment recommendations.

Keywords: Delivery drivers, Physiological strain, Heat stress, Work injury, Heat illness, Work clothing, Personal Protective Equipment
Student Number: 2021-26216