

택배 배송 작업의 공정분석을 통한 인간공학적 접근 방안

이세정¹ · 진상은² · 장성록^{3†}

Ergonomic Approach through Process Analysis of Delivery Work

Sejung Lee¹ · Sangeun Jin² · Seong Rok Chang^{3†}

†Corresponding Author

Seong Rok Chang

Tel : +82-51-629-6468

E-mail : srchang@pknu.ac.kr

Received : September 20, 2023

Revised : October 17, 2023

Accepted : December 18, 2023

Abstract : In response to the COVID-19 pandemic, the logistics industry in Korea has rapidly been expanding, with offline demand concentrating on online platforms owing to the development of digital infrastructure. This has increased the workload of courier drivers considerably, along with labor intensity. A delivery driver died recently from overwork due to the continuous increase in delivery volume, which raises social concerns. Delivery drivers work long hours, (over 12 hours) and are greatly affected by weather conditions, such as snow, rain, heat waves, and cold waves. In addition, they lack a fixed workplace; perform atypical work handling workpieces of various sizes, weights, and shapes; and spend a large amount of time driving as part of their work. This work involves a high level of tension and requires attention and concentration. Despite the frequency of industrial accidents in the courier industry, studies on safety and health to quantitatively analyze and systematize the work of courier workers are very scarce. Therefore, to define the work process necessary for investigating the harmful factors in delivery service and the work analysis, this study conducted interviews and on-site surveys to analyze the unit work of the delivery service by targeting delivery workers. In other words, a framework of unit work for work analysis was presented to enable research and analysis by considering the aforementioned characteristics of the courier industry. The process was broadly divided into work, transport, storage, delay, and inspection. Work was divided into loading, sorting, unloading, and door subcategories, and transportation was divided into vehicle, cart, and walking subcategories as well as 10 small processes. Moreover, 22 unit works were again drawn by conducting field surveys and interviews. The risk of unit work derived from this study was ergonomically evaluated, and the ergonomic analysis revealed that uploading and transportation were the most dangerous. The results of this study could be used as basic data for preventing industrial accidents among courier workers, whose work has increased with the logistics volume and the development of the logistics industry.

Key Words : delivery workers, unit work, work analysis

Copyright©2024 by The Korean Society of Safety All right reserved.

1. 서론

택배산업은 코로나19 팬데믹 이후 비대면 소비 증가로 성장속도가 빨라지고 일상화된 서비스로 자리매김하게 되었다. 특히 최근에는 신선식품의 온라인 구매가 증가하여 택배 접수에서 배송완료까지 D+1(2일)

배송체계를 갖춘 속도 경쟁도 치열하다¹⁾. 이에 따라 택배기사의 업무량이 현저히 증가하게 되었고 노동강도 또한 높아지고 있는 실정이다. 예를 들어, 지속되는 택배 물동량의 증가로 택배기사가 과로를 견디지 못하고 사망하는 사례가 최근 사회적 이슈가 되었다. 이에 따라, 2019년 산업안전보건법이 개정되면서 2020

¹부경대학교 안전공학과 박사과정 (Department of Safety Engineering, Pukyong National University)

²부산대학교 산업공학과 교수 (Department of Industrial Engineering, Pusan National University)

³부경대학교 안전공학과 교수 (Department of Safety Engineering, Pukyong National University)

년 1월부터 법 제77조에 따라 택배기사와 같은 특수형태근로종사자의 산업재해예방을 위한 조치가 의무사항이 되었다. 이후 고용노동부에서 2020년 12월 택배업 산업안전보건 감독결과를 발표하면서 택배기사의 직무스트레스와 유해요인조사 등에 대해 중점적으로 시정지시를 하였다²⁾. 선행 연구에 따르면 택배기사는 12시간 이상 장시간 노동을 하며 눈, 비, 폭염, 한파 등 기후에 많은 영향을 받는다. 또한 정해진 작업장소 없이 이동하면서 작업을 하고 다양한 크기, 무게, 모양의 작업물을 취급하는 비정형 작업을 하며 업무상 많은 시간 운전을 한다^{3,4)}. 택배기사의 업무 수행으로 인한 질환의 노출은 상체 근육통, 하지근육통, 요통순으로 높게 나타 났으며 택배기사로 업무를 수행하기 전보다 엉덩이, 다리, 발 등 하지 근육통, 요통, 복통(위장병), 심혈관질환, 치질 모두 높게 조사되었고 근골격계질환 관련 통증으로 인한 치료 경험의 비율도 높은 것으로 나타났다⁵⁾.

위와 같이 택배산업에서 택배기사의 업무는 그 직무 특성상 다양한 산업안전보건의 위험요인에 노출되어 있으며 근무여건이 열악하다. 근골격계질환의 체계적인 관리방안을 제시하기 위해서는 우선 근골격계질환을 야기 시키는 작업환경적 문제를 해결⁶⁾해야 하는데 택배산업은 다발하는 산업재해에도 불구하고, 현재 택배기사의 작업을 정량적으로 분석하고 체계화 하기 위한 안전보건에 관련된 연구는 전무한 실정이다. 즉, 비정형작업 및 정해진 작업장과 작업물이 없는 택배기사의 작업 특성을 이해하고 재해를 예방할 수 있는 대안을 설정하기 위해서는 택배 배송 작업의 특성에 기반한 단위작업의 분류와 이를 활용한 작업의 분석이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 비정형 작업과 정해진 작업장

이 없는 택배기사의 작업 특성을 고려하여 유해요인조사 및 작업 분석을 위한 단위작업 분류체계를 제시하였다. 또한, 개발된 단위작업의 분류체계를 기준으로 위험도 평가를 실시하여 위험도가 높은 작업에 대한 인간공학적 분석방안을 제시하였다.

2. 단위작업 분류체계 개발

2.1 공정 및 단위작업 기준 설정

작업측정을 위하여 다양한 기록 도구를 사용할 수 있다. 그 중 Flow Process Chart는 작업과 검사의 기록과 더불어 모든 작업의 흐름과 저장, 지연 등을 나타낼 수 있는 유용한 방법이다(Table 1)⁷⁾.

Table 1은 1974년 ASME(American Society of Mechanical Engineers)가 제정한 Flow Process Chart에 사용되는 다섯가지 표준기호를 보여주고 있으며 그 기준에 따라 공정을 크게 작업, 운반, 저장, 지연, 검사로 나누어져 있다. 그 중, 작업은 상차, 분류, 하차, 도어의 4가지 소분류로, 운반은 차량, 카트, 도보의 3가지 소분류로 추가적으로 나누어 총 10개의 소공정을 기준으로 현장조사를 실시하였다.

2.2 조사변수의 정의

Table 2는 현장조사 샘플링 변수를 정리한 표이다. 택배 배송 작업의 특성을 확인할 수 있는 작업특성(6가지)별 2개의 수준이 존재하여 총 64개(2⁶)의 케이스를 검토한 결과 근무형태, 배송지역, 작업형태, 하루 배송횟수를 샘플링 변수로 설정하였다^{3,8)}. 고용형태는 작업형태의 잠재변수로 정규직 99%이상인 기본량을 취급하여 샘플링 변수에서 제외하였고, 차량종류는 배송지역의 잠재변수로 배송지역이 주택/빌라인 경우 일반

Table 1. Process and unit work criteria

Process symbol	Grand process	Small process	Process definition	Process notation
●	Operation	Loading	The task of loading objects into a vehicle cargo compartment.	Operation [Loading]
		Classification	Organizing work within the workshop/stack/cart	Operation [Classification]
		Unload	Unloading items from a vehicle cargo compartment	Operation [Unload]
		Car door	Opening and closing vehicle slide doors	Operation [Car door]
➡	Transportation	Car driving	Move from place to place using a vehicle	Transportation [Car]
		Cart	Move from place to place using a cart	Transportation [Cart]
		On foot	Moving goods with worker power	Transportation [On foot]
▼	Storage	Storage	The act of putting an object down at its destination	Storage
●	Delay	Delay	Waiting for elevators, waiting for bells to be called, vehicle delays, etc.	Delay
■	Inspection	Check	Check work tag for delivery, etc.	Inspection

Table 2. Definition of study variable

Sampling variables	Work characteristics	Variable
Sampling included variables	Working type	Day Night
	Delivery area	Apartment House/Villa
	Workload	Basic Light
	Number of deliveries per day	1 2
Sampling excluded variables	Employment status	Part time Full time
	Vehicle type	General Low floor

차량을 이용하며, 지하주차장 출입을 목적으로 한 일부 대단지 아파트만 저상차량을 이용하여 샘플링 변수에서 제외하였다. 최종적으로 제외된 변수 외 나머지 4가지 변수의 조합인 총 16가지 케이스에 대해 사전 현장조사를 실시하였다.

사전 현장조사 결과 일 배송횟수에 따른 변수는 배송 횟수에 따라 배송지역이 변경되는 특징이 포함되어 있었다. 예를 들어 첫 번째 배송에서 아파트로 배송을 했고 두 번째 배송에서는 주택/빌라에 배송을 하거나 배송지역의 구분 없이 아파트/주택/빌라 세가지 지역에 같이 배송을 하는 형태였다. 그리고 작업형태 중 축소량은 기본량의 75%의 물량을 고정된 노선으로만 배송하는데 예비 현장조사 시 존재하지 않는 작업 케이스가 야간-아파트-축소량, 야간-주택/빌라-축소량, 주간-아파트-축소량, 주간-주택/빌라-축소량의 4가지 형태로 작업량에 대한 유의미한 결과를 도출하지 못하였다. 그 결과 유의미한 작업 특성을 가진 요인은 근무형태(2: 주간, 야간)와 배송지역(3:아파트, 주택/빌라, 아파트/주택/빌라)으로 나타났으며 사전 현장조사 결과에 따라 Table 3과 같이 6가지 케이스를 기준으로 현장조사를 진행하였다.

Table 3. Number of field investigation by job characteristics

Case	Work characteristics	Frequency
Case 1	Night-Apartment	2
Case 2	Night-House/Villa	3
Case 3	Day-Apartment	1
Case 4	Day-House/Villa	4
Case 5	Night-Apartment/House/Villa	2
Case 6	Day-Apartment/House/Villa	3
Total		15

2.3 현장조사

본 연구는 현장조사 전 기관생명윤리위원회(IRB)의 승인(1041386-202109-HR-48-02)을 받아 진행되었다. 현장조사를 위해 대상자가 근무하는 사업장에 직접 방문하여 연구목적 및 연구내용에 대해 설명하고, 현장조사 결과는 연구목적으로만 사용됨을 설명하였다. 현장조사는 15명을 대상으로 하였으며, 하루 8시간 근무시간 전체를 기준으로 카메라 녹화를 진행하였고 Table 1에 나와있는 10개의 소공정을 기준으로 작업순서에 따라 Flow Process Chart를 이용하여 단위작업을 세분화하여 기록하였다.

총 15명의 작업자를 대상으로 Fig. 1과 같은 Flow Process Chart를 도출하였으며, 해당 결과는 서로 비교 분석하여 작업간 공통점과 차이점을 확인하였다. 분석 결과 대부분의 작업은 유사한 단위작업의 형태를 묶어질 수 있었으며, 일부 추가되거나 삭제되는 작업도 존재함을 확인하였다. 해당 내용은 모든 작업에서 통용될 수 있도록, Table 4와 같이 각 케이스별 세분화된 단위작업을 조합하여 최종 22개로 구성된 표준 단위작업표를 완성하였다.

또한, 각 단위작업별 주요 작업특성에 따라 가능한 최적의 인간공학적 평가방법을 정리하였다. 비정형 작업과 정해진 작업장이 없는 택배 배송작업의 인간공학적 평가 방법에 대해 부적절한 자세는 REBA, 들기작업은 NLE, 과도한 힘과 밀고 당기는 작업은 Snook table을 이용하여 유해위험 단위작업에 대한 인간공학적 평가방법의 틀을 제시하였다.

3. 위험도 평가

3.1 위험도 평가 개요

사업장 위험성평가에 관한 지침에 의하면 위험성 평가는 근로자에게 부상이나 질병 등을 일으킬 수 있는 유해·위험 요인이 무엇인지를 찾아내어 그 위험요인을 감소시키기 위한 대책을 수립하고 실행하는 과정이다. 본 연구에서는 택배 배송작업의 유해요인조사 및 작업 분석을 위해 도출된 단위작업을 기반으로 위험도 평가를 실시하여 택배 배송 작업의 위험 단위작업을 확인해 보았다. 이 결과는 유해요인조사 시 위험도가 높은 단위작업을 구분하는 기준이 될 수 있다. 위험도 평가를 위한 인터뷰는 114명의 택배 기사를 대상으로 진행하였으며 인터뷰 전 연구목적 및 연구내용에 대해 설명하고, 인터뷰 결과는 연구목적으로만 사용됨을 설명하였다. 이후 인터뷰에 동의한 대상자에 한해 인터뷰를 실시하였다.

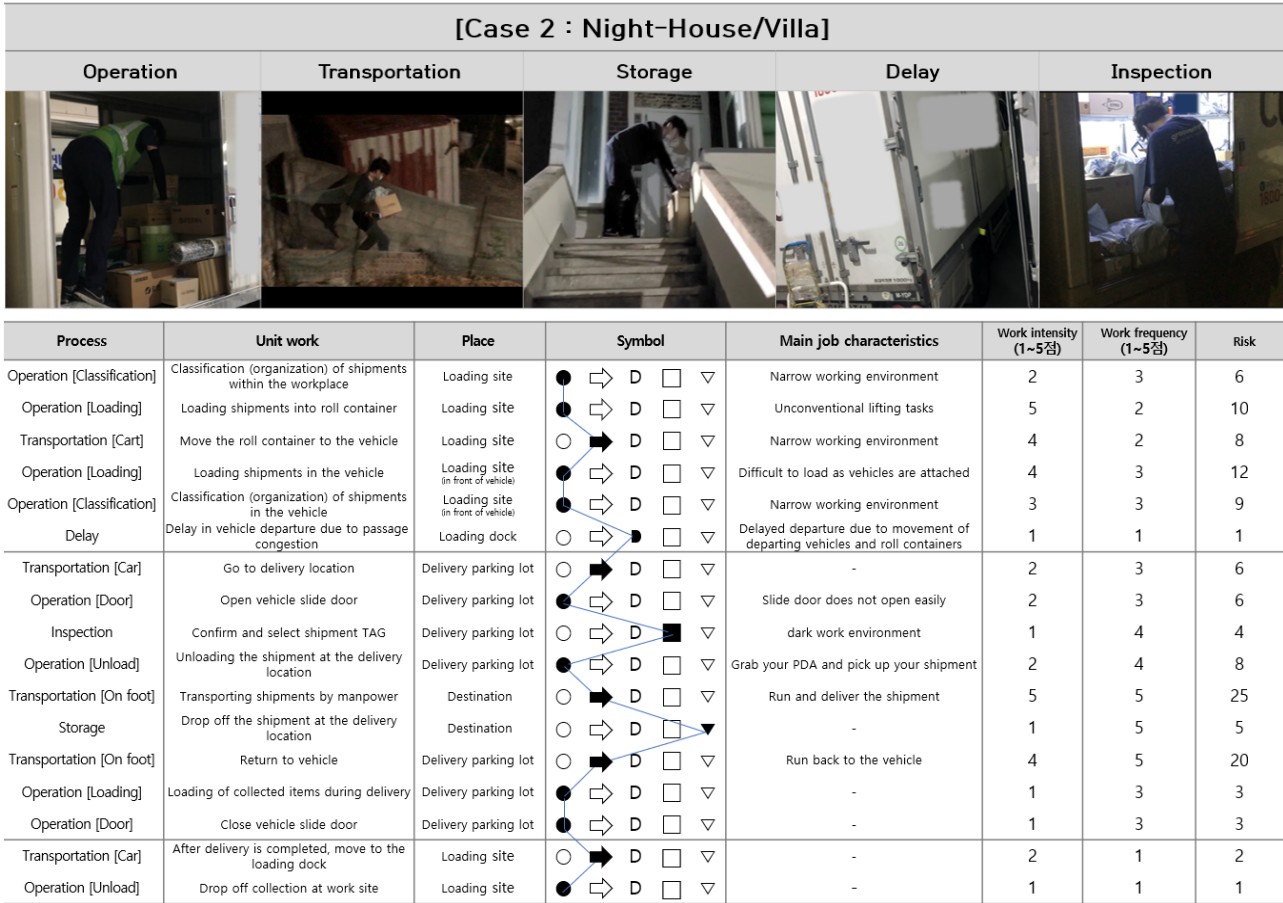


Fig. 1. An example of process analysis.

Table 4. Classification of work unit in the delivery industry and ergonomic evaluation methods

Process symbol	Process	Specific process	Work Unit	Evaluation method selection criteria	Ergonomic evaluation methods
●	Operation	Loading	1-1-1 Loading shipments into roll container	Improper posture Lifting work	NLE, REBA
			1-1-2 Loading shipments in the vehicle		
			1-1-3 Loading of collected items during delivery		
	Classification	1-2-4 Classification (organization) of shipments within the workplace	Improper posture	REBA	
		1-2-5 Classification (organization) of shipments in the vehicle			
	Unload	1-3-6 Unloading the shipment at the delivery location	Improper posture	NLE, REBA	
		1-3-7 Drop off collection at work site	Lifting work		
	Car door	1-4-8 Open vehicle slide door	Improper posture	REBA	
		1-4-9 Close vehicle slide door			
→	Car driving	2-1-10 Go to delivery location	-	-	
		2-1-11 After delivery is completed, move to the loading dock			
	Cart	2-2-12 Move the roll container to the vehicle	Excessive force Push / Pull	Snook table	
		2-2-13 Move from delivery location to delivery cart			
		2-2-14 Move collected items to carts within the workplace			
	On foot	2-3-15 Transporting shipments by manpower	Horizontal movement Lifting work - Lower body / Muscular endurance	-	
		2-3-16 Collection pickup			
2-3-17 Return to vehicle	Go empty handed - Lower body / Muscular endurance				
▽	Storage	Storage	3-1-18 Drop off the shipment at the delivery location	Improper posture	REBA
D	Delay	4-1-19 Waiting for the delivery elevator	-	-	
		4-1-20 Delay in vehicle departure due to passage congestion	-	-	
■	Inspection	5-1-21 Confirm and select shipment TAG	Improper posture	REBA	
		5-1-22 Take and send shipment confirmation photos	-	-	

3.2 위험도 결정 방안

3.2.1 작업 강도의 기준 설정

택배 배송 작업은 장시간 전신활동을 동반하는 비정형 작업이 대부분을 차지한다. 신체 전신활동 강도를 평가하는 방법으로는 심박수(Heart Rate)가 가장 대표적 지표이다⁹⁾. 심박수는 신체활동의 강도가 증가할수록 더욱 증가하므로 신체활동의 강도와 신체 부하를 반영하는 좋은 지표로 활용될 수 있다^{9,10)}. Borg RPE Scale은 신체 활동 강도 수준을 측정하는 방법으로 인지된 운동은 몸이 얼마나 힘들게 움직이는지를 나타낸다. 주관적인 평가방법이지만 6~20등급 척도를 기반으로 한 운동 등급은 신체 활동 중 실제 심박수와 높은 상관관계를 가지며 사람이 인지한 운동 등급의 10배와 신체 활동 중 실제 심박수는 동등한 수준이라고 볼 수 있다¹¹⁻¹³⁾. 예를 들어, 작업의 강도(Work Intensity)가 1일 때의 심박수는 60~80회 사이라고 할 수 있다.

Table 5. Work intensity time criteria

Borg scale	Work intensity	Verbal anchor
6-8	1	no exertion at all, relaxed extremely light
9-11	2	very light light
12-14	3	moderate somewhat hard
15-17	4	hard very hard
18-20	5	extremely hard maximal exertion

따라서 본 연구에서의 작업 강도 기준은 Borg RPE Scale의 주관적인 평가방법을 활용하여 Table 5와 같이 5단계의 강도를 기준으로 나누어 공정분석에 활용하였다.

3.2.2 작업 노출시간의 기준 설정

택배 배송 작업은 작업빈도와 작업시간이 비정형인 특성을 가지고 있어 인터뷰를 통해 수집된 데이터를 기반으로 분포를 고려하여 각 3수준으로 빈도와 작업 시간 수준을 결정하였다. 전체 데이터를 오름차순으로 정렬한 다음 이상치를 제거하고 중앙치를 결정하여 사분위수로 나누어 노출 수준을 결정하였다. 최종 작업 노출시간은 작업빈도수준 x 작업시간수준을 곱하여 5단계로 나누어 공정분석에 활용하였다(Fig. 2).

3.2.3 위험도 설정

위험성 평가의 방법 중 하나인 빈도·강도법은 위험도의 강도(중대성)와 빈도(가능성)를 각각 가늠하여 그

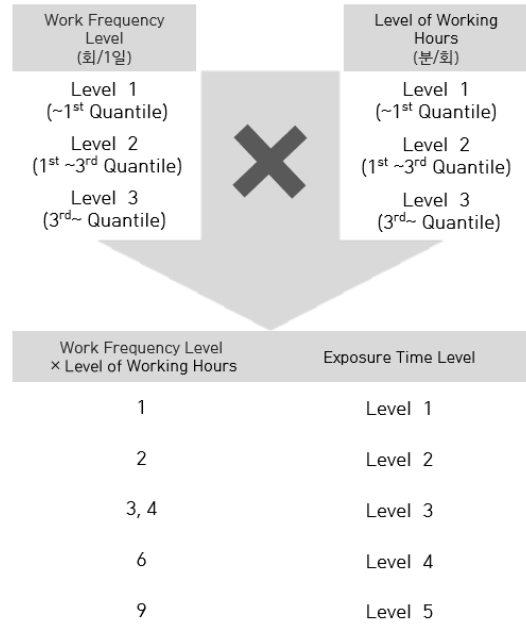


Fig. 2. Work exposure time criteria

		Work Intensity				
		Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Work Exposure Time (Frequency)	Level 5	High (25)	High (20)	High (15)	Moderate (10)	Moderate (5)
	Level 4	High (20)	High (16)	Moderate (12)	Moderate (8)	Low (4)
	Level 3	High (15)	Moderate (12)	Moderate (9)	Moderate (6)	Low (3)
	Level 2	Moderate (10)	Moderate (8)	Moderate (6)	Low (4)	Low (2)
	Level 1	Moderate (5)	Low (4)	Low (3)	Low (2)	Low (1)

Fig. 3. Risk assessment matrix.

들을 곱한 수로 나타내는데 본 연구에서는 작업강도 5 단계와 작업빈도 5단계 기준을 곱하여 위험도 기준을 설정하였으며 위험도에 따른 수준은 Fig. 3과 같다.

3.3 위험도 평가와 분석

작업강도와 작업빈도는 작업자들을 대상으로 구조화된 질문을 제공하여 데이터를 획득 하였다. 즉, 작업 강도에 대한 질문을 위해 구체적 단위작업의 내용을 설명하고, 해당 작업이 얼마나 힘든지 Borg Scale의 언어적 지표(Table 5)로 답변을 유도하였다. 마찬가지로, 작업빈도를 확인하기 위해 단위작업을 설명하고 얼마나 자주, 그리고 얼마나 길게 해당 작업을 하는지 질문하여 데이터를 기록하였다.

그 결과 114명의 데이터가 작업의 케이스별, 단위작업별로 도출되었으며, 해당 내용을 동일한 작업 케이스 별로 취합하여 어떤 단위작업이 더 위험한지 분석

Table 6. Case-specific risk processes

Case	Work characteristics	Risk assessment
Case 1	Night -Apartment	Operation [Loading] Operation [Car door] Transportation [On foot] High
		Operation [Classification] Moderate
Case 2	Night -House/Villa	Operation [Loading] Transportation [On foot] High
		Transportation [Cart] Operation [Classification] Storage Moderate
Case 3	Day -Apartment	Operation [Loading] Transportation [Cart] Moderate
Case 4	Day -House/Villa	Operation [Loading] Transportation [Cart] Transportation [Car] Transportation [On foot] Storage High
		Operation [Classification] Moderate
Case 5	Night -Apartment/House/Villa	Operation [Loading] Operation [Car door] Operation [Classification] Transportation [Car] Transportation [On foot] High
		Operation [Ucknload] Transportation [Cart] Moderate
Case 6	Day -Apartment/House/Villa	Operation [Loading] Operation [Car door] Transportation [On foot] High
		Transportation [Cart] Operation [Classification] Moderate

하였다. 그 결과, Table 6과 같이 작업 케이스별로 위험한 작업이 도출되었다.

대부분 작업[상차]와 운반[도보]에서 가장 위험도가 높은 것으로 나타났다. 이는 상차 시 주차되어 있는 차량 간 간격이 좁아 차량 근접하게 상차할 배송물을 실은 롤테이너의 접근이 어려운 경우 차량 근접한 바닥으로 이동 후 다시한번 상차해야 하는 작업이 포함되어 있었으며, 한정된 공간에 당일 할당된 많은 물량을 적재하는 과정에서 좁은 차량내부 환경으로 인해 비정형 들기작업이 많아 허리에 부담을 주었다. 그리고 도보로 배송물을 운반할 때 장시간 운전 및 배송지의 수 이상으로 높은 배송 차량에 승차, 하차를 반복하며 하

지에 피로가 쌓인 상태에서 배송시간을 지키기 위하여 비교적 빠른걸음이나 뛰어서 이동하며 엘리베이터가 없는 주택이나 빌라의 경우 중량물을 들고 계단이나 경사로를 걸어서 이동하는 일이 많아 하지에 부담을 주기 때문인 것으로 판단된다^{4,14)}.

4. 결론 및 토의

택배기사가 2020년 특수형태근로종사자로 법의 보호 범위에 포함됨에 따라 산업재해 예방을 위하여 안전보건조치 및 안전보건교육의 의무가 발생하였다. 택배산업에서 택배기사의 업무는 그 직무 특성상 다양한 산업안전보건의 위험요인에 노출되어 있으며 근무여건이 열악하다. 이와 같이 다발하는 택배산업의 산업재해에도 불구하고, 현재 택배기사의 작업을 정량적으로 분석하고 체계화 하기 위한 안전보건에 관련된 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 비정형 작업 및 정해진 작업장과 작업물이 없는 택배 기사의 작업 특성을 이해하고 재해를 예방할 수 있는 대안을 설정하기 위해 택배 배송 작업의 특성에 기반한 단위작업 분류체계를 제시하였다. 공정은 1974년 ASME에서 제정한 유통공정도에 사용되는 표준기호를 기준으로 5개의 대공정, 10개의 소공정에 대하여 현장조사를 실시하였다. 현장조사는 Flow Process Chart를 활용하여 작업자의 작업활동을 시간의 흐름에 따라 모두 기록하였으며 기록된 모든 케이스의 단위작업을 조합하여 택배 배송 작업에 적용이 가능한 22개의 단위작업을 도출하였다. 이는 비정형 작업의 특성을 가진 택배 배송 작업의 작업분석을 위한 평가의 틀을 마련하고 단위작업법 인간공학적 평가 방법을 제시함으로써 유해위험 단위작업에 대한 평가 기준을 명확히 하였다.

또한, 개발된 단위작업의 분류체계를 기준으로 위험도 평가를 실시하여 위험도가 높은 작업을 구분하고자 하였다. 그 결과 작업[상차]와 운반[도보]의 단위작업에서 위험도가 높은 것을 확인할 수 있었다. 이렇게 위험도 평가를 통하여 위험도가 높은 작업을 확인 하고 제시된 인간공학적 평가방법을 통해 위험작업에 대한 개선 방안 및 관리를 할 수 있는 틀을 마련함으로써 택배 배송작업의 산업재해예방을 위한 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

References

1) J. H. Kim and M. Y. Hwang, "Delivery Driver's Work Environment Problems and Improvement Plans", The

- Seoul Institute Policy Report, Vol. 319, pp. 1-24, 2021.
- 2) https://www.moel.go.kr/news/enews/report/enewsView.do?news_seq=11707
 - 3) H. C. Baek, Y. I. Jeon, H. H. Cho and Y. H. Choi, "Policy Measures to Prevent Health Problems and Death Caused by Overworks of Couriers", The Occupational Safety and Health Research Institute(OSHRI), 2020.
 - 4) S. G. Kim, "Safety and Health Status of Special Type Workers", Korean Industrial Health Association(KIHA), Vol. 374, pp. 13-26, 2019.
 - 5) S. B. Woo, S. Y. Choi and W. Park, "Labor and Safety and Health Status and Challenges of Courier Workers", Federation of Korean Trade Unions(FKTU) Research Center, 2022.
 - 6) S. R. Chang, Y. S. Kim, K. S. Lee, Y. C. Kim and D. C. Bae, "A Study on Managerial System of Work-related Musculoskeletal Disorders", J. Korean Soc. Saf., Vol. 18, No. 3, pp. 149-153, 2003.
 - 7) B. Niebel and A. Freivalds, "Methods, Standards, and Work Design(13th Edition)", McGraw-Hill, 2013.
 - 8) H. Y. Kim and S. E. Jin, "A Quantitative Investigation of the Workload in the Delivery Worker", Journal of the Ergonomics Society of Korea, Vol. 42, pp. 29-37, 2023.
 - 9) M. Shimaoka, S. Hiruta, Y. Ono, H. Nonaka, E. Wigaeus Hjelm and M. Hagberg, "A Comparative Study of Physical Work Load in Japanese and Swedish Nursery School Teachers", European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, Vol. 77, pp. 10-18, 1997.
 - 10) H. Christensen, K. Søgaard, M. Pilegaard and H. B. Olsen, "The Importance of the Work/Rest Pattern as a Risk Factor in Repetitive Monotonous Work", International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 25, pp. 367-373, 2000.
 - 11) <https://www.cdc.gov/physicalactivity/basics/measuring/exertion.htm>
 - 12) G. Borg, "Perceived Exertion as an Indicator of Somatic Stress", Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine, Vol. 2, No. 2, pp. 92-98, 1970.
 - 13) G. Borg, "Borg's Perceived Exertion and Pain Scales", Human Kinetics, 1998.
 - 14) S. J. Lee, S. E. Jin and S. R. Chang, "Symptoms of the Musculoskeletal Disorders in Delivery Workers", J. Korean Soc. Saf., Vol. 38, No. 2, pp. 52-59, 2023.