

연구보고서
2024-13

음식업 서비스 로봇 도입이 직무와 작업장 안전에 미치는 영향

박수민 · 조혁진 · 박민영 · 최 민

목 차

요 약	i
제1장 서 론	(박수민) 1
제1절 연구배경과 목적	1
제2절 연구대상과 연구방법	3
1. 음식점업 : 외식업과 급식업	3
2. 연구방법	6
제3절 글의 구성	7
제2장 협동로봇의 등장과 노동의 변화	(박수민) 9
제1절 협동로봇의 등장	9
제2절 분업의 변화	13
1. 기술에 의한 일자리 대체	13
2. 인간-기술 간 노동분업 양식의 변화	17
제3절 산업안전의 변화	21
1. 패러다임의 변화 : 시공간 분리에서 시공간 공유로	21
2. 작업기반 위험평가와 시스템적 접근	26
제3장 외식업의 서비스 로봇 도입과 일터의 변화	(조혁진) 30
제1절 들어가며	30
제2절 연구의 대상과 방법	31
제3절 푸드테크와 외식업	32

1. 푸드테크의 등장	32
2. 외식업체의 푸드테크 적용 현황	34
제4절 서빙로봇의 도입과 활용	36
1. 서빙로봇 도입의 이유에 대한 두 가지 입장	36
2. 서빙로봇 도입의 몇 가지 조건들	42
3. 서빙로봇의 한계와 향후 기술발전의 방향	45
제5절 서빙로봇 도입과 일터의 변화 전망	47
1. 고객과 서비스 종사자와의 관계 변화	47
2. 작업장 안전문제의 변화	48
3. 로봇 활용의 장점 및 사람과 로봇의 조화 쟁점	49
제6절 소 결	51
 제4장 급식로봇 도입과 노동경험의 변화(박수민 · 최 민)	52
제1절 들어가며	52
1. 연구배경과 문제제기	52
2. 연구방법	53
제2절 급식로봇 도입의 배경과 과정	54
1. 학교급식 조리노동의 현황과 쟁점	54
2. 급식로봇 도입 현황 및 과정	62
제3절 작업 내용 분석	72
1. 학교급식 조리노동의 특징	72
2. 조리로봇 도입 후 노동경험의 변화	76
제4절 소 결	88
1. 주요 연구 결과	88
2. 시사점과 한계	89
 제5장 급식실 조리로봇 도입에 따른 산업안전환경 변화(박민영 · 최 민)	92
제1절 로봇의 안전관리 규제 현황	92

1. 산업용 로봇의 안전관리에 관한 법	93
2. 서비스 로봇에 관한 안전관리체계	98
제2절 급식로봇 도입에 따른 새로운 안전문제와 관리방안	100
1. 안전점검 체크리스트 개발 및 시범적용 예시	101
2. 학교급식실 조리로봇 안전점검 및 관리 방안	115
제3절 급식로봇 도입에 따른 작업환경 변화	118
1. 작업환경조사 배경과 개요	118
2. 공기질의 변화	119
3. 근골격계 부담작업의 변화	133
4. 주관적 노동강도와 로봇 수용도 인식 조사	145
제4절 소 결	156
제6장 결 론	(박수민) 157
제1절 주요 연구 결과	157
제2절 연구의 함의	159
참고문헌	163
[부록 1] B학교 근골격 부담작업 분석 결과	171
[부록 2] C학교 근골격 부담요인 분석 결과	195

표 목 차

〈표 1-1〉 음식점업과 관련 직종의 고용 규모	5
〈표 1-2〉 학교급식 조리종사원 규모	6
〈표 2-1〉 음식점업 서비스 로봇의 분류와 유형	11
〈표 2-2〉 인간-로봇 협동 환경의 안전시스템	23
〈표 2-3〉 협동공간에서의 운전(KS B ISO TS 15066)	24
〈표 2-4〉 서비스 로봇 안전 적합성 평가 항목	25
〈표 2-5〉 로봇 도입이 산업안전에 미치는 영향	28
〈표 3-1〉 심층면접 참가자 현황 및 정보	32
〈표 4-1〉 급식실 관찰 학교 정보	54
〈표 4-2〉 면담기관, 면담대상자 및 면담방식	54
〈표 4-3〉 기준 학교급식실 조리노동자 신규채용 미달률(2024. 3. 1.)	56
〈표 4-4〉 학교급식실 조리노동자 결원 현황(2024. 3. 1.)	56
〈표 4-5〉 17개 시도교육청 급식로봇 도입 현황(2024. 10. 기준)	62
〈표 4-6〉 학교급식실 로봇 도입 관련 기사 제목들	71
〈표 4-7〉 A학교 업무 흐름(로봇 도입 후 관찰)	75
〈표 4-8〉 C학교 업무 흐름(로봇 도입 전 관찰)	75
〈표 4-9〉 C학교 튀김 작업의 변화	77
〈표 5-1〉 「산업안전보건법」상 산업용 로봇에 관한 안전 기준	94
〈표 5-2〉 산업안전보건기준에 관한 규칙, 제13절 산업용 로봇	96
〈표 5-3〉 협동로봇에 관한 안전기준 법령	98
〈표 5-4〉 「식품위생법」 등의 법령	99

〈표 5- 5〉 학교급식실 조리로봇 안전점검 체크리스트 문항(안)	102
〈표 5- 6〉 학교급식실 조리로봇 안전점검 체크리스트 적용 현장 개요 ...	105
〈표 5- 7〉 조사 대상 학교 정보	118
〈표 5- 8〉 작업환경 측정항목, 방법 및 분석	120
〈표 5- 9〉 측정시료 정보	122
〈표 5-10〉 B학교 개인측정시료 결과(전체 근무시간)	125
〈표 5-11〉 B학교 볶음 작업자(P1)의 개인측정시료 결과	125
〈표 5-12〉 B학교 튀김 작업자(P2)의 개인측정시료 결과	126
〈표 5-13〉 B학교 튀김 작업(P4)의 지역측정시료 결과	127
〈표 5-14〉 B학교 조리구역 지역측정시료 결과(전체 근무시간)	128
〈표 5-15〉 B학교 볶음 작업(P3)의 지역측정시료 결과	128
〈표 5-16〉 B학교 비조리구역 지역측정시료(P5) 결과(전체 근무시간) ...	129
〈표 5-17〉 C학교 개인측정시료 결과(전체 근무시간)	130
〈표 5-18〉 C학교 튀김 작업자(P1)의 개인측정시료 결과	131
〈표 5-19〉 C학교 튀김 작업(P5, P11, P13)의 지역측정시료 결과	132
〈표 5-20〉 C학교 칼질 작업대 근처(P3, P8, P10)의 지역측정시료 결과 ...	132
〈표 5-21〉 C학교 화구 근처(P4, P9, P12)의 지역측정시료 결과	133
〈표 5-22〉 전체 단위작업(24개) 인간공학적 평가 결과(B학교)	134
〈표 5-23〉 야채 (및 고기) 볶음 작업의 변화	136
〈표 5-24〉 떡볶이 조리작업의 변화	137
〈표 5-25〉 김말이 튀김 조리작업의 변화	138
〈표 5-26〉 식기류 및 조리장비 세척 작업의 근골격계 부담요인	139
〈표 5-27〉 전체 단위작업(24개) 인간공학적 평가 결과(C학교)	140
〈표 5-28〉 로봇 설치 전 튀김조리작업	142
〈표 5-29〉 로봇 설치 후 튀김조리작업	143
〈표 5-30〉 식기류 및 조리장비 세척 작업의 근골격계 부담	144
〈표 6- 1〉 로봇 도입으로 인한 노동 변화 유형	159

그림목차

[그림 1- 1] 인지형 로봇 개요도	2
[그림 1- 2] 음식점업 직종 노동력 부족률	4
[그림 3- 1] 푸드테크의 범위와 구분	33
[그림 3- 2] 외식업체의 로봇 사용 여부 및 미사용 이유	34
[그림 3- 3] 외식업체의 로봇 도입 의향	35
[그림 3- 4] 서빙로봇업체의 광고	38
[그림 4- 1] 1인당 식수별 근골격계질환 증상 분포	59
[그림 4- 2] 국방부에서 도입한 4종로봇 개관	64
[그림 4- 3] 로봇별 튀김 바스켓 위치	83
[그림 5- 1] 시야와 동선 확보	106
[그림 5- 2] 이동식 랙과 노동자	108
[그림 5- 3] 로봇 중지	108
[그림 5- 4] 바트와 노동자 위치	109
[그림 5- 5] 안전선 표시	111
[그림 5- 6] 두 대의 로봇이 인접해 작업자들의 작업 공간이 겹치는 B학교	112
[그림 5- 7] 로봇 팔 방수 커버	113
[그림 5- 8] 직독식 장비(좌: 온습도, 우: 미세먼지)를 이용한 측정 예	120
[그림 5- 9] 측정시료 위치(C학교)	123
[그림 5-10] 측정시료 위치(B학교)	124
[그림 5-11] B학교 조리로봇 도입 전후 튀김 작업 형태 변화	129
[그림 5-12] C학교 조리로봇 도입 전후 튀김 작업 형태 변화	132

[그림 5-13] 작업환경평가 결과(B학교)	146
[그림 5-14] 적정 노동강도 수준과 작업의 힘든 정도(B학교)	147
[그림 5-15] 힘든 작업유형(B학교)	148
[그림 5-16] 각 작업유형의 주관적인 근골격계 부담 정도(B학교)	148
[그림 5-17] 각 작업유형의 주관적인 부상 위험도(B학교)	149
[그림 5-18] 로봇 수용도 인식 변화(B학교)	150
[그림 5-19] 로봇의 일자리 대체에 대한 인식(B학교)	150
[그림 5-20] 작업환경평가 결과(C학교)	151
[그림 5-21] 작업의 힘든 정도(C학교)	152
[그림 5-22] 힘든 작업유형(C학교)	153
[그림 5-23] 각 작업유형의 주관적인 근골격계 부담 정도(C학교)	153
[그림 5-24] 각 작업유형의 주관적인 부상 위험도(C학교)	154
[그림 5-25] 로봇 수용도 인식 변화(C학교)	155
[그림 5-26] 로봇의 일자리 대체에 대한 인식(C학교)	155

요 약

1. 서론

본 연구의 목표는 로봇 기술이 노동에 미치는 영향을 분석하여 직무와 산업안전의 변화를 분석하는 것이다. 첫째, 본 연구는 구체적인 로봇이 미치는 영향을 고용량이 아니라 작업과정을 중심으로 살펴본다. 이를 통해 직무별로 영향을 받는 작업을 구체적으로 분석한다. 기술은 직무(job)에 영향을 미칠 수도 있지만 작업(task)에만 영향을 미칠 수 있다. 영향의 범위에 따라 로봇이 대체하는 작업의 범위가 직무 수준으로 넓어질 수도 있고, 일하는 방식과 일의 의미가 변화할 수도 있기 때문이다. 둘째, 로봇 도입의 이해관계자들이 로봇 도입에 대하여 갖고 있는 인식과 목표에 대해 파악한다. 일터의 변화는 기술만으로 결정되는 것이 아니라 일터를 둘러싼 여러 역할과 노동자들의 대응이 복합적으로 작용하는 것이기 때문이다. 마지막으로 이 연구는 서비스 부문에 도입된 로봇이 산업안전 부문에 미치는 영향과 새로운 쟁점에 대해 탐색한다.

이를 위해 음식점업 중 외식업과 학교급식업을 대상으로 연구를 진행하였다. 15명의 외식업 종사자에 대한 FGI를 실시했으며, 학교급식의 경우 학교급식 종사원, 교육청, 노동조합, 로봇기업을 비롯한 이해관계자 인터뷰를 진행했다. 또한 로봇을 도입한 3개 중학교에서 현장관찰을 진행했다. 직무변화, 조리흐름을 비롯한 작업환경, 근골격계 부담 요인을 측정하여 로봇 도입 전후의 차이를 비교하였다. 본문의 제3장에서는 외식업의 변화를, 제4장에서는 학교급식의 변화를 분석하였다. 제5장에서는 서비스 로봇 도입이 산업안전에 미치는 영향을 대기질과 근골격 부담작업을 중심으로 살펴보고, 작업장 안전점검을 위한 체크리스트를 제안하였다.

2. 외식업에서의 서비스 로봇 도입과 일터의 변화

제3장에서는 외식업에서의 서비스 로봇 도입과 일터의 변화 양상을 살펴보았다. 외식업에서 스마트기기를 포함한 푸드테크의 일환으로서의 서비스 로봇의 등장과 관련하여, 제3장에서는 로봇 도입의 이유에 대해 홀서빙 인력의 대체 목적과 인력의 보완 목적을 구분하여 제시하였다. 홀서빙 인력을 로봇이 대체한다는 입장에서는 외식업의 불안정한 인력수급 구조에 대한 해결책으로서의 로봇 도입이 선호되고 있었으며, 이와 관련해서는 비용 절감 등이 중요한 요소로 고려되었다. 홀서빙 인력의 업무 보조 수단으로서의 로봇 도입은 홀서빙 종사자가 ‘고객 응대’라는 고유의 업무를 더욱 잘할 수 있도록 홀서빙 업무 중 일부인 ‘운반’ 업무를 로봇이 보완해 준다는 점이 중요한 고려 요소라고 볼 수 있다.

외식업에서의 로봇 도입은 몇 가지 조건이 충족되어야 가능한 것으로 분석되었다. 먼저, 로봇이 이동할 수 있는 공간의 문제가 중요하며, 해당 음식점이 판매하는 음식의 종류와 가격대를 중요한 변수로 볼 수 있다. 로봇 도입을 위해서는 바닥 평탄화 작업이 선행되어야 하며, 판매하는 음식이 단품 위주일 것, 화상 위험이 없을 것, 그리고 판매하는 음식의 가격대가 높지 않을 것이라는 조건이 필요한 것으로 분석되었다.

서빙로봇 도입을 통한 일터의 변화는 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 고객과 서비스 종사자와의 관계가 변화되었다는 점을 들 수 있다. 홀서빙 종사자는 이전만큼 많이 고객과 소통하지 않게 되었으며, 이러한 점이 인력 감축을 통한 사업주의 비용 감소에는 영향을 미칠 수 있으나, 업셀링(상향구매 유도)을 통한 매출액 증가에는 한계가 있는 것으로 지적할 수 있다. 둘째, 작업장 안전문제의 변화를 거론할 수 있다. 로봇 도입을 통해 체력적인 부담이 감소하는 경우도 있으나, 사용하는 로봇의 종류에 따라 더 힘이 드는 업무를 수행해야 하는 경우도 있을 수 있다. 또한 로봇이 사람과 동선을 공유함으로써 발생하는 충돌 사고 가능성도 존재하고 있었다. 셋째로는 로봇 활용 시 로봇과 사람이 어떻게 조화를 이룰 수 있을 것인지에 관한 쟁점이다. 로봇이 인력 대체형이든 인력 보

완형이든 사람과 함께 일한다고 했을 때, 로봇과 함께 일하는 방식에 대한 교육과 이해가 중요한 상황이라고 볼 수 있다.

3. 학교급식에서의 서비스 로봇 도입과정과 작업의 변화

제4장에서는 현장관찰과 인터뷰를 바탕으로 학교급식실 조리로봇 도입 현황, 조리종사원을 포함한 학교급식 관계자들이 조리로봇에 대해 갖는 기대, 실제 조리로봇을 사용하는 조리종사원의 경험을 분석했다.

학교급식 조리로봇 도입은 한국로봇산업진흥원의 지원이 물꼬를 텃다. 2023년 서울에 첫 시범 도입이 이뤄진 이후, 수도권 및 광역시를 중심으로 도입이 이어지고 있다. 2024년 10월 확인한 바에 따르면, 전체 17개 시도 교육청 중에서 6개 시도가 이미 급식로봇을 도입하여 설치를 완료하였고, 4개 시도에서 구입 및 설치가 진행 중이거나 예정돼 있다.

조리로봇은 노동강도를 낮추고 산업안전을 개선할 것이라는 기대를 받고 있다. 동시에 학교급식 관계자들은 조리로봇과 관련하여 서로 다른 기대를 가지고 있다. 교육청은 학령인구 감소에 따른 급식 환경의 변화에 대해 고민하고 있으며, 이러한 고민의 내용은 시도마다 다르다. 조리종사원들은 조리로봇 도입이 환경 개선의 기회가 될 수 있을 것이라 기대한다. 그러나 조리종사원과 노동조합은 모두 조리로봇이 결원의 대안은 될 수 없기에 저임금을 비롯한 처우개선을 통해 인력 확충이 필요하다고 평가한다.

학교급식에서는 조리로봇이 일부 작업을 대신해 조리종사원의 노동강도를 줄여주는 것으로 나타났으며, 근골격계 부담과 고열 노출을 줄여주는 효과가 가장 두드러진다. 그러나 작업을 대체하는 정도는 조리종사원이 수행하는 여러 작업 중 일부에 국한된다. 조리로봇은 일부 동작을 대신하여 조리종사원의 노동을 보조하는 것으로 평가할 수 있다. 가장 큰 이유는 학교급식은 매일 다른 메뉴의 음식을 단시간에 대량으로 조리해야 해서, 작업을 표준화하기 어렵고 조리종사원이 유연하게 여러 업무를 담당해야 하기 때문이다. 근골격 부하는 줄이지만 동시에 동선

이 복잡해져 충돌의 위험에 더욱 주의해야 한다는 점을 확인할 수 있었다. 조리종사원들은 기계를 조작하는 법을 배우는 것을 부담스러워했지만, 동시에 로봇을 이용한 조리 자체에는 빠르게 적응하는 모습을 보여주었다. 근골격 부담과 더불어 작업시간의 변화도 함께 살펴볼 필요가 있다.

학교급식 조리로봇 도입에 대한 분석은 학교급식 정책, 로봇 도입 과정 관리, 로봇 도입 행정 측면에서 정책적 시사점을 제시한다. 첫째, 인구감소에 따른 학교급식 모델의 다변화 필요성, 지역별 급식 환경의 차이, 작업별 노동강도 등을 종합적으로 고려한 정책이 필요하며, 이를 위해서 급식 조리 노동을 작업 단위별로 세분화하여 체계적으로 평가해야 한다. 둘째, 로봇 도입 과정에서 조리종사원들이 배제되지 않도록 도입 과정을 관리해야 한다. 작업의 변화, 안전상의 유의점, 로봇 작동법뿐 아니라 로봇을 활용하여 일하는 역량을 키워줄 수 있는 교육도 요구된다. 마지막으로 조리로봇 도입과 유지보수에 대한 과정이 행정적으로 체계화되어야 한다. 대량 조리로봇은 학교급식뿐 아니라 군대, 병원 등에서도 수요가 있으며, 여러 기업이 뛰어들어 시장을 키우고 있다, 향후 연구에서는 조리로봇이 다른 분야로 확대될 가능성에 대해 주목하여 다양한 사례와 유형을 살펴볼 필요가 있다.

4. 음식점업 조리로봇 도입과 산업안전

현재 로봇의 안전관리에 관한 규제는 「산업안전보건법」상 산업용 로봇 및 협동로봇에 관한 안전 기준이 적용되나, 식음료 사업장에서 사용되는 서비스 로봇은 해당 규제를 받지 않고 「식품위생법」상 위생과 관련된 규제만 받는다. 조리로봇이 도입되는 작업장의 노동자 안전 관련 관리체계는 부재하여 표준화된 관리체계가 필요하다. 급식실 조리로봇의 경우 로봇 자체에 대한 산업안전보건규제, 설치 과정에서 안전에 대한 고려, 노동자가 참여하는 위험성평가에 기반한 현장 관리가 되어야 한다. 따라서, 이 장에는 급식실 조리로봇이 사용되는 현장에서 발견된 안

전문제의 유형을 확인하고, 로봇 관련 안전문제를 인지하기 위한 도구로 체크리스트를 제안하였다. 체크리스트는 작업 종류에 따라 조리 전, 조리, 청소, 유지보수점검 분야를 아우르고 있으며, 총 21개의 문항으로 구성되어 있다.

공기질이나 근골격계 부담 등 기존에 학교급식실 조리종사원들의 산업안전 환경 문제로 제기되었던 유해요인의 변화 정도를 탐색적으로 측정했다. 조리작업 중 작업자가 흡입할 수 있는 유해인자의 노출 감소 효과에 대해 일부 가능성이 확인되었고, 몇 가지 단위작업에 대한 근골격계 부담이 대체되는 효과가 관찰됐다. 다만 로봇 도입에 의한 추가적인 근골격계 부담도 발생하여 인간공학적 설비의 도입이 함께 고려돼야 할 것으로 보인다. 작업자의 로봇 수용도에 관한 조사에서는 로봇이 설치되기 전에 전반적으로 낮은 수용도를 보였다. 작업자의 심리적 부담감과 로봇 수용도에 대한 문제도 사전에 충분히 다루어질 필요가 있다.

5. 결론

제6장 결론에서는 음식점업에 로봇이 도입되면서 나타나는 노동의 변화를 ‘노동대체’, ‘생산성 강화’, ‘노동강도 감소’, ‘효과 없음’의 네 가지 유형으로 분류하고 각 사례를 정리하였다. 현재 외식업에서 사용하는 로봇은 여러 작업을 수행할 정도의 수준이 되지 못하며, 따라서 하나의 직무를 완전히 대체하지는 못한다. 한정적인 동작이 가능한 로봇을 어떻게 배치하느냐에 따라 노동 변화의 유형이 달라진다. 작업의 각 단계가 명확히 구분되고, 각 작업단계에서 수행하는 직무의 구성이 간단하며 표준화 수준이 높고, 하나의 작업 단계 전체를 로봇이 담당할 수 있을 때 로봇을 통한 노동대체 가능성이 높아진다.

로봇의 도입이 직무의 변화와 노동시장에 미치는 함의는 크게 세 가지이다. 첫째, 노동시장의 양극화로, 특히 노동대체가 나타나는 외식업에서 두드러진다. 둘째, 탈숙련화와 숙련 과정의 변화이다. 현재 조리로봇은 학습을 하는 과정으로 여러 가지 세팅을 맞추는 데 조리 경험과 지식

〈로봇 도입으로 인한 노동 변화 유형〉

유 형	내 용	사 례
노동대체	하나의 작업을 전담하는 로봇 여러 개를 연계(스마트오더·키오스크·서빙로봇 연계) 혹은 일부 작업을 로봇이 전담함	음식점 홀 서비스 외식업 조리 (햄버거 패티 구이)
생산성 강화	일부 작업을 로봇이 전담하거나 보완하는 동안, 종업원이 다른 직무를 수행하여 전체적으로 생산성·서비스 수준 향상	카페 음료 제조, 음식점 홀 서비스 (서빙, 초벌구이)
노동강도 감소	로봇이 직무를 대신하지는 못하지만 전체 작업 중 노동력 부하가 심한 동작을 로봇이 대신하여 전체적인 노동강도를 감소 시킴	학교급식 조리 외식업 조리 (파스타 조리) 음식점 홀 서비스 (서빙, 퇴식)
효과 없음	로봇 도입의 효과가 미비하여 로봇 철수	퇴식

을 요구한다. 조리로봇의 세팅이 어느 정도 표준화된 이후에는 지식과 경험을 수치로 전환하는 작업이 줄어들고, 로봇 사용률이 높아질 것이다. 마지막으로, 세부 직무별 변화와 가치 측정이 이뤄져야 한다. 로봇의 도입으로 직무가 새롭게 생기거나, 사라지거나, 변화를 겪게 된다. 직무별로 어떤 영향을 받는지를 파악해야 자동화 시대에 필요한 직무교육의 방향, 노동정책을 만들 수 있다.

작업장 안전문제에도 변화를 확인할 수 있다. 학교급식 조리로봇과 같이 노동부하 감소를 목표로 삼는 로봇들의 경우 반복 작업에 따른 근골격계 부담을 완화하고 조리흠이나 고열에 노출되는 정도를 낮추는 긍정적 효과가 있다. 하지만 동시에 로봇을 도입할 때 고려해야 할 지점이 있고, 로봇의 도입에 따라 새롭게 나타난 문제도 확인할 수 있었다. 협동로봇의 기계적 안전시스템뿐만 아니라 협동로봇이 적용되는 작업장의 작업과정과 특성, 직무내용에 따라 안전관리가 이뤄져야 함을 시사한다. 이를 위해서는 로봇 도입 및 변화 과정 관리체계를 마련하는 과정에 로봇과 함께 일하는 현장 작업자의 참여가 이뤄져야 한다.

제1장 서론

제1절 연구배경과 목적

디지털 기술의 발전이 노동에 미치는 영향에 대한 관심이 날로 높아지고 있다. 생성형 AI의 등장은 학습능력과 창의력이 인간의 고유한 능력이라는 믿음을 흔들며, 지식노동의 변화를 예고하고 있다. 다른 한편에서는 인간의 육체를 모방한 휴머노이드의 발전이 이뤄지고 있다. 피규어AI의 휴머노이드 로봇인 ‘피규어 01’이 미국 BMW 생산라인에 배치되었다. 특히 휴머노이드 로봇, 인지형 로봇 등 로봇틱스 기술은 AI와 로봇이 결합된 형태로 발전하고 있다. 로봇은 AI라는 기계 지성이 물리적 세계에서 움직임을 만들어 낼 수 있는 기반이 된다. 이 연구는 물리적 행위력과 이전의 기계에 비교할 수 없는 유연함을 지닌 로봇이 서비스산업, 특히 음식점업의 노동과 일터에 미칠 영향에 주목한다.

현재 로봇은 제조업뿐 아니라 서비스 영역으로 범위를 확장하고 있고, 시장 성장 속도는 제조업 로봇을 앞지를 것으로 예측된다. 그런데 서비스 영역은 제조업과 자본의 규모, 작업장의 규모와 성격, 노동자 구성, 노동의 내용 등이 전혀 다르다. 제조업의 경우 오랫동안 동작의 표준화, 공간의 표준화, 공정의 표준화가 이루어져 왔고, 그 결과 기계화와 로봇화가 진행되어 왔다. 제조업에서 주로 사용하는 협동로봇과 서비스업에 도입되는 로봇의 크기나

형태도 다르다. 반면 서비스산업은 생산성이 낮고, 노동력 집약적이라는 특성이 있다. 그렇다면 로봇의 도입은 서비스업에서는 어떠한 영향을 미칠 것인지에 대해 면밀한 검토가 필요하다.

더군다나 서비스 로봇의 도입이 국가정책으로 추진되면서, 국내시장 창출을 목적으로 음식점업 로봇 도입이 활발하게 이뤄지는 상황이다. 한국정부는 「지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법」에 따라 2009년부터 5개년 단위의 지능형 로봇 기본계획을 수립하고 로봇산업에 국가적인 지원을 쏟아붓고 있다. 2024~2028년 제4차 지능형 로봇 기본계획은 3대 핵심 경쟁력(기술, 인력, 기업) 강화, K-로봇 시장의 글로벌 진출 확대, 로봇 친화적 인프라 구축을 3대 전략으로 내세우고 있다. 이 중 둘째 전략의 내용은 국내외 시장을 창출한다는 것으로, 제조·서비스업 분야에 2030년까지 100만 대의 로봇을 보급하는 것이 목표이다. 서빙·조리로봇은 100만 대 로봇 보급의 한 축이다. 이 중, 소상공인과 돌봄·의료 분야에 공급하는 로봇이 각 30만 대이며, 소상공인 대상 로봇의 핵심이 서빙·조리로봇이다.

[그림 1-1] 인지형 로봇 개요도



자료 : 한국정보통신기술협회(2021), 「AI·DATA-지능형로봇」.

이 연구의 목표는 로봇기술이 노동에 미치는 영향을 분석하여 직무와 산업안전의 변화를 분석하는 것이다. 첫째, 이 연구는 구체적인 로봇이 미치는 영향을 고용량이 아니라 작업과정을 중심으로 살펴본다. 이를 통해 직무별로 영향을 받는 작업을 구체적으로 분석한다. 기술은 직무(job)에 영향을 미칠 수도 있지만 작업(task)에만 영향을 미칠 수도 있다. 영향의 범위에 따라 로봇이 대체하는 작업의 범위가 직무 수준으로 넓어질 수도 있고, 일하는 방식과 일의 의미가 변화할 수도 있기 때문이다. 둘째, 로봇 도입의 이해관계자들이 로봇 도입에 대하여 갖고 있는 인식과 목표에 대해 파악한다. 일터의 변화는 기술만으로 결정되는 것이 아니라 일터를 둘러싼 여러 역학과 노동자들의 대응이 복합적으로 작용하는 것이기 때문이다. 마지막으로 이 연구는 서비스 부문에 도입된 로봇이 산업안전 부문에 미치는 영향과 새로운 쟁점에 대해 탐색한다.

제2절 연구대상과 연구방법

1. 음식점업 : 외식업과 급식업

음식점업, 서비스 직종은 자동화의 위험에 크게 노출된 산업/직업군이면서 동시에 여성노동자의 취약성이 두드러지는 부문이다. 자동화기술에 의한 인력 대체는 산업, 직종, 성별과 연령에 따라 다르다. IMF 보고서(Brussevich et al., 2019)에서는 한국의 경우 남성보다 여성의 대체 가능성이 1.19배 높고, 대체 가능성이 높은 노동자의 비율은 여성이 남성보다 2.41배 높다고 보고한다. 남성보다 여성들이 자동화 가능성이 높은 업종에 많이 분포하고, 동일 업종에서도 단순 반복 작업에 배치되는 경향 때문이다.

자동화의 위험 정도가 높고, 지속적인 인력난과 최근 로봇 지원 정책에 따라 로봇 도입이 가속화되는 산업이라는 점을 고려하여 이 연구에서는 음식점점을 주요 연구의 대상으로 삼았다. 한국표준산업분류에서는 음식을 조리하여 제공하는 음식점, 음식을 조리하여 배달·제공하는 산업(배달전

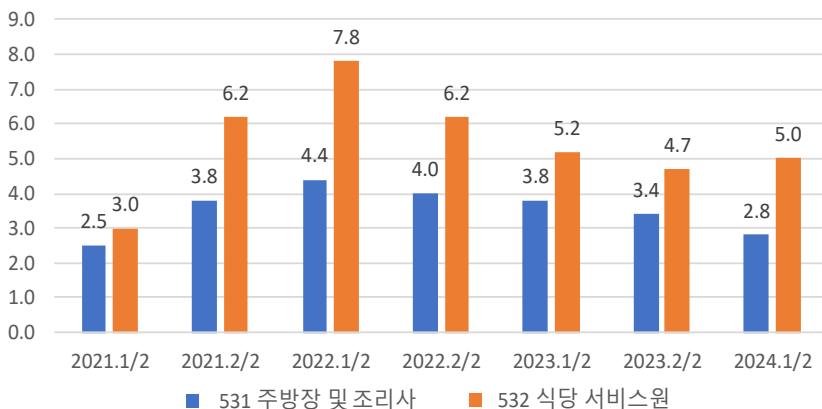
문점, 출장서비스, 도시락 등), 회사나 학교 등의 구내식당을 운영하는 활동으로 음식점업을 정의하고 있다. 이 연구에서는 음식점업의 하위 유형 중接客 시설을 갖추고 음식을 조리하여 제공하는 외식업과 기관 구내 급식업을 최종 연구대상으로 선정하였다.

외식업과 급식업은 규모, 사업유형 등에서도 뚜렷한 차이가 있고, 주로 도입하고 있는 로봇의 종류도 다르다. 기관 구내식당업은 일반 소비자를 대상으로 하지 않아 대면서비스가 거의 없고, 외식업보다 규모가 크며, 음식 조리도 대량으로 이뤄진다. 대량급식의 경우 병원, 기업, 학교 등에서 이뤄지고 있는데, 최근 조리로봇 도입이 활발하게 논의되는 곳은 학교급식 영역으로 이 연구에서도 학교급식에 집중하였다.

고용통계에 따르면 음식점업은 노동력 부족률이 높고, 여성노동자의 비중이 높은 업종이다. 2024년 상반기 기준 전체 업종의 노동력 부족률이 2.8% 수준인데 반해 음식서비스직의 부족률은 4.1%이다. 이 중 주방장 및 조리사 직종의 부족률은 2.8%, 식당서비스원의 부족률은 5.0%로 조리보다는 서비스직의 부족률이 높다(그림 1-2). 음식점업 종사자의 인적 구성은 전체적으로 여성이 많은데, 특히 조리사보다 서비스직과 단순종사자에 여성의 비율이 높다(표 1-1).

[그림 1-2] 음식점업 직종 노동력 부족률

(단위 : %)



자료: 고용노동부, 「직종별사업체노동력조사」 각 연도 6월, 12월.

〈표 1-1〉 음식점업과 관련 직종의 고용 규모

(단위 : 천 명)

	성 별		조리사		식음료서비스		음식 관련 단순종사자	
2014	계	남	902	271	674	250	394	55
		여		630		424		339
2015	계	남	923	260	667	236	408	58
		여		663		430		350
2016	계	남	985	286	668	248	420	62
		여		699		421		358
2017	계	남	956	297	659	235	421	70
		여		659		424		351
2018	계	남	961	291	621	208	390	60
		여		671		413		330
2019	계	남	996	322	658	225	419	72
		여		674		433		347
2020	계	남	961	314	553	197	378	68
		여		647		356		310
2021	계	남	1,039	372	516	178	389	72
		여		667		338		318
2022	계	남	1,110	407	576	222	381	73
		여		704		355		308
2023	계	남	1,138	405	610	230	384	79
		여		734		380		305

자료 : 통계청, 「지역별고용조사」 각 연도 하반기(2/2).

학교급식은 1990년대에 모든 학교급으로 확대되었고, 2000년대 중반 대형 식중독을 계기로 직영급식 체제로 전환했다. 2023년 교육부 「학교급식 실시현황」에 따르면 전국 초·중·고·특수학교 1만 2,038개교가 모두 급식을 실시하고 있다. 이 중 직영급식이 97.7%로, 위탁급식은 2.1%에 불과하다. 직영급식을 하는 1만 1,783학교 중 80.5%가 단독조리 형태이고, 공동조리 학교가 19.5% 정도이다. 재정은 총 7조 7,579억 원 규모이며 주체별 부담률은 교육비특별회계 70.6%, 자치단체지원금 21.7%, 보호자부담금 4.8%, 기타 2.9%이다.

학교급식실에 일하는 직군은 크게 영양(교)사, 조리사, 조리원으로 구분할 수 있는데, 조리사와 조리원이 조리를 전담한다. 지난 10년 동안의 학교급식 현황을 살펴보면 급식을 시행하는 학교 수는 1만 1,619개에서 1만 2,038개

〈표 1-2〉 학교급식 조리종사원 규모

(단위 : 명, 개교)

	조리사		조리원		조리종사원	급식학교 수
	정규직	공무직 및 기타	정규직	공무직 및 기타		
2014	2,314	7,694	216	52,022	62,246	11,619
2015	2,186	8,042	224	52,400	62,852	11,698
2016	2,131	8,191	518	50,785	61,625	11,747
2017	2,043	8,529	473	50,005	61,050	11,800
2018	1,992	8,684	603	49,290	60,569	11,818
2019	1,879	8,853	482	49,488	60,702	11,835
2020	1,623	9,193	146	50,151	61,113	11,903
2021	1,483	9,385	173	50,903	61,944	11,976
2022	1,430	9,540	209	51,849	63,028	11,987
2023	1,371	9,541	134	51,868	62,914	12,038

주 : 2018년부터 회계직 및 기타가 공무직 및 기타로 변경됨.

자료 : 교육부, 「학교급식 실시현황」 각 연도.

로 꾸준히 늘어난 반면 조리종사원의 규모는 6만 2,246명에서 6만 702명까지 줄어들었다가 2023년 6만 2,914명으로 회복한 수준이다. 같은 기간 동안 조리사와 조리원 모두 정규직 규모는 줄고, 공무직 및 기타가 대폭 늘어났다.

2. 연구방법

이 연구는 문헌조사와 이해관계자 인터뷰, 현장조사 등 다양한 방법을 활용해 자료를 수집했다. 외식업은 외식점주, 외식업계 로봇 제조사 담당자, 외식업 관련 전문가, 외식업계 종사자 FGI를 진행하였다. 서빙로봇을 분석의 중심에 두지만, 외식업의 경우 키오스크, 테이블오더와 같은 디지털기기가 많이 보급되어 있는 상황이기 때문에 이러한 디지털 기기와의 관계도 함께 파악하고자 하였다. 급식업의 경우 학교급식 관련 이해당사자(교육청, 학교 행정실, 로봇기업 등)와 급식노동자를 인터뷰하고, 조리로봇이 도입된 학교에 방문해 현장관찰을 진행했다. 산업안전 문제를 분석하기 위하여 급식실 현장관찰과 더불어 작업환경 조사, 근골격계 부담요인 조사를 함께 진행하였다. 보다 상세한 연구방법은 각 절에서 다시 설명하였다.

제3절 글의 구성

이 글은 총 제6장으로 이루어져 있다. 제1장에는 연구의 배경과 목적, 연구 대상을 설명한다.

제2장에서는 협동로봇의 등장에 따른 분업과 산업안전의 변화와 관련한 선행연구를 정리하였다. 먼저 협동로봇의 정의와 음식점업 서비스 로봇의 종류를 제시했다. 분업의 변화는 고용량의 변화와 일 내용의 변화로 구분하여 살펴보았다. 경제학자들의 논의를 중심으로 고용대체 효과를, 사회학과 기술연구를 중심으로 인간-기술 협력 생산시스템 속에서 나타나는 노동의 변화를 파악했다. 마지막으로 작업자와 로봇이 같은 공간에서 일하는 협력로봇의 안전시스템에 대한 내용을 안전공학 분야의 논의를 중심으로 정리했다.

제3장에서는 키오스크와 같은 디지털 기술 및 서빙로봇의 도입으로 변화하고 있는 외식업에 대해 분석하였다. 로봇 도입을 추진하는 개발업체와 점주의 입장, 로봇 도입의 조건과 제약, 로봇과 일한 노동자의 경험에 대해 다룬다. 서빙로봇 도입의 주요 이유와 도입의 조건, 서빙로봇 도입에 따른 일터 내 관계와 안전문제의 변화에 대해 분석하고, 앞으로의 변화에 대해 전망했다.

제4장에서는 조리로봇 도입이 추진되고 있는 학교급식에 대해 다룬다. 먼저 학교급식 조리 노동의 주요 쟁점, 로봇 도입 현황을 파악했다. 조리로봇을 둘러싼 주요 이해관계자들의 입장을 살펴 로봇산업 진흥, 학교급식 조리노동 문제를 둘러싼 다양한 입장이 맞물려 있음을 밝혔다. 현장관찰을 통해 로봇이 도입된 전후의 작업내용 변화를 분석해 로봇 도입의 긍정적 효과와 새롭게 제기되는 쟁점에 대해 정리했다.

제5장은 조리작업 과정을 고려한 안전점검 항목, 조리로봇의 도입으로 변화한 작업환경의 변화를 분석하였다. 먼저 학교급식에 도입되고 있는 조리로봇을 사례로 음식점업 조리로봇에 대한 안전점검 체크리스트를 제시하였다. 대기질 측정과 근골격계 부담요인 측정을 통해 로봇 도입 전후

의 차이를 분석하고, 산업안전 측면에서 조리로봇의 기여와 개선점에 대해 논한다.

제6장은 로봇 도입에 따른 노동의 변화를 네 가지 유형으로 분류하고, 직무 변화와 노동시장, 산업안전 측면에서 연구 함의를 정리했다.

제 2 장

협동로봇의 등장과 노동의 변화

제1절 협동로봇의 등장

가장 널리 인용되는 로봇의 정의는 RIA[Robotic Industries Association, Association for Advancing Automation(A3)의 전신]와 ISO(International Organization for Standardization, 국제표준화기구)의 정의이다. RIA는 로봇을 “재료, 부품, 도구나 특화된 장치를 움직이기 위해 고안된 재프로그래밍이 가능한 다기능 매니퓰레이터로, 가변적으로 프로그램된 동작을 통해 다양한 작업을 수행”한다고 정의한다(Considine and Considine, 1986). ISO는 ISO 8373:2012에서 로봇과 로봇 장치에 대해 정의하고 있다. 로봇은 “일정한 자유도를 가지고 두 개 이상의 축을 프로그램할 수 있는 구동 메커니즘으로, 의도된 작업을 수행하기 위해 주어진 환경에서 움직이는 구동 메커니즘”이다. 작업의 의도에 따라 산업용 로봇, 서비스 로봇 등에 대한 세부 정의도 하고 있다.

산업용 로봇은 “자동으로 통제되고 재프로그래밍 가능한, 다양한 목적을 가진 매니퓰레이터로, 고정되어 있거나 움직이는 세 개 이상의 축을 프로그램하여 산업환경의 자동화 응용 분야에서 사용”한다. 서비스 로봇은 “산업자동화 응용 분야를 제외하고 사람이나 장비를 위해 유용한 작업을 수행하는 로봇”으로 정의되며, 산업자동화 분야에는 제조, 검사, 포장, 조립 등이 해당

한다. 제조로봇과 서비스 로봇의 로봇 자체의 기계적 차이라기보다는 의도에 따른 차이이기 때문에 동일한 회전로봇이 제조로봇과 서비스 로봇에 사용될 수 있다. 협동로봇은 ISO10218, ISO/TS 15066과 같이 산업용 로봇의 안전요구사항을 규정한 문서에서 정의를 찾을 수 있다. 해당 문서에서는 협동 운용과 협동 공간에 대해 규정하고 있으며, 인간과 같은 공간에서 작업을 수행하는 로봇을 협동로봇이라고 규정할 수 있다.

정리하자면 로봇은 미리 프로그램된 동작대로 움직이는 구동 장치로, 복수의 축으로 구성되어 있으며 수직이나 수평으로 미끄러지거나 회전축을 따라 회전할 수 있다. 다양한 종류의 작업을 수행하기 위해 동작을 재프로그램할 수 있다. 이러한 다기능성과 재프로그램 가능성이 한 가지 기능에 특화된 자동화기기와 구분되는 로봇의 특징이다. 용도에 따라 산업용과 서비스용으로 구분하며, 인간과 같은 공간에서 작업하는 경우는 협동로봇으로 구분한다. 음식점업에서 사용하는 로봇은 서비스 로봇이자 협동로봇에 해당한다.

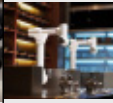
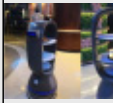
음식점업에서는 조리뿐 아니라 음식점업 가치사슬을 따라 산업의 전후방에 다양한 로봇이 도입되고 있다. 음식료의 생산, 유통, 판매와 관련한 기술을 푸드테크(Foodtech)라고 지칭한다. 푸드테크는 음식점업에 국한된 것이 아니라 음식산업 식자재 생산·개발, 유통·관리, 조리·가공, 마케팅·판매·배달, 소비·후처리에 이르기까지 음식점업의 전후방 산업에 모두 걸쳐 있으며, 스마트농업, 신선식품 배송, 조리로봇, 배달앱, 키오스크, 서빙로봇, 음식물쓰레기 저감 기술을 아우른다. 식품산업에서 로봇의 초기 사용은 유제품, 음료, 식품 통조림 등 상품 포장과 적재 작업에 국한되었지만, 최근에는 식품 생산 자체, 식품 선별과 감시 등에도 로봇 사용이 증가하고 있다 (Iqbal, Khan and Khalid, 2017).

조리로봇은 복잡한 인간의 움직임을 재현하는 능력, 조리작업 중 식품 특성을 분석할 수 있는 센서 성능의 향상, 음식 준비 과정에서 일부 감각 특성의 변화를 동적으로 평가할 수 있는 기능(예를 들어 익어가면서 색깔이 변하는 재료들의 변화 인지) 등 다양한 기술이 필요한 영역이다. 전 세계적으로 요식업에서 노동력 부족과 코로나19 유행 상황 등이 조리로봇 관련 연구 활동을 촉진했다. 미국에서는 로봇 커피 바, 튀김 전용 시스템, 피자 준비부

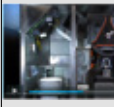
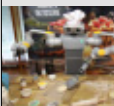
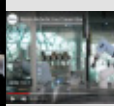
터 조리까지 로봇이 담당하는 피자가게, 재료 준비부터 배합하여 패티를 굽는 과정을 로봇이 담당하는 버거 회사 등이 선보이고 있다(Derossi et al., 2023).

음식점업에서 도입되고 있는 기술 역시 <표 2-1>에서처럼 음식점업의 직무, 음식 조리과정의 특성별로 다양하다. 이 연구에서는 특히 급식업의 조리 로봇과 외식업의 서빙로봇에 집중한다. 두 가지가 현재 시장 형성이 뚜렷하게 되고 있는 것들이기에 노동의 변화가 어떻게 이뤄지는지 알 수 있을 것으로 기대하기 때문이다. 또한 각자 외식산업과 급식산업이라는 두 가지 산업에 주로 들어가고 있기 때문에, 산업의 특성과 로봇의 도입이 어떻게 연결되는지도 파악할 수 있을 것으로 기대한다.

<표 2-1> 음식점업 서비스 로봇의 분류와 유형

분 류	용도 및 유형	제품(예시)		
접객·주문· 결제 로봇	◦ 예약정보 등을 확인하여 좌석으로 안내하거나 메뉴의 주문과 결제를 담당하는 로봇			
		페퍼 필리(소뱅)	클로이홈 (LG)	식당보조 (테미)
조리 및 보조 로봇 (셰프 로봇)	◦ 실제 요리사처럼 움직일 수 있도록 SW를 구현한 모션 기술과 다양한 형태의 그릇과 조리기구 등을 사용할 수 있는 체인저 기술을 활용하여 음식을 조리하거나, 요리사를 보조하는 로봇			
		햄버거 제조 보조 (미소 로보틱스)	피자 로봇(에킴)	국수 조리 (LG, CJ푸드빌)
				
서빙 · 퇴식 로봇	◦ 조리가 끝난 음식을 고객의 테이블로 운반하거나, 식사 후 그릇 등을 수거하여 퇴식구로 운반하는 로봇			
		페니(베어로 보틱스)	딜리(우아한 형제들)	피넛(킨온)

〈표 2-1〉의 계속

분 류		용도 및 유형	제품(예시)		
설거지·정리 로봇		◦ 퇴식구로 운반된 그릇을 세척하고, 세척이 끝난 그릇을 정리하는 로봇			
			접시닦이 로봇 (디스크래프트)	설거지 로봇(LG)	식기세척로 봇 (커넥티드 로보틱스)
카페 로봇	커피 제조 로봇	◦ 로봇 팔 등을 이용하여 커피 제조 장치 등을 조작하여 커피를 조제하는 로봇으로, 매장형과 키오스크형으로 구분			
			카페 키오스크 (카페X)	로봇 바리스타 (라운지X)	바오카페이 (오리온스타)
	기타 드링 크 로봇	◦ 로봇 HW/SW 기술과 다양한 장치 등을 활용하여 각 테일 및 다양한 음료를 조제하는 로봇			
			각테일 제조 (바시스)	드링크봇 (봇리스타)	밀크티 로봇 (커피파우)
	스낵 (디저 트) 로봇	◦ 스무디, 쿠키, 아이스크림 등의 스낵 또는 디저트를 조제하는 로봇			
			쿠키봇(FZI)	스무디 제조로봇 (블렌디드)	아이스크림 제조 (니스카)
음식 배달 로봇	◦ 조리된 음식을 실내 및 실외 고객에게 배송하는 로봇				
		스낵봇 (펍시콜라)	음식배달 로봇 (메이탄)	캠퍼스 배달 로봇 (배달의 민족)	

자료 : 한국로봇산업진흥원(2020), 「음식산업의 대세, 푸드테크(FoodTech) 로봇 동향」,
『KIRIA ISSUE REPORT』 2020-3호, p.3, 재인용.

제2절 분업의 변화

1. 기술에 의한 일자리 대체

가. 작업과 일자리의 구분

기술 발전에 의한 자동화가 고용에 미치는 영향은 경제학에서 주로 다루 온 주제이며, 인공지능 기술이 발전하면서 더욱 관심이 뜨거워지는 분야이다. 기술과 고용의 관계에 대한 연구의 한 축은 기술이 인간의 직무를 대체할 것인가, 대체된다면 누가 직접적인 영향을 받는가이다.

기술의 발전은 일자리를 감소시키기도 하지만 동시에 연관된 산업에서 새로운 일자리를 만들어 낼 수 있다. 기술이 노동자의 능력을 보완하여 보다 생산성이 높은 직무로 노동력을 재배치할 수 있도록 돕거나, 생산성 향상의 결과 전체적인 노동력 수요를 늘어나게 할 수 있다. 그러나 관심을 총고용량이 아니라 구체적인 집단별로 세분화하면, 미국 노동시장에서는 일상적 작업을 하는 일자리의 고용은 축소되는 반면, 저숙련과 고숙련 고용이 늘어나는 노동시장의 양극화가 나타난다(Autor, 2015; Acemoglu and Autor, 2011).

Autor et al.(2003)은 자동화기술, 특히 컴퓨터 기술의 확산이 고용에 미치는 영향은 작업의 특성에 따라 달라진다고 주장한다. 작업의 특성을 중심으로 한 이들의 접근은 이후 기술과 고용의 영향을 분석하는 연구에 중요한 프레임워크를 제시한다. 이들은 작업을 작업에 필요한 역량의 종류와 반복성에 따라 네 가지 종류로 구분한다. 추상적 인지 활동(cognitive activities)과 육체적 활동(manual activities), 일상(routine)-비일상(non-routine) 작업을 2×2 표로 정리하면 네 가지의 종류를 확인할 수 있다. 저자들은 정해진 절차에 따라 반복하는 일상적 작업은 자동화기술로 인해 대체될 가능성이 높다고 진단한다. 반면 비일상적 작업은 환경변화에 적응하면서 즉각적인 판단을 내려야 하며, 복잡한 신체 활동을 수반한다. 따라서 비일상적 인지 작

업은 기술이 보완적 역할을 수행해 생산성이 더 높아지고, 비일상적 육체 작업은 자동화가 어려워 고용이 유지되거나 증가한다고 판단한다.

Autor(2013)는 직무(job)는 하나의 단일한 단위가 아니라 여러 작업(task)의 묶음이라고 강조한다. 작업 기반 접근은 고용시장에서 작업자의 기술(skill)을 중심으로 연구하던 흐름에서 벗어나서, 임금이 높은 고숙련 일자리라도 작업의 특성은 반복적일 수 있다는 새로운 관점을 제시한다. 하나의 직무에는 일상적 작업과 비일상 작업이 뒤섞여 있기에, 기술이 작업에 미치는 영향과 직무에 미치는 영향을 구분해야 한다. 어떤 작업이 자동화된다고 그 직무 전체가 대체되는 것은 아니다. 일상적 작업과 비일상적 작업이 혼재된 직무의 경우, 어떤 작업을 자동화기술이 대체하면 남은 다른 작업들 간의 순서, 작업에 할당되는 시간 등의 구성이 바뀌게 될 것이다.

Acemoglu and Restrepo(2019, 2020)는 자동화기술이 생산성을 향상시키는 기술인가 혹은 추가 생산성 향상 없이 인간의 작업을 자동화하는 것에 그치는 기술인가를 구분해야 한다고 제안한다. Benanav(2022) 역시 현재 미국 경제에 만연한 저고용(underemployment)은 생산성 증가세가 둔화한 결과라고 분석한다. 이들 분석의 공통점은 결국 기술혁신이 생산성으로 연결되는가이다. 자동화기술은 생산에서 노동의 기여를 확실하게 축소시키지만, 노동 총수요는 결정되어 있지 않다. 기술혁신이 생산성을 끌어올리면 없어지는 일자리를 새로운 일자리가 메우면서 노동 총수요가 증가하지만, 자동화기술이 생산성을 향상시키지 못하면 일자리를 없애는 것에 그친다는 것이다.

Acemoglu and Restrepo(2020)는 생산성 향상 없이 노동력만 대체하는 기술을 그저 그런(so-so) 기술이라고 부른다. 셀프 계산대는 생산성 향상 효과는 없이 인간의 일을 대체하는 그저 그런 기술의 사례이다. Acemoglu and Restrepo(2020)는 이런 기술이 장기적으로 새로운 작업을 생성해 내지 않기에 불평등을 심화시킬 것이라고 경고한다. 따라서 새로운 기술혁신은 단순히 자동화 수준을 높이는 것이 아니라 생산성이 높은 새로운 직무를 만들어내는 방향으로 나아가야 한다고 강조한다. 이들은 그저 그런 기술의 도입은 기술 자체의 특성이나 한계뿐 아니라 제도 환경, 기술자본의 의도 등에 영향을 받는 만큼, 자동화기술의 발전 방향에 영향을 미칠 수 있는 정책을 설

계하는 것이 중요하다고 한다.

나. 고용 대체효과

생성형 AI를 비롯한 첨단기술의 발전 속에서 얼마나 많은 일자리가 자동화될 것인가에 대한 질문도 제기되고 있다. 특히 Frey and Osborne(2013, 2017)의 연구 결과가 자동화 가능성에 대한 논의를 촉발했다. 그들은 컴퓨터에 의해 완전 자동화가 될 확률을 직무별로 추정했는데, 완전 자동화 확률이 70%가 넘는 고위험 일자리가 전체 일자리의 47%에 달한다는 충격적인 결과를 내놓았다. 이 충격적인 연구 결과에 대해 연구방법론이나 해석의 전제에 대한 검토와 비판이 이어졌으며, Frey and Osborne(2013)과는 다른 결과를 보여주는 연구도 잇따라 나왔다.

작업의 대체 가능성을 직무의 대체 가능성으로 해석하여, 대체 가능성을 과대 추정했다는 Arntz et al.(2016)의 비판이 대표적이다. Arntz et al.(2016)은 미국의 경우 약 9%의 직무가 대체 가능성이 있다고 보고했다. 챗GPT를 비롯한 생성형 AI의 고용대체 효과에 대한 연구도 나오고 있다. Felten et al.(2021, 2023)은 인공지능 기술과 챗GPT와 같은 언어모형 기술이 고용에 미치는 영향을 살펴보았다. 인공지능 기술이 인지능력을 다루고 있는 만큼 사무직 고용이 가장 큰 영향을 받으며, 챗GPT의 경우 특히 텔레마케터나 인문사회 계열 연구자에게 미치는 여파가 큰 것으로 나타났다. 반면 댄서, 마사지 치료사, 피트니스 트레이너, 미장공이나 석공 등이 상대적으로 영향을 덜 받는 것으로 나타났다.

AI나 챗GPT가 일상적·비일상적 인지 작업에 영향을 미친다면 로봇이나 키오스크 등의 기계는 육체 작업에 영향을 미칠 것이다. 서비스 로봇이 고용에 미치는 영향에 대해서는 아직 연구가 많지 않으며 고용효과와 임금에 미치는 영향에 대해서도 연구 결과가 엇갈린다. Otekhile and Zelený(2016)는 키오스크와 같은 셀프서비스 기술(Self Service Technologies: SST)의 도입이 저숙련 노동자의 고용에 부정적인 영향을 미친다고 보고하고 있다. 박세정 외(2023)는 키오스크 도입이 판매·서빙 직종 고용을 11% 정도 줄이며, 주로 임시일용직 고용이 줄어든다고 주장한다. 반면 방형준 외(2022)에

따르면 고용감소 효과는 확인하기 어렵지만 임금감소의 효과를 확인할 수 있으며 사업자의 영업이익에는 매우 긍정적인 영향을 미친다. 조준모 외(2020)는 약간의 고용감소 효과를 확인했으나 통계적으로 유의하지 않았다.

Yoon(2023)은 한국농촌경제연구원의 자료를 이용해 한국의 외식산업을 연구했다. 키오스크 도입이 임금근로자 고용 규모에는 영향을 주지 않았으나, 임금에 영향을 미쳤다고 분석한다. 프랜차이즈 업체에서는 무급 가족종사자의 수가 줄고 임시직 노동자의 급여가 줄어들었으나, 비프랜차이즈에서는 상용직 노동자의 급여가 올랐다. 일본 요양시설의 사례를 연구한 Eggleston et al.(2021)은 종사자의 업무부담이 줄어들어 퇴사율이 줄어들면서 요양보호사와 비정규직 간호사의 고용이 증가하는 반면 정규직 간호사의 임금은 감소했다고 파악한다.

Yoon(2023)과 Eggleston et al.(2021)은 고용과 임금에 미치는 효과의 내용이 엇갈리지만, 두 연구 모두 자동화기술의 숙련편향적 효과를 보인다고 보고하고 있다. 숙련편향적 효과의 원인을 따져 자동화기술 도입이 생산성 증가로 이어질 여지가 있는지, 각 업종 특성에 따라 작업내용에 변화가 발생하는지에 따라 서비스 로봇이 고용에 미치는 효과가 달라질 것이다. Yoon(2023)의 연구에서는 비프랜차이즈 업체에서 상용근로자의 임금이 늘어났는데, 이러한 경향이 숙련에 따라 일자리가 양극화되어 음식점업의 상용노동자가 고숙련 작업에 배치되어서인지를 따져볼 필요가 있다. 키오스크가 고숙련 노동자를 보완하거나, 혹은 자동화로 대체되는 작업 대신 생산성이 높은 작업에 고숙련 인력을 채용하는 경우를 생각해 볼 수 있다.

서비스 로봇의 도입이 아직 초기 수준이기 때문에 고용과 임금에 미치는 영향보다는 주로 사업주, 노동자, 손님의 수용의도, 사용경험 등에 대한 연구가 주를 이룬다(Mejia et al., 2024; Solnet et al., 2019; Rosete et al., 2020). 특히 숙박과 음식점업(hospitality 산업)에서 자동화 로봇이 사람과 같은 수준의 서비스를 제공할 수 있는지에 관심이 몰리고 있다.

2. 인간-기술 간 노동분업 양식의 변화

가. 인간-기술의 협력생산 시스템

협동로봇의 전제는 공동의 목적을 위하여 인간과 로봇이 협동하는 존재라는 점이다. 인간과 로봇은 공동의 목표를 위해 작동하는 시스템에 연결되어 있으며, 이 시스템에서 로봇과 인간이 맡은 역할과 기여하는 내용이 다르다. 여기에서 로봇이 인간이 하는 역할을 점점 더 많이 수행하면서 인간이 설 자리를 잃는다는 것이 기술에 의한 노동 대체론의 전망일 것이고, 서로 잘할 수 있는 바를 할 것이라는 것이 기술은 인간을 보완하여 생산성을 높인다는 전망이다 것이다. 이처럼 자동화는 로봇과 같은 단일 기술에 의해서 완성되는 것이 아니라 인간과 기계와 같이 서로 다른(hetero) 존재들이 만들어 낸 결과이다.

헤테로메이션(heteromatio)은 Ekbia and Nadri(2014)가 기술과 인간 사이의 비가시화된 노동분업 시스템을 설명하기 위해 제안한 개념으로 “핵심적인 업무를 최종 사용자에게 미루기 때문에, 최종 사용자가 전체 시스템에서 분리할 수 없는 매개자”인 시스템을 의미한다. 디지털 기술의 도입으로 널리 퍼진 셀프서비스 기술이 대표적인 사례이다. 예를 들어, 은행에서 설치한 현금인출기는 은행 전산망, ATM 기기, 고객이 연결되어야 기능을 온전히 수행한다. 고객은 정보를 입력하고, 기기를 작동하는 주체로서 이 시스템을 완성시키는 핵심적 주체이다. 자동화 시스템은 인간을 통해 비로소 자동화된다.

Ekbia and Nadri(2014)는 헤테로메이션이라는 개념이 자본주의 경제에의 분업 형태로, 헤테로메이션을 통해 발생한 이익은 시스템에 참여하는 주체가 아닌 시스템 밖 제3자에게 흘러간다고 설명한다. 공동체 내부의 목적을 위해 구성원들이 자발적으로 참여하는 시스템은 헤테로메이션이 아니라고 못 박는다.

이러한 저자들의 설명에도 불구하고 헤테로메이션은 기술시스템을 중심으로 설명하고 있어 기술을 둘러싼 권력관계를 그 자체로 명확하게 드러내지는 못한다. 자동화와 노동의 변화를 다룬 브레이버만이나 주보프의 논의와 비교하면 헤테로메이션이 자본과 노동의 권력관계를 예리하게 짚어내지 못한다는 점이 두드러진다. 브레이버맨(1998)은 대량 자동화기술이 발전하

면서 제조업 노동자들은 탈숙련화되고, 사무직이라는 중간관리 계급이 등장했다고 지적한다. 주보프(2021)는 데이터 경제 시대가 도래하면서 데이터를 이용하는 계급과 데이터 경제에 데이터를 공급하는 계급으로 계급의 분화가 이뤄지고 있다고 분석한다.

헤테로메이션이라는 개념은 작업장에서 벌어지는 통제와 저항이라는 전통적인 노사관계의 주제를 분석하는 것에는 명확한 틀을 제공하지 못한다. 하지만 인간과 기술이 연결되어서 비로소 작동한다는 개념은 고도로 발달한 현재 자동화기술의 특징을 드러내며, 특히 연결된 시스템이 만들어 내는 상호작용과 행위유도성(affordance)을 설명하는 데 강점을 지닌다. 예를 들어, 배달앱에서 제시하는 별 다섯 개짜리 평가시스템은, 소비자들이 직관적이고 손쉽게 서비스를 평가하는 수단을 제공한다.

기술의 행위 유도성과 기술 및 인간의 상호작용은 노동의 내용과 의미를 변화시킨다. 헤테로메이션 시스템 안에서 이용자는 시스템의 운영을 통해 본인의 목적을 달성하고, 이러한 본인의 목적을 달성하기 위해 적극적으로 행동하며, 시스템 운영을 통해 발생하는 추가 이윤은 시스템의 설계자에게 돌아간다. 이용자는 시스템의 수혜자이자, 시스템을 운영하는 운영자라는 복합적인 위치에 놓인다. 음식배달을 시킨 소비자가 자신의 만족도를 별점으로 표현하면, 별점은 음식점이나 배달노동자를 통제하는 지표로 활용된다. 자신의 만족감을 표현한 소비자의 행위는 노동자에 대한 통제로 변환되고, 소비자는 인사평가자의 역할을 무료로 수행하게 된다.

나. 협력생산 시스템 속 인간노동의 내용

기계와 인간이 연결된 시스템 속에서 일터와 노동이 어떻게 바뀌고 있는가는 많은 연구자가 주목하는 주제이다.

일련의 연구자들은 기계, 혹은 디지털 시스템과 물리적 실체의 차이가 존재한다는 점에 주목하고, 이 차이를 메우기 위한 노력에 주목한다. 플랫폼 음식배달을 연구한 박수민(2023)은 기계와 인간이 하나의 시스템에 연결되어 있는 형태의 작업장을 “혼종적 작업장”으로 규정한다. 혼종적 작업장에서 기술과 인간은 대체 관계가 아니며, 연결되어 있을 때 작업을 진행할 수

있다. 박수민(2023)은 배달노동자들이 알고리즘이 제시하는 추상화된 디지털 세계의 정보와 구체화된 배달 환경 사이를 연결하는 헤테로메이션 노동을 수행한다고 주장한다. 배달노동자들은 해당 지역에 대한 지리적 특성, 위험성 등을 종합적으로 고려해 알고리즘이 제시하는 정보를 재해석한다(Qadri and D'Ignazio, 2022). 헤테로메이션 노동에는 알고리즘에 대한 평가, 알고리즘이 제시하는 정보에 대한 판별, 알고리즘이 제시하지 않은 정보에 대한 추론, 추상적인 디지털 정보와 구체적인 노동현장 사이의 차이에 대한 판별과 대응 등이 포함된다(박수민, 2023).

Fox et al.(2023)은 미국의 공항청소와 자원순환센터의 사례를 연구한다. 청소나 폐기물처리 산업에는 코로나19 시기 동안 비대면 노동을 위해 로봇이 빠르게 보급되었다. AI 기반 로봇과 노동자들이 협업하는 과정을 분석한 저자들은 “인공지능이 설계된 내용과 실제 수행하는 내용의 간극 사이에서 발생하는 노동”을 “패치워크(patchwork)”라는 개념으로 설명한다. 시스템의 수정이나 개선을 위해 개발자들은 계속해서 시스템 패치를 배포하는데, AI의 설계 내용이 현실과 어긋나서 생기는 오류를 인간이 계속해서 고쳐나간다는 의미이다. 패치워크의 구체적 내용에는 시스템 실패에 대한 대응, AI 도입으로 인한 노동강도의 강화, 물리적 실재와 설계의 불일치로 인한 중지, 새로운 시스템을 이용해 업무를 완수하기 위해 작업방식이나 작업환경을 조정하는 일 등이 포함된다. 이처럼 AI, 로봇 등의 기술은 인간의 능력과 결합할 때 비로소 자율적으로 작동할 수 있다(하대청, 2024).

대면서비스가 이루어지는 현장에서는 사회적 존재로서 인간 노동자가 인간과 인간, 인간과 기계를 매개하는 역할을 담당하기도 한다. Jeon et al.(2020)은 한국의 노인돌봄센터에서 사용하는 치매 예방 로봇인 실봇의 사례를 들어 돌봄센터 이용 노인-치매 예방 프로그램 강사-치매 예방 로봇의 상호작용을 분석한다. 강사는 현장에서 수업 참가자들에게 실시간으로 로봇의 행동을 설명하고, 때로는 로봇의 말을 대신하면서 로봇의 한계를 보완한다. 대면서비스가 이뤄지는 현장에서 노동자는 기계와 인간(고객)의 사이를 매개하는 역할도 하는 것이다.

로봇이나 셀프서비스 기기가 도입된 서비스업 현장에서 노동자는 기계의 작동뿐 아니라 기계와 고객의 상호작용까지 살펴야 한다. 노동자가 살펴야

하는 기계와 고객의 상호작용에는 고객이 기계를 사용하는 것, 기계가 고객의 요구에 즉각적으로 응대할 수 있도록 준비가 되어 있는 것 고객이 기계를 속이는 등의 일탈 행위를 하는 것 등이 해당한다. 최근 미국의 대형마트는 위조 영수증 등을 이용한 절도가 늘어나면서 셀프계산대를 축소하는 방침을 발표하고 있다.¹⁾ 셀프계산대는 물건에 부착된 바코드를 스캔하고, 계산하는 과정은 자동화했으나, 비도덕적 행위를 막기 위한 사회적 시선은 자동화하지 못했다.

사회학자 Pugh(2024)는 이러한 사회적 시선을 ‘인간의 마지막 일(the last human job)’로 본다. 그는 “가치 있는 결과를 만들기 위해 다른 사람의 감정적 이해를 이끌어 내는 것”을 “연결적 노동(connective labor)”이라고 규정한다(Pugh, 2024 : 16). 연결적 노동의 핵심은 시선의 교환으로 다른 이를 바라보는 것, 그리고 나를 바라보는 다른 이가 있다는 것을 인지하고 느끼는 것이다. 서로의 시선을 인식한 상태로 상대의 감정을 읽고, 즉흥적인 흔들림에 감응하는 과정이 연결적 노동의 과정이다. 한대산업 종사자들이 손님 기색을 살피고 필요한 것을 제공하는 것, 돌봄노동자가 돌봄 요구자의 상태를 살피고 욕구를 파악하여 행위를 돕는 것은 연결적 노동의 대표적 사례다.

인간-기계 사이의 분업이 변화하면서 노동자뿐 아니라 고객 역시 새로운 역할을 부여받는다. Kelly et al.(2017)은 국제공항의 셀프서비스 기술(SST)이 도입된 이후 고객 경험이 다변화되는 것을 관찰하고, 고객이 수행하는 역할을 분석했다. 고객은 편리한 탐색꾼, 동기 부여가 된 노동자, 강요된 노동자, 미숙련 노동자, 기술에 대한 평가자, 다른 이용자의 사용을 도와주는 보조 등의 역할을 수행한다. 셀프서비스 기술이 도입되면서 고객은 미숙하지만(unskilled worker) 때로는 자발적으로(motivated worker), 때로는 서비스 이용을 위해 어쩔 수 없이(enforced worker) 업무를 무급으로 나눠 갖는다.

서비스 산업에서 자동화기술이 도입되면, 노동의 분업은 기술-노동자 사이에서만 일어나는 것이 아니라 기술-노동자-고객 사이에서도 일어난다.

1) USA TODAY(2024. 3. 8), “Is Walmart getting rid of self-checkout? No, but it's 'testing' how, when to use DIY process”, <https://www.usatoday.com/story/money/shopping/2024/03/06/walmart-self-checkout-update/72866539007/>.

Kelly et al.(2017)의 연구는, 기술에 의한 분업의 변화가 특히 서비스산업에서는 분업의 유형이 다양해질 수 있다는 점을 보여준다. 새로운 사회적 문화는 개인적 차원의 호기심, 작업과정 차원에서의 역할 분담은 물론, DIY(Do It Yourself) 문화와 같은 새로운 문화의 변화를 수반한다. 이용자들이 헤테로메이션 노동을 받아들이게 만들기 위해 기업은 이용자 참여적 설계를 중심에 놓고, 편리함이나 낮은 가격과 같은 직접적 편익, 호기심 등을 제공해 셀프서비스 기술에 대한 저항감을 낮추기 위해 노력한다. 더불어 셀프서비스 기술이 늘어나면서 고객은 기존에 다른 노동자가 제공하던 서비스를 스스로 하는 그림자 노동을 점차 자연스레 받아들인다(램버트, 2016).

인간과 기계가 연결된 헤테로메이션 시스템에서 발생할 수 있는 노동문제에 대해 경고하는 연구도 이어지고 있다. 대표적인 문제로 지적되는 것은 노동의 비가시화이다(Irani, 2015; 그레이·수리, 2019; 박수민, 2021). Mateescu and Elish(2019)는 헤테로메이션 시스템을 지탱하는 노동력을 휴먼인프라(human infrastructure)로 명명하면서, 자동화기술이 전면에 드러날수록 이를 지탱하는 휴먼인프라가 비가시화된다는 점을 지적한다. 자동화가 사실은 여러 노동을 거쳐 이뤄지는 것이라는 점이 가려질수록, 자동화기술이 인간노동을 완전히 대체한다는 오해와 허상은 더욱 강화된다. 하대청(2018)은 인간과 기술의 분업은 자연적인 것이 아니라 정치경제적 맥락 속에서 이뤄지는 것이며, 기술자본에 유리한 방향으로 인간노동이 비가시화되는 것을 “경계 짓기의 정치경제”라고 강조한다.

제3절 산업안전의 변화

1. 패러다임의 변화 : 시공간 분리에서 시공간 공유로

가. 인간-로봇 협동 환경의 안전목표

협동로봇은 인간과 로봇이 같은 공간에서 협업하여 과제를 수행하는 로

봇을 의미한다. 협동로봇은 제조산업은 물론 서비스산업 등 다양한 산업에서 활용된다. 서비스 로봇은 로봇의 사용 목적과 수행하는 과제의 성격에 따라 분류한 것으로, 제조산업 분야를 제외한 다른 분야에서 작업을 수행하는 로봇으로, 돌봄, 농업, 식음료, 배달 등 다양한 분야에서 사용되고 있다.

제조업과 서비스업은 산업의 성격, 노동과정, 인력 등에서 큰 차이가 있지만, 로봇의 산업안전과 관련한 논의에서는 로봇의 사용 목적보다는 협동로봇의 특성에 초점을 맞춘 논의가 주를 이룬다. 로봇과 협동로봇의 가장 큰 차이는 인간과 로봇이 같은 공간에서, 협력하여, 함께 과제를 수행한다는 것이다. 인간과 로봇이 작업공간을 공유하는 상황은 로봇을 사용한 작업장에서 안전펜스 등을 이용한 분리를 강조했던 안전수칙에 근본적인 변화를 요구한다. 무엇보다 인간 작업자와 로봇이 분리되지 않는 작업장이 가능해짐에 따라 물리적 충돌의 가능성을 완전히 배제할 수 없게 되었기 때문이다.

협동로봇을 사용하는 환경에서 작업자와 로봇의 협업 시나리오는 완전히 분리되어 있는 경우에서 함께 일하는 경우까지 다양하다(Rosen and Wischniewski, 2018). 김울희·김진오(2020)는 작업자와 로봇이 시간과 공간을 공유하는 정도에 따라 협동의 유형을 세 가지로 분류한다. 가장 안전한 유형은 공간과 시간이 분리된 유형이고, 공간을 공유하지만 작업자와 로봇이 순차적으로 작업하는 경우가 있으며, 가장 주의가 필요한 유형은 로봇과 작업자가 공간을 공유하면서 동시에 작업하는 경우이다. 인간과 로봇을 분리할 수 있는 상황에서는 레이저 등을 이용한 가상의 안전펜스를 치고 사람의 출입을 통제하거나, 혹은 사람이 들어왔을 때 로봇의 작동을 멈추는 방식도 가능하다. 그러나 협동로봇의 목적 자체가 인간과 로봇이 함께 일해 생산성을 높이는 것이기 때문에, 같은 공간을 공유하는 과정에서 발생하는 위험은 피할 수 없다.

인간 작업자와 로봇이 함께 일하는 과정에서 발생할 수 있는 대표적인 위험요인은 충돌이다. <표 2-1>은 Robla-Gómez et al.(2017)이 충돌을 중심으로 안전시스템의 구성요소를 주요 목표 및 구현 방식을 중심으로 분류한 것이다. 주요 목표인 인간과 로봇이 분리되는가, 혹은 공간을 공유하는가에 따라 구체적인 2차 목표가 달라진다. 2차 목표는 소프트웨어, 하드웨어가 결합한 시스템을 통해 체계가 수립되며, 각종 장비들을 통해 구현된다. 인간

과 로봇이 안전하게 작업장을 공유하기 위해 달성해야 할 목표로는 충돌에 따른 상해의 수준 측정, 충돌로 인한 상해를 최소화, 충돌 회피가 제시되어 있다. 다만 인간과 로봇의 분리가 물리적으로 완벽하게 이뤄지는 것이 아니기 때문에, 인간-로봇의 분리를 일차적인 목표로 삼더라도 충돌에 의한 상해의 위험을 최소화하기 위한 대책이 필요하다.

〈표 2-2〉 인간-로봇 협동 환경의 안전시스템

주요 목표	2차 목표	시스템		장 치	행동/조치
		소프트웨어	하드웨어		
사람과 로봇의 작업공간 분리	사람 행동 제한	알고리즘 없음	경고 신호 접근 제한	시각적, 청각적 신호, 광신호 펜스, 체인	조치 없음
	로봇 행동 수정	기본 제어 알고리즘	수동/능동적 안전시스템 결합	연동장치, 근접/접촉 센서	로봇 정지/속도 감소
사람과 로봇의 작업/작업공간 공유	충돌에 의한 부상 수준 정량화	알고리즘 없음	통증 내성 추정 부상 수준 평가	인간 팔 에뮬레이션 시스템 표준 자동차 충격 테스트	조치 없음
	충돌(HRC)이나 의도적 접촉(HRI)으로 인한 부상의 최소화	알고리즘 없음	여러 기계적 컴플라이언스 시스템의 결합	점탄성 커버 흡수탄성 시스템	
			경량 구조	초경량 탄소섬유, 알루미늄	
			센서화된 피부 고유감각 센서	접촉 센서 압호기	
			센서와 RGB-D 장치 결합	힘 센서, RGB-D 장치	
	충돌 방지(HRC)	충돌 전의 안전 전략	모션캡처 시스템	구체 기하학 모델/sslcs	로봇 정지/속도 감소/모션플래닝/충격력 감소
			로컬 정보 포착 센서	정전식, 초음파, 레이저 스캐너 센서, IR-LED	
			인공시각 시스템	하나의/여러 표준 카메라/어안 카메라	
			범위 시스템	ToF 레이저 시스템 하나의/여러 범위 카메라	
			시각, 범위 시스템의 결합	표준 CCD와 범위 카메라	
			RGB-D 장치	하나의/여러 RGB-D 장치	

자료: Robla-Gómez et al.(2017), "Working together: A review on safe human-robot collaboration in industrial environments", *Ieee Access* 5, p.26755.

나. 서비스 로봇 안전관리체계와 국내외 산업표준

국내에는 서비스 로봇에 대한 별도의 안전관리체계가 아직 마련되어 있지 않아 기본적으로 「산업안전보건법」의 산업용 로봇 안전관리체계를 따르고 있으며, 협동로봇에 대한 국제표준을 참조하여 보완하고 있다. 「산업안전보건법」에서는 제38조 안전조치, 제89조 자율안전확인, 제93조 안전검사 항목이 규정되어 있다. 다만 규칙 제223조를 통해 안전펜스 설치 의무에 대해서는 감응형 방호장치로 대신할 수 있도록 열어두었으며, 국제기준(ISO)이나 한국산업표준(KS)에 따른 충돌 방지조치를 마련하도록 했다.

2022년 안전보건공단에서 발표한 『산업용 로봇의 협동작업 안전 가이드』에서 제시하고 있는 충돌 방지조치는 KS B ISO 13850, KS B ISO 10218, KS B ISO TS 15066을 따른다. 충돌 방지조치의 구체적 내용은 ▲ 비상정지, ▲ 협동공간에서의 운전(안전한 감시 정지, 핸드 가이드, 속도 및 위치 감시, 설계 및 제어에 의한 동력 및 힘 제한), ▲ 협동 영역 표시(바닥 표시, 사인 등), ▲ 위험원 식별, ▲ 사용정보 제공, ▲ 보호장비의 확인 및 검증, ▲ 보호장치 중단이 필요한 경우 지켜야 할 안전사항이다.

〈표 2-3〉 협동공간에서의 운전(KS B ISO TS 15066)

	내 용
안전한 감시 정지 (Safe Monitored Stop : SMS)	· 작업자가 협동영역에 들어가면, 로봇이 동작을 정지
핸드 가이드 (Hand Guiding : HG)	· 작업자가 로봇의 몸체를 직접 손으로 붙잡고 움직이며 작업 · 작업자가 로봇 몸체를 놓았을 경우 로봇 정지 * (주요 사용업종) 농업(작물 수확, 분류) 등
속도 및 위치 감시 ¹⁾ (Speed and Position Monitoring : SPM)	· 지정된 속도 및 운전자와의 이격거리 유지 · 일정 이격거리 이내로 작업자가 접근 시 자동으로 속도를 줄이거나 멈추는 보호조치 실행 * (주요 사용업종) 스마트팩토리, 반도체, 자동차 등
동력 및 힘 제한 (Power and Force Limiting : PFL)	· 사람과 로봇 접촉시 사람에게 상해를 가하지 않는 제한된 크기의 힘과 압력만 전달 * (주요 사용업종) 서비스업(배달, 서버로봇 등)

주: 1) 안전보건공단의 자료에서는 속도 및 위치 감시로, ISO TS 15066에서는 속도 및 이격거리 감시로 표기되어 있음.

자료: 안전보건공단(2022), 『산업용 로봇의 협동작업 안전 가이드』, p.5, 7.

〈표 2-4〉 서비스 로봇 안전 적합성 평가 항목

	내 용
안전요구 및 보호조치	▲일반적 요구사항, ▲배터리 충전 관련 위험요소, ▲에너지 저장 및 공급으로 인한 위험요소, ▲로봇 시동과 정상 동작의 재시작, ▲정전기 전위, ▲로봇 형상에 기인한 위험요소, ▲배출에 의한 위험요소, ▲전자파 장애에 의한 위험요소, ▲스트레스, 자세 및 사용에 의한 위험요소, ▲로봇 움직임에 의한 위험요소, ▲내구성 부족에 의한 위험요소, ▲잘못된 자율 결정 및 행동에 의한 위험요소, ▲움직이는 요소와의 접촉에 의한 위험요소, ▲인간의 로봇 인지 결여에 의한 위험, ▲위험한 환경 조건, ▲위치추정과 항법오차에 의한 위험요소
안전 관련 제어시스템	▲안전 성능 요건, ▲로봇 정지, ▲작업공간 제한, ▲안전 관련 속력 제어, ▲안전 관련 환경 감지, ▲안전성 제어, ▲안전 관련 힘 제어, ▲특이점 보호, ▲사용자 인터페이스의 설계, ▲작동 모드, ▲수동 제어 장치

자료 : 한국로봇산업협회(2018), 『ISO 13482 적합성 인증 절차 요구사항』.

서비스 로봇의 안전과 관련한 표준은 KS B ISO 13482가 있다. 그러나 이 기준은 적용 대상이 개인 지원 로봇 중에서도 세 가지 유형(이동형 도우미, 탑승용, 신체 보조)에만 해당한다. ISO 13482의 안전요구사항은 크게 위험성평가, 안전요구 및 보호조치, 안전 관련 제어시스템, 검증과 타당성 확인 절차, 사용자를 위한 정보를 포함한다(정영숙 외, 2016).

로봇의 안전기준과는 별도로 바리스타 로봇을 비롯한 주방로봇은 「식품 위생법」의 규율을 받는다. 또한 지능형로봇표준포럼, 한국로봇산업진흥원 등의 기구를 통해 이동식 협동로봇의 안전기준이 제정되었고, 급식로봇 운용지침을 비롯한 협동로봇의 운용지침이 논의되고 있다.²⁾

2) 한국로봇진흥원에서는 '집단급식소 환경에서 사용되는 산업용 로봇 시스템의 운용 지침'을 마련하는 과제를 진행 중인데, 지능형로봇표준포럼(koros.or.kr)의 SC3(서비스 로봇 안전) 분과위원회에서 신규 제정안에 대해 검토한다.

2. 작업기반 위험평가와 시스템적 접근

가. 작업기반 로봇 위험성평가

안전한 협동로봇 시스템을 설계하려는 로봇공학자들의 노력은 로봇의 인지능력 향상, 로봇 행동의 제한 등 충돌을 예방하고, 충돌의 충격을 최소화하는 기술의 발전을 중심으로 이뤄졌다(Zacharaki et al., 2020). 인간-로봇 상호작용에 집중한 접근은 비교적 빨리 위험을 찾아낼 수 있다는 장점이 있지만, 인적 오류(human error)를 비롯한 기술 외적인 요인을 놓칠 수 있다. 예를 들어, 안전펜스와 같은 안전조치가 인간 작업자의 작업 수행을 방해할 경우 작업자가 안전조치를 위반할 가능성이 커진다. 작업자의 안전조치 위반은 안전조치 기술 자체에 초점을 두어서는 알 수 없다(Franklin et al., 2020). 이러한 비판 속에서 작업을 중심으로 인적 요소를 고려해 위험을 식별하고 판별하는 접근이 등장했다(Chemweno et al., 2020).

미국국가표준협회(ANSI)와 로봇산업협회(RIA)는 로봇시스템의 안전성을 위해 작업 기반 위험평가 방법론(task-based risk assessment methodology, ANSI/RIA TR R15.306)을 제시하고 있다. 작업 단위별로 위험요인을 식별하고, 심각성, 노출빈도, 회피 가능성을 종합하여 각 위험요인의 위험성을 평가하고, 위험요인을 제거하거나 위험 수준을 줄이기 위해 조치한다. 류요엘(2021)은 ANSI/RIA TR R15.306 방법론과 ISO 12100을 참고해 국내 바리스타 로봇의 직무별 위험성을 분석하였다. 직무 단위 분석을 통해 기존의 안전관리체계에서는 사전에 포착하기 어려운 위험요인을 파악했다.

작업 기반 위험평가와 전통적인 안전분석기법을 접목하여 로봇 설계에 활용하기도 한다. Guiochet et al.(2010)은 노인의 보행을 돕는 이동로봇을 개발하는 과정에서 위험평가 기법인 HAZOP(hazard and operability)과 UML(Unified Modeling Language)을 결합한 방법론을 활용했다. 사용 사례(use case)를 망라하고, 사용 사례별로 필요한 조건들을 명확히 한 이후, 각 조건별로 이탈 발생 상황을 따진다. 이탈 발생 상황은 반응 없음, 늦음, 빠름 등으로 사전에 정의되어 있다. 작업을 가능하게 하는 세부 조건의 수에 이탈 발생 상황의 수를 곱하면, 설계대로 작동하지 않는 모든 이탈의 경우를 망

라할 수 있다. 이 경우에 대해 위험성의 심각도를 평가하고, 안전조치를 찾는 것이 HAZOP-UML 방법론이다.

HAZOP-UML, ANSI/RIA TR R15.306 등은 모두 안전한 로봇을 설계하기 위한 위험성평가(risk assessment)의 방법론이다. 로봇 위험성평가와 작업장 위험성평가는 위험성평가라는 동일한 명칭을 사용하지만 평가의 범위와 내용이 다르기에 구분이 필요하다. 위험요인을 식별하고, 위험 수준을 평가하며, 위험을 낮추기 위한 대책을 시행하는 과정을 반복한다는 점은 로봇과 작업장 위험성평가에 공통적인 절차이다. 반면 작업장 위험성평가는 효과적이고 효율적으로 안전 수준을 높이기 위해 노동자 참여를 기반으로 노사가 자율적으로 수행하는 과정이다(류현철, 2022). 로봇 위험성평가 역시 위험요인의 식별을 위해 현장 및 전문가의 다양한 의견을 수렴한다. 로봇 사용이 아닌 로봇 개발을 목표로 하는 경우도 있기 때문에, Guiochet et al.(2010)의 사례처럼 작업자의 참여가 핵심적인 요소는 아니다.

나. 시스템적 접근

작업 기반 로봇 위험성평가는 기존의 기술 구현을 중심으로 하는 안전조치들에 비해 보다 폭넓게 위험을 식별하고, 인적요인을 고려한다. 하지만 새로운 기술이 야기하는 위험은 기술에 대한 규제, 조직적 대응, 로봇을 다루는 작업자의 심리적 요인 등 기술을 둘러싼 경제·사회·문화적 요인에 영향받는다. 따라서 기술적 요인을 포함한 여러 요인을 총체적으로 파악해야 한다는 주장이 제기되고 있다.

Berx et al.(2022)은 인간-로봇 협업 시스템의 위험 요소를 인간, 기술, 작업장, 기업, 외부 요소의 다섯 가지 수준으로 구분한다. 인적 요소(human factor)로는 심리·사회적 요인과 물리적·인지적 인체공학 요인을, 작업장 수준에서는 물리적 설계와 유지보수 정책, 기업 수준에서는 조직 구조, 정책 등을 고려한다. EU OSHA(2022)에서는 로봇의 발전이 산업안전에 미치는 영향을 사회심리적, 물리적, 조직적 차원으로 분류하고 있으며, 협동로봇에 특화된 위험성평가 도구, 위험평가 목록의 개발을 앞으로의 과제로 제시하고 있다. <표 2-5>는 EU OSHA가 제시하는 로봇이 산업안전에 미치는 영향과

〈표 2-5〉 로봇 도입이 산업안전에 미치는 영향

차원	세부 영역	로봇 도입이 미치는 영향/대응 내용
사회 심리적	작업 할당	인간과 기계 사이의 (동적) 작업할당 - 자동화 과신과 편향으로 오류를 늦게 인지하거나, 잘 못된 지시를 받을 수 있음 - 로봇에 대한 신뢰수준은 사용 여부에 영향을 미침
	직무설계	직무(task)는 작업자-기술-조직을 연결하는 핵심 요소 - 업무 통제력(작업자의 조건에 맞는 속도, 무게 결정), 통제력에 대한 감각, 업무 강도와 탈속련
	상호작용 설계	의인화된 로봇 설계, 인간-로봇 상호작용에 관한 원칙과 투명성(사용성을 높이기 위한 개발 원칙, 설명과 책임성)
	운영과 감독	역할분담 결과 나타나는 로봇에 대한 태도와 경험, 일터에서의 사회적 지원, 실업에 대한 공포
물리적	긍정적 영향	위험노출과 신체적 부담의 감소
	부정적 영향	제어 오류나 고장으로 인한 사고, 화재 등의 위험
조직적	도입과정과 변화관리	작업과정, 정책적 변화에 대한 정보의 제공 변화를 둘러싼 조직의 분열 예방
	사이버 보안	로봇이 해킹되어 오작동할 가능성에 대한 대비
	교육	작업 수행을 위한 교육, 재교육과 업스킬링, 의사결정과정 참여

자료: EU OSHA(2022).

이에 대한 대응의 내용을 정리한 것이다.

EU OSHA에서 지적하는 사회심리적 차원에 해당하는 내용은 범위가 넓다. 로봇 도입으로 작업할당, 직무설계, 상호작용 설계, 운영과 감독이 변화해 발생하는 사회적, 심리적 영향을 아우른다. 사회심리적, 물리적, 조직적 차원의 변화 내용과 결과, 영향이 서로 독립적으로 구분되는 것은 아니다. 예를 들어, 인간-로봇 사이의 작업할당을 재조정된 이후 작업자가 긍정적인 경험을 하게 되었는데 결과적으로 자동화에 대한 신뢰수준이 과도해진 경우를 가정해 보자. 자동화 수준에 대한 과도한 신뢰가 작업장 안전에 대한 경계심을 낮추면 작업과정의 오류를 늦게 인지해 물리적인 사고로 이어질 수 있다. 혹은 작업할당의 결과 직무에 대한 주도권이 로봇에게 넘어갔다고

느낄 경우 직업 상실에 대한 공포가 커질 수 있다. 로봇이 도입되는 과정이 적절하게 관리되지 않아 작업자들이 로봇 도입으로 인한 조직의 변화에 부정적인 태도를 갖게 될 경우, 이것이 로봇 사용경험, 로봇과의 상호작용 등에 부정적인 영향을 미친다.

제 3 장

외식업의 서비스 로봇 도입과 일터의 변화

제1절 들어가며

‘인공지능이 노동에 미치는 영향’이라는 주제는 이미 학계와 언론계 등에서 흔한 주제가 되었다. 인공지능 기술이 개발되고, 실생활에 활용되는 범위가 확대될수록 인간은 ‘편리한 삶’을 누릴 수 있을 것으로 기대되었다. 인공지능 기술의 발전과 확대가 인간의 ‘편리한 삶’을 촉진시킬 수 있는 것은 부인할 수 없는 현실인 듯하다. ‘편리한 삶’의 측면에서, 인공지능은 물리적 힘이 들어가는 작업이나 과정의 여러 불필요한 단계들을 줄여주는 것이 중요하게 여겨진다고 할 수 있다.

인공지능의 확산은 노동시장과 노동과정에 여러 영향을 미치고 있다. 노동시장에서는 인공지능의 확산을 통해 없어지는 일자리가 있고, 새로 생겨나는 일자리가 있다. 또한 인공지능의 확산을 통해 노동과정 역시 변화하고 있다. 대표적인 예가 제조업 생산 공정의 로봇 활용이라고 할 수 있다. 이미 조립로봇, 용접로봇 등이 도입되어 활용되고 있으며, 이러한 로봇을 통해 제조업 생산 공정의 노동과정은 이전과는 다르게 변화하였다.

인공지능의 적용 영역이 점점 확대되어 가면서, 제조업 생산 공정뿐만 아니라 일상생활에서도 인공지능을 활용한 서비스 역시 점차 확장되고 있다. 그것을 기계화, 자동화 등으로 명명하든 또 다른 이름으로 부르든 서비스 영

역에서의 인공지능의 확산은 쉽게 목격할 수 있는 일이 되었다. 키오스크에서 커다란 화면을 보고 주문을 하고, 테이블에 앉아서 태블릿PC를 이용하거나 또는 스마트폰으로 음식을 주문하고 주문된 음식을 서빙로봇을 통해 전달받는 경험은 이제 흔한 일이 되었다.

이 장에서는 서비스 영역에서 인공지능 도입이 확산되고 있는 현실에 주목하면서, 특히, 외식업 분야에서의 인공지능 도입, 구체적으로는 ‘로봇의 도입이 외식업 일터를 어떻게 변화시키는가?’를 살펴보고자 한다. 이러한 질문은 외식업에서의 서비스 로봇이 도입된 이유와 서비스 로봇의 도입 이후 외식업에서 일하는 사람들의 노동과정의 변화를 살펴보는 것으로 이어진다.

제2절 연구의 대상과 방법

이 장에서는 표준산업분류 음식점업 정의를 참조하여 “접객시설을 갖추고 구내에서 직접 소비할 수 있도록 주문한 음식을 조리하여 제공하는 업소”로서 외식업을 정의하고, 외식업에서의 서비스 로봇 활용을 다루고자 한다. 일반 외식업에서는 조리로봇과 대면서비스 로봇 도입이 동시에 진행될 수 있다. 이 연구에서는 서빙로봇을 비롯한 대면서비스 로봇을 주요 연구 대상으로 한다. 조리로봇은 제조업 생산 공정의 조립로봇 또는 용접로봇 등과 같은 역할로서 생산의 보조수단으로서의 기능이 크며, 외식업이라는 공간에서 주로 ‘후면’에 존재한다. 그러나 대면서비스 로봇은 고객과 직접 대면하는 형태로서 등장하며, 이러한 고객 대면성에 주목한다면, 대면서비스 로봇의 도입이 외식업 일터에 더 큰 변화를 가져올 것으로 판단되기 때문이다. 또한, 로봇의 도입은 키오스크 또는 테이블오더 등 무인주문기와 함께 이루어지는 경우가 많기 때문에, 로봇 도입과 무인주문기를 함께 살펴본다. 일터에 도입되는 서비스 로봇이 외식업 음식서비스 종사원의 경험, 직업 정의를 어떻게 변화시켰는가를 살펴본다.

서비스 로봇 도입이 일터를 어떻게 변화시키는가를 살펴보기 위해 이 연구는 문헌연구, 심층면접조사, 현장관찰조사 등을 진행하였다. 첫째, 서비

〈표 3-1〉 심층면접 참가자 현황 및 정보

	성별	비 고
외식업 사업주	남성	한국 및 외국 레스토랑 근무 경험 다수 서빙로봇 사용 외식업체 근무
외식산업 관련 연구자	여성	
로봇제작사 대표	남성	
음식서비스 종사원 1	남성	
음식서비스 종사원 2	남성	
음식서비스 종사원 3	여성	
음식서비스 종사원 4	여성	
음식서비스 종사원 5	남성	
음식서비스 종사원 6	여성	
음식서비스 종사원 7	여성	
서빙로봇 제작사 영업사원	남성	서빙로봇 영업 및 음식서비스 종사 경험 다수

자료: 저자 작성.

스 로봇 도입과 관련된 문헌연구를 통해, 서비스 로봇 도입의 현황과 향후 전망을 살펴보았다. 둘째, 심층면접조사는 외식산업 관련 연구자, 서비스 로봇 개발 업체 관계자 및 서비스 로봇을 사용하는 외식업 사업주 및 서비스 로봇이 도입된 외식업 사업장에서 일한 경험이 있는 음식서비스 종사원 등을 대상으로 이루어졌다. 셋째, 연구자는 서비스 로봇이 도입된 외식업 사업장을 방문하여 서비스 로봇이 어떻게 활용되고 있는지를 고객의 입장에서 관찰연구를 진행하였다.

제3절 푸드테크와 외식업

1. 푸드테크의 등장

푸드테크는 “식품(Food)과 기술(Technology)의 합성어로 식품의 생산, 유통

[그림 3-1] 푸드테크의 범위와 구분



자료 : 관계부처 합동(2022), 「농식품산업의 혁신성장을 위한 푸드테크 산업 발전방안」, p.2.

통, 소비 전반에 IT, BT, AI 등 첨단기술 등이 결합된 신산업"을 말한다. 협의의 푸드테크는 신식품 개발, 제조 및 유통 효율화, 외식, 부산물 처리 등 5개 분야로 구분되며, 배달앱 및 무인주문기, 배달-서빙-조리 로봇 등이 포함된다(관계부처 합동, 2022: 2).

푸드테크의 다양한 영역들 중에서, 이 연구가 관심을 갖는 분야는 생산-유통-소비 중 소비 영역이며, 그중에서도 외식서비스가 주요 관심 대상이다. 구체적으로 이 연구는 외식서비스 중에서, 외식업체에서의 로봇 등 푸드테크 도입이 외식업을 둘러싼 일터에 어떤 영향을 미치는지를 알아보고자 한다.

푸드테크와 관련된 로봇에 대한 현황 진단을 살펴보자. 현재 한국은 "로봇의 기술적 기반인 인공지능, 자율주행 센서, 전기 모터 또는 감속기 등의 구동기, 제어기 등의 기술이 고도화된 것으로 평가되며, 로봇의 상용화 수준은 미국이나 중국에 비해 낮은 것으로 여겨진다. 다만, 조리 및 서빙 등과 관련한 외식산업 분야에서의 로봇기술을 개발하는 사례가 증가하는 추세이다. 현재, 기존 전자업체의 주요 대기업이 조리 및 서빙 로봇 개발 및 판매 시장에 참여하고 있다(관계부처 합동, 2022: 7).

2. 외식업체의 푸드테크 적용 현황

푸드테크가 식품과 관련된 신산업, 신기술 도입을 의미한다고 할 때, 푸드테크가 현장에서는 어느 정도로 적용되고 어느 정도 확대될 것인가? 이 질문과 관련하여 먼저 우리는 외식업의 푸드테크 적용 현황에 대해 알아볼 필요가 있다. 현재, 외식업과 관련된 조사 중에서 푸드테크 적용 현황을 살펴볼 수 있는 자료는 한국농촌경제연구원이 조사하여 발표하는 「외식업체 경영실태조사」이다. 해당 조사는 전국 외식업체 사업주 및 실제 운영자를 대상으로 사업자 및 사업자 정보, 사업실적, 영업사항, 식재료 구매 실태 등의 정보를 제공하는 국가승인통계이다.

「외식업체 경영실태조사」에서는 푸드테크의 종류와 범위를 포스단말기, 무인주문기, 배달앱, 로봇 등 크게 네 가지로 설정하고 있다. 「2023년 외식업체 경영실태조사」의 외식업체의 푸드테크 적용 현황을 살펴보면, 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 외식업체의 포스단말기 사용 비중은 2023년에 91.2%로 대부분의 외식업체에서 포스단말기를 사용하고 있는 것으로 나타났다. 둘째, 무인주문기를 사용하고 있는 외식업체의 비중은 2017년 0.6%에서, 2023년 7.8%로 대폭 증가하였으며, 외식업 세부 업종에서는 일식 음식점업의 무인주문기 사용 비중이 13.2%, 기타 외국식 음식점업이 12.9%, 한식 음식점업이 4.4%로 나타났다. 무인주문기 유형을 살펴보면, 2023년 기준, 키오스크가 67.0%, 고객의 휴대폰이 28.3%, 태블릿PC가 4.0%로 나타났다.

[그림 3-2] 외식업체의 로봇 사용 여부 및 미사용 이유



자료 : 박기환 외(2024), 『「2023년 외식업체 경영실태조사」 주요 결과 및 시사점』, p.2.

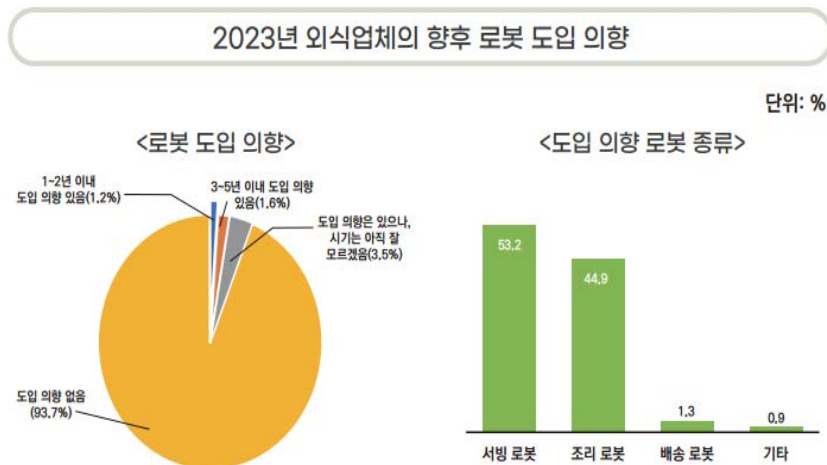
다. 셋째, 배달앱 사용 비중은 24.1%로 계속해서 증가 추세이다. 넷째, 외식업체 중 로봇을 도입한 업체 비중은 2.0%로 매우 미미한 것으로 나타났다. 외식업체가 로봇을 도입하지 않은 이유는 ‘로봇 도입 정도의 업무가 아니라서’라는 응답이 가장 많았고(34.3%), ‘공간 등 사업장 환경에 맞지 않아서’(23.0%)라는 응답이 그 뒤를 이었다.

네 가지 푸드테크 영역 중, 이 연구가 관심을 갖고 있는 로봇과 관련해서 조금 더 구체적으로 살펴보면, 2023년 기준 외식업체에 로봇 도입은 미미한 상황으로 판단할 수 있다.

이와 관련하여, 박기환 외(2024)는 현재의 로봇 도입 업체 비중과 향후 로봇 도입 의향에 대한 조사 결과를 통해, 향후 외식업체의 로봇 도입은 시차를 두고 천천히 일어날 가능성이 높다고 진단하고 있다.

2023년 기준, 로봇을 도입한 외식업체가 매우 미미한 수준이나, 외식업체 중 향후 로봇을 도입할 의향이 있는 업체는 6.3%로 나타났다. 로봇 도입 의향이 있는 업체 중에서, 도입할 의향이 있는 로봇은 서빙로봇이 53.2%, 조리 로봇이 44.9%로 나타났다.

[그림 3-3] 외식업체의 로봇 도입 의향



주: 도입 의향 로봇 종류는 로봇 도입 의향이 있는 외식업체만을 대상으로 산정한 값임.

자료: 박기환 외(2024), 『「2023년 외식업체 경영실태조사」 주요 결과 및 시사점』, p.2.

「외식업체 경영실태조사」를 통해 볼 때, 전반적으로 무인주문기 및 로봇 도입 비중이 매우 낮은 가운데, 무인주문기 도입은 계속 확대되는 추세를 보이고 있으며, 로봇 도입 의향이 6.3%로 나타나는 등 향후 외식업체에서 푸드테크 적용이 확대될 것으로 전망된다(박기환 외, 2024).

2023년 현재, 로봇을 도입한 외식업체의 비중이 작더라도, 향후 로봇기술의 발달 등 로봇 도입이 확산될 것으로 전망되는 상황이다. 물론 로봇 도입의 속도가 빠르지는 않더라도, 외식업체에서 로봇이 도입된다는 것은 향후 외식업체의 일터를 크게 변화시킬 것으로 예상할 수 있다. 이와 관련하여 로봇 도입의 이유, 로봇의 활용성에 대한 진단, 로봇 도입이 외식업체 일터를 어떻게 바꿀지, 그 함의는 무엇일지에 대한 논의가 필요하다.

제4절 서빙로봇의 도입과 활용

1. 서빙로봇 도입의 이유에 대한 두 가지 입장

외식업체에서 스마트기기가 활용되고 확산되기 시작한 시점은 2020년경부터로 보는 것이 일반적이다. 이 당시인 코로나19 확산 시점에 외식업체에서는 무인주문기기 등이 확산되었고, 서빙로봇 도입이 차츰 시작되었다. 외식업체에서는 로봇을 왜 도입하였는가? 서빙로봇 도입에 대해서는 크게 두 가지 입장이 존재한다. 아래에서는 홀서빙 직원의 직무를 대체할 전략으로서의 서빙로봇 도입에 대한 입장과 홀서빙 직원의 직무를 보조할 전략으로서의 서빙로봇 도입에 대한 입장을 살펴보도록 하자.

가. 홀서빙 인력 대체용으로서의 서빙로봇

사업주의 입장에서는 현재 외식업체에서의 인력난에 대한 대응과 인건비 절감을 위해서 로봇 도입이 중요한 대안이 되었다고 볼 수 있다. 서빙로봇을 도입한 사업주는 로봇 도입 이유에 대해 “인력관리의 스트레스”를 해소하는

것을 가장 큰 목적이라고 말한다. 구체적으로는 “홀서빙 직원을 구하기도 힘들고, 홀서빙 직원들이 일을 열심히 하지 않아서 사업장이 제대로 돌아가지 않는다.”라는 것이다.

“직원은 뽑기도 힘들지만… 뽑아도… 열심히 일을 안 해요… 관리자가 안 볼 때, 핸드폰 보고 있고… 그걸 손님들도 다 알아요… 홀서빙이라는 게 홀을 주시하고 있다고, 손님이 호출을 하면 가서 주문도 받고 더 필요한 것도 가져다 주고 그래야 하는데… 사장이 안 보고 있으면 그냥 핸드폰 보면서 그렇게 있는 사람 많아요… 그러면 제대로 된 서비스가 가능하겠어요?” (로봇 도입 사업주)

외식업에 취업하려는 사람이 별로 없고, 취업하더라도 오래 일하는 사람이 별로 없는 상황은 외식업에서 꽤 오래된 것으로 볼 수 있다. 이러한 인력난에 대해 정소윤(2023)은 외식업의 높은 노동강도를 주요 원인으로 지목하고 있다. 정소윤(2023)에 따르면, 외식업의 인력난을 가중시키는 근본적 문제는 노동강도가 높다는 점이다. 식당일은 힘든 일이라는 인식이 확산되면서, 안 좋은 일자리라는 인식이 확산되는 가운데, 임금마저 최저임금 수준에 불과하여 구직자들이 외식업 취업을 꺼린다는 것이다. 외식업의 인력난에 대응하여, 외식업계에서는 외국인 고용 허용 요구 등이 계속해서 반복되어 왔다. 정소윤의 지적에 따르면 “노동강도를 줄이지 않으면, 외국인이든 내국인이든 인력 공급을 늘리는 방식으로 인력난을 해소하기가 더 어려울 것”이며, 외식업의 임금이 최저임금 수준에 머문다면, “동일한 최저임금이 적용되면, 구직자들은 노동강도가 센 외식업보다는 다른 업종으로 이동할 것”이라고 진단한다.

높은 노동강도에도 불구하고 낮은 임금이 구직자들로 하여금 외식업의 일자리를 매력적인 것으로 여겨지지 않게 하였으며, 외식업에서 일하더라도 오래 일하지 못하고 금방 이탈하는 현상이 반복되게 만든다. 이러한 상황 속에서, 외식업 사업주의 인력관리에 대한 어려움은 한층 가중된다. 이것은 일종의 악순환이다. 일하다가 금방 그만두는 사람이 생겨나면, 그 빈자리를 쉽게 채울 수 없기에 사람이 부족한 채로 식당을 운영하다 보면, 일이 많아질 수밖에 없는 서빙직원들의 불만이 증가하고, 이 불만은 고객 불만족으로 이어진다. 이는 다시 매출의 감소로 이어지고, 결국에는 식당이 오래 영업하

기 어려운 구조로 작동하는 것이다. 일할 사람이 부족해지면서, 사업주 입장에서서는 인건비를 더 지출해야 사람을 구할 수 있는 상황이 상식적이지만, 무작정 임금을 더 줄 수도 없는 상황이 일반적이라고 한다. 임금을 더 주기 위해서는 음식값을 올려야 하는데, 음식값을 올리면 손님이 줄어들기 때문이다.

사업주의 입장에서 수익 극대화는 매출의 증가와 비용의 감소라는 간단한 공식으로 이루어진다. 외식업 사업장의 가장 큰 비용은 ‘인건비’라는 인식이 지배적인 상황 속에서 사람을 구하기도 어렵고, 사람을 구하더라도 관리하기가 쉽지 않은 현실에서 인건비 절감은 중요하게 여겨진다. 서빙로봇 판매 및 렌탈업체에서도 이러한 현실을 고려하여, 서빙로봇 광고를 진행하고 있다. 서빙로봇 판매 및 렌탈 업체는 ‘부담스러운 인건비’를 아껴주는 것이 바로 서빙로봇이라고 강조한다. 해당 업체에 따르면, 홀서빙 직원 2명을 채용하는 기준으로 계산했을 때, 서빙로봇 도입은 월 410만 원의 절감 효과가 있으며, 서빙로봇의 렌탈료를 계산했을 때, 서빙로봇은 시급 1,200원, 하루 일당 9,645원에 해당한다고 광고한다.

[그림 3-4] 서빙로봇업체의 광고

“
2025년 예상 최저임금
10,030원
”

1인 기준 한달 월급
2,096,279원

서빙로봇 도입하면
월 410만원 절감!!

직원·고객 만족도UP!

매장 효율UP!

인건비 절감

부담스러운 인건비를 아껴주는
국내 최저가 렌탈료

시급 1,200원

하루 **9,645원** 으로
인건비 걱정 끝!

* 인당 3일, 8시간 근무 기준으로 산정한 금액입니다.

자료 : 서빙로봇 판매 및 렌탈업체 홈페이지.

로봇 6대를 도입해 외식업을 운영하고 있는 사업주는 로봇 도입이 확실히 인건비 절감에 많은 도움이 된다고 말했다. 이 외식업주는 홀서빙 직원의 적정 규모가 6명인 사업장에서 1명의 홀서빙 직원만 남기고, 6대의 로봇을 도입하였다. 그에 따르면, 홀서빙 직원 6명의 인건비로 한 달 기준 약 1,900만 원이 들 것을 직원 1명과 로봇 6대 및 테이블오더 렌탈을 통해 약 1,200만 원의 절감 효과를 보고 있는 것이다.

“저희들 음식이 이 구조를 가지고 직원, 홀 직원을 쓴다면은 조금 편안하게 하려면 6명이 들어가요, 6명이. 6명이 필요한데 만약에 6명이 아니고 인원을 더 줄이게 되면은 아마 직원들 불만이 엄청날 겁니다. 그래서 6명 정도를 써야 되는데 6명을 쓰면은 최저임금을 주더라도 한 달에 한 명씩 310만 원에서 315만 원 줘야 하는데... 지금 현재 홀서빙 1명이 하고 있거든요. 1명에서 하고 있고 다른 일을 로봇이 다 합니다. 로봇 이거 한 달에 6대하고 테이블오더 이거까지 합쳐서... 한 달 387만 원 렌탈비 냅니다.” (로봇 도입 외식업 사업주)

그러나, 서빙로봇이 인력을 대체한다는 입장에서 보면, 온전히 한 사람이 하는 일을 대체할 수 있는 것은 아니라는 것이 현장의 서비스 종사원들의 의견이었다. 한 사람의 홀서빙 종사자의 업무를 1대의 로봇이 완전히 대체하는 것이 아니라, 대략 0.5인 분량 정도의 일을 한다는 것이다.

“일단... 0.5는 넘는데 이게 왜 그러냐 하면 해외 레스토랑에서의 그 방법을 보면 ‘메인 서버’가 있어요. 그 사람이 주문을 받고 음식을 안내하고 그다음에 ‘러너’라는 직책이 있거든요. ‘러너’는 단순히 이 로봇하고 하는 게 똑같아요. 운반만 해요. 그러니까 그런 역할로 따지면 1인분이라고 볼 수 있어요. 그리고 무게도 더 많이 들 수 있고, 로봇이 사람보다는. 그래서 그런 상황에서는 솔직히 1인분의 일을 한다고 판단하는 게 가능한데... 저는 아직까지는 로봇은 보조 역할이라고 생각해요. 그러니까 저희 같은 경우에는 그런 적도 있어요. 메인 서버라고 할 수 있는 직원이 로봇을 끌고 가서 손님한테 음식을 내려주면서 설명을 해주고 다시 싣고, 그런 경험이 있는데 근데 이것도 인원이 있어야만 가능하기 때문에 결국에는 그냥 보조 역할만 하는 거죠. 음식 운반하는 딜리버리 역할만.” (음식서비스 종사원 1)

나. 홀서빙 업무 보조수단으로서의 서빙로봇 도입

모든 외식업체에서 인력 대체를 목적으로 서빙로봇을 도입하는 것은 아니라고 볼 수 있다. 고기집과 같은 경우, 음식서비스 종사원이 음식을 가져다주는 역할보다는 고기를 구워주는 역할을 주로 한다면 인력 대체 효과를 기대하여 서빙로봇을 도입하는 경우는 거의 없다고 볼 수 있다. 오히려 이런 경우는 홀서빙 업무의 보조 역할로 서빙로봇이 활용된다고 볼 수 있다.

“고기집에는… 고기 구워주시는 분들이 다 있어요. 구역별로 테이블 한 10개씩 담당하시거든요. 그러면 원래는 그분들이 카트를 끌고 저 주방까지 가서 세팅한 걸 가지고 와서 세팅해 주고 해야 되는데 이제는 그 시나리오가 스텝이 많이 줄어든 거죠. 그걸 주방에서 미리 준비해 놓고 주방에서 그냥 1번 테이블 앉으면 3인 세트 인이어로 얘기를 하면 서빙로봇으로 바로 보내줘요. 그럼, 거기 오는 거 가지고 바로 불판에 올려놓으면 되는 거예요. 그리고 그 옆쪽에 본인이 맡은 구역에서 지금 고기가 구워지고 있는 데 가서 한 번 더 조금 더 봐줄 수 있는 거죠. 그래서 그런 식으로 하는 데가 있고…” (음식서비스 종사원 2)

서빙로봇 제작사의 대표는 “인력을 대체한다는 생각보다는 서비스의 고급화를 추진한다”라는 전략으로 서빙로봇 제작과 활용을 기대하였다고 한다. 서빙로봇을 제작하는 A사 대표는 고객 응대를 하는 서버(sever)가 단순히 음식을 가져다주는 역할에 머무는 것이 아니라 손님에게 더 나은 서비스를 제공할 수 있는 환경을 서빙로봇을 통해 구현할 수 있다는 생각으로 서빙로봇 사업을 시작하였다.

서빙로봇 제작사 대표에 따르면, 고객에게 더 신경 쓰는 서비스 종사원이 많을수록 고객의 만족도가 더 높아지고 이는 식당의 매출 증가로 이어질 수 있는 중요한 지점이다. 그렇다면, 고객에게 신경을 더 쓸 수 있는 환경을 어떻게 만들 수 있을 것인가가 중요한 고민의 지점이라고 할 때, 현재 서빙을 하는 사람이 너무 바쁘지 않아야 한다는 전제조건이 성립한다. 즉, 홀서빙 담당 직원이 고객에게 질 높은 서비스를 제공하려면, 먼저 고객의 니즈를 잘 파악하는 것이 중요하다. 고객의 니즈를 파악하는 중요한 과정 중에 하나가 고객의 테이블을 둘러보면서, 고객이 필요한 것이 있다면 먼저 다가가

서 질문하고, 알려주고 서비스를 제공하는 것이라고 할 때, 음식점에서는 ‘너무 바빠서’ 이렇게 할 여유가 없다는 것이다.

“예를 들어, 서버가 손님이 밥 먹을 때, 단무지가 다 떨어진 거 보고, ‘단무지 더 가져다 드릴까요?’라고 물어보면서, 손님에게 신경 써 주면, 손님은 서비스의 질이 더 좋다고 생각하는 거죠. 이렇게 서버가 손님 신경 쓰면서 일하려면, 기본적으로 바쁘지 않아야 하는데… 그런데 우리 식당은 서버가 음식 날라다 주고, 수거해 오고 하면서 일이 너무 많아서, 손님의 니즈를 충족시키는 서비스를 하기가 어려워요. 그래서, 서버의 일 중에서, 음식 날라다 주는 업무 하나를 로봇이 대체한다는 생각… 이렇게 하면, 서버가 손님에게 더 신경 쓸 수 있어서, 손님은 기분 좋고, 단골이 늘어나는 그런 그림… 서버는 기본적으로 손님과 소통하면서, 손님이 식사하는 걸 기분 좋게 해주는 일이 기본인데… 그걸 하기가 어려우니… 로봇을 통해서…” (서빙로봇 제작사 대표)

우리가 흔히 (홀)서빙이라고 부르는 직무의 특성은 〈한국 표준직업분류〉의 직업 설명에 잘 제시되어 있다. 〈한국 표준직업분류〉의 44221 “음식서비스 종사원”은, “음식업소에서 고객에게 메뉴를 제시하고 음식을 주문받아 제공하는 자”로 정의된다. 음식서비스 종사원은 고객 맞이, 메뉴판 제시와 설명, 주문 받기, 주문을 주방에 전달하기, 조리된 음식을 고객에게 가져다 주기, 식사가 끝난 고객의 테이블을 정리하고 식기를 주방에 반납하기, 계산하기 등이 주요 직무로 제시된다.

이러한 음식서비스 종사원의 세부 노동과정에서, 홀서빙 직원이 고객과 대면하여 고객의 니즈를 파악하는 것이 중요한데, 현재의 구조에서는 음식을 가져다 주고 수거해 오는 일이 너무 많아서 고객의 니즈를 충족시키기엔 쉽지 않은 구조라는 것이다. 서빙로봇 제작사 대표는 “홀서빙 직원의 노동과정에서 ‘조리된 음식을 고객에게 가져다주기’라는 세부 노동과정을 ‘로봇’이 보조함으로써 더 나은 고객 서비스가 가능할 수 있다.”라는 생각이었으나, 실제 현장에서는 인력 대체 수단으로써의 의미가 더 강해지고 있다고 판단한다.

“로봇은 사람 마이너스가 아니라, 플러스 원 개념이라고 생각했는데… 그런데, 막상 서빙로봇 도입하고 나니, 한국에서는 인력 대체로 생각하는 경향이

강한 것 같아서...” (서빙로봇 제작사 대표)

2. 서빙로봇 도입의 몇 가지 조건들

가. 공간의 문제

서빙로봇 도입과 관련하여 우선 살펴볼 것은 외식업 사업장에서 서빙로봇을 도입할 수 있는 공간이 확보되는가의 문제다. 로봇이 이동하기 위해서는 공간적 여유가 있어야 하기 때문이다. 공간이 제대로 확보되지 않는 경우 로봇을 도입하기가 어렵다. 만약 테이블이 꽉 들어차 있는 외식업 사업장의 경우, 이동 공간과 동선을 확보할 수 없기 때문에 로봇 도입이 쉽지 않다. 이러한 상황 속에서, 외식업 사업주들은 로봇을 도입하기 위해 테이블의 수를 줄이기도 하는 선택을 한다. 이 과정에서 중요한 것은 사업주의 판단이다. 만약 테이블의 수를 줄인다면, 회전율이 떨어져서 매출액 감소가 생길 수 있는 것이다. 테이블에 따른 회전율과 로봇 도입으로 인한 인건비 감축 요인을 종합적으로 판단해야 하는 것이다.

또한 음식점 내부에 로봇이 자연스럽게 주행할 수 있는 환경이 없다면 로봇을 도입하기가 어렵다. 식당 공간 내에 요철이 있는 경우, 또는 좌식 테이블로만 구성된 경우 서빙로봇이 투입되기 어렵다.

이러한 특성상, 서빙로봇 도입은 공간적 제약이 크게 작용하고 있다고 볼 수 있다. 특히, 서빙로봇 도입을 염두에 두고 있는 외식업 사업주라면, 공간 문제로 인해 인테리어를 새로 해야 하는 경우도 있기 때문에 로봇 도입을 쉽게 결정하기가 어렵다고 볼 수 있다. 이러한 상황 속에서 외식업 신규 개업 과정에서 로봇 도입을 염두에 둔 인테리어를 시작한다면, 큰 비용을 들이지 않고도 로봇을 도입할 수 있는 환경을 만들 수 있다.

“이거 저희들... 제가 이거 처음에 이 식당을 하려고 할 때... 계획 잡을 때부터 로봇을 생각을 하고 시작을 했어요... 공간 배치도 염두에 두고...” (로봇 도입 외식업 사업주)

인력 대체를 목적으로 서빙로봇을 도입하는 경우, 단순히 조리된 음식을

가져다주는 역할을 로봇이 맡는 것 이외에도, 무인주문기기인 테이블오더가 함께 설치되는 경우가 많다. 테이블오더의 경우, 주로 태블릿PC를 이용하므로, 태블릿PC의 전원이 상시로 공급되어야 한다. 태블릿PC의 전원 공급을 위해서는 전기 공사 역시 필요한 상황이다. 전기선을 연결해서 할 경우 테이블과 테이블 사이에서의 전기선이 지지분해 보일 수도 있고, 사람이 걸려 넘어질 수도 있기 때문이다. 또한, 전기선이 바닥에 있는 경우 서빙로봇에게는 요철로 작용하여 서빙로봇의 원활한 주행이 어렵기 때문이다. 이러한 문제를 저렴하게 해결하는 것이 바로 보조배터리이다. 보조배터리와 태블릿PC를 연결하는 것을 통해 전원을 공급함으로써 로봇의 이동 동선을 확보하는 것이다.

나. 판매하는 음식의 종류

서빙로봇의 도입과 관련하여 또 하나 중요하게 살펴봐야 하는 것은 판매하는 음식의 종류라고 볼 수 있다. 음식서비스 종사원의 노동과정 중 하나인 ‘음식 가져다주기’가 로봇을 통해 대체된다고 할 때, 서빙로봇이 주방으로부터 가져온 음식을 고객이 직접 로봇으로부터 전달받아 자신이 앉아있는 테이블 위로 옮기는 과정이 필요하다. 음식 전달의 과정을 고객이 맡게 되면서 발생할 수 있는 위험과 불편함이 존재한다. 가장 큰 위험은 안전사고의 위험이다. 만약 뜨거운 용기에 담겨져 나오는 음식을 고객이 테이블로 옮기다가 화상 등의 사고를 당한다면, 고객과 식당 입장에서 모두 안 좋은 일이 발생하는 것이다. 또 다른 하나는 바로 불편함이다. 만약, 식당에서 제공하는 메뉴가 단품 메뉴가 아니라 한정식처럼 여러 가지의 반찬이 섞여 나오는 것이라면, 고객은 스스로 그 반찬들을 다 자기가 테이블로 옮겨야 한다. 이러한 상황은 고객이 음식점에 서비스를 받으러 와서 스스로에게 서비스를 제공해야 하는 불편한 상황을 초래한다.

이러한 위험과 불편함과 관련하여, 서빙로봇 도입이 본격화된 2020년 초에는 서빙로봇을 도입한 음식점들이 주로 단품메뉴를 기반으로 하는 음식점이 많았다고 한다.

“2~3년 전에는 중국집, 피자, 파스타 같은 단품메뉴 위주로 하는 사업장들이 서빙로봇을 도입했죠… 아무래도 다른 메뉴하는 곳에서는 쉽지 않아 보였으니까…” (서빙로봇 제작사 대표)

이탈리아 피자-파스타 음식점에서 서빙로봇을 도입하여 활용하고 있는 인터뷰 참여자는 자신이 운영하는 다른 외식업체(갈비탕)에서는 서빙로봇 도입을 계획하고 있지 않다고 말했다.

“냉면, 갈비집은 특성상 안 맞아요. 거긴 서빙로봇 못 해요… 갈비탕이 뜨겁잖아요. 안전사고가 날 수 있어요. 갈비탕은 화상을 입을 정도로 뜨겁잖아요. 팔 팔 꿇는 상태로 이 뚝배기에다가 끓이니까… 계속 끓는 상태로 나가거든요… 만약 고객이 그걸 들어서 옮기다가가는 심각한 사고가 발생할 수 있어서… 그거는 로봇 도입을 못합니다. 그래서 직원들이 다 서빙을 합니다. 이런 갈비탕하는 데는 직원을 줄일 수가 없는 구조예요…” (서빙로봇 도입 외식업 사업주)

이처럼, 판매하는 음식이 무엇인가에 따라 서빙로봇 도입의 조건이 달라진다고 할 수 있다. 만약, 인건비 절감을 목적으로 갈비탕 판매 업소에서 서빙로봇을 도입한 경우에 혹시라도 안전사고가 발생하면, 절감한 인건비보다 더 많은 피해보상 금액이 발생할 수 있는 것이다. 이러한 경우, 인건비 절감 유인은 거의 없고, 종사자와 고객의 안전을 위해서는 로봇보다는 종사자가 음식을 싣고 밀어서 이동할 수 있는 카트가 선호된다고 한다.

다. 판매하는 음식의 가격대

서빙로봇 도입과 관련하여 살펴볼 또 하나의 변수는 판매하는 음식의 가격대이다. 이른바 대중음식과 고급음식으로 구분해 보았을 때, 대중음식 판매점이 고급음식 판매점보다 서빙로봇을 도입하기가 더 수월할 것으로 판단할 수 있다. 여기에는 판매하는 음식의 가격대와 고객의 서비스 기대도가 중요하다. 이른바 고급음식점에 고객들이 가는 이유는 음식점으로부터 고품질의 서비스를 기대하는 것이 일반적이다. 만약 고급음식점에서 고객이 서빙로봇으로부터 조리된 음식을 받아서 직접 테이블에 놓아야 한다면, 제대로 된 서비스를 받지 못하고 있다는 느낌을 갖게 할 수 있다.

“일반적으로 고객 입장에서는 고급음식점에 갔는데, 서빙을 로봇이 한다? 이러면 좀 부정적으로 보이는 게 사실이죠. 요리도 요리지만, 서버가 하나하나 음식을 세팅해 주는 그런 서비스를 기대하는 걸로 고급음식점에 가는데, 이걸 손님이 직접해야 하면, 좀 격이 떨어진다고 생각할 수 있죠…” (서빙로봇 제작사 대표)

물론, 고급음식점에서 서빙로봇을 아예 사용하지 않는 것은 아니다. 서빙로봇 제작업체 대표에 따르면, 고급음식점에서도 서빙로봇을 도입하여 활용하는 곳이 있는데, 서빙로봇과 고객과의 만남은 차단된다.

“고급음식점 같은 경우 서빙로봇을 부정적으로 생각하는 고객들이 많은 것이 현실인데… 고급음식점에서도 서빙로봇을 사용하기는 해요. 그런데, 서빙로봇이 고객에게 바로 음식을 날라다주는 건 아니고… 특정 지점까지 로봇이 음식을 운반해서 가고, 그 이후부터는 서버가 직접 들고 손님 테이블에 세팅해주는 방식을 활용하기도 합니다.” (서빙로봇 제작사 대표)

고급음식점에서 서빙로봇이 직접 고객과 만나지 못하게 하는 방식은 로봇이 사람을 대체한다는 인건비 절감 유인보다는 서버의 본래의 업무인 고객 응대에 더 집중할 수 있게 하는 환경을 조성하는 전략이라고 볼 수 있다. 이런 점에서, 음식점업 서비스 종사원들도, 가격대가 비싼 파인다이닝 또는 호텔 음식점 등에서는 고객이 로봇과 대면하는 일이 현재로서는 가능하지 않을 것으로 판단하고 있었다.

“파인다이닝이나 호텔… 이런 데까지는 로봇이 가서 손님에게 직접 서빙하는 것은 아직까지는 힘들 것 같고요… 그러니까… 사람들이 기본적으로 대접받고 싶어 하는 곳에는… 비싼 비용을 지불하는 곳에는 가지 못할 것이고, 그러니까 이를테면 저렴하게 한 끼를 배 채우는 용도의 식사 용도로는 로봇이 서빙해도… 모두가 다 그냥 이해할 수 있는 수준이 될 것 같은데…” (음식서비스 종사원 3)

3. 서빙로봇의 한계와 향후 기술발전의 방향

서빙로봇 활용의 전제조건은 로봇의 이동 공간이 확보되어야 한다는 것

이다. 그렇기 때문에, 고객이 많이 오고 가는 바쁜 시간에는 이동 동선을 확보하기가 어려워서 활용률이 떨어지는 단점이 존재한다. 이러한 공간의 한계에 대해서는 빠르게 개선이 진행된다. 서빙로봇은 AI 기술의 급속한 발달에 힘입어 매우 빠른 속도로 개선되고 있다는 것이 현장의 의견이다. 특히, 이동 동선의 확보 차원에서 예전보다 더 좁은 통로도 통과할 수 있는 방식으로 기술 개선이 이루어지고 있다.

“로봇도 기술개발이 끊임없이 이뤄지고 있어요. 예전에는… 2년 전만해도… 요철이 조금이라도 있으면 안 된다고 그랬는데… 요즘은 조그마한 요철이 있어도… 그 쇼바(쇼크업소버)가 기능이 잘 되어 있어서… 흔들리는 것도 거의 없고… 전에는 이동하려면 폭이 120cm는 확보가 되어야 했는데… 지금은 80cm만 돼도 로봇들이 교행이 가능하고… 그런 부분들이 개선이 많이 되고 있어요…” (로봇 도입 외식업 사업주)

서빙로봇의 활용과 관련된 기술은 계속해서 발전하고 있지만, ‘서빙로봇이 홀서빙 인력을 완전히 대체할 수 있을까?’라는 질문에 대해서는 대체로 부정적이다. 일반적으로 음식서비스 종사원의 업무를 서빙로봇이 대체한다고 할 때, 대체할 수 있는 직무 범위가 매우 제한적이라는 점이 가장 중요하다고 할 수 있다. 서빙로봇은 ‘운반’에 특화된 기계일 뿐, 식당에서 다른 일은 할 수 없다는 가장 큰 한계가 존재한다. 외식업 사업주가 사람을 채용해서 서빙을 시켰을 때, 이 사람이 서빙업무를 제대로 하지 못하면 주방보조 또는 청소업무로 직무 재배치가 가능하지만, 서빙로봇은 음식 운반 이외에는 할 수 있는 것이 없는 상황이기 때문이다. 이런 점에서, 홀서빙 영역에서의 완전 무인화는 매우 쉽지 않다고 전망된다.

“최소한 한 사람은 홀에 있어야 해요… 홀과 주방을 이어주는 역할을 사람이 해야 하는데… 예를 들어서, 제가 카운터에서 음식을 로봇에 실어 주잖아요. 홀을 완전 무인화하려면 로봇이 주방 안에까지 쑥 들어가야 하는 건데… 그건 주방 사정 고려하면, 쉽지 않죠…” (로봇 도입 외식업 사업주)

제5절 서빙로봇 도입과 일터의 변화 전망

서빙로봇 도입이 음식서비스 종사자의 노동과정을 어떻게 변화시키는가? 이 변화의 의미는 무엇이고 향후 전망은 어떠한지에 대해서, 외식업 홀서빙 노동 경험에 있는 사람들에게 대한 집단면접조사를 통해 살펴보도록 하자.

1. 고객과 서비스 종사자와의 관계 변화

테이블오더(키오스크), 서빙로봇 등 음식점에 IT기기가 도입되기 전의 음식점 종사자, 특히 홀서빙 담당자의 직무는 손님 안내-메뉴 안내-주문 받기-주문 전달하기-음식 가져다주기-퇴식하기 등의 순서로 이루어져 있었다. 테이블오더와 서빙로봇이 도입된 경우, 서버의 역할이 달라지게 된다. 메뉴에 대한 설명을 직접 하지 않고, 음식을 직접 가져다주지 않게 되면서 고객과 서버 간의 접점이 점점 사라지는 것이다.

“그런데, 로봇을 제가 사용하면서 느낀 것 중에 하나가 그거예요. 이제 고객 간의 접점이 없다는 것 같습니다. 단순히 키오스크 주문해서 점점 패스트푸드 개념으로 가는 거죠. 그냥 음식만 나오면 되니까. 음식에 대한 뭐 그런 게 없으니까...” (음식서비스 종사원 4)

서비스 종사원이 고객에게 메뉴를 안내하고, 주문을 받는 과정이 점차 사라지게 됨으로써 발생하는 것 중 하나는 이른바 ‘업 셀링(up-selling)’이 어렵다는 것이다. 일반적으로, 음식점업 사업장에서는 서버가 메뉴를 안내하면서, 해당 메뉴와 어울리는 다른 음식 또는 주류, 음료를 추천하면서 매출액을 늘리는 전략을 사용할 수 있는데, 주문을 테이블오더로 하게 되면서 이러한 기회가 상실된다.

“업셀링. 업계 용어로... 그러니까 이를테면 스테이크, 고급 스테이크 집에 가서 스테이크만 먹으러 가는 거 아니잖아요. 스테이크 먹는데 일 잘하는 서버는 ‘고객님 이 스테이크에는 이런 와인을 곁들여 드시면 더 맛있습니다...’ 이

렇게 하는 그게 가능한데, 기계 로봇으로는 이걸 좀 불가능한 영역... 만약에 AI 로봇이 있다든지 해서 오더를 분석을 해가지고, 고객한테 가가지고 로봇이 믹스된 보이스로 음식은 어떠셨습니까. 그러면서 그렇게 되는 상황이 되면 몰라도, 거기까지는 아직 좀 시일이 걸릴 것 같고요..."(음식서비스 종사원 1)

한편으로는 로봇을 사용하는 사업장과 로봇을 사용하지 않는 사업장 사이의 영업 방식의 변화가 가속화될 것으로 전망할 수 있다. 로봇을 사용하기에 적당하지 않은 것으로 여겨지는 고급 레스토랑 등에서는 오히려 서버의 서비스 숙련도 향상을 추구함으로써, 고객에게 더 높은 만족감을 주고 매출액을 높이는 방식으로의 영업이 이루어질 것으로 예상된다.

2. 작업장 안전문제의 변화

일반적으로 서빙로봇이 음식을 가져다주는 사업장에서는 로봇이 '운반'의 역할을 수행함으로써 홀서빙 종사자의 업무를 '분담'하거나 '보충'한다고 인식된다. 이를 통해서, 무거운 그릇을 들 때 발생하는 근골격계 질환의 문제에서 다소간 그 위험성을 줄일 수 있는 것으로 인식된다. 또한 홀서빙 종사자의 움직임이 줄어들어, 체력적인 부담을 감소시킬 수 있는 장점이 있다고 인식된다. 이러한 체력적 부담의 감소는 고객에게 더 나은 서비스를 제공할 수 있는 계기로 작동할 수 있다고 한다.

"결국에 로봇이 들어갔을 때는... 왜냐하면 직원들이 기존에 홀 직원들 2만 보 걷던 거를 거의 1만 보도 안 걸으세요. 그러니까 너무 좋아하시는 거예요. 그리고 본인들도 직접적으로 로봇 도입되고 나서 오히려 진짜 여기 손님들이랑 대화하는 거 좋아한다고 하셨잖아요. 조금 더 손님들이 어떤 지금 상황인지 어떤 걸 더 필요로 하는지 이런 데 더 집중을 할 수 있는 거죠. 그럼 사장님 입장에서도 고객한테 전달되는 그런 가치가 더 커질 수 있으니까 효용이 더 크다고 볼 수가 있는 거죠."(음식서비스 종사원 5)

그러나, 퇴식로봇을 사용하는 사업장에서는 근골격계 질환 발생 위험성이 그다지 감소한 것으로 인식되지 않고 있었다. 퇴식로봇이 도입된 뷔페 음식점에서 일한 경험이 있는 연구참여자자는 "퇴식로봇이 가져온 그릇을 옮기

는 일이 정말 고된 일이었다.”라고 말했다.

“퇴식로봇이 없었을 때는 한꺼번에 많은 그릇을 이렇게 들고 옮기는 작업은 없었죠. 왜냐하면, 저희가 카트를 이렇게 끌고 다니면서, 거기다가 그릇 종류 별로 분리를 딱 해서 가져오거든요. 그런데, 퇴식로봇은 그냥 1대에 그… 바구니 큰 곳에다가 고객들이 그릇을 그냥 넣어놓고… 그거를 사람이 들어올리고 내리고, 또 새 바구니를 거기에 올려줘야 로봇이 또 테이블로 가는 거잖아요. 그러니까, 그 바구니 들었다 내렸다 하는 게… 그것도 진짜 힘든 일이에요…” (음식서비스 종사원 6)

로봇이 매장 내에서 움직이면서 발생하는 부딪힘 사고 또는 끼임 사고 등이 자주는 아니지만, 가끔 발생하는 것도 문제라고 볼 수 있다. 로봇과 부딪힐 경우 큰 부상이 발생하는 것은 아니지만, 로봇과 부딪히면서 발생하는 낙하물에 의한 사고 발생 가능성도 있고, 로봇이 넘어지면서 사람이 부상당하는 경우도 발생한다.

“제가 다친 적이 있는데 저희가 뷔페다 보니까 사실 손님들이 계실 때는 카트를 사용을 할 수가 없어요. 이제 손님들이 카트가 이동하고 이런 걸로 컴플레인을 걸기 때문에 저희는 무조건 가만히 있다가 손님들이 식사 다 끝났을 때 카트가 가서 주방에 남은 거를 다 챙겨서 빼야 되는 상황인데, 그때쯤에 손님도 다 나가니까 로봇도 되게 바쁘게 여러 대가 움직이고 있거든요. 근데 거기다 식기나 이런 게 정말 꽉 차 있어서 개네 무게가 엄청나게 무거워지거든요. 이제 카트를 빼고 있는데 저희가 중간에 언덕이 살짝 있어요. 그거를 저희가 카트를 밀 때 무게 때문에 항상 뒤를 돌아보고 내려야 되거든요. 그러고 내리고 있는데 갑자기 그 로봇이 안쪽으로 들어오게 되면 카트 무게 때문에 뒤로 빠질 수도 없고 로봇도 사람을 인지하고 빠져야 되는데 그게 그렇게 빠르지 않다 보니까 그러다 충돌 사고가 있고, 카트도 무거운데 그 로봇도 무거우니까 중간에 사람이 끼여가지고 로봇이 결국 엎어지고 로봇도 깨지고 사람도 다치고 제가 그렇게 다쳤던 경험이 있습니다.” (음식서비스 종사원 7)

3. 로봇 활용의 장점 및 사람과 로봇의 조화 쟁점

음식점업 서비스 종사자들은 로봇 활용의 장점에 대해 “인력 수급의 불안

정성을 줄여주는 역할”로 이해하고 있었다. 음식점업의 특성상, 노동자의 진입과 이탈이 매우 빈번한 상황 속에서 로봇은 그러한 불안정성 및 불확실성을 줄여준다는 것이다.

“근데 아마 사람을 줄이려고 로봇을 썼다기보다는 제가 계속 일하면서 보니까, 아마 아시겠지만 이렇게 홀이나 주방이나 이런 외식업은 되게 쉽게 들어오는 만큼 쉽게 나가기 때문에, 사람을 또 구해서 일을 좀 알려주면 개인 사정으로 또 금방 그만두는데 로봇은 저희가 뭐 어떻게 하지 않는 이상 계속 같이 일을 해 주니까 아마 길게 봤을 때 로봇을 그냥 한 고정 인원으로 생각을 하고 지금 회사에서는 쓰고 있는 것 같아요.” (음식점업 서비스 종사자)

인력수급의 불안정성에 대한 해결책으로 로봇이 장점을 가지고 있으나, 로봇이 도입됨으로써, 음식점업 서비스 종사자들은 이른바 ‘추가 업무’의 부담도 생겨날 수 있다. 이와 관련해서는 이른바 “일터에서의 사람과 로봇의 조화”가 중요한 쟁점이 될 수 있을 것이다.

연구참여자 중 한 사람은 음식점업 사업장에서 퇴식로봇을 사용하면서, “손이 많이 가는 동료, 일을 잘 못하는 답답한 동료와 함께 일하는 느낌”을 받았다고 했다. 이는 로봇이 할 수 있는 일과 할 수 없는 일이 명확히 구분됨을 의미하며, 이를 사용하는 사람이 로봇을 어떻게 사용하는지에 대한 사전 교육과 적응이 중요함을 말해 준다고 할 수 있다.

연구참여자 중 서빙로봇 제작사에서 로봇 판매 영업을 담당했던 사람은 로봇을 도입하는 사업주가 로봇과 함께 일하는 직원에게 명확한 이해를 시키고, 명확한 교육을 할 필요가 있다고 강조하였다.

“음식업을 하면 음식이 제조되고 고객한테 전달되기까지 그런 공정이 있잖아요. 과정이 10단계라고 하면 그걸 잘 정의를 해서 기존의 로봇이나 스마트 솔루션이 오기 전에 공정을 어떻게 뭐 3단계에서 5단계는 누구한테 맡길 것인가 근데 3단계에서 5단계를 로봇한테 맡김으로 인해서 2.5단계가 생길 수가 있는 거거든요. 2.1단계 2.2단계가 생길 수가 있는 거거든요. 근데 그런 부분들에 대한 부분을 사장님께서 명확하게 잘 인지를 하시고 직원들한테 교육을 하고, 이해를 구하는 그런 부분이 사실 되게 중요하거든요.” (서빙로봇 제작사 영업사원)

제6절 소 결

제3장에서는 외식업에서의 푸드테크 도입이 일터를 어떻게 변화시키는데 대해 살펴보았다. 외식업에서 로봇 등의 푸드테크 도입은 외식업 인력을 대체하고자 하는 입장과 외식업 종사자의 업무를 보조하는 입장이 공존하고 있다고 볼 수 있다. 서빙로봇 등의 푸드테크 도입이 불안정한 외식업 인력난에 대한 대응이라는 점에서 향후 로봇 도입이 확산될 것으로 전망할 수 있다. 그러나, 판매하는 음식의 가격, 음식의 종류, 음식점업이 자리한 공간 등의 변수들이 로봇 도입의 전제 조건으로 작용하는 상황에서 향후 거의 대부분의 음식점업에서 로봇을 도입하리라고 전망하기는 쉽지 않아 보인다.

로봇의 도입으로 음식점업 종사자들의 근골격계 질환 발생 가능성 문제가 감소하는 경우도 있으나, 사용하는 로봇의 종류에 따라 오히려 근골격계 질환 발생 가능성이 높아지는 경우도 있다. 또한, 로봇으로 인한 사고 발생 가능성도 여전히 존재하기 때문에 로봇 도입 시 사고 발생 가능성을 줄이기 위한 노력도 필요할 것으로 보인다.

그리고 마지막으로 가장 중요한 점은 음식점업에 로봇이 도입되더라도 홀서빙에 종사하는 사람이 완전히 사라지기 어려운 상황에서는 로봇 활용에 대한 사업주와 노동자 간의 이해와 숙지 그리고 로봇 활용에 대한 교육이 필요하다는 것이다.

제 4 장

급식로봇 도입과 노동경험의 변화

제1절 들어가며

1. 연구배경과 문제제기

2024년 5월 강남 소재 한 학교의 급식 사진이 부실 급식 논란으로 이어졌다. 해당 학교는 식수 인원이 천 명이 넘지만 조리인력을 구하지 못해 급식 운영에 어려움을 겪고 있었고, 상시근로자는 조리실무원 2명이였다.³⁾ 학교는 3월 조리인력 부족으로 급식의 정상적 운영이 어렵다는 점을 공지하고 3찬 운영, 도시락, 외부 운반 급식 세 가지 안을 놓고 학부모 투표를 진행했다. 투표 결과 3찬 운영이 다수표를 획득해 반찬 수를 하나 줄였다. 이 학교 사례는 우리나라의 급식이 표방하고 있는 친환경 무상급식이 조리노동자의 노동력에 기대고 있으며, 조리노동자의 결원 상황이 급식의 질에 직접적으로 영향을 미치는 수준이라는 점을 보여준다(Gaddis and Jeon, 2022).

학교급식실 인력 부족은 수도권 지역에서 더욱 두드러지고 있으며, 인력 부족의 문제에 대한 대안으로 자동화 설비와 아웃소싱이 급속하게 확산되고 있다. 학교급식실에는 급식로봇 외에도 스마트 식기세척기, 수류담금 세

3) 경향신문(2024. 5. 9.), 「열악한 노동 환경'이 '부실 급식'으로 ... 학생 건강권도 흔들었다」.

척기와 같은 기계가 도입되어 있다. 급식로봇도 2023년 서울시 소재 중학교에 도입된 이후 올해 전국적으로 도입이 진행되고 있다. 아웃소싱은 손질된 식재료를 구입하거나 김치 등의 경우 완제품을 구입하는 등 식재료 부분에서 주로 이뤄졌는데, 최근에는 식판 설거지와 음식물쓰레기 처리 아웃소싱 서비스가 등장했다. 식기류 렌탈 세척사업은 식판 세척을 아웃소싱하는 것으로, 퇴식 후 식판을 모아두면 세척 업체에서 식판을 수거해 공장으로 가져가 세척·살균한 뒤, 밀폐하여 아침에 급식실로 배송해 주는 서비스이다. 서울시 교육청은 식기류 렌탈 세척사업 지원을 위해 올해 20억 원의 추경을 편성해 시범사업을 100개 교로 확대하는 목표로 삼고 있다.

급식로봇 도입은 시범사업으로 빠르게 진행되고 있지만 구체적으로 어떤 효과가 있는지 검증되지 않았다. 또한 노동자들의 경험이 어떠한지, 노동자들이 실제 원하는 처우개선이 어떤 방식인지에 대해서도 확인이 필요하다.

2. 연구방법

현장관찰과 인터뷰를 통해 학교급식실 내 조리로봇의 도입이 노동환경을 어떻게 변화시키는지 확인했다. 수도권 소재 A학교, B학교, C학교의 급식 조리 과정을 현장에서 관찰하고, 조리노동자들과 그룹 인터뷰, 영양사와 일대일 인터뷰를 진행했다.

현장관찰은 로봇 도입 전과 후 두 번 진행했고, 인터뷰는 로봇 도입 이후 한 번 진행했다. 현장관찰은 검수-전처리-조리-청소까지 전 과정을 모두 관찰했다. 다만 A학교는 로봇이 도입된 이후 방문하였기 때문에, 로봇 도입 전의 작업은 관찰하지 못했다.

인터뷰를 진행한 시점이 A, B, C학교 각 9개월, 1개월, 1주 미만이어서, 로봇 도입 이후 적응 기간에 따라 조리종사원들의 경험과 인식이 달라지는 부분을 확인할 수 있었다. 또한 식수 인원과 조리종사원(조리원과 조리사, 영양사 제외)의 규모가 달라 학교 규모에 따른 작업과정의 차이를 확인할 수 있었다.

학교급식실 조리노동의 전반에 대한 사전조사를 위해 고등학교 조리사로 일하고 있는 노조 간부를 추가로 인터뷰했으며, A학교의 경우 행정실 담당자도 인터뷰했다.

〈표 4-1〉 급식실 관찰 학교 정보

	A학교	B학교	C학교
식수 인원	약 750명	약 950명	약 470명
조리종사원 (영양사 제외)	6명	8명	4명
도입 전 방문	X	O	O
도입 후 방문시기	로봇 도입 9개월 후	로봇도입 1개월 후	로봇도입 첫 주 (급식 투입 첫날)
도입 로봇	볶음로봇 2대 국탕로봇 1대 튀김로봇 1대	볶음로봇 1대 튀김로봇 1대	튀김로봇 1대

주 : B, C학교의 튀김로봇은 국·탕 조리가 가능.

〈표 4-2〉 면담기관, 면담대상자 및 면담방식

기 관	면담 대상자
학 교	로봇 도입 학교(A, B, C) 조리종사원(대면, 그룹) D고등학교 조리종사원 인터뷰(대면, 개인) A, B, C학교 영양사(대면) A학교 행정실장(대면)
교육청 담당자	시도 교육청 급식 정책 담당자(대면, 전화)
로봇산업진흥원	실증사업 담당자(대면)
노동조합	학교 비정규직 정책 담당자(전화)
로봇기업	로봇기업 영업 담당자(대면)

제2절 급식로봇 도입의 배경과 과정

1. 학교급식 조리노동의 현황과 쟁점

가. 만성적인 인력부족

학교급식 현장은 만성적인 인력난을 겪고 있다. 학교급식 인원배치는 시도교육청의 배치기준에 따라 정해지는데, 현재 서울, 수도권, 제주도의 경우 배치기준을 충족하지 못해 결원이 지속되고 있다. 학교급식실에서 조리노

동자 1인이 담당하는 식수 인원의 규모는 병원, 군대, 회사 등 다른 대량 급식실을 크게 웃돈다. 육군의 경우 조리병 1인이 담당하는 식수 인원이 75~110인인데 반해, 서울 학교급식의 경우 140~150명 수준이다.

서울시 교육청에서 발표한 「2024년 학교급식 운영 사업 추진 계획(안)」에 따르면 2024년 서울시 조리실무사(조리원) 배치기준은 초등학교 149명, 중학교 149명, 고등학교·각종 특수학교는 137명이다. 서울시의 조리노동자 1인당 급식인원은 전국 최고수준으로 광역시 평균인 116명(초 127명, 중·각종 중 108명, 고·각종고·특수 109명)을 크게 상회한다. 서울시교육청은 2027년까지 조리노동자 1인당 급식 인원수를 광역시 평균인 113명으로 조정하는 것을 목표로 삼고 있다.

다만 배치기준에 따른 식수 인원이 조리노동자의 업무강도를 완전히 대변하는 것은 아니다. 지방에는 소규모 학교가 많아서 1명이 배정되는 경우도 많다. 전교생이 50명인 학교에 1명이 배치되면, 조리종사원 1인당 식수 인원은 50명이지만, 1명이 정해진 시간 내에 검수, 조리, 설거지, 청소를 모두 해야 하기 때문에 노동강도가 낮다고 말하기 어렵다. 특히 학생 수가 감소하면 배치 인력이 줄어드는데, 급식실 공간은 그대로이기 때문에 청소 부담이 더욱 커진다. 따라서 소규모 학교가 많은 시도교육청 담당자나 노동조합 정책 담당자들은 직무분석에 기초한 배치기준이 필요하다는 의견을 제기한다. 식수 인원뿐 아니라 급식실 넓이, 업무분담 구조 등을 고려해 노동강도를 측정하고 이에 따라 적절한 배치기준을 만들어야 한다는 것이다.

조리노동자를 채용하지 못해 서울시 평균 조리원 결원율은 9.0%이고, 결원율이 가장 높은 강남서초가 27.2%, 강동송파가 15.8%이다.⁴⁾ 교육공무직 다른 직종의 신규채용 경쟁률은 8대 1에서 높게는 35대 1까지 낮지 않은 편이지만 조리원만은 0.5대 1로 지원 인원이 채용 인원의 절반에 그친다. 조리원 결원은 서울에 국한된 문제가 아니지만, 특히 서울, 수도권 및 도서지역인 제주도에서 심각하다. 학교급식 외에도 병원급식, 군대 역시 조리인력을 구하지 못하고 있다.⁵⁾

4) 서울시 교육청 보도자료(2024. 5. 13.).

5) 대한급식신문(2023. 1. 11.), 「[기획] 단체급식에 '조리인력'이 사라지고 있다」.

〈표 4-3〉 기준 학교급식실 조리노동자 신규채용 미달률(2024. 3. 1.)

지역	모집인원	합격인원	미달인원	모집인원 대비 미달률
서울	554	364	190	34
경기	960	907 (지원인원)	53	6
인천	526	472	54	10
충남	292	212	80	27
충북	128	54	74	57
제주	101	41	60	59

자료 : 학교급식실 폐암대책위(2024. 3. 19.), 「신학기 학교급식실 결원대책 마련 촉구 기자회견 보도자료」.

〈표 4-4〉 학교급식실 조리노동자 결원 현황(2024. 3. 1.)

지역	정원	결원	학교 수	정원 대비 결원율	결원학교 비율(추정)
서울	4,679	203	1,109	4.3	18.3
경기	14,080	481	2,220	4.7	21.6
인천	3,028	200	487	7	41
충북	1,947	130	432	6.6	30
제주	889	93	193	10.5	48.18

자료 : 학교급식실 폐암대책위(2024. 3. 19.), 「신학기 학교급식실 결원대책 마련 촉구 기자회견 보도자료」.

나. 인력부족의 원인 : 저임금과 산업안전

만성적인 인력부족의 구조적 원인은 낮은 임금, 임금 대비 높은 노동강도, 이에 따른 산업안전문제이다.

1) 저임금

2023년 협약안을 반영한 2024 회계연도 서울시 교육공무직 임금기준에 따르면, 조리사와 조리원은 유형2의 기본급에 급식비, 휴가비, 상여금, 근속수당, 가족수당을 적용받고, 직종 관련 수당으로 위험수당을 적용받는다. 이러한 수당은 노조 결성 이후 단체협약 투쟁을 통해 추가되었다. 조리사와

조리원은 방학을 제외한 9.5개월의 기본급으로 1,886만 원을 받고, 조리사는 위험근무수당 5만 원/월과 조리사 면허수당을 9만 9,300원/월 더 받는다. 방학 기간에 추가적인 일을 하기 위해서는 학교장의 겸업 승인을 받아야 하는데 겸업 허가를 받지 못하는 경우도 많다. 방학을 이용해 만성적인 근골격계 통증을 치료하는 경우가 많다. 학교급식 조리종사원들은 종종 ‘식당에 나가도 이보다는 더 번다’라는 말을 하는데, 높은 노동강도와 낮은 소득은 노동력 부족의 주요한 원인으로 꼽힌다. 조리원 직종의 주요 요구 역시 임금, 배치기준을 낮춰 인력을 늘리는 것, 조리흡으로 인한 산재에 대한 예방과 피해자 지원 등이 중심이다.

2) 산업안전

학교급식 조리노동자 부족의 또 다른 이유는 급식 조리노동자의 안전보건 문제이다. 학교급식 조리노동자들에 대한 여러 연구와 보고에서 이 노동자들이 높은 노동강도와 밀도로 인해 사고 위험이 증가하고, 근골격계 질환에 시달리는 것이 잘 알려져 있다. 최근에는 학교급식 조리노동자의 폐암이 산업재해로 승인되기도 하였다.

가) 사고 위험

학교급식 조리노동은 조리노동에 따르는 고유한 위험에 더해 대량의 음식을 정해진 짧은 시간에 제공해야 한다는 학교급식의 특성이 더해져, 사고 위험이 높아지는 것으로 알려져 있다.

대량조리가 이뤄지는 급식실 조리노동의 대표적인 위험으로 물과 기름에 미끄러지는 낙상, 조리과정에서 열원 사용에 의한 화상⁶⁾, 청소과정에서 알칼리성 세제에 의한 화학 화상, 베임과 찢림 사고, 음식물 절단기나 쓰레기

6) 2022년 1월에는 포항의 한 초등학교 급식실에서 국솥이 폭발해 천장이 내려앉고 창문이 뜯기는 사고가 발생했다. 당시 급식실에서 일하던 조리노동자 3명이 크고 작은 화상을 입고, 정신적 외상을 호소했다. 2014년에는 서울의 한 초등학교 급식실에서 설거지 준비를 하다 뜨거운 물이 담긴 고무통에 하반신이 빠져 화상 치료를 받던 중 끝내 사망하는 사건도 있었다.

뉴스민(2022. 1. 19.), 「포항 급식실 폭발사고 피해자들, 비급여 화상 치료 부담 호소」, 오마이뉴스(2014. 6. 30.), 「학교급식조리원 사망 원인은 ‘고무다라’?」.

처리 기계에 의한 절단과 골절⁷⁾, 이동 시 충돌과 부딪침 등이다. 조리하는 동안 물과 기름을 사용하고, 이 때문에 바닥이 미끄러워 낙상 위험이 증가한다.

학교급식실은 1시간 정도밖에 되지 않는 점심시간 동안 수백 명~천 명이 넘는 학생과 교직원에게 식사를 제공해야 하기에, 노동밀도(시간당 노동강도)가 매우 높다(한국노동안전보건연구소, 2022). 이는 작업 속도를 높이고, 노동자들을 서두르게 하며, 결과적으로 부딪침, 넘어짐, 끼임 등 사고 위험은 더 높아진다. 여러 명이 근무하고 전처리, 조리, 설거지 등 조리실 내에서 이동이 많고, 대차 등을 사용하는 경우도 많아 부딪침 사고도 자주 발생한다.

나) 근골격계 위험과 노동강도

학교급식 조리노동자의 근골격계 위험 역시 잘 알려진 안전보건 의제이다. 학교급식 조리노동자들이 가입한 노동조합들도 20여년 전부터 근골격계 질환 위험을 드러내고, 조리노동자의 근골격계 질환을 산재로 보상받기 위해 많은 노력을 기울여 왔다.⁸⁾ 그 결과 직종, 근무기간, 유효기간 등 일정 기준을 충족할 경우 업무관련성이 강하다고 평가할 수 있는 ‘근골격계 질병 추정 원칙’에 10년 이상 근무한 급식조리원의 회전근개파열(어깨 힘줄 손상)이 포함되게 되었다.⁹⁾

건강한노동세상과 인천대학교 노동과학연구소(2021)에서 전국교육공무직본부와 함께 수행한 연구에 따르면 업무 종료 후 육체적으로 항상 지친다는 응답 53%, 정신적으로 항상 지친다는 응답이 32%로 나타났다. 작업강도에 따른 최대 허용 노동시간 대비 실제 노동시간의 비율 값으로 육체적 작

7) 2019~2020년 사이 제주지역에서는 학교급식실에 설치된 파쇄 방식의 음식물쓰레기 감량기에서 손가락이 절단되거나 골절되는 사고가 네 차례나 발생하기도 했다.

경향신문(2020. 6. 25.), 「제주, 학교급식소 ‘음식물쓰레기 감량기’서 잇단 손가락 절단 사고 … 교육청 “기계에 손 넣지 말라” 안이한 대응만.

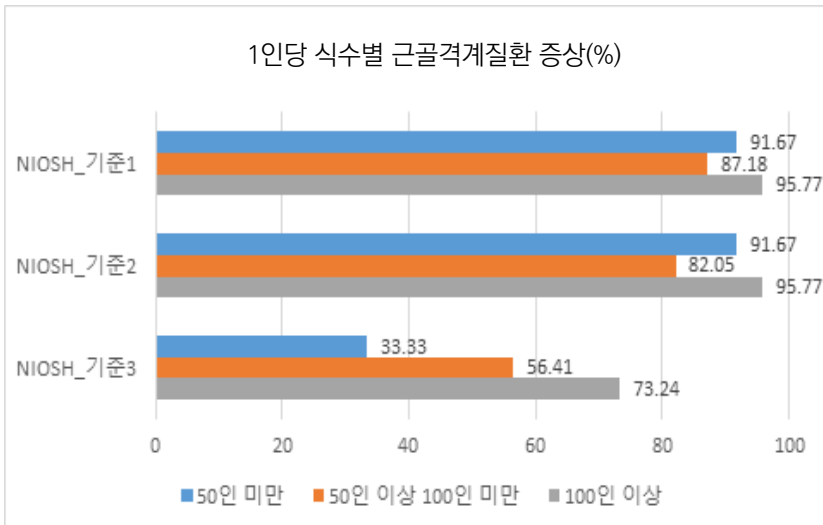
8) 학교급식 조리노동자의 건강실태와 작업환경 조사(2003); 강원도 교육청 학교급식종사자 근로여건 개선을 위한 연구(2012. 9.); 학교급식노동자 근골격계질환 실태 및 제도개선 토론회(2014. 9. 25.); 서울 학교급식 노동자 증언대회(2016. 12. 6.).

9) 고용노동부고시 제2022-40호, 뇌혈관 질병 또는 심장 질병 및 근골격계 질병의 업무상 질병 인정 여부 결정에 필요한 사항.

업 부하를 평가한 결과, 급식실 노동자의 육체적 작업부하가 적정 부하보다 1.5~2.7배로 매우 높은 것으로 나타났다.

이천시 비정규직 노동자 지원센터에서 한국노동안전보건연구소(2022)와 함께 수행한 연구에서도 급식 조리노동자의 높은 노동강도를 확인할 수 있다. 이 조사에서 근무 중 식사시간과 식사를 제외한 휴식시간에 대한 질문에서, 응답자 중 55.1%가 식사시간이 없다고 응답하였으며, 60.7%가 휴식시간이 없다고 응답하였다. 또한 불편한 작업자세, 중량물의 이동, 계속 서 있는 자세나 반복적인 손·팔 동작에 따른 어려움을 호소했다. 그 결과 지난 1년 사이 어느 한 부위에서라도 근골격계 증상이 1주일 이상 지속되거나 1달에 한 번 이상 반복적으로 발생한 경우가 84.1%로 매우 높게 나타났다. 근골격계 증상을 1인당 담당하고 있는 급식 인원으로 나누어 보면, 1인당 담당 급식 인원이 증가할수록 근골격계 증상이 증가하는 것으로 나타났고, 이는 특히 증상이 심할 경우에 더 뚜렷하게 나타났다.

[그림 4-1] 1인당 식수별 근골격계질환 증상 분포



주: 미국 국립산업안전보건연구원(NIOSH)의 근골격계질환 자각 증상.

기준 1: 증상이 적어도 1주일 이상 지속되거나 혹은 지난 1년간 1달에 한 번 이상 발생하는 경우.

기준 2: 기준 1+중간 통증 이상.

기준 3: 기준 1+심각한 통증 이상.

전국여성노동조합(2023)이 다양한 학교 비정규직 여성노동자의 노동안전 실태를 조사했을 때에도 이 중 조리사/조리원들은 근골격계 통증이 있는 비율이 다른 직종에 비해 뚜렷하게 높은 것으로 나타났다. 이 조사에서 조리사/조리원의 평균 연령은 51.4세였고, 근골격계 통증을 물었을 때, 목은 81.2%, 어깨 88.2%, 허리 86.9%, 팔 76.2%, 손 87.1%, 무릎 69.1%가 월 1회 이상 해당 신체 부위에 통증을 느낀다고 답했다. 이는 평균 연령이 57.1세로 더 높은 청소년(환경전담사)들의 통증 경험보다 훨씬 높은 비율이다.

다) 조리흡 노출과 폐암 위험

최근 급식 조리노동자의 안전보건 문제 중 가장 뜨거운 이슈는 조리흡(cooking fume) 노출과 이로 인한 폐암 위험이다.

조리흡 또는 조리기름흡은 기름으로 튀길 때 발생하는 가시적인 배출물로, 산업위생학적 측면에서 흡은 뜨거운 증기의 냉각에 의해 생성된 초미세화된 고체 미립자로 정의한다. 조리흡 내에 발생할 수 있는 주요 유해인자로는 다환방향족탄화수소(PAHs), 포름알데히드, 벤젠 등 휘발성 유기화합물, PM10, PM2.5, 아크릴아미드, 알데하이드, 케톤, 퀴논, 중금속 등이 있고, 조리과정 중 발생하는 기타 유해인자로 유해가스(일산화탄소, 이산화탄소, 이산화질소, 오존 등), 고열, 소음 등이 있다. 조리에 사용되는 연료의 종류, 음식의 종류, 기름의 종류, 조리 방법, 조리 온도, 환기 패턴에 따라 성분 및 함량이 다르게 발생할 수 있다. 국제암연구소는 조리흡을 인체 발암 2A 그룹 물질로 분류하고 있다(IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 2010).

조리흡의 폐암 발병 위험은 일찍부터 알려져 있었지만 주로 중국 요리사, 환기가 잘 되지 않는 부엌에서 질이 나쁜 연료를 이용하여 요리하는 글로벌 남반구 여성들의 문제로 인식돼 왔다. 국내에서 학교급식 조리노동자의 폐암 위험이 이슈가 된 것은 12년간 학교급식실에서 조리실무사로 일한 뒤, 2017년 폐암을 진단받고 2018년 사망한 사건에 대해 산재보상이 청구된 뒤부터이다. 이 사건에 대한 전문조사에서 업무관련성이 인정된 것은 2021년 이고, 이에 앞서 2019년 산업안전보건연구원에서는 「조리 시 발생하는 공기 중 유해물질과 호흡기 건강영향」이라는 보고서를 발간하였다(이유진 외,

2019). 산업안전보건연구원의 조사에서는 울산지역 내 24개 초·중·고등학교를 선택하여 온도, 습도, 일산화탄소, 이산화탄소, 미세먼지, 포름알데히드, 휘발성 유기화합물 등을 측정하였다. 조사 결과 조리과정 중 일산화탄소, 이산화탄소가 상승하였고, 미세먼지도 환경부 미세먼지 기준을 초과하였다. 포름알데히드, 벤젠, 다환방향족탄화수소가 조리환경에서 외부 공기에 비해 다소 높거나, 일부 조리 시 사무실 공기질 수준을 초과하는 것으로 나타났다.

2021년 근로복지공단 직업환경연구원이 실시한 전문조사는 조리의 재료와 방식에 따라 노출 수준이 다르긴 하였으나, 조리작업 시 각종 휘발성 유기화합물과 입자상 물질의 노출이 확인된다고 하였다. 직업환경연구원이 직접 측정한 조리실 환경에서 포름알데히드, 아크로레인, 다환방향족탄화수소 등 유기화합물이 검출되었다. 개별 물질의 전체 노동시간 평균 농도는 높지 않은 편이었지만, 복합 물질로서 ‘조리흡’ 노출로 평가하는 것이 타당하다고 보았다. 특히 조리 시 조리흡으로 발생하는 입자상 물질은 초미세 입자상 물질로 질량 농도가 낮다 하더라도 매우 넓은 표면적을 가질 수 있고, 이에 따라 독성이 증가한다는 점도 고려하였다. 최소한 4일에 1일은 튀김요리를 직접 하였다 가정하고, 12년간 일한 이 노동자의 폐암은 직업성 폐암으로 보았다.¹⁰⁾

이 노동자의 폐암이 산재로 인정된 뒤, 노동조합에서 전체 급식 조리노동자의 폐암 검진을 주장했다. 폐암 국가검진 기준에 준하여 수립한 ‘학교급식 종사자 폐암 검진계획’은 55세 이상 또는 경력 10년 이상 근무자를 대상으로 저선량 흉부 CT를 촬영하여 검사하는 것이다. 2023년 3월 교육부가 발표한 검진 결과에 따르면, 총 2만 4,065명의 검진자 중 31명이 폐암 확진 판정을 받았다. 폐암 의심 또는 매우 의심 소견을 받고 추가 검사를 권유받은 경우는 139명이었다.¹¹⁾ 이때 발표되지 않은 서울, 경기, 충북교육청 결과까지 모두 합치면 4만 4,548명의 검진자 중 폐암 확진자가 52명에 달한 것으로 드러났다.¹²⁾

10) 직업환경연구원(2021), 「급식실 조리사에서 발생한 폐암(최초사례) 전문조사 보고서」.

11) 교육부(2023. 3. 15.), 「학교급식실 조리환경 개선 방안」.

12) 강득구의원실(2023. 9. 8.), 「학교급식종사자 건강검진 결과 발표 및 환기설비

이후 폐암 의심자 중 정밀검사 뒤 폐암에 확진된 경우를 포함하여 2023년 10월 기준 총 113명의 학교급식실 노동자의 폐암이 산재로 승인되었다. 산재 승인된 급식노동자들은 평균 16.7년의 근무경력을 가지고 있다.¹³⁾

2. 급식로봇 도입 현황 및 과정

가. 급식로봇 도입 현황

학교급식로봇은 2023년 로봇산업진흥원의 공모사업을 통해 서울 소재 중학교에 처음 도입되었고, 다른 시도로 확산 중이다. 2024년 10월 확인한 바에 따르면, 전체 17개 시도교육청 중에서 6개 시도가 이미 급식로봇을 도입하여 설치를 완료하였고, 4개 시도에서 구입 및 설치가 진행 중이거나 예정되어 있었다(표 4-5).

〈표 4-5〉 17개 시도교육청 급식로봇 도입 현황(2024. 10. 기준)

시 도	도입 현황 및 계획
서울특별시교육청	2개 학교 도입 완료. 6개교 추가 도입 예정
인천광역시교육청	1개 학교 도입 완료. 내년 예산 확보
부산광역시교육청	내부 검토 단계
대구광역시교육청	1개 학교 도입 완료. 추가 도입 계획 없음(단가)
광주광역시교육청	내부 검토 단계
대전광역시교육청	없음
울산광역시교육청	없음
세종특별자치시교육청	없음
경기도교육청	5개 학교 구매 진행 중으로, 이르면 10월 도입
강원특별자치도교육청	1개 학교 도입 완료. 내년 본예산 편성
충청북도교육청	없음
충청남도교육청	없음
전북특별자치도 교육청	1곳 도입 완료. 추가 계획 미정
전라남도교육청	예산 편성되어 있으나 진행사항 없음
경상북도교육청	도입 완료 1곳, 도입 중 2곳
경상남도교육청	내부 검토 단계
제주특별자치도교육청	내년 2개 학교 도입 예정

자료: 저자 작성(2024. 10. 각 교육청에 전화로 확인).

관련 예산 확대 촉구 기자회견.

13) 매일노동뉴스(2023. 10. 5.), 「학교급식실 노동자 폐암 산재인정, 2년 만에 113명」.

시도마다 로봇을 도입한 경로와 사용 제품이 다르다. 로봇산업진흥원의 공모사업을 통해 도입한 곳이 있고, 입찰을 진행하거나 로봇기업으로부터 기증을 받은 곳도 있다. 강원도, 대구, 전라북도의 경우 기업으로부터 튀김 로봇을 기증받아 운영하고 있다. 강원도 기증이 첫 사례인데, 강원도에 로봇을 기증하여 설치한 이후 엔지니어가 상주하면서 사용법을 교육하고 설정을 조정하는 한편 사용자 경험 데이터를 수집하고 이를 반영하여 새로운 기능을 개발하고 있다. 학교급식 조리로봇을 공급하고 있는 로봇기업은 한국로보틱스, 뉴로메카, 97.7로보틱스이다. 그 밖에 디텍은 기업체 급식과 같은 민간 급식시장에 로봇을 공급하다가 공공영역으로 사업 확장을 시도하고 있다. 기업마다 로봇의 종류, 크기, 스펙이 다르다. 한국로보틱스는 튀김-국 겸용 로봇과 볶음로봇을, 뉴로메카와 977로보틱스는 튀김 전용 로봇을 공급하며, 디텍은 데치기가 가능한 튀김 전용 로봇을 공급한다.

나. 급식로봇 도입 지형과 역학

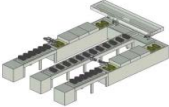
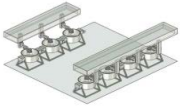
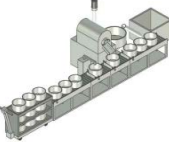
학교급식실 조리로봇 도입 과정에는 로봇산업진흥원과 로봇업체, 교육청, 학교와 조리노동자 등 다양한 이해관계자가 개입돼 있다. 이들은 학교급식실 조리로봇 도입과 관련해 각자의 기대를 가지고 있다.

1) 로봇산업 확장을 목표로 하는 로봇산업진흥원과 로봇업체

조리로봇 보급에서 핵심적인 역할을 하고 있는 곳은 산업자원통상부 산하 로봇산업진흥원이다. 로봇산업진흥원은 「지능형 로봇개발 및 보급 촉진법」에 근거해 2008년에 설립된 기관으로 인증평가, 실태조사, 규제개선 등의 사업을 벌이고 있으며 로봇 도입 비용을 지원하는 로봇실증사업을 진행하고 있다.

민간 외식업체에서 튀김, 바리스타, 국수 로봇이 도입되는 동안 대량 조리로봇의 확대는 속도가 더뎠는데, 로봇산업진흥원의 실증사업은 대량조리 로봇 확산의 계기를 마련했다. 대량 조리로봇은 2022년 국방부에서 처음 시도했는데, 2022년 사업 역시 로봇산업진흥원 실증사업을 통해 진행했다. 2023년과 2024년에는 대량조리 분야 실증사업을 별도로 공모했는데, 2023

[그림 4-2] 국방부에서 도입한 4종 로봇 개관

유탕 공정	볶음 공정	국·탕 공정	취반 공정
			
협동로봇 4대 직교로봇 2대	직교로봇 7대	직교로봇 10대	세미 공정 자동화

자료 : 산업통상자원부 보도자료(2022. 2. 4.), <https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156494469>.

년에는 학교, 2024년에는 학교와 병원이 선정되었다.¹⁴⁾ 로봇산업진흥원의 2023년 지원사업은 대량 조리로봇이 학교 등에 도입되는 계기가 되었다.

2022년 처음 국방부와 진행한 조리로봇 시범사업은 논산 육군훈련소에 시범도입한 이후 더 이상 사업이 확대되지는 못했다. 육군은 급식의 질을 높이고 취사병 노동 강도를 낮추며 안전성을 높이기 위해 튀김(유탕)·볶음·국(탕)·취반 4종을 도입했다.¹⁵⁾ 튀김공정은 튀김 전·후의 내용물을 담은 바트가 컨베이어에 실려 움직이는 방식이었다.

국방부 지원사업에 도입된 로봇 팔의 위치와 움직임, 컨베이어 벨트를 활용한 운용방식 등은 다른 로봇기업들이 로봇 운영 시스템 설계에 참고해야 할 사례가 되었다. 국방부 지원사업이 시장 확대로 이어지지 못한 채 시범사업으로만 남은 상황에서, 진흥원과 로봇기업을 비롯한 업계에서는 대량 조리로봇 분야에서 새로운 로봇 시장을 개척하기 위해서는 학교급식 시범사업을 성공시켜야 한다는 분위기가 형성되었다.

2023년 첫 학교급식 실증사업 진행에서 시범학교를 선발하는 과정에서도 로봇이 성공적으로 안착할 수 있을 것인지가 중요하게 고려되었다. 특히 학교의 공간, 식수 인원, 학교 담당자의 의지 등이 중요한 요인으로 작용했다. 로봇이 제대로 작동하기 위해서는 고압의 전기가 필요하고, 로봇 설치 공간은 물론 로봇이 설치된 이후에도 작업자가 움직일 수 있는 공간이 필요하기 때문이다. 또한 로봇이 최대 효율성을 낼 수 있는 식수 인원을 계산했다.

14) 대한급식신문(2024. 9. 30.), 「상용화 앞둔 조리로봇, 속도 붙는 정책과제」.

15) 대한급식신문(2022. 2. 9.), 「군급식에 등장한 로봇, 조리업무 대신한다」.

공모사업이 선정된 이후 설치 전까지는 몇 개월 동안 급식실을 오가며 현장의 요구를 반영해 로봇 사양을 조정했다. 방학 동안 로봇을 설치한 뒤에도 1주간 설치 및 운영을 테스트했고, 조리종사원 대상으로 교육을 실시하면서 실제로 700인분의 음식을 만들어 보는 과정을 1주일 가졌다. 로봇회사 측에서 인건비를 부담하고 엔지니어 한 명을 2학기 내내 학교에 상주시키기도 했다.¹⁶⁾ 엔지니어는 현장에서 설비 문제가 생기면 대응을 직접 하기도 하고, 메뉴 개발과 레시피 입력을 교육하는 역할을 맡았다. 반면 이후 로봇을 도입한 학교의 경우 로봇 도입 전에 급식실과 사전 소통이 거의 없거나 매우 짧았다. 사전 소통은 특히 로봇 설치 과정에 사용자의 요구를 반영할 수 있고, 이를 통해 사용자들의 로봇에 대한 거부감을 줄일 수 있는 과정이기도 하다. 기업의 입장에서는 제품 운영과 개발에 필요한 데이터를 수집할 수 있다는 장점이 있지만 동시에 엔지니어 상주에 따른 인건비가 든다.

2) 노동강도 경감을 기대하는 교육청

광역시도 교육청은 학교급식 정책의 담당자로서 학교급식실에 로봇이 도입되는 과정에서 핵심적인 역할을 하고 있다. 로봇산업진흥원의 시범사업도 개별 학교가 아니라 교육청 차원에서 이뤄지고 있다.

로봇 도입은 수도권에서 가장 활발하게 이뤄지고 있다. 서울시교육청은 2024년 추경 예산으로 30억을 신청했고, 한국로봇산업진흥원 2024년 지원 사업에도 다시 선정되어 6개 학교에 로봇을 추가 도입한다. 당면한 과제는 학교급식실 결원 문제다. 학교급식실 결원 문제는 급식 운영, 조리종사원 산업재해 및 노동강도 문제와 직결되는 사안이기 때문이다. 앞서 지정한 대로, 현재의 학교급식 체계는 만성적인 인력난에 시달리고 있다. 9명이 근무해야 할 학교에 대체 인력을 제외한 정식 조리 인력이 2명밖에 없어, 반찬을 줄여야 했던 강남의 중학교 사례¹⁷⁾는 극단적이지만, 학교급식실 결원 문제

16) 학교급식실의 규모, 시설 등이 모두 다르기에, 로봇은 표준화된 상품이 설치되는 것이 아니라 각 현장에 맞춰서 설치가 이뤄진다. 또한 설치 이후에도 작동 점검이나 세팅 조정이 필요하다. 따라서 2023년 실증사업 참여기업뿐 아니라 다른 로봇기업들도 설치 이후 엔지니어가 현장에 머물며 교육 및 데이터 수집을 진행한다.

17) 한겨레21(2024. 8. 6.), 「“급식 계란 1200개, 오븐 쓰면 맛 없다고 프라이 다 시

는 전국적으로 보편적인 현상이고 개선이 시급한 과제다. 2024년 3월 1일 기준 정원을 다 채우지 못한 결원 학교 비율은 인천이 41%, 경기 21.6%, 서울 18.3%에 달한다.¹⁸⁾

노동조합 등은 임금 인상과 노동강도 완화와 같은 근본적인 대책으로 급식실 인력을 충원하라고 주장하고 있다. 하지만 교육청에서는 임금 인상이 약 13만 명에 달하는 교육공무직 전체의 임금 수준과도 연결되어 있어 협상이 쉽지 않고, 개별 교육청의 권한이 아니라고 평한다. 이런 상황에서 조리 로봇 도입을 처음 추진한 서울시교육청은 로봇이나, 식판 렌탈 사업을 통해 노동강도가 낮아져서 배치된 조리종사원이 금세 그만두거나, 특정 학교를 기피하는 상황이 개선되기를 기대하고 있다. 한국로봇산업진흥원 지원사업 공모를 통해 로봇을 도입하는 6개의 학교 중 5곳이 강남, 1곳이 강동송파 소재 학교이다.¹⁹⁾ 더 나아가 서울시교육청은 학교가 소규모화되고, 조리 인력이 더 감소할 상황을 대비해 자동화기술을 포함하는 스마트 급식실 관련 연구도 진행 중이다.²⁰⁾

강원도 교육청의 경우 춘천 소재 고등학교에 튀김로봇을 설치하고, 실증 시연회를 열었다. 이후 예산을 편성하고 관내 학교에 로봇 설치 신청을 받았으나, 신청이 저조한 상황이다.²¹⁾ 지난 10월 24일 홍천에서 관내 80명의 조리종사원이 참석하여 2개 튀김로봇업체의 시연회를 여는 한편 설문조사를 통해 급식로봇에 대한 의견을 조사했다. 수도권과 지방의 급식환경이 달라 로봇에 대한 요구에 차이가 있을 수 있다. 소규모 학교, 출퇴근이 어려운 외지에 위치한 학교, 공동조리교, 이동급식을 하는 비조리 공동조리교의 급식담당자의 직무 내용과 강도는 수도권 학교와 다를 수밖에 없다. 경상북도

키더라」.

18) 기자회견 보도자료(2024. 3. 19.), 「학교급식실 폐암대책위, 채용 미달 속출! 결원 속출! 신학기 학교급식실 결원 대책 마련 촉구」.

19) 연합뉴스(2024. 9. 11.), 도입 예정인 6개 학교는 대현초·개포초·고일초·원촌중·영동중·진선여고로 강남구, 서초구, 강동구에 위치해 있다. 「서울교육청, 올해도 급식 로봇 도입...6개 학교에 튀김로봇 보급」.

20) 서울특별시 교육청에서는 푸드테크를 활용한 스마트 급식실 모델 및 운영기준 연구용역을 2024년 발주했다. 평가위원 모집공고문에 제시된 과업 내용은 자동화 설비 도입 등 첨단기술을 접목한 스마트 급식실 모델 수립이다.

21) 대한급식신문(2024. 9. 4.), 「[이슈] '확대일로' 학교급식 조리로봇, 이대로 괜찮나」.

의 경우 인근 학교들이 튀김로봇을 공유하는 방식으로 로봇을 도입하고 있다. 건강한 급식을 위해 튀김 제공 횟수가 제한되어 있기에 튀김 전용기를 도입할 경우 로봇의 사용률이 낮기 때문이다. 경상북도는 2021년 공동조리교 현대화 사업을 진행하기도 했다.²²⁾ 또한 제주도를 제외한 지방의 경우는 결원율이 서울이나 수도권처럼 심각하지 않으며, 노동강도나 조리힘 문제 때문에 로봇 도입을 고려하는 경우도 있었다.

강원도와 경상북도의 사례는 노동강도와 관련된 현장의 문제가 지역 여건에 따라 다르다는 점을 보여준다. 급식로봇 도입의 배경으로 가장 많이 언급되는 것은 노동강도와 안전이지만, 학교급식 현장에 큰 영향을 미치고 있는 또 다른 조건은 인구의 변화이다. 현행 학교급식은 대형 식중독²³⁾을 계기로 2007년에 개정된 「학교급식법」에 따라 직영급식을 원칙으로 삼고 있다. 그러나 인구구조가 급격하게 변하면서 학교급식 운영에도 변화가 요구되는 상황이다. 학령인구가 빠르게 감소하면서 학교의 통폐합이 이어지고 있고, 수도권에서는 신도시 지역에서 과밀학교, 구도심에서는 과소학교가 동시에 나오고 있다.²⁴⁾ 결원율이 높은 강남, 강동송파 지역은 과밀학교가 모여 있는 지역이다. 인구밀도가 낮은 지방의 경우 통학 거리가 멀어 통폐합에도 한계가 있으며, 이동급식을 하는 경우도 많다. 충청북도는 2024년 전국에서 최초로 이동급식과 관련해 공동조리교·비조리교에 대한 규정을 제정해, 학교장과 교육감의 책임을 명시했다.²⁵⁾

3) 우려와 기대가 공존하는 급식실 종사자

급식실 종사자들은 로봇이 결원율을 해결해 줄 것이라 생각하지 않는다. 시범사업에 A학교가 선발되는 데 중요한 역할을 한 A학교 영양사는 ‘인력이

22) 대한급식신문(2020. 7. 13.), 「학교급식 사각지대, 공동조리교 현대화한다」.

23) CJ푸드시스템으로부터 식재료를 공급받은 수도권 지역의 46개 중학교 학생들이 연쇄 식중독을 일으킨 사건이 학교급식법 개정의 직접적 계기가 되었다.

24) 머니투데이(2024. 6. 16.), 「같은 서울인데… “한 반 10명” 폐교 위기 vs “학생 넘쳐” 콩나물 교실」.

25) 대한급식신문(2024. 9. 5.), 「안전한 공동조리교 급식, 첫 조례로 제정」, 이와 더불어 경기도의 조례안도 눈여겨 볼 내용이다. 경기도에서는 2024년 ‘경기도교육청 안전한 급식실 환경 조성 및 지원’ 조례안이 경기도의회 본회의를 통과해 급식종사자 노동환경과 관련한 지원 근거를 지방자치단체 차원에서 마련했다.

안 뽑히는 상황에 도움이 되는 것은 아니고’, 직접 불 앞에 내내 서서 작업해야 하는 노동강도가 줄어드는 것이 도움이 될 것이라고 봤다.

“아니, 인력에 도움이 된다는 게 아니라, 제 생각은 인력이 너무 없는 데는 힘들어요. 오히려. 그러니까 아홉 명인데, 이제 OO학교처럼 아홉 명인데 두 명밖에 없다. 그런 데는 안 된다. 이 두 명이 지금 안 그래도 힘들어 죽겠는데 로봇까지 관리하라면 되겠냐. 대체자는 로봇도 안 만지는데 말이 되냐. (중략) 이제 업무적으로 봤을 때 단지 자기네들이 그 앞에 서 있지 않고 힘을 써서 이제 넣지 않고 빼지 않고, 그리고 거의 다 엄청 다치거든요. 막 튀고 막 다 그래요. 그리고 그날 밥 못 먹어요. 그 두 명이 그 앞에 서 있던 사람이. 얼굴이 다 빨개져 갖고 진이 빠지거든요. 그러니까 이제 그런 게 없으니까 그게 체감이 제일 큰 거라고 봐야죠.” (A학교 영양사)

다른 학교 영양사들의 입장도 비슷하다. 로봇을 이용한다고 조리시간이 획기적으로 줄어드는 것도 아니다. 로봇업체에서는 시간이 단축될 것을 기대했지만, 실제로는 시간이 줄어들지는 않았다. 하지만, 학교급식실은 음식을 빨리 내는 것 자체가 중요한 것이 아니다. 배식 시간이 정해져 있기 때문에, 튀김이나 볶음이 너무 먼저 되어도 곤란하다. 심지어 영양사 입장에서는 로봇 안전관리나 로봇용으로 레시피를 정리하는 일 등 업무가 증가할 수도 있다. 다만 노동강도가 높은 조리노동자들에게 도움이 될 수 있는 방법이라서 적극 수용했다고 답했다. 결원을 직접적으로 해결해 줄 수는 없지만 노동강도가 줄어들면 들어온 지 얼마 되지 않아 바로 그만두는 경우는 줄어들지 않을까 하는 기대를 표현하기도 했다.

조리원들 중에서도 로봇 도입이 환기시스템을 비롯한 전반적인 환경 개선의 기회가 된다고 평가하는 입장도 있었다. 그러나 조리노동자들 역시 사람의 ‘디테일’을 따라가지 못하는 로봇이 사람 ‘손’을 대신해 줄 수는 없다고 말한다. 식수 인원이 줄어 배치 인력이 줄어든다면, 줄어든 인원으로 하기 힘든 청소에 대해서는 파트타임으로라도 보충이 필요할 것이란 의견도 있었다. 또한 결원의 가장 큰 이유는 여러 가지가 복합적이라고도 말했다. 전처리 방식이 어떠한지, 노동자들 사이의 관계가 우호적인지 등도 영향을 미친다. 하지만 무엇보다도 임금 수준이 올라야 한다고 강조했다.

조리노동자들은 로봇 도입으로 노동과정과 노동강도에 가장 직접적인 영향을 받는 당사자들이지만, 도입 과정에서 목소리를 내기는 어려웠다. 만일 로봇 도입 전에 의견을 물었다면 어떻게 대답했을 것이냐는 질문에 조리원 및 조리실무사는 반대 의사를 표현했을 것이라고 답한 이들이 적지 않았다. 로봇이 보편적으로 도입되어 있지 않은 상황에서 여러 관심이 주목되는 시범사업에 참여한다는 것, 몇 억이 넘는 비싼 로봇을 사용하는 것이 부담스럽기 때문이다. 로봇을 사용하다 사고가 나지는 않을지, 로봇 사용이 인력을 줄이는 빌미가 되지 않을까 하는 우려도 있었다.

동시에 로봇이 들어왔기에 이미 들어온 로봇에 내가 익숙해져야 한다, 내가 적응해야 한다는 표현을 인터뷰에서 종종 들을 수 있었다. 한 조리원은 커다란 로봇 팔이 움직일 때 여전히 긴장되고, 예러가 뜨면 당황스럽다고 말하면서도, “지금은 그냥 너는 움직이고 나는 이거 하고” 하는 정도로 익숙해졌다고도 말했다.

4) 검증이 필요하다고 보는 노동조합

노동조합은 조리종사원 처우에 대한 문제를 사회적으로 제기하고, 근골격계 질환 및 조리흡으로 인한 폐암 산재 인정을 이끌어내는 데 핵심적 역할을 해 왔다. 전국여성노조를 비롯한 노동조합에서 학교 비정규직 노동자를 조직하기 시작했다. 2009년에는 공공운수노조 전국교육공무직본부가 설립되었고, 2011년에는 전국학교비정규직노동조합이 설립되었다. 세 조직은 현재 전국학교비정규직연대회의라는 이름으로 17개 시도교육청을 대상으로 한 번에 교섭을 진행하고 있다. 특히 2017년 시도교육감을 고용주체로 인정한 대법원 판결이 나왔다. 단일임금체계 도입으로 직종별, 지역별 임금 차이를 줄이는 것은 집단교섭 형식으로 단체교섭을 진행하는 중요한 목표이자 효과이다.

노동조합은 노동강도를 완화하는 노력이 필요하다고 생각하지만, 인력 도입 및 배치 문제는 별개라고 명확하게 선을 긋는다. 동시에 로봇의 효과성에 대해서는 검증이 필요하다는 입장이기도 하다. 로봇산업진흥원의 실증사업 지원을 받더라도 로봇 도입에는 수억 원의 예산이 필요하다. 수억 원의 예산을 쓰는 사업인 만큼 실제 직무내용, 노동강도, 산업안전에 미칠 영

향을 검증하는 것이 필요하다는 것이다. 또한 학교급식실의 공간이 학교마다 특성이 다른데 표준화된 모델로 도입이 가능할지, 표준화가 어렵다면 사업이 지속 가능할지에 대한 우려도 있다. 노동조합은 로봇 도입과 관련하여 의견수렴의 통로나 기회가 부족한 상황으로 로봇 도입 과정이나 결과에 대해서도 정보가 충분히 공유되지 않고 있다고 지적했다.

인력난 해소를 위해서는 방학 중 급여가 없는 급여체계 등의 처우개선을 보다 적극적으로 고려해야 한다고 강조했다. 방학 중 임금을 지급하도록 한 제주도 사례를 언급하면서, 결원율이 심각한 개별 시도의 경우 교육감 재량으로 개선할 수 있는 부분이 있다고 말했다.²⁶⁾ 그러나 당장 지방교육재정교부금이 줄어들면서 각 시도교육청의 예산이 크게 깎이면서, 서울시 교육청의 경우 급식실 환기 개선 사업의 예산이 2024년 350억 원에서 2025년 84억 2,300만 원으로 76%가 줄었다. 노동조합에서는 조리휴 흡입에 따른 폐암 발생을 예방하기 위한 예산이 대폭 삭감된 것에 큰 우려를 표하고 있다.

노동조합의 정책 담당자들은 직무가치를 평가하고 이에 따라 적절한 배치인력의 규모와 임금 수준을 산정할 필요가 있다고 의견을 개진했다. 직무가치 평가는 인구구조의 변화, 배치기준, 임금체계 모두와 맞닿아 있는 문제다. 식수 인원이 감소하더라도 현재의 인력 부족 정도가 매우 큰 상황이다. 또한 조리종사원들의 고령화로 이들의 정년 은퇴 역시 다가오고 있다. 노동의 수요와 공급 모두 줄어들게 되는 상황인 만큼 미래 어느 시점에 적정 인원에 도달할 수 있도록 계획을 세워야 한다.²⁷⁾ 이를 위해서는 현재의 배치인력이 아니라 직무별로 필요한 인력이 어느 정도일지를 계산해야 한다. 현재 배치 인력은 특정한 기준이 없이 단체협상 과정에서 ‘홍정’하듯 정해지는데, 적정 배치 인력을 정하는 과학적 기준이 필요하다는 것이다.

5) 사회적 관심

학교급식 조리노동자의 열악한 노동현실이나 이로 인한 조리노동자 결원 상황이 이미 한국사회에 잘 알려져 있기 때문에, 학교급식실의 로봇 도입

26) 대한급식신문(2024. 6. 23.), 「방학에도 급여받게 된 제주 급식 노동자들」.

27) 학교급식실 폐암대책위(2024. 10. 31.), 「학교급식실 인원충원 및 처우개선을 위한 제도 개선 연구포럼 발표집」.

소식은 로봇산업계뿐 아니라 노동계, 교육계, 학교급식 당사자라고 할 수 있는 학부모와 학생 등 사회 여러 영역에서 관심을 받게 되었다.

몇 개 기사 제목을 보면 대부분 조리사 폐암이나 근골격계질환, 사고 위험 감소 등 안전보건 측면에서의 기대가 크다는 것을 알 수 있다. 교육청들도 조리노동자 건강권 확보를 중요한 기대효과로 들고 있다. 전북교육청에서는 일부 노동조합이 로봇 도입에 우려를 표한 것에 대해 “전북은 조리노동자 결원율이 낮은 편에 속한다. 인력 부족이 아니라 조리노동자의 건강권 확보 차원에서 급식로봇 도입을 긍정적으로 검토하고 있다”라는 입장을 언론에 전하기도 했다.

하지만 아직 로봇 도입 전후 조리노동자의 건강 유해위험요인이 어떻게 달라졌는지 정밀한 평가는 진행된 적이 없다. 업체에서 자체적으로 조리흙 일부 성분을 측정한 결과가 있을 뿐이다. 다양한 조건에서 로봇 도입 전후에 실제로 건강 유해위험요인이 어떻게 달라졌는지 점검이 필요하다.

A학교 사례가 지금까지는 성공적이라고 평가되면서, ‘로봇을 도입할 수 있다’라는 분위기가 형성되고 있는 것으로 보인다. 대부분의 교육청에서 A학교를 견학했고, 이미 서울시교육청 이외의 여러 교육청에 확산되고 있다. 그런데 지금까지 살펴본 것처럼, 학교급식실 로봇 도입과 관련해서는 다양한 이해관계자들이 서로 다른 기대를 가지고 있다. 각각의 기대가 현장에서 실현되는 정도나 방식도 서로 다르다. 교육청에서 적지 않은 비용을 들여 로봇을 도입하고자 한다면, 교육청, 학교, 영양사와 조리노동자 등이 각각 로봇 도입의 목표와 기대를 분명히 할 필요가 있다. 목표가 분명해야 평가도 가능하기 때문이다.

〈표 4-6〉 학교급식실 로봇 도입 관련 기사 제목들

- 「학교급식실에 국 끓이고 치킨 튀기는 로봇… 조리사 폐암·근골격계 질환 해결될까」(경향신문, 2023. 11. 22.)
- 「급식종사자 폐 질환 대책 ‘급식 로봇’ 시범 운영」(한겨레신문, 2023. 11. 22.)
- 「위험한 조리 업무, 로봇이 대신 한다」(인천일보, 2024. 4. 8.)
- 「“뜨겁고 위험한 건 내가”… 강원도 첫 급식 로봇 도입」(연합뉴스, 2024. 5. 5.)

제3절 작업 내용 분석

1. 학교급식 조리노동의 특징

학교급식실 노동의 가장 큰 특징은 시간 엄수와 대량조리이다. A학교에서 로봇을 도입하면서 걱정했던 것 중 하나도 로봇 도입으로 조리시간이 늘어나 점심시간을 못 맞출 경우였다. 학교의 점심시간은 정해진 교육시간인데다, 점심시간이 늦어지면 오후 수업 시간은 물론 수업 이후 방과 후 수업, 학원 일정까지 줄줄이 어긋난다. 급식노동에서 핵심은 많은 것을 빨리 해야 하는 것이다. 여기에 더해 업무의 내용, 신체적 움직임, 작업장 내에서 동료와의 상호작용 등에서 몇 가지 특징을 발견할 수 있었다.

가. 표준화가 어려운 복합 작업

AI가 혹은 로봇이 인간의 노동력을 대체할 수 있을 것이라는 주장은 인간 노동의 복합성을 간과하는 경우가 있다. 급식실에서도 마찬가지다. 조리로봇은 조리노동자의 노동을 대체할 것인가. 레시피가 모두 입력되어 있는 로봇의 등장은 영양사의 일을 대체할 것인가. 이러한 질문이 가능하기 위해서는 조리노동자의 노동이 '조리'에, 영양사의 노동이 '식단 짜는 것'에 국한되어 있어야 한다. 그러나 급식실에서는 여전히 인간의 순간의 판단과 결정이 필요한 영역이 많다.

대량 급식을 가정에서처럼 '손'으로 일일이 조리할 수는 없다. 로봇 이전에도 채썰기 기계 등 여러 기계가 투입되었다. 그러나 맛은 여전히 사람이 낸다. 조리과정 동안 조리원은 국그릇에 음식을 덜어 끊임없이 맛을 보고 간을 맞춘다. 같은 닭튀김이어도 고기 상태, 당일 온도 등에 따라 튀기는 시간도 달라진다. 조리는 볶고, 튀기고, 굽는 육체적 활동과 더불어 맛을 보고, 색을 보는 다양한 인지적 노동이 결합된 복합노동이다. 또한 급식실 노동은 매일 메뉴가 바뀌고 대량으로 조리해야 한다. 동작 자체는 반복적인 동작이

많을 수 있지만, 여러 개의 작업으로 이뤄져 있어 각각의 작업을 표준화하기 어렵다.

전처리하는 재료의 종류마다, 메뉴마다 손질법이 달라진다. 예를 들어서 다듬기의 경우, 채칼로 썰 수 있는 야채가 있지만 썰 수 없는 야채도 있다. 연구진이 방문한 날 A학교의 식단에는 유린기가 포함되어 있었는데, 유린기에 올라가는 야채는 짓이겨지지 않게 조리원이 손으로 직접 썰어야 했다. 유린기뿐 아니라 셀러드 등의 생야채가 나가는 경우도 마찬가지다. 관찰 당일 전처리실에서 가장 마지막까지 오래 걸린 작업은 크기가 작은 목이버섯을 손질하는 일로, 두 명의 조리원이 끝까지 남아 목이버섯을 손질하여 조리실로 넘긴 후, 전처리실 청소를 했다.

“재가 처음부터 다 하고 완전히 풀 시스템으로 돌아가지 않으면 사람이 줄 수가 없어요. 저희 일이 줄었다고 볼 수 없거든요. 그냥 힘 쓰는 걸 좀 덜 한다는 거지.” (A학교 조리종사원)

한 조리종사원은 ‘풀 시스템’이 갖춰지지 않는 이상 사람이 줄어들 수가 없다고 말한다. 그녀의 말처럼 로봇이 해주는 일은 급식노동자들이 하는 여러 업무 중 한 부분에 국한되기 때문이다. 급식실의 경우 업무의 종류가 많다. 급식실 노동은 크게 검수-세척-다듬기-조리(국, 밥, 반찬)-배식-설거지-청소의 흐름으로 정리할 수 있고, 청소는 중간중간 계속 해야 한다. 각 업무마다 사용하는 도구, 업무의 목표, 작업장의 상황이 모두 다르다.

청소는 가장 다양한 자세와 동작을 확인할 수 있는 작업이다. 학교급식이 직영으로 전환되는 과정에서 결정적인 역할을 한 것이 연쇄 식중독인 만큼, 학교급식실은 위생과 관련하여 매우 엄격한 규제에 놓여 있다. 청소는 매일-매주-매월-연간 단위로 짜인 청소계획에 따른다. 사전 인터뷰를 위해 경기도의 고등학교에 방문했을 때, 개교기념일이어서 학교에는 사람이 없었지만 급식실에는 바닥 청소를 위해 영양사를 비롯한 전원이 출근한 상태였다. 바닥 청소는 약품을 바닥에 뿌려둔 뒤에 손으로 바닥을 문질러 청소하는 것으로 이 과정에서 약품에 노출될 위험이 있다. 약품을 사용하는 대청소는 급식이 없는 휴일, 방학 등을 이용해 학기, 연간 단위로 이뤄진다.

급식실이 넓으면 대차 등이 오갈 통로를 마련할 수 있고, 노동자들끼리

부딪히는 것을 방지할 수 있으며, 환기에도 유리하다. 그러나 동시에 재료를 나르고, 전처리-조리-세척실을 오가기 위해 더 많이 걸어야 하며, 청소해야 하는 범위도 더 넓어진다. 청소의 범위는 조리대, 벽면과 바닥, 조리기구(바트, 칼, 바구니, 숟, 대차 등), 각종 기계(다지기, 앞치마 살균보관기, 냉장고 등), 트렌치와 배수구로 등 눈에 보이는 모든 것이다. 청소는 세제를 수세미로 문지른 이후, 천장에 있는 호스를 끌어다 물로 씻어 내는데 이 과정에서 수많은 동작이 펼쳐진다. 벽면을 닦거나, 무릎을 구부려 트렌치를 빼내거나, 바닥에 수그려 트렌치 아래 통로까지 팔을 깊게 넣는 등 몸을 펼쳤다, 숙였다, 구부렸다, 땅을 짚었다 하는 자세가 나온다.

조리종사원들과의 인터뷰에서 로봇이 대신 해주었으면 하는 일이 무엇이냐는 질문에 “청소”라는 대답이 돌아오기도 했다. 한 노동자는 로봇을 포함해 모든 기계 중에 애벌설거지 기계가 최고라고 답하기도 했다. ‘급식의 질’이라고 했을 때 가장 먼저 떠오르는 것은 식판에 담겨 있는 음식이지만, 급식의 질을 담보하기 위해 해야 하는 수많은 노동 중에 가장 힘든 일은 출근해서 퇴근할 때까지 셀 수도 없이 계속 해야 하는 청소이다.

나. 협력에 기댄 유연성

성격이 다른 여러 개의 업무를 빠르게 해내기 위해서는 팀워크가 중요하다. 급식실의 조리업무는 크게 밥, 국, 주찬, 부찬으로 구분하고, 인원수에 맞춰 업무를 배분한다. 기본적으로 2인 1조로 움직이지만 작업에 따라 “라인”을 만들어, 순서대로 일이 흘러갈 수 있게 한다.

“저랑 영양사님 한 명은 검수를 받아요. 계속. 받고 넘겨주면 씻어서 넘겨주고 저기서는 기계 내리고 이런 식으로. 찹찹찰찰 돌아가는 거죠… (중략) …라인 돈다고 그래요. “우리 라인 돌까?” 우리 햄버거 같은 거 만들면 “라인 돌아봐.” 이래요.” (D고등학교 조리사)

6명이 일하는 A학교, 8명이 일하는 B학교, 4명이 일하는 C학교의 업무배분과 협업의 방식이 다르다. A학교의 경우 2인 1조로 세 개의 조(메인반찬, 보조반찬, 국과 밥)를 이루어 일을 배분했다. C학교의 경우 2인 1조는 불가

능하며, 각각 자신의 작업을 맡아서 해치워야 한다. 인원수는 업무 배분뿐 아니라 안전과 업무강도에도 영향을 미치는데, 2인 1조가 되지 않기 때문에 중량물을 함께 들지 못하고 혼자서 들어 옮기는 일을 다른 학교보다 C학교에서 자주 볼 수 있었다. C학교는 업무 시작도 7시 반으로 다른 학교보다 빨랐다. 7시 반부터 검수와 전처리 작업을 하고 잠깐 쉰 뒤에 바로 조리를 시작한다.

〈표 4-7〉 A학교 업무 흐름(로봇 도입 후 관찰)

조리종사원 1	조리종사원 2	조리종사원 3	조리종사원 4	조리종사원 5	조리종사원 6
전처리					
전처리		튀김반죽	튀김	반찬	
전처리실 청소					
밥	국				
반찬 보조/청소				조리실 청소	
청소/배식 준비		청소			
배식			청소	배식	
청소/설거지					

〈표 4-8〉 C학교 업무 흐름(로봇 도입 전 관찰)

조리종사원 1	조리종사원 2	조리종사원 3	조리종사원 4
야채 전처리	야채 전처리		닭 전처리
밥			야채 전처리
	전처리실 청소		튀김 반죽 튀김
반찬(김치)	반찬(부찬)	설거지	
배식준비	튀김소스 조리	국	
설거지	조리도구 설거지		
반찬(과일)	튀김 보조		
식사/설거지			
배식			
설거지/청소			

〈표 4-7〉과 〈표 4-8〉은 A학교와 C학교의 조리 작업 흐름이다. 조리에 맞춰서 설거지도 업무도 배분된다. 각자 자기가 사용한 조리도구는 자신이 설거지한다. 튀김 담당이 튀김 솥 설거지를 맡는 식이다. C학교는 시간이 오래 걸리는 튀김 담당자를 제외하면 국, 밥, 부찬 담당을 주로 하면서 상황에 따

라 다른 사람 작업을 돕는다. 로봇 도입 후에도 업무 분담에 차이는 없었으나, 튀김 담당자가 야채 전처리에도 합류하지 않고 바로 튀김을 시작해 튀김에 더 많은 시간을 할애했다. 분업을 통해 각각 다른 작업을 쉴 새 없이 하는 구조로, 결원이 생기면 작업과정 하나가 돌아가기 어려워진다. 식판의 경우 아웃소싱이나 기계를 이용해 부담을 덜 수 있으나, 청소와 조리도구 설거지는 손으로 작업이 이뤄져 사람이 빠진 만큼 다른 사람의 일이 늘어난다.

C학교와 같이 규모가 작은 경우 결원이 생기면 다른 사람들이 해야 하는 작업의 종류 자체가 늘어난다. 2명 이상이 붙어야 하는 메뉴를 준비하는 날에도 마찬가지다. 예를 들어, C학교는 오프라이스가 나가는 날은 야채와 밥을 따로 볶은 뒤 합치고, 계란 지단도 하나씩 부친다. 2명이 붙어서 계란 지단을 부친다 보니, 나머지 2명도 감당할 작업량이 늘어나고 시간도 부족해진다.

설거지의 경우에도 물에 넣어 불리고, 애벌 세척을 하고, 설거지 기계에 하나씩 넣고, 중간에 추가로 물을 뿌려주고, 마지막에 깨끗한지 검수를 하면서 소독기에 넣어주는 과정이 순서대로 이루어진다. 조리노동자들은 설거지 싱크대와 설거지 기계, 식판소독기를 따라 또 다른 설거지 '라인'을 만들어 설거지를 진행한다. 따라서 업무를 진행하는 데 있어 '베테랑'이 중요하다. 베테랑들은 다음에 무얼 해야 하는지, 무엇을 나눠서 해야 하는지를 알고 있기 때문이다.

“진짜 손이 무서워요. 사람 하나만 더 있어도 조금 더 여유롭게 들어올 수 있는데 굳이 그거를 재를 들여놓고 사람을 줄여? 이거는 아니죠.” (A학교 조리사)

A학교의 조리사는 '손'이 무섭다고 했는데, 그녀가 손을 언급한 것은 결국 표준화되지 않은 급식실의 노동을 담당하기 위한 유연성과 협업능력을 기계가 달성하지 못한다는 의미로 볼 수 있다.

2. 조리로봇 도입 후 노동경험의 변화

가. 튀김 작업의 변화

〈표 4-9〉는 C학교의 튀김 작업이 로봇 도입 전후로 어떻게 변화했는지를

〈표 4-9〉 C학교 튀김 작업의 변화

도입 전	도입 후
세척	세척
밀간	밀간
반죽옷 입히기	반죽옷 입히기
솔에 기름 붓기	솔에 기름 붓기
	투입용 튀김 바스켓에 고기 넣기 ←
	패널조작
닭고기 기름에 투하	튀김 바스켓 투입
튀겨지는 동안 체로 젓기	튀김 바스켓 흔들기
튀김을 대차(망)에 꺼내기	튀김 바스켓 꺼내기
기름에 뜬 튀김가루 건지기	기름에 뜬 튀김가루 건지기
대차에서 바트로 소분	배출 튀김 바스켓에서 바트로 소분
솔에서 기름 빼기	솔에서 기름 빼기
솔 설거지	솔 설거지
조리도구 설거지	조리도구 설거지

주: 화살표는 반복작업을 의미함. 바트로 소분 후 튀김 작업을 반복.

굵은 선으로 처리한 부분이 로봇으로 대체된 작업.

정리한 것이다. C학교는 반죽옷을 직접 입히는 수제 튀김을 하고 있는데, 냉동 튀김과 같은 제품을 쓸 경우 세척, 밀간, 반죽옷 입히기와 같은 전처리 과정을 생략할 수 있다.

로봇 도입 이후 새로 생긴 작업은 투입용 튀김 바스켓에 반죽옷을 입힌 고기를 펼쳐 넣는 작업, 패널 조작이다. 기존에는 고기를 반죽한 큰 대야에서 바구니로 고기를 퍼서 바로 기름 솔으로 투하했는데, 이제는 로봇용 튀김 바스켓에 고기를 펼쳐 넣는다. 변경된 작업은 튀김을 바트로 소분하는 부분이다. 기존에는 망이 올려져 있는 대차에 튀김을 건져내 기름을 뺀 뒤 배식용 바트로 소분했는데, 로봇 도입 이후에는 배출된 튀김 바스켓에서 배식용 바트로 소분하는 것으로 바뀌었다.

예상했던 것처럼 로봇의 도입으로 인해 가장 크게 달라진 점은 튀김을 하는 동안 기름 솔 근처에 있지 않아도 된다는 점이다. 또한 로봇 튀김용 바스켓 설거지의 부담이 추가되었다. 예상하지 못했던 변화는 기름 솔 근처로 기름이 덜 튀어 작업장이 덜 미끄러워졌다는 점이다. 로봇이 튀김을 완료한 뒤 바스켓을 들어 올린 후 솔 위에서 기름을 여러 차례 흔들어 기름을 털어낸

다. 그 후 고정된 배출 대차로 바스켓을 움직인다. 기존에는 조리종사원이 솥에서 튀김을 체로 떠서 흔들어서 기름을 빼고, 망을 얹은 대차에서 한 번 더 기름을 뺐다. C학교의 조리종사원은 이 과정에서 바닥에 기름이 흘렀는데, 로봇이 기름을 더 잘 털어내 바닥에 기름이 덜 튀는 것 같다고 평가했다. 더 붙어 조리종사원은 다른 차이로 기름 사용량이 다소 늘어났다고 말했다. 튀김을 하다 보면 튀김이 기름을 먹어 기름이 조금씩 줄어든다. 사람은 줄어든 기름량에 맞춰서 튀김을 하는데, 로봇은 바스켓이 담길 정도의 기름량을 유지해야 하다 보니 기름 사용량이 늘어났다.

나. 작업시간과 작업량

1) 작업시간

“조리시간이 지연이 돼요. 저희가 11시에 끝나고 쉬는 시간이 있어요. 지금 [로봇 도입 후] 12시를 초과해서… (중략) …되게 많이 바빠졌어.” (B학교 조리종사원)

인터뷰를 하던 당시 B학교는 로봇을 도입한 지 약 1달가량 된 시점으로, 조리종사원들이 한창 로봇 작동법을 익히는 중이었다. 학교급식에서 튀김은 주 1~2회 미만으로 제한되기 때문에, 튀김로봇을 매일 가동하지는 않는다. 때문에 8명의 조리종사원 중 아직 로봇을 이용해 튀김 작업을 해보지 못한 사람도 있었다. 인터뷰 당시 B학교 조리종사원들은 로봇이 도입된 이후 익숙하지 못한 기계로 조리하고, 조리법을 익히느라 휴게시간이 줄어서 밥을 먹을 시간도 빠듯해져 힘들다고 호소했다.

로봇을 한 학기 이상 사용 중인 A학교에서도 조리시간이 길어진다는 의견이 나왔다. 기계 조작이 익숙해지면 튀김 시간이 어느 정도 줄어들지만, 기존의 작업 방식에 비해 시간이 더 걸리는 부분이 있다는 것이다. 튀김 바스켓의 용량에 맞추다 보니 한 번 튀기는 양이 기존에 수작업으로 튀길 때보다 적어져 튀김 횟수 자체가 늘어나기 때문이다.

“튀김도 저희가 뭐 많이 하고 싶어서 많이 할 수 있는 게 아니에요. 어느 정도가 딱 있어요. 잘 나오는 양만큼 저희가 또 선별을 하고.” (A학교 조리종사원)

“우리가 불 앞에 있는 거 그것만 덜하단 말이에요. 어차리 우리가 이걸 비워야 되고, 그걸 또 세팅을 해야 되고. 그게 우리가 하는 거랑 별 차이가 없는 거예요.” (C학교 조리종사원)

C학교에서 튀김 작업을 진행한 조리종사원은 노동강도 자체가 크게 줄어든다고 느끼지 않는다고 평했다. C학교 식수 인원은 B학교의 절반 수준으로 적은 편이다. 그렇다 보니 식재료의 양도 적어서 불을 켜서 조리를 하는 시간 자체가 A, B학교보다 짧다. 튀김은 고온의 기름 앞에 서서 오랜 시간 작업을 하는 것이 고된데, 식수가 적으면 기름에 노출되는 시간 자체가 짧아진다. 다만 노동강도는 주관적인 것이기에 사람마다 다르게 느낄 수 있다. 튀김 과정을 옆에서 지켜본 C학교의 다른 조리종사원은 여름에는 훨씬 나을 것 같다는 기대감을 드러냈다.

식수 인원이 많은 학교일수록 조리종사원이 고온의 기름에 노출되는 시간도 늘어나기 때문에 조리로봇의 편익이 커진다. 하지만 조리로봇으로 1회에 튀겨내는 양이 수동으로 튀길 때보다 적어서 튀김 횟수가 늘어난다. 식수 인원이 많을수록 튀김 작업 횟수도 더욱 여러 번 늘어나 결과적으로 작업 시간은 더 늘어난다. 수제 반죽의 경우 많은 양을 바스켓에 담아서 튀기면 튀김끼리 붙어 버리기 때문에, 1회 튀김량을 늘이는 데도 제약이 있다.

특히 C학교는 공간이 비좁아 튀김 완료 후 튀김 바스켓을 옮겨 배식 바트로 튀김을 털어내는 작업 동선이 복잡하고, 바트를 놓을 곳을 찾기도 어려웠다. 로봇 사용 첫날이어서 동선이 비효율적이었을 것을 감안하면, 이후 동선이 정리되면 편의성이 높아지고 노동강도가 개선될 여지가 있어 보인다.

2) 작업량

작업량은 줄어든 부분과 늘어난 부분이 있다. 튀김의 경우 튀김이 되는 동안 뜬채로 튀김을 휘저어주는 등의 작업이 사라졌다. 조리종사원은 대신 조금 떨어진 곳에서 로봇이 정상적으로 작동하는지 확인하고, 적절한 조치를 취한다. 튀김이 완료될 때까지 로봇 근처에서 작업을 진행하는 시간은 다

소 늘어나도, 튀김 작업의 일부 작업량이 줄어 들었다. 하지만 동시에 패널 조작과 설거지가 늘어났다.

“짜장을 곧바로 그냥 바트에서 하는데, 이거는 1번, 2번, 3번 나눠줘야 하고. 또 우리가 할 때는 그냥 네 바트밖에 안 됐는데, 그건 다섯 바트가 되고 하나까 설거지도 많고.” (B학교 조리종사원)

“로봇이 들어오면 개가 번쩍 들어서 넣어줄 줄 알았거든요. 그런 게 안 되고 만약에 넣고 싶으면 다 그거를 10킬로 이내로 맞춰 가지고 다 넣어야 되니까.” (A학교 조리종사원)

조리로봇이 도입된 이후 설거지 작업량이 늘어났다. 볶음로봇의 경우 랙에 투입 순서대로 바트를 정렬해 놓으면 로봇 팔이 바트를 집어 시간에 맞춰 재료를 투입하고 교반기가 섞어 준다. 그런데 바트의 용량이 크지 않고, 안전한 이동을 위해 많은 양을 넣으면 안 되기 때문에, 바트가 여러 개가 나온다. 로봇이 없었던 때에는 대형 바트에 재료를 넣고, 두 명이 바트를 들어 솥에 재료를 쏟아 넣기에 사용하는 바트 개수가 적었다. 바트에 재료를 소분하면 중량물을 드는 일이 줄어들고, 볶음을 로봇이 하는 동안에는 업무 부담이 줄어들지만, 반대로 설거짓거리가 늘어나 설거지 시간도 늘어난다.

반면 로봇 주변 청소에 대해서는 모든 학교의 조리종사원들이 걱정하고 있었다. 로봇회사에서는 솥에는 방수 코팅을 해 두었기에 물을 뿌려도 된다고 하지만, 고온고압으로 매일 청소를 해도 내구성이 괜찮은지가 걱정되기 때문이다. 또 콘트롤 패널 등에는 물이 튀지 않도록 해야 하기 때문에, 호스로 물을 뿌리는 대신 행주를 사용하면서 청소가 늦어지거나 불편해진 부분이 있다고 말했다.

다. 안전

1) 근골격 부담과 열기

“솥 앞에서 하면 열기 때문에 숨이 막힐 때가 있는데 그러지 않아요. 그리고 지금 이제 균일하게 온도가, 균일하게 나와서 조금 더 나오는 것도 켈리티가

좀 나아진 것 같아요.” (A학교 조리종사원)

“우리가 막 뜯채로 계속 저어야 되고, 삽으로 삽질해야 되고, 또 다 익으면 건져내야 되잖아요. 근데 로봇이 건져내니까 그거는 너무 좋은 것 같아요.” (B학교 조리종사원)

“많이 덜 더울 것 같기는 해요.” (C학교 조리종사원)

직접 로봇을 사용해 본 조리종사원들은 로봇이 어떤 부분의 일을 도와줄 수 있는지 일의 범위를 정확히 인지하고 있었다. 튀김기의 경우 무엇보다도 뜨거운 열에서 벗어날 수 있다는 점을 가장 큰 장점으로 꼽았다. 솥에서 튀김을 할 경우 조리노동원은 큰 뜯채를 가지고 기름을 휘저어 주고, 튀김을 건져내 기름을 빼기 위해 흔들고, 튀김 부스러기를 건져주느라 솥 바로 앞을 1시간 반 넘게 지키고 있어야 한다. 대량 튀김을 위해 기름의 온도가 올라가기 때문에 고열과 유증기에 계속 노출되며, 기름을 빼기 위해 흔들느라 어깨를 반복적으로 쓴다. 기름을 흔들면서 주면 바닥은 기름으로 미끄러워진다. 튀김로봇은 재료 투하-휘젓기-배출을 담당하기 때문에, 조리노동자는 바스켓에 튀김옷을 입힌 튀김 재료를 적재하고, 배출된 튀김의 상태를 검수하는 일을 하게 된다. 계속 튀김기 앞에 서서 작업을 하는 것은 동일하지만 튀김기 바로 앞이 아니라 70~90cm 정도 떨어져서 작업하기 때문에 열과 유증기로부터 멀어질 수 있다.

“난 경력이 오래 돼서요, 어깨가 상당히 아파. 그래서 저런 거, 교반기나 튀김기 같은 거는 어차피 우리가 써야 되기 때문에… 쓰면 훨씬 편해요. 우리가 무거운 걸 많이 들기 때문에… 바트 같은 것도 재보셔서 알지만 엄청 무거워요.” (B학교 조리종사원)

튀김기와 더불어 선호가 높은 로봇은 볶음기였는데, 열과 어깨 근육통에서 벗어날 수 있다는 점이 장점이다. 대량급식 조리실에서 볶음을 할 때는 삽처럼 생긴 도구로 솥을 휘젓는다. 제육볶음, 떡볶이 등을 할 때는 솥 가득 들어있는 떡과 고기를 휘저어야 하기 때문에 어깨에 부하가 크게 온다. 또한 재료끼리 붙거나 뭉치면 손으로 재료를 떼는 경우가 많다. B학교에서 떡

28) 당일 부식이 든 바트 중에는 하나의 무게가 16kg에 달하는 것도 있었다.

볶이 조리를 담당한 노동자가 떡볶이가 가득 든 솥에 손을 넣어 붙은 떡을 떼고 휘젓는 것을 몇 차례나 관찰할 수 있었다. A학교의 조리원 중에는 김치 볶음밥 같은 볶음밥을 할 때 삽으로 비비는 동작을 로봇이 대신해 힘이 훨씬 덜 든다고 평가했다.

2) 동선

“저희도 돌아다녀요. 애가 이렇게 막혀 있으니깐, 이렇게 가면 내가 이렇게 돌아서 다녀야 돼요. 그게 동선이. 좀 동선이 너무 좁아요.” (B학교 조리종사원)

조리종사원들은 로봇 도입 이후 로봇과의 충돌 자체에 대해서는 안전상의 큰 문제로 꼽지는 않았다. 다만 로봇 도입으로 변화한 동선에 대한 언급이 많아, 사람-사람, 사람-물체 간에 충돌의 위험이 있다는 점을 알 수 있었다. 로봇은 다른 디지털 기술에 비해 물성이 뚜렷한 기술로, 설치와 운영에 적절한 공간이 필수적이다. 서빙로봇의 도입에서처럼 조리로봇에도 공간적 요인은 중요한 요인이다.

B학교의 조리실은 세 학교 중 가장 큰 곳이었는데도, B학교 조리종사원들은 동선 문제를 지적했다. 급식실의 넓이와 효율적이고 안전한 동선은 별개의 문제다. 특히 조리를 하는 솥은 조리실 한쪽 벽에 몰려 있는 경우가 많다. A학교는 솥 사이의 간격이 떨어져 있었던 데 반해, B학교는 급식실이 직사각형 모양인데 짧은 변 쪽에 솥 4개가 배치되어 있었다.

동선에는 기계의 형태도 영향을 미친다(그림 4-3). 튀김전용기 형태의 로봇은 튀김기 옆쪽에 바스켓을 고정하는 곳이 있다 기계 자체 크기가 커서 기계가 들어갈 공간을 만들어 내야 하지만 로봇 앞뒤 쪽으로 바스켓이나 대차를 놓을 필요가 없다. 인덕션 솥과 로봇 팔이 합쳐진 형태의 로봇은 기존에 있던 인덕션 솥을 빼고 그 자리에 들어갈 수 있다. 로봇을 사용하지 않을 경우 수동으로 인덕션을 사용할 수 있고, 조리실의 다른 솥과 같은 형태여서 사용이 편리하다. 하지만 로봇 앞 지정된 곳에 랙이나 대차를 고정해 두어야 하기에, 로봇 주변의 동선이 복잡해진다.

로봇이 들어오고 나서 생긴 또 다른 동선의 변화는 솥 앞이 아닌 솥 옆을 오가는 경우가 늘었다는 점이다. 로봇 주변에는 레이저가 설치되어 있어, 로

[그림 4-3] 로봇별 튀김 바스켓 위치



주 : (좌) 왼쪽 조리 전 바트를 거는 곳에서 바트를 꺼내 옆의 튀김 솥 2개 중 빈 곳으로 투하함. 로봇은 위에 레일식으로 달려 있음. 완료한 튀김은 앞쪽으로 내려놓음.

(우) 로봇 바로 앞쪽 2개의 대차는 조리 전 바스켓, 오른쪽은 조리 후 바스켓을 두는 곳으로 로봇이 인지할 수 있도록 고정시켜 둠. 뒤쪽의 대차는 조리 후 바스켓에서 튀김을 꺼내기 위한 것임. 작업자는 콘트롤 패널 근처에 위치함.

봇이 작동 중일 때 설정된 구역 안으로 들어가면 로봇 작동이 멈춘다. 그런데 조리종사원들은 조리를 하는 도중에 간을 보거나, 익힘의 상태를 확인하기 위해 수시로 솥에 접근할 일이 생긴다. 시간이 급할 경우 로봇 팔을 아예 중지시킨 후 옆으로 치워버리고 일을 하는 경우도 있지만, 동시에 로봇의 움직임을 유지하면서 레이저 센서와 움직이는 로봇 팔을 피해 솥에 접근하는 경우도 있었다. 대체로 센서를 피해 솥 옆쪽으로 접근했는데, 솥끼리 가까이 붙어 있고 솥 옆에 턱이 있는 경우 솥 옆쪽으로 접근하는 것 자체가 안전하지 않다.

로봇 작동 중 접근금지라는 안전원칙과 작업완료라는 목표가 상충할 때, 이른바 휴먼에러라고 불리는 행동이 나타날 수 있다. 안전원칙이 각 작업장의 작업과정, 작업 목표와 충돌하지 않는 방향으로 설계되어야 함을 보여준다.

라. 기계조작

1) 조작법 학습

“둘려놓고 나면 혼자 돌아가니까 우리가 신경 안 쓰죠. 가까이 갈 필요도 없죠. (연구자: 가까이 안 가면 신경 안 쓰이세요?) 처음에는 신경 쓰였는데 요즘에는 이제 이때 가면 되겠구나, 딱 느낌이 있잖아요.” (A학교 조리종사원)

“그분 연구원이 3개월 있다 가신다고 그러잖아요. 그리고 나서 그게 겁이 나는 거예요. 가고 나면 어떡하지… 이거 대체. 갑자기 뭐가 멈췄어요. 그거를 빨리 대처를 해줘야 되는데… 그분이, 연구원은 우리가 전화했을 때 바로 받을지 어떨지 모르잖아요.” (B학교 조리종사원)

로봇 도입 1개월 차 B학교와 A학교 종사원들의 차이에서 시간이 지남에 따라 로봇 조작과 운영에 자신감이 생기는 모습을 확인할 수 있었다. A학교는 9개월간의 시행착오를 통해 어떤 부분에서는 “맡겨”놓고, 언제쯤에 맡긴 일을 확인해야 할지에 대한 감각을 익혔다. B학교 조리종사원들은 아직 기계 조작법을 학습하고 있는 단계로 특히 갑작스런 로봇 정지에 대한 대처를 걱정하고 있었다. 새로운 기계의 도입과 관련해 급식실에 오븐과 세척기가 처음 들어왔을 때도 반발이 있었지만 현재 잘 사용하고 있다는 의견도 있었다.

조리종사원들의 학습과정에서 중요한 역할을 하는 이는 현장의 상주 엔지니어다. 현장에는 로봇기업의 엔지니어가 설치 후 2~3개월 정도 상주하면서 로봇의 하드웨어 세팅 값을 조정하고, 메뉴 입력 등 콘트롤 패널을 통한 조작법을 교육하고, 갑작스러운 로봇의 이탈 행동에 대응하고 있다. B학교에서는 동선을 계속 관찰하던 엔지니어가 동선을 원활하게 만들기 위해 튀김로봇 바스켓용 위치를 바꾸기도 했다. 투입 바스켓이 오른쪽, 배출 바스켓이 왼쪽에 있었는데, 튀김 솥 왼쪽으로 다른 솥이 있기 때문에 배출된 튀김을 옮기는 것이 번잡했다. 엔지니어는 두 바스켓의 위치를 바꿔서 배출 작업을 조금 더 벽 쪽으로 옮기자는 의견을 제시했다. 또한 이들은 A, B, C 학교를 경험하며 조리의 전문가가 아니지만 로봇을 이용한 조리에는 전문가가 되었다. 로봇 세팅을 할 때 튀김 온도, 골고루 튀겨지도록 바스켓을 흔

드는 횃수 등을 조리종사원들에게 제시하기도 했다.

“저분이 6개월 동안 같이 있어 가지고 저희가 그나마 빨리 배우고 쉽게 편하게 했던 것 같아요. 만약에 저분들이 그냥 설치해 주고 설명하고 간단히 하고 갔으면 저희가 진짜 해냈을까 싶어요.” (A학교 조리종사원)

급식실은 워낙에 바쁘게 돌아가기 때문에, 조리종사원들은 로봇이 명령을 인지하고 움직이는 몇 초도 답답하게 느낀다. 그런 만큼 새로운 시도에 필요한 시간적, 심리적 여유가 있는 곳은 아니다. 그렇기에 로봇 도입 초기의 교육과 소통이 중요하다. A학교 조리종사원은 시간이 없는데 교육을 받느라 힘들었다고 솔회하면서도, 동시에 상주하는 엔지니어 덕에 빠르게 적응했다고 말했다. 특히 A학교는 로봇 도입 전후로 6개월가량 작동법과 안전에 대한 교육이 이뤄졌고, 로봇 도입 이후 엔지니어도 현장에 상주했다. A학교 조리종사원의 말은 로봇 도입 전후로 기술, 작업의 변화, 안전에 대한 소통이 로봇 도입의 한 요소로 다뤄져야 할 중요한 부분임을 보여준다.

2) 오작동 대응과 적응

로봇을 작동하는 동안 오작동이 발생할 수도 있기에 조리종사원들은 계속해서 로봇의 움직임과 작업과정을 관찰하고, 오작동에 적절히 대응해야 한다. 로봇 팔이 작동을 멈추거나, 로봇 팔이 바트를 제시간에 잡고 놓고를 못하는 경우를 현장관찰을 하는 동안 목격했다. 그러나 “기본적으로 로봇이 요리를 망쳐놓거나, 속을 썩이거나 그렇지는” 않은 수준이다. 급식실 종사자들은 로봇 작동에 이상이 있는 경우 현장의 엔지니어가 대처하거나, 엔지니어가 현장에 없는 경우 로봇회사에 전화해 대처했다고 전했다.

볶음로봇의 로봇 팔이 차돌박이가 든 바트를 들어올린 뒤 뒤집어 재료를 솥에 쏟아붓는 과정에서 바트를 놓치기도 했다. 야채에 비해 스텐 바트에 달라붙는 재료는 로봇 팔로 작업하기에 어려움이 있어 보였다. 다행히 바트를 바로 낚아챘지만, 현장의 조리종사원은 교반기가 돌아가던 중에 솥으로 바트가 떨어지면 교반기가 바로 망가질 것이라면서, 삼을 대신해서 섞어주는 작업보다 재료를 대신 투하해 주는 작업은 편익이 떨어지는 것으로 느껴진다고 말했다.

만일 로봇이 재료 투입까지 잘 해준다면 볶음 작업에서 조리종사원의 노동력 투하는 초반 재료 손질, 콘트롤 패널에 작업 입력, 랙에 순서대로 재료 바트를 투입하는 과정에 집중되기 때문에 부분 자동화가 이뤄질 수도 있을 것이다. 하지만 현재 로봇의 상황은 볶음 작업 프로세스의 일부를 대체하기 보다는 삼질 작업을 보완하는 수준으로 볼 수 있다. 교반기가 삼질을 대신하는 동안에도 재료가 들러붙거나, 양념이 잘 섞이도록 손으로 중간중간 비벼 주기도 했다.

C학교는 로봇 도입 후 간단한 메뉴인 소세지를 볶아 보는 등의 연습을 해 보았지만 급식에 실제 사용하는 것은 현장관찰을 하는 날이 처음이었다. 로봇의 세팅도 확정된 것이 아니어서 로봇 도입 첫날은 여러 가지 분주함이 많았다. 중간에 로봇 팔이 바스켓을 들어 올리던 중 움직임을 멈춘 적이 있는데 로봇 팔이 바스켓을 놓지 않아서 엔지니어와 조리종사원은 로봇 팔에서 바스켓을 손으로 끄집어 내고, 튀김은 기존처럼 직접 다시 튀겼다. 로봇이 중간에 오작동을 일으키면 조리를 처음부터 다시 하는 것이 아니라 되다만 음식을 다시 조리하는 것이기 때문에 상황에 맞는 판단이 필요했다.

조리종사원들은 로봇 조작법을 익히는 것에 어려움을 호소하면서도 동시에 빠른 속도로 로봇에 적응하는 모습을 보여주기도 했다. 이러한 모습은 로봇 도입 첫날인 C학교에서 더욱 두드러지게 나타났다. C학교에서 튀김로봇이 처음 튀겨낸 깐풍기용 닭고기는 조리종사원들의 검수를 통과하지 못했다. 튀김끼리 붙어버려서 튀김기에서 배출한 이후 손으로 다 뜯어내야 했고, 결국 수동으로 다시 한 번 튀겼다. 두 번째, 세 번째 배출된 튀김 역시 재작업을 피하지 못했다. 시행착오 속에서 조리종사원은 튀김 재료끼리 붙지 않도록 펼칠 수 있는 방법을 찾아내고, 2단으로 재료를 쌓아서 튀김양을 늘렸다. 튀김의 양도 4kg에서 시작해 차차 늘려 6kg까지 붙지 않게 튀기게 되었고, 몇 차례의 테스트를 거쳐 바삭하게 튀길 수 있는 온도와 시간도 찾았다. 중간에 배출된 튀김부터는 재작업을 하지 않아도 되었다.

로봇의 특성에 맞춰 새로운 조리법을 제시하는 모습도 확인할 수 있었다. B학교는 볶음로봇으로 떡볶이를 했다. 전체 양의 반은 일반 솥으로, 반은 로봇으로 작업을 해서 평소보다 양이 적었음에도 인덕션 바닥에 떡이 꽤 늘어 붙었다. 사실 떡은 늘어붙거나, 교반기에 의해 으스러질 가능성이 있어 로

봇기업에서는 조리가 어려운 메뉴로 언급했던 메뉴인데, 교반기를 써본 경험을 토대로 떡볶이도 해볼 만하다고 판단한 것이다. B학교 조리종사원들은 양념이 배라고 계속 저어주는 것인데, 떡을 미리 양념에 재워두었다가 볶으면 볶는 시간을 단축해 늘어붙는 것을 줄일 수 있을 것 같다고 평했다. 콘트를 패널 조작과 같은 완전히 새로운 작업, 기계를 직접 다뤄야 하는 작업에서는 부담감을 느끼지만, 자신의 전문성이 있는 조리과 관련해서는 문제 해결에 적극적인 상반된 모습을 보여주었다.

안전을 위해 작동하는 센서의 작동범위도 초반 설정과 달라졌다. 조리를 하다 보면 계속 조리대와 술을 오가는데, 센서에 조리원이 인식되면 로봇은 안전을 위해 작동을 멈추도록 설계되어 있다. 센서는 로봇 팔이 술에서 움직일 때 활성화되고, 로봇 팔이 올라가 있을 때는 비활성화된다. 조리원들은 로봇이 움직이면 당황스럽기도 하지만 무엇보다도 점심시간에 맞춰야 하는데 조리가 중단돼 시간이 지연될까봐 초조하다. 에러 등으로 로봇이 설 경우에도 마찬가지이다. 지금은 시간이 촉박한 상황에서 로봇이 멈추면 아예 로봇 팔을 올리고 수기로 작업을 하는 등의 방법을 통해 바빠 움직이는 조리원들의 동선과 로봇 센서의 감지를 조화시키는 방향을 찾았다.

3) 새로운 사용법 제안

조리종사원들은 새로운 조리법에 대한 의견을 제시하는 것을 넘어 새로운 사용법을 제안하기도 했다. 인터뷰를 진행하면서 연구자는 조리종사원들에게 그들이 사용하는 것과 다른 튀김전용 로봇의 사진을 보여주었다. 종사원들은 튀김 바스켓의 형태가 세로로 깊으면 C학교와 같이 수제 반죽을 하는 학교에서는 부적절하다는 평을 했다. 또한 로봇의 기능에 관해 설명하자, 조리종사원들은 조리로봇의 새로운 활용법을 알았다는 반응을 보여주었다. 곧바로 자신들끼리 우리 로봇에도 비슷하게 활용할 수 있을 것 같다고 말하며 식재료 적재 방식, 패널 세팅 등에 대해 논의했다. 이후 조리종사원들이 로봇기업에 새로운 바스켓을 제작해 달라고 요구해 로봇기업에서 바스켓을 제작해 제공하기로 했다. 조리종사원이 로봇 사용에 적극적으로 참여하고 의견을 제안할수록, 로봇의 활용도가 높아질 수 있다.

로봇이 들어오기 전에 여러 개를 탐색해 볼 수 있는 기회가 있다면 좋겠

다는 의견도 있었다.

“연구자: 조리로봇들이랑 급식실 기계가 다 모여 있는 박람회 있어서 다 같이 다녀오라고 하시면 어떠실까요?”

조리종사원 1: 기구도 있을 거고, 꼭 기계가 아니라 우리가 쓸 필요한 기구가 있을 거 아니에요. 있으면 좋겠어. 그렇게 하면 구입도 가능할 거고.

조리종사원 2: 또 보면, 저 로봇 팔의 다른 사용도를 볼 수가 있을 거 아니에요. 거기서는 또 아이디어가 있을 거 아니야.”

다른 로봇을 보면서 로봇의 새로운 사용법을 제안하는 조리종사원들의 모습은 조리실에 로봇이 도입되면서 제공되어야 하는 정보가 로봇의 사용법에 그치지 않는다는 것을 말해준다. 조리종사원 1, 2의 말은 조리종사원으로서 그들의 경험과 조리 기구·기계에 대한 다양한 정보가 합쳐질 때 본인이 인지하지 못했던 불편함, 개선사항을 깨닫게 될 수도 있고, 기계를 사용하는 상황에 대한 상상의 범위가 넓어질 수 있다는 점을 보여준다. 이는 인간과 기계가 협업하는 작업장에서 인간의 작업내용과 전문성이 바뀌는 방향을 보여주는 것이기도 하다.

제4절 소 결

1. 주요 연구 결과

제4장에서는 현장관찰과 인터뷰를 바탕으로 학교급식실 조리로봇 도입 현황, 조리종사원을 포함한 학교급식 관계자들이 조리로봇에 대해 갖는 기대, 실제 조리로봇을 사용하는 조리종사원들의 경험을 분석하였다.

학교급식의 노동문제는 주로 노동강도, 저임금, 산업안전문제에 집중되어 있다. 조리로봇은 노동강도를 낮추고 산업안전을 개선할 것이라는 기대를 받고 있다. 동시에 학교급식 관계자들은 조리로봇과 관련하여 서로 다른 기대를 가지고 있다. 교육청은 학령인구 감소에 따른 급식 환경의 변화에 대

한 고민을 가지고 있으며, 이러한 고민의 내용은 시도마다 다르다. 조리종사원들은 조리로봇 도입이 환경 개선의 기회가 될 수 있을 것이라 기대한다. 그러나 조리종사원과 노동조합은 모두 조리로봇이 결원의 대안은 될 수 없기에 저임금을 비롯한 처우개선을 통해 인력 확충이 필요하다고 평가한다.

학교급식에서는 조리로봇이 일부 작업을 대신해 조리종사원의 노동강도를 줄여주는 것으로 나타났으며, 근골격계 부담과 고열 노출을 줄여주는 효과가 가장 두드러진다. 그러나 작업을 대체하는 정도는 조리종사원이 수행하는 여러 작업 중 일부에 국한되며, 이를 통해 조리종사원의 노동을 보조한다. 가장 큰 이유는 학교급식은 매일 다른 메뉴의 음식을 단시간에 대량으로 조리해야 해서, 작업을 표준화하기 어렵고 조리종사원이 유연하게 여러 업무를 담당해야 하기 때문이다. 근골격 부하는 줄이지만 동시에 동선이 복잡해져 충돌의 위험에 더욱 주의해야 한다는 점을 확인할 수 있었다. 조리종사원들은 기계를 조작하는 법을 배우는 것을 부담스러워했지만 동시에 로봇을 이용한 조리 자체에는 빠르게 적응하는 모습을 보여주었다. 근골격 부담과 더불어 작업시간의 변화도 함께 살펴볼 필요가 있다.

2. 시사점과 한계

학교급식에 조리로봇이 도입되는 과정을 분석한 결과 학교급식 정책과 급식로봇 도입에 대한 세 가지의 정책적 시사점을 도출했다.

학교급식 조리종사원의 노동강도를 낮추고 안전한 작업환경을 만들기 위해서는 급식 조리 노동을 작업 단위별로 세분화하여 노동강도, 필요인력의 수준 등을 체계적으로 평가할 필요가 있다. 작업별 노동강도를 측정할 때는 작업량뿐 아니라 작업 종류의 개수, 작업을 분담할 수 있는 동료의 유무, 조리는 물론 청소, 설거지, 배식 등 다양한 작업별 특성, 해당 지역의 급식 환경을 종합적으로 평가해야 한다. 지방에는 소규모 학교가 많고, 인구밀도가 낮은 지역의 경우 이동 급식이나 공동조리가 이뤄지고 있다. 큰 규모의 학교에서 일하는 조리종사원 한 명이 많은 식수 인원을 감당하는 어려움을 겪는다면, 소규모 학교의 조리종사원은 배치된 인력이 적은 만큼 한 명이 다양한 일을 다 해내야 하는 어려움을 겪는다. 따라서 지역에 따라 조리로봇에

대한 필요성, 요구 내용이 다르다. 또한 청소는 조리종사원들이 노동강도가 세다고 느끼는 대표적인 작업이다. 학령인구가 줄어 식수 인원이 줄면 양은 줄지만, 급식실 공간은 줄어들지 않는다. 식수 인원을 기준으로 조리종사원 배치 규모를 정하면, 청소과정의 노동강도가 더욱 높아질 수밖에 없다. 작업별 노동강도 측정은 산업안전, 필요 노동력의 규모 추산, 적절한 임금수준 책정, 튀김 공정에 조리로봇을 투입하는 것과 같이 개선이 필요한 작업의 판별에도 공통적으로 필요하다.

학교급식실에 조리로봇이 도입될 때, 도입 과정에서 조리종사원들이 배제되지 않도록 도입 과정을 관리해야 한다. EU OSHA(2022) 보고서에서는 새로운 기술이 도입되는 것이 노동자의 사회심리에 불안감을 야기할 수 있다고 경고하고 있으며, 이러한 불안감은 신기술 사용에 대한 저항감이나 불만족감으로 이어질 수도 있다. 로봇 도입에 앞서 동선, 작업, 정책적 변화에 대한 내용을 설명하고, 실제 작업과정이 영향을 받는 동선 설계나 기구 배치 등의 문제에서는 현장 노동자의 의견을 반영하는 과정이 필요하다. 도입 이후에는 작동법, 안전지침, 유지관리에 대한 관리가 주기적으로 이뤄져야 한다. 조리종사원들이 가지고 있는 조리기술을 로봇의 기능에 접합시킬 때, 조리로봇의 효용이 더욱 커질 수 있다. 이를 위해서는 작동법 이외에도 다양한 로봇 활용 사례를 소개해 로봇의 활용법에 대해 보다 유연하게 사고할 수 있도록 도와야 한다. 서비스업의 자동화는 이제 막 시작 단계에 있기 때문에 어떠한 양상으로 전개될지 예측하기는 이르다. 다만 서비스업종의 종사자들이 앞으로 더욱 많은 기계와 함께 일하게 될 것이라는 것만은 확실하다. 디지털기기의 사용이 보편화되면서 기기 사용 능력과 이해력이 개인적 차원의 역량이 되었듯, 로봇을 비롯한 기계와 일하기 위한 역량 역시 중요해질 것이다. 로봇 도입 과정에서의 참여, 이후의 교육은 기계와 일하는 역량을 키워줄 수 있다.

마지막으로 학교급식 조리로봇 도입 과정 그 자체에 대한 부분이다. 조리로봇 도입과 유지보수에 대한 과정이 행정적으로 체계화될 필요가 있다. 현재 조리로봇은 조달청 구매를 통해 진행되는 것이 아니라 시범사업 지원이나 개별 입찰로 진행되고 있어, 교육청과 행정실에 행정적 부담이 크다. 또한 현재는 유지보수, 안전교육, 사용법에 대한 매뉴얼이 명확하게 자리 잡

지 않았다. 유지보수와 관련한 부분은 비용과도 직결되는 문제이기도 하다. 한국로봇산업진흥원의 학교급식 로봇 실증사업이 더 이상 진행되지 않으면, 향후 조리로봇 도입은 시도교육청 자체 예산으로 진행해야 하기에 비용은 학교급식 조리로봇 사업의 가장 큰 변수로 보인다.

사례의 수가 적고, 지역적으로도 수도권에 집중되어 있다는 것은 이 연구의 한계이다. 이 연구에서는 수도권 지역의 학교 세 곳의 사례를 살펴보았는데, 세 곳 모두 같은 기업의 로봇을 도입했다. 그러나 학생 수, 인구밀도, 급식 방식 등에 따라 각 지역별로 로봇에 대한 요구가 다르다. 튀김로봇실을 공동으로 사용하는 방식을 도입한 경상북도처럼, 로봇을 운영하는 방식도 지역의 상황에 따라 다르다. 또한 학교급식에 조리로봇이 도입되기 시작하면서 다양한 로봇이 등장하고 있다. 각 기업의 로봇은 서로 다른 기능, 안전시스템을 가지고 있고, 각 기업의 엔지니어가 현장에서 로봇을 조정하고 현장 노동자와 소통하는 방식도 다르다. 각 지역의 상황에 맞는 로봇 도입의 과정과 운영 방식, 조리로봇의 시스템과 운영방식의 다양한 유형을 파악하는 것은 향후 과제로 남았다.

대량 급식 조리로봇은 학교 외에도 병원, 사내 급식 등에도 들어간다. 2024년 한국로봇산업진흥원 실증사업 공모에 선정된 사업 중 하나는 병원 급식이었다. 대량 조리로봇 사업이 활성화되면 로봇기업들은 현재 기반을 두고 있는 학교, 사업장 급식 등의 영역을 벗어나 다른 영역으로 사업을 확장하고자 노력할 것이다. 학교 이외의 대량 급식 현장에서 조리로봇이 어떻게 활용되는지, 또한 각 작업장의 특성에 따라 직무와 산업안전에 어떤 변화가 생기는지 역시 앞으로 연구해야 할 과제이다.

제 5 장

급식실 조리로봇 도입에 따른 산업안전환경 변화

이 장에서는 급식로봇 도입에 따른 산업안전환경 변화를 살펴본다. 학교 급식실은 대량의 식사를 빠른 시간에 준비해야 하고, 여러 명의 작업자가 로봇과 함께 일하는 공간이며, 이미 안전보건 문제가 많은 현장으로 로봇 도입으로 인한 안전보건환경 변화의 영향이 클 가능성이 있다. 특히 학교급식실에서 조리로봇이 도입되는 주요 동기 중 하나가 학교급식실의 높은 노동강도로 인한 근골격계질환과 사고 위험, 조리흙 노출로 인한 폐암 문제 등 조리노동자들의 안전보건 이슈라는 점을 고려했을 때에도, 급식실에 조리로봇이 도입됨에 따라 노동자들의 안전환경이 어떤 영향을 받는지 살펴볼 필요가 있다.

키오스크나 서빙로봇 역시 함께 일하는 노동자의 안전에 영향을 미칠 수 있지만, 현재 주로 소규모 요식업체에 주로 도입되고 있어 급식실 조리로봇에 비해 정책적 시급성이 낮다고 보아, 이번 연구에서는 급식실 조리로봇의 안전보건 영향에 대해서 탐색했다.

제1절 로봇의 안전관리 규제 현황

학교급식실에 도입되는 조리로봇은 일반 제조업에서 사용하는 산업용 로

봇 가운데 사람과 같은 공간에서 작업하며 물리적으로 상호작용할 수 있는 협동로봇과 형태와 기능이 유사하다. 산업용 로봇은 「산업안전보건법」상에 안전에 관한 기준이 마련되어 있으나, 급식·조리와 같은 서비스 현장에서 사용되는 서비스 로봇은 이 법에 따른 규제를 받지 않는다. 현재 다양한 서비스 현장에서 로봇의 도입이 시행되고 있으나 안전에 관한 예방과 관리는 도입 속도에 미치지 못하고 있다. 산업용 로봇의 안전관리 현황을 살펴봄으로써 조리로봇 설치 현장에서 활용할 수 있는 안전조치 방안을 모색할 수 있다.

1. 산업용 로봇의 안전관리에 관한 법

가. 「산업안전보건법」

「산업안전보건법」에서 산업용 로봇의 안전에 관한 내용은 기계가 안전기준에 맞는지 확인하여 신고하는 제89조(자율안전확인)의 신고와 기계·기구·설비의 안전에 관한 성능이 검사기준에 맞는지 실시하는 안전검사에 관한 제93조(안전검사)가 있다. 산업용 로봇을 제조하거나 수입하는 자는 안전에 관한 성능이 자율안전기준에 맞는지 확인하고 신고해야 하며, 산업용 로봇을 사용하는 사업주나 소유자는 안전에 관한 성능이 검사기준에 맞는지 안전검사를 받아야 한다. 안전검사는 첫 설치 시점으로부터 3년 이내에 시행되어야 하며, 이후는 2년마다 안전검사를 받도록 명시하고 있다.

그 외 산업용 로봇에 적용하는 방호장치에 대한 안전관리도 법적으로 명시한다. 방호장치는 「산업안전보건법」 제84조(안전인증)에 의해 안전인증을 받아야 하는 대상으로, 충돌·협착 등의 위험 방지에 필요한 산업용 로봇 방호장치가 안전기준에 적합하도록 생산되었는지 인증받도록 한다. 방호장치에는 일정한 정도 이상의 압력이 주어질 때 이를 감지하여 신호를 발생시키는 ‘안전매트’와 장비 내 발생되는 광선이 유효 감지영역에서 불투명체에 의해 차단되는 것을 검출하는 감지기능 수행 장치인 ‘광전자식 방호장치’가 있다.

〈표 5-1〉 「산업안전보건법」상 산업용 로봇에 관한 안전 기준

법 령	제 명	본 칙
산업안전보건법	제89조 (자율안전확인 의 신고)	① 안전인증대상기계등이 아닌 유해·위험기계등으로서 대통령령으로 정하는 것(이하 “자율안전확인대상기계등”이라 한다)을 제조하거나 수입하는 자는 자율안전확인대상기계등의 안전에 관한 성능이 고용노동부장관이 정하여 고시하는 안전기준(이하 “자율안전기준”이라 한다)에 맞는지 확인(이하 “자율안전확인”이라 한다)하여 고용노동부장관에게 신고(신고한 사항을 변경하는 경우를 포함한다)하여야 한다. ... (이하 생략) ...
산업안전보건법 시행령	제77조 (자율안전확인 대상기계 등)	① 법 제89조제1항 각 호 외의 부분 본문에서 “대통령령으로 정하는 것”이란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다. 1. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 기계 또는 설비가. 연삭기(研削機) 또는 연마기. 이 경우 휴대형은 제외한다. 나. 산업용 로봇 ... (이하 생략) ...
산업안전보건법	제93조 (안전검사)	① 유해하거나 위험한 기계·기구·설비로서 대통령령으로 정하는 것(이하 “안전검사대상기계등”이라 한다)을 사용하는 사업주(근로자를 사용하지 아니하고 사업을 하는 자를 포함한다. 이하 이 조, 제94조, 제95조 및 제98조에서 같다)는 안전검사대상기계등의 안전에 관한 성능이 고용노동부장관이 정하여 고시하는 검사기준에 맞는지에 대하여 고용노동부장관이 실시하는 검사(이하 “안전검사”라 한다)를 받아야 한다. 이 경우 안전검사대상기계등을 사용하는 사업주와 소유자가 다른 경우에는 안전검사대상기계등의 소유자가 안전검사를 받아야 한다. ... (이하 생략) ...
산업안전보건법 시행령	제78조 (안전검사대상 기계등)	① 법 제93조제1항 전단에서 “대통령령으로 정하는 것”이란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다. ... (중략) ... 13. 산업용 로봇 ... (이하 생략) ...
산업안전보건법 시행규칙	제126조 (안전검사의 주기와 합격표시 및 표시 방법)	① 법 제93조제3항에 따른 안전검사대상기계등의 안전검사 주기는 다음 각 호와 같다. ... (중략) ... 3. 프레스, 전단기, 압력용기, 국소 배기장치, 원심기, 롤러기, 사출성형기, 컨베이어 및 산업용 로봇: 사업장에 설치가 끝난 날부터 3년 이내에 최초 안전검사를 실시하되, 그 이후부터 2년마다(공정안전보고서를 제출하여 확인을 받은 압력용기는 4년마다) ... (이하 생략) ...

〈표 5-1〉의 계속

법 령	제 명	본 칙
산업안전보건법	제84조 (안전인증)	① 유해·위험기계등 중 근로자의 안전 및 보건에 위해(危害)를 미칠 수 있다고 인정되어 대통령령으로 정하는 것(이하 “안전인증대상기계등”이라 한다)을 제조하거나 수입하는 자(고용노동부령으로 정하는 안전인증대상기계등을 설치·이전하거나 주요 구조 부분을 변경하는 자를 포함한다. 이하 이 조 및 제85조부터 제87조까지의 규정에서 같다)는 안전인증대상기계 등이 안전인증기준에 맞는지에 대하여 고용노동부장관이 실시하는 안전인증을 받아야 한다.
산업안전보건법 시행령	제74조 (안전인증대상 기계등)	① 법 제84조제1항에서 “대통령령으로 정하는 것”이란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다. ... (중략) ... 2. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 방호장치 ... (중략) ... 자. 충돌·협착 등의 위험 방지에 필요한 산업용 로봇 방호장치로서 고용노동부장관이 정하여 고시하는 것 ... (이하 생략) ...
방호장치 안전인증 고시	제37조 (정의)	충돌·협착 등의 위험 방지에 필요한 산업용 로봇(이하 “로봇”) 방호장치에 사용하는 용어의 뜻은 다음 각 호와 같다. ... (중략) ... 3. “안전매트”란 유효감지영역 내의 임의의 위치에 일정한 정도 이상의 압력이 주어졌을 때 이를 감지하여 신호를 발생시키는 장치로서 다음 각 목과 같다. ... (중략) ... 4. “광전자식 방호장치”는 장비 내에서 발생하는 광선이 유효감지영역에서 불투명체에 의해 차단되는 것을 검출하는 광전자 투광부 및 수신부에 의하여 감지 기능이 수행되는 장치로서 다음 각 목과 같다. ... (이하 생략) ...
	제38조 (성능기준 및 시험방법)	산업용 로봇 방호장치의 성능기준 및 시험방법은 다음 각 호에 따른다. 1. 안전매트: 별표 25 2. 광전자식 방호장치: 별표 26

나. 산업안전보건기준에 관한 규칙

산업안전보건기준에 관한 규칙은 제13절 산업용 로봇에서 세 조항으로 구성된다. 제222조(교시 등)에 따라 교시 등의 작업을 할 때 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험을 방지하기 위한 조치를 해야 하고, 제223조(운전 중 위험 방지)에 의해 근로자에게 발생 가능한 부상 위험을 방지하기 위해 일정 높이 이상의 울타리를 설치하는 등의 방호장치를 설치하도록 한다. 제224조(수리 등 작업 시의 조치 등)에 따라 로봇의 수리·검사·조정·청소 등에 대한 확인 작업을 할 때 로봇의 운전을 정지하고 기동스위치를 열쇠로 잠궈 관리하거나 작업 중임을 알 수 있도록 하는 표지판을 부착하는 등 로봇 관련 작업을 하고 있는 근로자가 아닌 다른 근로자가 기동스위치를 조작할 수 없도록 필요한 조치를 해야 한다.

〈표 5-2〉 산업안전보건기준에 관한 규칙, 제13절 산업용 로봇

제 명	본 칙
제222조 (교시 등)	사업주는 산업용 로봇(이하 “로봇”이라 한다)의 작동범위에서 해당 로봇에 대하여 교시(敎示) 등[매니퓰레이터(manipulator)의 작동순서, 위치·속도의 설정·변경 또는 그 결과를 확인하는 것을 말한다. 이하 같다]의 작업을 하는 경우에는 해당 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오(誤)조작에 의한 위험을 방지하기 위하여 다음 각 호의 조치를 하여야 한다. 다만, 로봇의 구동원을 차단하고 작업을 하는 경우에는 제2호와 제3호의 조치를 하지 아니할 수 있다. 1. 다음 각 목의 사항에 관한 지침을 정하고 그 지침에 따라 작업을 시킬 것 가. 로봇의 조작방법 및 순서 나. 작업 중의 매니퓰레이터의 속도 다. 2명 이상의 근로자에게 작업을 시킬 경우의 신호방법 라. 이상을 발견한 경우의 조치 마. 이상을 발견하여 로봇의 운전을 정지시킨 후 이를 재가동시킬 경우의 조치 바. 그 밖에 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험을 방지하기 위하여 필요한 조치 2. 작업에 종사하고 있는 근로자 또는 그 근로자를 감시하는 사람은 이상을 발견하면 즉시 로봇의 운전을 정지시키기 위한 조치를 할 것 3. 작업을 하고 있는 동안 로봇의 기동스위치 등에 작업 중이라는 표시를 하는 등 작업에 종사하고 있는 근로자가 아닌 사람이 그 스위치 등을 조작할 수 없도록 필요한 조치를 할 것

〈표 5-2〉의 계속

제 명	본 칙
제223조 (운전 중 위험 방지)	사업주는 로봇의 운전(제222조에 따른 교시 등을 위한 로봇의 운전과 제224조 단서에 따른 로봇의 운전은 제외한다)으로 인하여 근로자에게 발생할 수 있는 부상 등의 위험을 방지하기 위하여 높이 1.8미터 이상의 울타리(로봇의 가동범위 등을 고려하여 높이로 인한 위험성이 없는 경우에는 높이를 그 이하로 조절할 수 있다)를 설치해야 하며, 컨베이어 시스템의 설치 등으로 울타리를 설치할 수 없는 일부 구간에 대해서는 안전매트 또는 광전자식 방호장치 등 감응형 방호장치를 설치해야 한다. … (이하 생략) …
제224조 (수리 등 작업 시의 조치 등)	사업주는 로봇의 작동범위에서 해당 로봇의 수리·검사·조정(교시 등에 해당하는 것은 제외한다)·청소·급유 또는 결과에 대한 확인 작업을 하는 경우에는 해당 로봇의 운전을 정지함과 동시에 그 작업을 하고 있는 동안 로봇의 기동스위치를 열쇠로 잠근 후 열쇠를 별도 관리하거나 해당 로봇의 기동스위치에 작업 중이란 내용의 표지판을 부착하는 등 해당 작업에 종사하고 있는 근로자가 아닌 사람이 해당 기동스위치를 조작할 수 없도록 필요한 조치를 하여야 한다. 다만, 로봇의 운전 중에 작업을 하지 아니하면 안 되는 경우로서 해당 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험을 방지하기 위하여 제222조 각 호의 조치를 한 경우에는 그러하지 아니하다.

다. 협동로봇의 안전에 관한 규제

일반 산업용 로봇과 달리 협동로봇은 근로자와 같은 공간에서 작업하고 상호작용을 하는 로봇으로, 안전펜스나 경계를 설치하지 않고 안전하게 함께 일할 수 있도록 기준이 마련되어 있다. 따라서 협업하는 근로자의 충돌 등의 위험을 방지하기 위해 안전 센서, 충돌 감지 등의 기술적 안전성을 인 증받은 경우 안전펜스의 설치 의무 조항에 대한 예외 적용이 가능하다.

이상의 「산업안전보건법」, 「산업안전보건규칙」에 따라 로봇 제조사와 사용자는 로봇의 안전성을 입증해야 하며, 인증기관의 인증을 받는 제도가 마련되어 있다. 로봇의 안전은 제조 단계에서 자율안전확인신고(KCs), 설치 단계에서 설치 작업장 인증, 사용 단계에서 안전검사를 통해 인증한다(한국로봇산업진흥원, 2019). 로봇은 자율안전확인신고(KCs) 대상이기에 제조사 혹은 수입사는 로봇의 성능과 안전을 확인하여 신고한다. 설치 단계에서는 로봇

〈표 5-3〉 협동로봇에 관한 안전기준 법령

법령	제명	본칙
산업안전보건기준에 관한 규칙	제223조 (운전 중 위험 방지)	사업주는 로봇의 운전(제222조에 따른 교시 등을 위한 로봇의 운전과 제224조 단서에 따른 로봇의 운전은 제외한다)으로 인하여 근로자에게 발생할 수 있는 부상 등의 위험을 방지하기 위하여 높이 1.8미터 이상의 울타리(로봇의 가동범위 등을 고려하여 높이로 인한 위험성이 없는 경우에는 높이를 그 이하로 조절할 수 있다)를 설치해야 하며, 컨베이어 시스템의 설치 등으로 울타리를 설치할 수 없는 일부 구간에 대해서는 안전매트 또는 광전자식 방호장치 등 감응형 방호장치를 설치해야 한다. 다만, 고용노동부장관이 해당 로봇의 안전기준이 한국 산업표준에서 정하고 있는 안전기준 또는 국제적으로 통용되는 안전기준에 부합한다고 인정하는 경우에는 본문에 따른 조치를 하지 않을 수 있다.*
		(* 한국산업표준에서 정하는 안전기준 또는 국제적으로 통용되는 안전기준 국제표준에 부합하는 경우에 해당함. 부합함의 여부는 제3자 국내의 인증기관으로부터 인증을 받아야 함.)

사용자나 시스템 통합자가 로봇을 공정에 적용한 후 공인시험기관으로부터 인증을 받는다. 이후 설치 후 2년마다 안전검사를 진행한다. 한국로봇사용자협회, 대한산업안전협회가 설치 작업장의 안전을 인증하고 있으며, 안전검사 검사기관으로는 대한산업안전보건공단, 대한산업안전협회, 한국안전기술협회, 대한승강기안전공단이 있다. A, B, C학교에 설치된 조리로봇도 위와 같은 인증을 받았다.

2. 서비스 로봇에 관한 안전관리체계

식음료 사업장에서 사용되는 잘 알려진 서비스 로봇의 종류로는 치킨용 튀김로봇, 카페용 바리스타로봇, 패밀리레스토랑의 국수로봇 등이 있다. 서비스 로봇의 안전에 대한 관리적 측면은 「산업안전보건법」상의 규제는 받지 않으나, 「식품위생법」상 사용되는 기구에 적용되는 내용에 따를 수 있다. 로봇을 사용하는 식음료 사업장이 증가함에 따라, 음식점 위생등급 지정 및 운영관리 규정의 〈별표 1-1〉 음식점 위생등급 평가표에 '7. 푸드테크 로봇

항목'이 2023년에 신설되어 세척·소독 방법 수립 및 위생적 관리(2점)와 적합한 세척·살균·소독제 및 윤활유 제품을 사용하는지(2점)를 평가하도록 했다. 위생 외에 노동자 안전과 관련한 관리체계가 필요하다.

〈표 5-4〉 「식품위생법」 등의 법령

법령	제명	본칙
식품위생법	제2조 (정의)	... (중략) ... 4. “기구”란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것으로서 식품 또는 식품첨가물에 직접 닿는 기계·기구나 그 밖의 물건(농업과 수산업에서 식품을 채취하는 데에 쓰는 기계·기구나 그 밖의 물건 및 「위생용품 관리법」 제2조제1호에 따른 위생용품은 제외한다)을 말한다. 가. 음식을 먹을 때 사용하거나 담는 것 나. 식품 또는 식품첨가물을 채취·제조·가공·조리·저장·소분(小分): 완제품을 나누어 유통을 목적으로 재포장하는 것을 말한다. 이하 같다·운반·진열할 때 사용하는 것 ... (이하 생략) ...
식품위생법	제47조의2 (식품접객업소의 위생등급 지정 등)	① 식품의약품안전처장, 시·도지사 또는 시장·군수·구청장은 식품접객업소의 위생 수준을 높이기 위하여 식품접객영업자의 신청을 받아 식품접객업소(공유주방에서 조리·판매하는 업소를 포함한다)의 위생상태를 평가하여 위생등급을 지정할 수 있다. ② 식품의약품안전처장은 제1항에 따른 식품접객업소의 위생상태 평가 및 위생등급 지정에 필요한 기준 및 방법 등을 정하여 <u>고시</u>하여야 한다. ... (이하 생략) ...
음식점 위생등급 지정 및 운영관리 규정	제4조 (평가기준)	음식점 위생상태 평가는 기본분야, 일반분야 및 공통분야로 구성되어 있으며, 세부적인 음식점 위생상태 평가기준 및 평가항목은 〈별표 1〉에 따른다.
	〈별표 1〉 음식점 위생상태 평가기준 및 평가항목	1. 지정기관 또는 평가기관은 〈별표 1-1〉 음식점 위생등급 평가표의 평가항목에 따라 현장평가를 실시한다. ... (중략) ... 3. 지정기관 또는 평가기관은 아래 방법에 따라 별 〈표 1-1〉 음식점 위생등급 평가표를 작성한다. ... (이하 생략) ...

〈표 5-4〉의 계속

법 령	제 명	본 칙
	[별표1-1] 음식점 위생등급 평가표	[구성 항목] □ 기본분야: 개인위생관리준수여부, 식재료 소비기한 등 준수, 식품용 기구 사용여부, 튀김용 유지의 산가관리, 식품용수로 지하수 사용유무 □ 일반분야: 위생분야(객석/객실, 조리장, 종사자 위생관리, 화장실, 배달, 공유주방, 푸드테크 로봇) □ 공통분야(가점): CCTV 실시간 공개 여부, 식품 관련 및 국가기관 자격증 소지자의 고용 여부 등 ... (중략) ... 7. 푸드테크 로봇 조리·제공(서빙) 등 로봇의 관리(4) - 로봇이 정상적으로 작동하고 있는지 주기적으로 관리하고 있으며, 세척 소독방법을 수립하고 위생적으로 관리하고 있음(2) - 식품과 접촉하는 부분은 식품용으로 적합한 재질을 사용하고 있으며 세척·살균·소독제, 윤활유 등은 규정에 적합한 제품을 사용하고 있음 ... (이하 생략) ...

제2절 급식로봇 도입에 따른 새로운 안전문제와 관리방안

식음료 사업장의 서비스 로봇은 작업자와 작업공간을 공유하고 상호작용할 수 있는 협동로봇의 특성을 지닌다는 측면에서 산업용 로봇과도 유사하나, ① 작업자뿐 아니라 일반 대중(고객)이 접근할 가능성이 있어 위험 대상자의 범위가 확장될 수 있고, ② 조리공간이라는 비교적 바닥이 미끄러운 환경에 설치되며, ③ 조리에 사용되는 재료(뜨거운 물, 기름 등)에 따라 사고 발생 시 위험이 예측 가능 수준보다 가증될 수 있다는 점에서 구분된다. 조리로봇은 산업용 로봇과 형태와 기능에서 유사하나 별도의 안전에 관한 법적 규제의 적용을 받지 않고 있으므로, 앞으로 더욱 확장될 조리로봇 시장을 고려해 산업용 로봇의 규제를 일부 차용하고 적용된 사업장의 특성을 고려하여 새로운 안전관리체계를 수립해야 한다.

1. 안전점검 체크리스트 개발 및 시범적용 예시

이미 다양한 산업안전 유해위험요인이 상존하는 급식실 환경에 조리로봇이 도입될 경우, 새로운 유해위험요인이 발생할 수 있다. 바리스타 로봇을 대상으로 개발된 기존 위험성평가 모델을 검토하여 조리로봇과 로봇이 설치된 급식실 환경의 안전성을 평가하기 위한 체크리스트를 개발하였고, 이를 활용하여 실제 급식실 조리로봇 사업장에 적용해 보았다.

가. 안전점검 체크리스트 제안

1) 급식실 조리로봇 체크리스트 개발 과정

바리스타 로봇의 안전관리 방안 연구(류요엘, 2021)에서는 ① 사전정보 수집, ② 위험요인 파악 및 식별, ③ 위험성 추정, ④ 위험성 결정, ⑤ 위험성 감소를 위한 안전관리 방안 결정의 다섯 단계로 구분해 바리스타 로봇의 위험성평가를 제안하고 있다.

이 연구방법에 착안해, 위험요인 파악 및 식별 단계에서 사전에 수집된 정보를 활용해 미리 예측되는 위험성을 먼저 추정하여 체크리스트 초안을 만들었다. 이후 현장을 방문해 체크리스트를 적용해 보면서 추가로 식별되는 위험성을 추가로 파악하고, 급식실 현장에 맞지 않는 항목은 변경하였다. 이 과정에서 영양사, 조리종사원 등 급식실 노동자들과 인터뷰를 통해 관리에서 어려운 점과 향후 관리 방안에 대한 의견을 청취했다.

2) 학교급식실 조리로봇 안전점검 체크리스트

사전정보를 활용하여 위험요인을 예측한 결과, 조리 전 단계에서 1개, 조리작업에서 12개, 청소작업에서 4개, 유지보수·점검에서 3개가 식별되어 총 20개의 항목이 예측되었다. 식별된 위험요인을 기반으로 예측된 사건·사고들을 예방하기 위한 각 작업 주기의 위험성평가 체크리스트 초안을 개발하였다. 해당 작업 주기마다 존재하는 위험요인이 위험한 사고로 이어지게 하는 사이의 매개 요인이 될 수 있는 항목들을 점검하는 35개의 문항을 개발하였고, 안전관리자의 정기적인 작업장 순회점검에 활용할 수 있는 형

태로 체크리스트를 구성해 적정, 미흡(개선 필요), 불량(개선 필수)으로 평가하면서 체크리스트가 적절한지 적용해 보았다. 현장조사 후 초안을 일부 변경하여 최종안을 성안하였다.

보고서 분량상 체크리스트 초안은 신지 않고 최종안만 제출한다(표 5-5). 이 체크리스트의 역할은 전체적인 안전점검 포인트를 제시해 주는 것으로, 실질적인 안전관리체계는 도입 과정에서 로봇기업, 교육청, 학교장, 급식실 노동자의 소통을 통해 만들어져야 한다. 현재 학교급식 현장에서는 안전보건관리 실무 업무가 안전전문가가 아닌 영양(교)사에게 맡겨지는 상황이다.²⁹⁾ 그러나 고압전기, 여러 센서를 사용하는 로봇의 안전관리와 책임을 모두 영양(교)사에게 맡기기는 어렵다. 현장에서 문제를 확인하고 해결을 요구하는 것은 현장 노동자들의 역할이지만, 이러한 요구를 받아 해결하는 과정에서는 안전책임자인 학교장, 로봇 설치기업의 책임과 역할분담도 필요하다. 로봇 사용과 관련한 안전점검과 관리의 주체, 주기 등에 대한 내용이 안전관리체제의 차원에서 보완되어야 한다.

〈표 5-5〉 학교급식실 조리로봇 안전점검 체크리스트 문항(안)

작업	번호	위험 요인(결과)	체크리스트
조리 전	1-1 (1)	로봇 작업영역 내에 근로자가 있는 상태에서 타 근로자가 로봇을 가동 (충돌)	① 근로자가 자신의 작업영역(재료 투입구, 조작 화면 근처 등)에서 로봇의 운전 상태 전체를 육안으로 확인 가능한 시야가 확보되고 있는지 ② 로봇 작업영역 내 근로자의 진입 상태 여부를 다른 근로자가 쉽게 확인이 가능한 조치가 취해지고 있는지

29) 교육기관 등 교육서비스업은 「산업안전보건법」 적용 제외 대상이지만 청소, 시설관리, 조리업무를 담당하는 노동자가 있는 경우 안전보건 관리자를 두어야 한다. 관련하여 학교 현장에서 누가 책임 주체인가에 대한 논란이 있었고, 고용노동부는 관리감독자는 교장이지만, 영양(교)사가 관리감독자의 지시로 업무를 수행할 수 있다는 행정 해석을 내놓았다. 2021년 서울에서는 안전보건관리에 대한 책임은 교육감이, 관리감독은 교장이, 실무는 행정실장과 영양(교)사가 담당하는 것으로 정리됐다. 그러나 노동계에서는 가스, 전기, 각종 모터기구 등을 사용하는 급식실 안전을 영양(교)사가 담당하는 것은 과중하다는 반대가 크다. 학교안전보건관리체계 구축 과정에서 영양(교)사와 교육청의 갈등이 경상남도 와 강원도에서도 빚어졌다. 영양(교)사가 현업 종사자인가 관리자인가에 대한 논란을 차치하더라도, 가스나 로봇의 안전을 영양(교)사가 확인하고 점검하는 것이 현실적인가의 문제도 크다.

〈표 5-5〉의 계속

작업	번호	위험 요인(결과)	체크리스트
조리	2-1 (2)	식재료 바트 얹어짐 등의 발생으로 인한 의도치 않은 작업영역 침범(충돌)	③ 식재료 선반(바트) 투입 공간에 미끄러짐 등의 위험이 있는 환경(미끄러운 바닥, 발 받침대의 사용 등)은 없는지 ④ 로봇의 작업영역 진입 시 센서 작동으로 전원이 차단되는지 ⑤ 얹어짐 등의 사고 수습 시 전원을 차단하고 진행할 수 있도록 교육하거나 경고 스티커가 부착되어 있는지
	2-2 (3)	식재료 바트 보급/꺼냄 작업 시 로봇에 접근(충돌)	⑥ 근로자가 식재료 바트를 로봇의 작업반경 밖에서 채워 넣을 수 있도록 선반이 설계되어 있는지 ⑦ 근로자가 자신의 작업영역에서 로봇의 운전상태를 육안으로 확인 가능한 시야를 가지고 있는지 ⑧ 식재료 바트 보급/꺼냄 시 로봇과 닿을 경우 일시정지 상태로 보호정지 기능이 선택되는 센서나 제어가 있는지
	2-3 (4)	조리 중 로봇시스템의 물 노출(감전, 화재)	⑨ 로봇시스템 전체(본체, 전원선, 신호선, 제어기 등)에 방수 설비가 잘 갖춰져 있는지 ⑩ 로봇시스템 장치와 물이 공급되는 곳이 가깝거나 물을 끌어오는 경로와 겹치지는 않는지
	2-4 (5)	튀김로봇 조리 배출구 접근 문제, 바트 쏟아짐 등의 위험(화상, 충돌)	⑪ 배출구에 배출하는 바트와 이전 배출된 바트의 충돌이나, 배출구에 작업 중인 작업자와의 충돌 위험에 대한 예방 절차가 마련되어 있는지
	2-5 (6)	식재료 바트가 보충되지 않은 상태에서 로봇 작동(화재)	⑫ 선반 내 바트 위치나 수량을 확인하는 단순 센서 혹은 로봇 팔이 바트를 제대로 집었는지 확인하는 접촉센서나 인지시스템이 작동하는지
	2-6, 2-7 (7,8)	로봇시스템 제어기 안전기능이 없거나 오류 발생 (충돌)	⑬ 조리로봇 시스템의 제어기의 설치 여부와 제어기의 기능안전 수준이 적절한지 ⑭ 인접한 두 로봇이 동시에 작동할 때, 로봇의 작업반경이 서로 겹치지 않도록 설계되어 있는지
	2-8 (9)	근로자의 작업반경 인지 오류(충돌)	⑮ 물리적으로 간이 펜스 등으로 공간 분리를 했는지(바닥 라인 안전표시 포함) ⑯ 근접 접근 시 센서를 통한 로봇 동작 제한이 이루어지는지
	2-9 (10)	비상정지 버튼의 낮은 접근성(충돌, 화상)	⑰ 비상정지 버튼이 근로자의 주 근무 위치 근처에 위치하여 응급상황 시 쉽게 접근할 수 있는지 ⑱ 비상정지 버튼 활용 방법에 대한 교육을 받았는지

〈표 5-5〉의 계속

작업	번호	위험 요인(결과)	체크리스트
조리	2-10 (11)	조리 중간 로봇 작업 영역 내 일시적 접근(충돌)	①⑨ 로봇 작업영역 내에서 작업할 시 외부에서 로봇을 제어하지 못하도록 하는 절차를 마련했는지(경고판, 안전부품 등의 활용 여부) ②⑩ 두 대 이상의 로봇이 인접하여 설치된 경우, 한 대의 로봇이 작동하고 있을 때 인접 로봇 반경 내에 작업자가 접근하여 로봇과 충돌할 위험에 대해 적절히 관리되고 있는지
	2-11 (12)	로봇의 유지보수 불량(로봇 손상에 의한 조리 중 사고: 충돌 등)	②⑪ 예정된 유지보수 점검 일자를 사전에 체크하고 있는지 ②⑫ 유지보수 업체와의 연락망 및 혹은 관련 매뉴얼을 갖추고 있는지
	2-12 (13)	한 명이 두 대 이상의 로봇을 조작하며 인지 오류 발생(충돌)	②⑬ 로봇 조작과 관련한 조리 과정의 단위 업무를 2인 1조로 구성하는 등, 인지 오류로 인한 사고를 막기 위한 조치를 취하고 있는지
청소	3-1 (14)	전원 켜 채 습식 청소(감전, 화재)	②⑭ 청소작업 시 전원 차단 관련한 시스템(청소 모드)을 갖추고 있는지 ②⑮ 청소작업 시 로봇시스템 전원 차단과 관련한 적절한 교육을 받고 있는지
	3-2 (15)	미끄러운 바닥, 높은 곳 달아야 하는 청소 상황(낙상, 충격)	②⑯ 넘어지기 쉬운 환경(미끄러운 바닥, 고정되지 않는 발판 등)에서 혹은 불편한 자세(줄거나, 높이, 낮은)로 청소작업을 하는지
	3-3 (16)	청소 구역 내부의 비상정지 버튼 접근성 문제(충돌)	②⑰ 로봇시스템 작업영역 내부에 별도의 비상정지 버튼이 있는지 ②⑱ 작업영역 내 진입(오류상황, 청소 포함) 시 2인 이상이 작업하는지
	3-4 (17)	로봇시스템 정지 후 청소 중 타 근로자의 재시동(충돌)	②⑲ 로봇의 전체적인 운전 상태를 외부에서 육안으로 확인 가능한 시야(장애물 없이)를 가지고 있는지 ③⑩ 로봇 작업영역 내에서 작업할 시 외부에서 로봇을 제어하지 못하도록 하는 절차를 마련했는지?(경고판, 안전부품 등의 활용 여부)
유지보수 점검	4-1 (18)	전원 차단하지 않고 점검(충돌)	③⑪ 유지보수점검을 위한 진입 시 전원을 일시적으로 차단하는 센서가 있는지 ③⑫ 점검 중인 상태를 다른 근로자가 쉽게 확인 가능한 조치가 취해지고 있는지
	4-2 (19)	전문가가 아닌 근로자의 오류 상황 인지의 어려움(사고 수습 불가, 큰 사고로 확장)	③⑬ 오류의 원인을 시각적으로 디스플레이에 확인할 수 있도록 하는 조치가 취해진 소프트웨어 설계가 되어 있는지 ③⑭ 오류 상태를 임의 판단하지 않고 유지보수나 점검을 진행하도록 하는 적절한 매뉴얼을 가지고 있는지

〈표 5-5〉의 계속

작업	번호	위험 요인(결과)	체크리스트
	4-3 (20)	2인 1조 점검 규칙 준수하지 않거나, 충분한 시야 미확보 상태의 점검(충돌)	㉕ 점검 시 2인 1조 접근 매뉴얼 혹은 교육이 이루어지고 있는지 ㉖ 교시장치를 가지고 조작하는 경우 로봇의 작업반경 시야를 확보할 수 있는 구조인지
	4-4 (21)	습식의 급식실 환경에서 전기 설비 노후로 인한 사고(감전, 화재)	㉗ 로봇 관련 전선 등 전기 방수설비의 노후와 불량에 대한 점검이 정기적으로 이루어지고 있는지

나. 체크리스트 현장 적용에서 발견된 안전문제들

조리로봇이 설치된 세 개 학교급식실을 방문해 위험성평가 체크리스트의 항목을 점검하고 보완했다. 두 명의 연구자가 동일한 체크리스트를 사용해 독립적으로 평가하였고, 일치하지 않은 평가 결과는 논의를 거쳐 일치된 결과로 도출하였다. 현장에서 직접 확인하기 어려운 평가항목들은 조리원, 영양사, 로봇 설치 업체 담당자의 진술을 토대로 평가하였다. 세 학교 현장 조사 개요는 다음과 같다.

〈표 5-6〉 학교급식실 조리로봇 안전점검 체크리스트 적용 현장 개요

학교명	인원	현장방문 날짜	배식량	식 단	도입 로봇 유형
A 학교	6명	2024. 6. 13.	750명	차조밥, 짬뽕국, 유린기, 가지나물, 배추김치, 아이스홍시	튀김로봇 1대, 볶음로봇 3대 (이 중 1대 사용)
B 학교	8명	2024. 10. 18.	927명	현미밥, 어묵국, 김말이 튀김, 떡볶이, 차돌볶음파채, 김치, 머스켓 주스, 단무지	튀김로봇 1대, 볶음로봇 1대
C 학교	4명	2024. 11. 7.	477명	현미찰쌀밥, 오징어묵국, 간풍기, 들기름막국수, 배추김치, 황금향	튀김로봇 1대

주: 인원은 영양사를 제외한 조리종사원의 인원임.

세 학교 현장조사에서 발견한 위험 요소들은 대부분 공통적으로 나타났다. 이 위험 요소들은 조리노동의 특성, 학교급식실의 공간적 한계로 인해 현장에서 지켜지기 어렵기에 더욱 신경 써야 하는 항목으로 볼 수 있다. 위 체크리스트 순서에 따라 정리했다.

1) 조리 전

조리 전 작업, 위험요인 번호 1-1(1)

“① 근로자가 자신의 작업영역(재료 투입구, 조작화면 근처 등)에서 로봇의 운전 상태 전체를 육안으로 확인 가능한 시야가 확보되고 있는지”에 대해 불량한 경우가 있었다. C학교의 경우 공간이 비좁아 조작 화면을 로봇과 마주보게 설치하였고, 이 때문에 조작화면 작동 시 로봇 운전 상태를 확인할 수 없다.

[그림 5-1] 시야와 동선 확보



주: (좌) 조작 화면이 등 뒤에 설치되어 조작 시 시야 확보가 되지 않음. (우) 공간이 좁아서 로봇에서 꺼낸 음식을 직접 들고 나르는 부담작업이 발생함.

“② 로봇 작업영역 내 근로자의 진입 상태 여부를 다른 근로자가 쉽게 확인이 가능하도록 조치”가 제대로 취해지지 않고 있었다. 로봇의 작업영역 내부로 근로자가 진입할 때, 진입 전 작업자가 로봇의 모드를 중지 상태로 변경하는 것은 확인되었으나, 그 외 내부에서 근로자가 작업 중임을 알릴

수 있는 경고판을 비치하거나 안전용품 등을 활용해 타 근로자가 알 수 있도록 하는 별도의 안전조치는 마련되어 있지 않았다. 이 문항은 모든 작업 주기, 즉 조리 전 준비(1-1), 청소(3-4), 유지보수 점검(4-1)에서의 발생 가능한 위험 상황과 동일한 평가로 볼 수 있다. 조리종사원들은 조리하는 동안 좁은 급식실을 계속해서 움직이기 때문에 특정한 색깔의 표지를 패널에 걸어두는 등 급식실 환경을 고려한 안전용품과 안전수칙이 필요하다.

2) 조 리

조리작업, 위험요인 번호 2-1(2)

“③ 식재료 선반(바트) 투입 공간에 미끄러짐 등의 위험이 있는 환경(미끄러운 바닥, 발 받침대의 사용 등)은 없는지”에 대한 주의가 특별히 요구된다. 작업자가 바트를 선반에 투입할 때 선반 반대편으로 바트가 미끄러져 떨어지는 상황을 예방하기 위해 선반 끝 요철(밀림 방지 장치)이 설계되어 있으며, 로봇이 바트를 집어가는 동작 중에 선반이 바닥에서 미끄러지는 것을 예방하기 위한 선반 고정장치가 바닥에 설치되어 있다. 하지만, 급식실 환경 자체가 습식으로 이용되며 바닥에 물이 흥건한 상태가 오래 유지되고, 로봇과 관련한 어떠한 작업을 할 때에도 로봇 작업영역 내부에 물이 들어올 가능성이 높아 미끄러운 바닥 환경이 조성될 수밖에 없기에 미끄러짐 위험은 특별한 주의가 요구되는 항목이다.

“⑤ 떨어짐 등의 사고 수습 시 전원을 차단하고 진행할 수 있도록 교육하거나 경고 스티커가 부착되어 있는지”에 대해 로봇 동작에 오류가 발생할 경우, 작업자들은 기본적으로 조작 화면에서 초기화(재부팅)를 시행하고 있었는데, 그 외 오류 발생 상황에 대한 안전조치 절차나 정기 교육은 별도로 시행되고 있지 않았다. 현장 방문 당시 튀김로봇이 바트를 투입하는 과정이나 튀김 바스켓을 꺼내는 과정에서 오동작이 발생해 바트를 적재한 랙이 중심을 잃었다. 근처에 있던 작업자는 반사적으로 기우뚱한 랙을 붙들었다. 다행히 랙이 넘어가지 않고 다시 중심을 잡았지만, 로봇이 동작이 정지되지 않은 상태에서 랙이 넘어갔다면 로봇과 랙이 충돌하고, 근처의 작업자에게도 여파가 갈 수 있는 상황이었다.

[그림 5-2] 이동식 랙과 노동자



주: (좌) 튀김로봇용 바트와 선반의 고정장치, (우) 로봇이 바트를 집어 드는 과정에서 오동작으로 인해 선반이 기울어진 상황. 작업자가 선반을 손으로 잡고 있음.

[그림 5-3] 로봇 중지



주: (좌) 로봇이 작동을 멈춰 작업자가 직접 바스켓을 꺼내는 상황이 발생함. (우) 다른 작업자에게 안내나 경고하는 조치는 없었음.

조리작업, 위험요인 번호 2-3(4)

“⑩ 로봇시스템 장치와 물이 공급되는 곳이 가깝거나 물을 끌어오는 경로와 접치”는 경우가 있었다. 2-1(2)의 ⑤ 문항과 마찬가지로 급식실의 습식 환경 곳곳에 물이 공급될 수 있도록 호스가 연결되어 있고, 솥에 물을 끓여 바닥에 부어내는 일상적 작업이 로봇 작업영역 내부 바닥에서도 동일하게 수행되고 있다. 이러한 작업 특성을 고려하여 로봇의 방수 설비 설치와 점검

에 깊은 주의가 필요할 것으로 보인다.

조리작업, 위험요인 번호 2-4(5)

“⑪ 배출구에 배출하는 바트와 이전 배출된 바트의 충돌이나 배출구에 작업 중인 작업자와의 충돌 위험에 대한 예방 절차가 마련되어 있는지” 본 문항은 유일하게 조리 후 배출 기능까지 있는 튀김로봇에만 적용된 문항이다. 배출 알람 기능을 통해 작업자에게 튀김이 배출되었음을 알리는 소리 신호가 설치되어 있었으나, 통상적으로 작업자들이 튀김 배출용 선반에서 이전 배출된 요리 상태를 확인하는 등의 작업을 동시에 수행하고 있었다. 이전 배출 바트와 추가 배출되는 바트 간의 충돌 위험이 있어 예방이 필요할 것으로 보인다.

[그림 5-4] 바트와 노동자 위치



주: (좌) 튀김로봇의 바트 배출 모습, (우) 이전 배출된 바트 내 붙어있는 튀김을 작업자가 긁어내고 있는 모습. 추가 배출하려는 튀김 바트가 접근하고 있음.

조리작업, 위험요인 번호 2-5(6)

“⑫ 선반 내 바트 위치나 수량을 확인하는 단순 센서 혹은 로봇 팔이 바트를 제대로 집었는지 확인하는 접촉센서나 인지시스템이 작동”에 대한 점검이 필요하다. 조리로봇 주변으로 사람이 진입하면 로봇이 이를 인식하고 동작을 멈추는 제어 기능은 확인할 수 있었다. 그러나 로봇 팔이 바트를 이동시키거나, 흔드는 과정에서 작동 오류가 발생했을 때 로봇이 서지 않고 계속 움직이는 등 매니플레이터 자체적으로 바트나 선반의 위치 혹은 수량 등을 인지하는 시스템이 작동하지 않는 상황도 확인했다. 튀김 솥에 바트가

떨어지면 고온의 기름이 튀어 화상을 입을 수도 있다.

조리작업, 위험요인 번호 2-9(10)

“⑱ 비상정지 버튼 활용 방법에 대한 교육”의 강화가 필요하다. 비상정지 버튼은 로봇의 작업영역 내에 하나, 로봇 조작 화면 아래 하나가 위치해 접근성은 좋았다. 그러나 작업자와의 면담에서 비상정지 버튼의 위치나 기능에 대해 인지하는 정도가 작업자마다 달랐다. 익숙하지 않은 기계인 만큼 비상 작동에 대한 교육과 표지가 모든 작업자가 인지할 수 있는 수준으로 강화될 필요가 있다.

“연구자 3 : (그 빨간 버튼이) 로봇을 자동 긴급 정지시키는 건 줄 알고.

조리종사원 6 : 그거 빨간 거는 긴급 정지 맞잖아요.

조리종사원 1 : 다 서.

조리종사원 2 : 다 서?

조리종사원 1 : 응. 두 개가 다 서.

조리종사원 2 : 두 개 다 서?

조리종사원 1 : 그래서 이거 다 다시 켜고 이래야 돼.

연구자 2 : 아, 긴급 정지 맞아요?

조리종사원 6 : 그거 긴급 정지 맞아요.

연구자 2 : 곳곳에 있는 거(맞죠?). 모니터에도 하나씩 있고 기계에도 있고.

조리종사원 6 : 모니터에도 있나요?

조리종사원 1 : 모니터 옆에도 있어요. 그거 눌러본 적은 없잖아, 우리가.”

(A학교 조리종사원 인터뷰)

조리작업, 위험요인 번호 2-11(12)

“⑳ 예정된 유지보수 점검 일자를 사전에 체크”하지 않고 있었다. 설치 초기로 일상 작업주기 안에 정기적인 유지보수 점검에 대한 매뉴얼과 계획은 아직 미비하였고, 로봇을 점검하고 관리하는 담당자를 지정하지 않은 상태로 확인됐다. 새로운 로봇 설비를 설치한 상태에서 기기의 노후나 손상의 위험이 아직 높지 않더라도, 앞으로 로봇에 대한 정기적 관리와 점검을 수행할 담당자를 지정하고 유지보수를 위한 점검 항목을 개발할 필요가 있다.

조리작업, 위험요인 번호 2-12(13)

“㉔ 로봇 조작과 관련한 조리 과정의 단위 업무를 2인 1조로 구성하는 등, 인지 오류로 인한 사고를 막기 위한 조치를 취하고 있는지”는 다들 미흡하였다. 한 명이 로봇 여러 대를 조작해야 하는 상황에서는 작동 중에 접근하는 상황이 발생할 수 있다. 익숙하지 못한 기계를 이용해 고온의 기름을 다루는 작업을 하는 상황이기에, 예상치 못한 상황이 발생할 경우 작업자가 당황할 수 있다. 안전문제가 발생할 경우 어떤 대응 매뉴얼을 가지고 조치를 취할지 교육 수준과 교육에 대한 이해도 수준이 학교와 사람마다 달라 제대로 대처하기 어려운 것으로 나타났다. 따라서 로봇 조작에 익숙해지는 초기 단계에라도 2인 1조를 구성할 필요가 있어 보인다.

조리작업, 위험요인 번호 2-8(9)

“㉕ 물리적으로 간이 펜스 등으로 공간 분리를 했는지(바닥 라인 안전 표시 포함)”는 대부분의 학교에서 적정해 보였다. 급식실 내부 로봇이 설치된 주위에 로봇 작업 반경에 해당하는 위험지역은 붉은색으로, 로봇과 근접하여 사고 위험이 발생할 가능성이 있어 주의가 필요한 지역은 노란색으로 안전선이 바닥에 표시되어 있기 때문이었다. 다만, 로봇 작업 반경에 해당하는 구역을 전혀 표시하지 않은 학교도 있었다. 또한 일부 안전선은 물이 배수되는 트랜치 위를 따라 표시되어 있어, 청소작업 중 일부 트랜치의 위치 이동이 발생하여 안전선 내부 공간의 혼동을 불러올 수 있는 것으로 확인되었다. 안전 표시 역할에 대한 주의와 작업자 교육이 강조된다.

[그림 5-5] 안전선 표시



주: (좌) 바닥 안전선, (우) 트랜치 위치 변경에 의한 안전선 이동.

조리작업, 위험요인 번호 2-10

위험요인 2-10은 조리작업 중 로봇의 작업 반경 내에 작업자가 일시적으로 접근하는 상황에서 발생할 수 있는 충돌의 위험 상황을 가정한 것이다. 이때 인접한 두 대 이상의 로봇이 동시에 작동 중일 경우, 위험성은 더 가중될 것으로 예상되어 “두 대 이상의 로봇이 인접하여 설치된 경우, 한 대의 로봇이 작동하고 있을 때 인접 로봇 반경 내에 작업자가 접근하여 로봇과 충돌할 위험에 대해 적절히 관리되고 있는지” 문항을 포함했다.

B학교의 경우 로봇의 작업반경이 겹치지는 않았지만, 인접한 두 대의 로봇을 작동할 경우, 작업자들의 작업 공간이 비좁았다. C학교의 경우에는 로봇 술 옆 좁은 공간에 비집고 들어가 뜸채로 부스러기를 건져내야 해서 위험했다. 로봇 설치 시 충분한 공간 확보 문제가 충분히 고려돼야 할 것으로 보인다.

“조리종사원 3: 이렇게 같이 붙어 있어. 너무 교반기랑 튀김기 (둘 다) 하면 서로 이렇게 진짜 등맞대고 그리고 있는 것 같아.

조리종사원들 : 등 맞대고 해야 돼요. 그건 정말.” (B학교 조리종사원 인터뷰)

[그림 5-6] 두 대의 로봇이 인접해 작업자들의 작업 공간이 겹치는 B학교



3) 청소

청소작업, 위험요인 번호 3-1(14)

“㉔ 청소작업 시 로봇시스템 전원 차단과 관련한 적절한 교육을 받고 있는지”는 미흡해 보였다. 로봇 자체에 청소 시 사용할 수 있는 모드를 별도로 가지고 있어 전원을 끄지 않고 로봇 구동만 정지시킨 상태로 청소를 하고 있었다. 급식실은 바닥과 벽에 물을 뿌려 청소하는 매우 습한 환경이므로 안전한 전기 방수 설비가 더욱 강조된다.

청소작업, 위험요인 번호 3-2(15)

“㉕ 넘어지기 쉬운 환경(미끄러운 바닥, 고정되지 않는 발판 등)에서 혹은 불편한 자세(굽거나, 높거나, 낮은)로 청소작업을 하는지”는 현장에서 확인할 수 없었다. 로봇은 물 청소를 할 수 없어 세척이 가능한 방수 옷을 입혀 사용하고 있었는데, 로봇의 옷을 매일 세척하지는 않으므로 옷을 입고 벗기는 작업을 관찰할 수 없었다. 다만, 튀김로봇의 팔 부분 옷은 매번 세척해 사용하고 있는데, 이때의 작업 자세를 참고했을 때 로봇의 높이를 충분히 낮출 수 있어 작업자가 높거나 좁은 곳에서 위험하고 불편한 자세로 수행하지는 않을 것으로 판단된다.

[그림 5-7] 로봇 팔 방수 커버



주: 튀김로봇 가동 전, 튀김 담당 조리원들이 로봇의 팔에 옷을 입히고 있음.

4) 유지보수점검

조리작업, 위험요인 번호 3-4(17) & 유지보수점검 작업, 위험요인 번호 4-1(18)

조리작업의 “㉔ 로봇 작업영역 내에서 작업할 시 외부에서 로봇을 제어하지 못하도록 하는 절차를 마련했는지?(경고판, 안전부품 등의 활용 여부)”와 유지보수점검 작업의 “㉕ 점검 중인 상태를 다른 근로자가 쉽게 확인 가능한 조치가 취해지고 있는지”는 잘 되지 않는 것으로 나타났다. 이는 조리 전 준비(1-1), 조리(2-10), 청소(3-4), 유지보수점검(4-1) 상황 모두 동일한 근거로 평가하였다.

유지보수점검 작업, 위험요인 번호 4-2(19)

“㉖ 오류의 원인을 시각적으로 디스플레이에 확인할 수 있도록 하는 조치가 취해진 소프트웨어 설계가 되어 있는지”가 미흡했다. 튀김로봇이 바트를 집어드는 동작의 오류로 선반이 기울어지고, 국로봇의 팔이 예상치 못한 움직임을 보여 시스템을 초기화하는 두 가지의 오동작 상황을 목격하였는데, 모두 어떤 구체적 오류 상황인지 작업자가 확인 가능한 경고 표시나 알림창이 뜨지 않았다.

“㉗ 오류 상태를 임의 판단하지 않고 유지보수나 점검을 진행하도록 하는 적절한 매뉴얼”과 같은 체계가 필요하다. ‘오류 상황 종류’, ‘오류 상황별 대처법’, ‘오류별 대처 순서’, ‘점검 담당자 지정’, ‘오류 보고해야 할 사람’ 등이 구체적으로 표기된 문서화된 매뉴얼이 필요하다. 학교에 따라 교육의 상황이 달랐으며, 로봇의 유지보수 사항이나 사용 매뉴얼을 갖추거나 작업자 대상 교육을 수행하지 못하고 있는 곳도 있었다.

이와 관련해 로봇기업은 학교마다 도입 모델, 환경이 다르기 때문에, 설치 이후 학교 상황에 맞춰서 교육을 진행하고 있다고 전했다. 로봇이 도입된 이후 실제 사용해 보면서 교육이 이뤄지고, 교육 과정에서 파악한 주요 질문과 문제점을 중심으로 매뉴얼을 제작해 배포하고 있으며, A학교와 B학교는 이에 따라 매뉴얼 인쇄본을 전달하고 콘트롤 패널에서도 확인할 수 있도록 입력해 두었다고 밝혔다. 상세한 수준의 안전 매뉴얼은 업데이트 중으로 확인했다.

유지보수점검 작업, 위험요인 번호 4-4(21)

앞서 강조된 내용과 같이, 급식실 내부는 습식 환경으로 물 청소가 빈번히 이루어지기 때문에 로봇에 대한 방수설비의 점검이 매우 중요하다. 따라서 이를 점검하기 위해 “로봇 관련 전선 등 전기 방수 설비의 노후와 불량에 대한 점검이 정기적으로 이루어지고 있는지”를 체크리스트의 주요 항목으로 포함하였다.

2. 학교급식실 조리로봇 안전점검 및 관리 방안

가. 급식실 조리로봇의 안전점검 체크리스트 제안

사전정보를 기반으로 초기 안전점검 체크리스트를 개발하였고, 이를 현장에 적용한 후 추가로 필요한 항목을 판별하고 문항의 수정을 거쳐 급식실 조리로봇의 안전점검 체크리스트를 제안한다. 체크리스트의 내용은 제5장 제2절의 앞부분에 제시한 <표 5-5>와 같다.

나. 급식실 조리로봇 안전 성능 표준화

위 체크리스트 중 상당 부분은 로봇 자체의 성능과 안전 기능으로 포함되어야 한다. 이미 양호하게 작동하는 편인 방수 기능이나 작업자 인지 센서 등뿐만 아니라, 미흡하게 나타난 로봇 팔이 바트를 제대로 집었는지나 배출된 바트가 잘 전달되었는지 등을 확인하는 센서 마련, 사고 수습 시 전원 차단 안내, 오류 원인을 디스플레이하는 방안 등이 로봇 하드웨어나 소프트웨어 설계 과정에서 고려되어야 한다. 현재는 서비스 로봇에 관한 안전보건 규제가 미흡한데, 학교 현장에 보급이 늘어나고 있는 만큼 먼저 조리로봇의 안전성과 관련한 표준화가 필요하다. 로봇 자체의 안전성능이 높아지면 운영 과정에서 사고 발생 위험이 낮아진다.

다. 도입 과정에서 안전관리 방안

그 외에 도입 과정에서 안전과 관련해 점검되어야 할 부분들이 있다. 먼저 로봇이 설치될 공간이 충분한지가 고려되어야 한다. 로봇이 설치될 공간이 충분하지 않아, 작업자들의 작업이 방해받거나, 로봇 조작장치와 로봇 운전 상태를 한눈에 볼 수 없거나, 로봇을 설치했더니 재료나 조리된 음식을 들고 나르는 업무 부담이 가증되는 경우가 있었다.

협동로봇의 경우 사고 혹은 비상상황을 대비하여 2인 1조로 작업하는 것이 권장된다. 2인 1조의 원칙은 재해 예방을 위해 요구되는 원칙이다. 급식실의 경우 중량물을 나르는 작업에서 대표적으로 2인1조가 요구되는 작업이다. 세 학교 현장 조사 당시 여러 차례 작동이 중단되거나, 오류를 일으키는 상황이 발생했다. 이때 2인 1조로 작업할 수 없다면 대처가 쉽지 않을 것이고, 큰 사고로 이어질 수 있다. 로봇 작업에서도 재해 예방을 위해 2인 1조가 효과적이라는 것은 동일하다.

그러나 고소작업과 같이 모든 작업과정을 보조작업자가 함께하는 급식 조리 환경에서 과연 가능하며 필요한지도 따져보았다. 인원이 부족한 상황에서 로봇 작업에 2인이 투입되면 다른 작업자의 부담이 가증될 수도 있다. 또한 급식실이 넓지 않고 모여서 일하기에 로봇을 이용해 작업하는 상황을 모두가 확인할 수 있다. 작업 중 이상 상황이 발생했을 때, 다른 작업자들이 빠르게 움직이는 것이 효과적일 수 있다. 따라서 로봇 작업자 근처의 작업자들이 빠르게 로봇을 중지시키고, 로봇 작업자를 대피시킬 수 있는 비상체계에 대한 교육이 필요하다. 또한 로봇 작업에 따른 위험을 최소화하기 위해, 로봇 설치 초기에는 현장에서 로봇의 안전한 작동, 로봇 사용 시 발생할 수 있는 사고의 사례와 대응방법을 교육할 수 있는 전문가가 상주해야 한다. A학교의 경우 로봇 설치 전후로 6개월간 로봇에 대한 설명이 이뤄졌고, 조리종사원들은 상주 엔지니어의 역할에 큰 만족감을 표현했다. 6개월까지는 아니더라도 조리종사원들이 작동법을 익히고 대응 능력을 키울 수 있는 기간 동안 곁에 상주하는 전문가의 존재가 필요하다. 이러한 전문가는 실질적으로 2인 1조를 이루는 보조작업자의 역할도 수행할 수 있을 것이다.

이런 공간이나 조리실 인원과 관련한 문제는 현재 학교급식실 로봇 도입 과정이 위로부터 진행되는 것과도 연관되어 보인다. 각급 학교의 필요와 상황에 기반하여 로봇 도입 계획이 세워지고, 도입 과정에서도 영양사나 조리노동자들의 의견이 충분히 반영될 때 이런 위험이 감소할 것이다. 로봇은 급식 조리에서 ‘필수적인’ 조리도구가 아니고 업무를 지원하기 위한 설비이다. 그렇다면 실제 사용할 노동자들과의 사전 협의는 반드시 선행되어야 할 과정이다. 해당 학교 혹은 로봇 도입을 계획 중인 교육청 차원에서 도입 전에 노동조합이나 영양사, 조리노동자를 설득하는 과정이 충분히 진행되어야 한다.

또 로봇에 충분한 적응 기간이 필요하다. 지금은 로봇 설치 초기로 로봇 설치 업체의 엔지니어가 상당 기간 상주하고 있는데도 면접 과정에서 3~6개월 정도의 적응 기간이 필요하다는 의견이 많았다. 물리적인 조작법을 익히는 것뿐 아니라 조리법을 세팅하고, 재료나 상황에 따라 이를 변경시키는 등 다양한 수준의 적응이 필요하다. 또 고가의 장비를 사용하는 상황에 적응해야 한다는 압박감도 상당한 것으로 보였다. 이런 여러 사정을 고려한다면 충분한 적응 기간이 제공돼야 한다. 일정 기간 엔지니어 상주, 적응 기간 동안 식단 선정의 고려, 방학 기간을 활용하는 등의 방법이 있을 수 있다. 학기 중에 서둘러 도입할 일이 아니다.

라. 현장의 위험성평가

현장에서 로봇을 포함하여 위험성평가가 이루어지도록 해야 한다. 위험성평가는 위험성 인지, 위험성 추정, 위험성 결정, 위험성 감소를 위한 안전관리방안 결정, 이후 재평가의 순으로 지속적으로 이루어져야 한다. 그리고 이 과정에는 직접 일을 하는 노동자들의 의견 반영이 중요하다. 이번 연구에서는 조리로봇과 관련된 위험성을 ‘인지’하는 데 도움이 될 수 있도록 하는 체크리스트를 제공하였다.

이후 이를 활용해 위험성 추정과 결정, 위험성 감소를 위한 개선 방안 결정까지 노동자들의 참여하에 수행하고, 학교나 교육청은 이에 기반해서 개선 활동을 해 나가야 한다. 체크리스트나 로봇 안전 관리가 급식실에 또 하

나의 업무로 이해되기보다 안전하게 일할 수 있는 조건을 만들기 위한 노동자의 권리로 접근될 수 있도록 교육 행정의 인식 전환이 필요하다.

특히, 로봇과 관련한 안전보건 문제가 따로 떨어진 과제가 아니라, 습도, 온도, 중량물 취급, 안전사고 위험, 소음, 조리흡 등 기존에 알려져 있는 급식실의 유해위험요인과 함께 평가되고 개선의 우선순위를 결정하는 과정에서 같이 다루어질 대상이라는 점을 인식해야 한다. 사실 로봇 도입 자체가 이런 과정 속에서 개선책 중 하나로 제안되고, 여러 개선책 중 정책 효과 등을 고려하여 결정되었어야 하는데, 현재 도입 과정은 이런 과정을 충분히 밟지 못하고 있는 것으로 보인다.

제3절 급식로봇 도입에 따른 작업환경 변화

1. 작업환경조사 배경과 개요

학교급식실 내 조리로봇의 도입이 노동환경을 어떻게 변화시키는지 정량적으로 확인하고자 하였다. 조리로봇의 신규 도입이 예정된 학교급식실 두 곳을 대상으로, 노출되는 유해 인자의 수준, 근골격계 부담작업 형태, 주관적 노동강도 및 로봇에 대한 수용도를 로봇 도입 전과 후에 각각 조사하여 비교하였다. 조사가 실시되는 로봇 도입 전후에는 유사한 식단과 조리 방법을 요청하였다. 조사 대상 학교의 기본정보와 조사 당일 특성은 <표 5-7>과 같다.

<표 5-7> 조사 대상 학교 정보

	B학교	C학교
조리종사원 인원	8인	4인
배식량	927	477
로봇 설치일	2024. 9. 14.~9. 18.	2024. 11. 1.~11. 4.
도입 로봇 유형	튀김로봇 1대, 볶음로봇 1대	튀김로봇 1대

〈표 5-7〉의 계속

	B학교	C학교
작업환경조사 날짜	전) 2024. 8. 26. 후) 2024. 10. 18.	전) 2024. 10. 31. 후) 2024. 11. 7.
조사 당일 지역구 기온 (최고/최저) (강수량)	전) 31°/27° 후) 19°/15°(67mm)	전) 23°/11° 후) 16°/ 2°
조사 당일 식단	(전후 동일) 흰밥, 어묵국, 떡볶이*, 김말이*, 차돌볶음파채**, 머스켓 주스, 단 무지	전) 혼합잡곡밥, 동태매운탕, 유린 기, 청포묵무침, 배추김치, 오 렌지 후) 현미참쌀밥, 오징어묵국, 깐풍 기*, 들기름막국수, 배추김치, 황금향
비 고	조리실 에어컨 전) 가동 후) 중단 인덕션 솔로 교체***	조리실 입구 전) 문 개방 후) 폐문 인덕션 솔로 교체***

주: 튀김로봇은 국·탕 조리도 가능.

* 급식로봇을 활용하여 조리한 메뉴.

** 로봇 도입 전과 후에 조리방식 변경(오븐조리→볶음조리).

*** 두 학교 모두 로봇용 솔 포함 추가, 1개의 솔이 가스용에서 전기 인덕션으로 교체됨.

2. 공기질의 변화

가. 측정 항목 및 측정 방법

조리 중 공기질 평가 항목으로 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO₂), 미세먼진, 벤젠을 포함한 휘발성 유기화합물, 포름알데히드, 다환방향족탄화수소를 측정 및 분석하였다. 그 외 온도와 습도도 직독식 장비를 사용하여 수시 측정하였다. 모든 항목은 조리시간과 비조리시간(세척, 전처리, 배식, 청소 등 조리 외 업무 시간)으로 나누어 측정되었다.

다른 두 곳의 작업환경 측정 기관이 각각 B, C학교의 측정을 진행하였고, 측정항목과 분석 등 방법을 최대한 유사하게 구성하였으나 사용한 장비와 분석에 일부 차이는 있었다.

〈표 5-8〉 작업환경 측정항목, 방법 및 분석

측정항목	방법 및 분석	비 고
온도 및 습도	디지털 온습도계(TES 1364)	직독식(수시)
CO, CO ₂	비분산 적외선 측정법, TSI	직독식(수시)
미세분진	B학교) 광산란법(Aerocet-831), Met One Instruments C학교) SidePak AM520	직독식(수시)
휘발성 유기화합물 (벤젠 포함)	B학교) NIOSH MAM 1501(SK C Cat no. 226-01, 유량 0.03 l /min, GC) C학교) TENAX-TA TUBE, GC/MS-TD	개인 및 지역시료
포름알데히드	NIOSH, MAM 2016(SK C Cat.no 226-119, 유량 0.1 l /min (B학교), 0.035 l /min(C학교), UHPLC)	개인 및 지역시료
다환방향족 탄화수소 (PAHs)	NIOSH, MAM 5506(SK C, cat.no 226-1713/226-30- 04 (B학교), 226-30-04(C학교), 유량 1.7 l /min, UHPLC (B학교), GC(C학교))	개인 및 지역시료

1) 온 · 습도, 일산화탄소 및 이산화탄소

일정 시간 간격으로 각 시료의 인접 위치에서 반복 측정하여 노출 정도를 기록하였다. 측정 시 최고 노출 농도를 확인하였다.

2) 미세분진

광산란법 방식의 미세먼지 직독식 측정기를 사용하였고, 주로 튀김, 볶음 등의 기름 작업이 많은 화구 근처에서 일정 시간 간격으로 반복 측정하여 모니터링하였다. 사용한 기기는 Aerocet-831, Met One Instruments(B학교)와 SidePak AM520(C학교)이다.

[그림 5-8] 직독식 장비(좌 : 온습도, 우 : 미세먼지)를 이용한 측정 예



3) 휘발성 유기화합물

벤젠을 포함한 유기화합물 평가를 위해 B학교는 활성탄 흡착관(Charcoal tube, 100mg/50mg, SKC Cat no. 226-01)을, C학교는 Tenax TA 흡착관을 사용하여 0.03 l/min의 속도로 조리시간과 비조리시간으로 구분하여 총 6시간 이상 연속 측정하였다. B학교는 용출액 이황화탄소(Carbon disulfide, CS₂)로 추출하여 가스크로마토그래프(Gas chromatograph FID, Agilent 8890)로 분석하였고, C학교는 열탈착분석기(TD)를 탈착하여 가스크로마토그래프 질량분석기(GC/MS, Clarus 680)를 이용하여 분석하였다.

총휘발성유기화합물(Total Volatile Organic Compounds : TVOC)은 대기중으로 쉽게 증발되는 액체 또는 기체상 유기화합물의 총칭으로, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 스티렌 등의 다양한 유기화합물이 포함된다. B학교에서는 탄소 수 6개 미만의 휘발성 유기화합물은 저분자 휘발성 유기화합물로 별도 분석하였다.

4) 포름알데히드

포름알데히드용 실리카겔 흡착관(silica gel coated with 2,4-dinitrophenyl hydrazine, 300/150mg, SKC Cat no.226-119)을 사용하여 0.1 l/min(B학교), 0.035 l/min(C학교)의 속도로 조리시간과 비조리시간으로 구분하여 총 6시간 이상 연속 측정하였다. 용출액 아세토니트릴(acetonitrile)으로 추출하여 초고성능 액체크로마토그래피/자외선검출기(Ultra High Performance Liquid Chromatography/UV; UHPLC, Agilent 1290 Infinity II(B학교), SHIMADZU(C학교))를 이용하여 분석하였다.

5) 다환방향족탄화수소

다환방향족탄화수소 평가를 위해 여과지+흡착관(2- μ m, 37-mm PTFE+washed XAD-2, 100mg/50mg, SKC, cat.no 226-1713/226-30-04(B학교), 226-30-04(C학교))를 사용하여 1.7 l/min의 속도로 조리시간과 비조리시간으로 구분하여 총 6시간 이상 연속 측정하였다. 용출액 아세토니트릴(acetonitrile)(B학교), 메틸렌 클로라이드(Methylene Chloride)(C학교)로 추출하여 초고성능 액체 크로마토그래피/자외선 검출기&형광 검출기(Ultra High

Performance Liquid Chromatography/UVD&FLD; UHPLC, Agilent 1290 Infinity II)(B학교), 가스크로마토그래프(Gas chromatograph FID, [SHIMADZU]) (C학교)를 이용하여 분석하였다.

휘발성 유기화합물, 포름알데히드, 다환방향족탄화수소는 개인 및 지역 시료로 측정되었다. 개인 측정시료는 작업자의 호흡기 위치에 직접 부착하였고, 지역시료는 상방형 후드가 설치된 조리솔의 인접 지역과 기타 구역에 배치하여 측정하였다. 기타 구역은, B학교는 재료 준비 작업대 근처의 비조리 지역으로 선정하였고, C학교는 급식실 구조 특성상 재료 준비 작업대 근처에 화구가 위치하거나 솔이 인접해 있어 조리인접구역으로 구분해 배치하였다. 개인 및 지역 시료의 정보는 <표 5-9>와 같다.

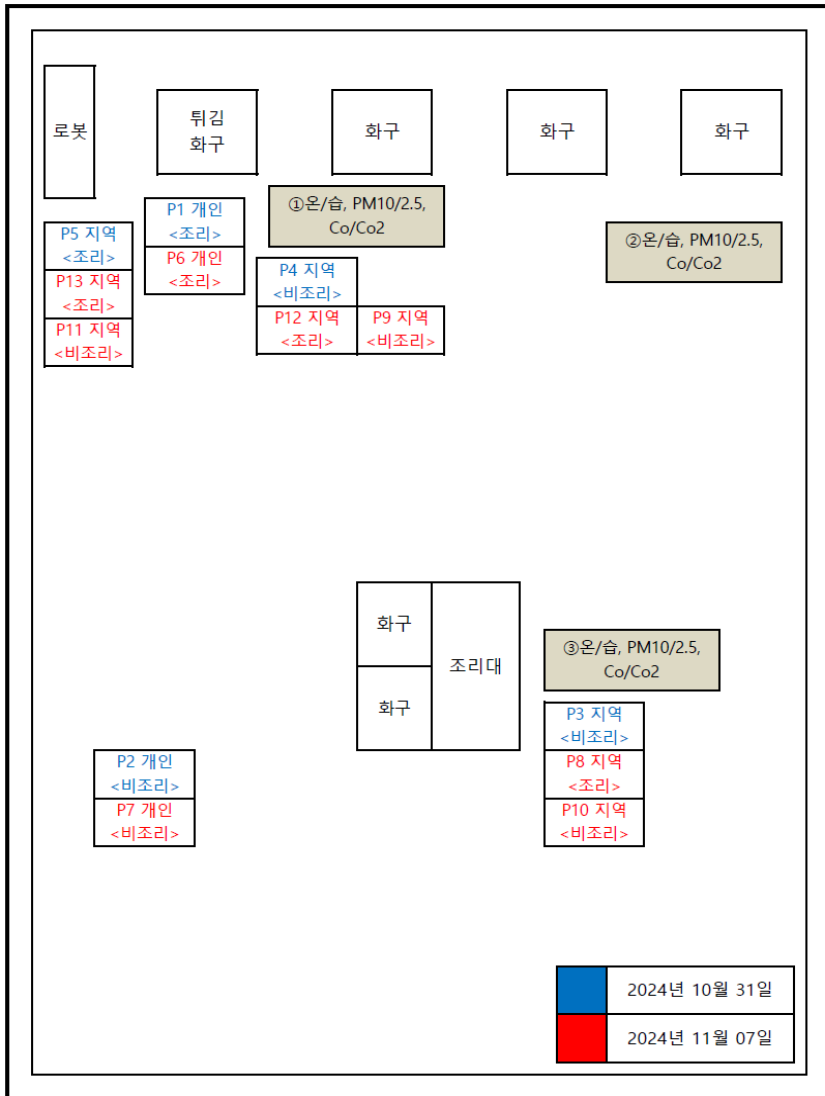
<표 5-9> 측정시료 정보

시료구분	상세	B학교	C학교
개인시료	개수	2인 	1인 
	착용	튀김 작업자(김말이 튀김) 볶음 작업자(떡볶이)	튀김 작업자(유린기, 깡뽕기)
지역시료	개수	3개	전) 2개 후) 3개
	위치	조리구역 2개* (튀김솔, 볶음솔) 비조리구역 1개 (세척·전처리 작업대)	조리구역 1개 (튀김솔) 조리인접구역 2개** (칼질 작업대·화구 근처)

주: * 로봇 도입 후 시설 변화로 인해 측정 위치변동.

** 로봇 도입 전, 시료 문제로 인해 1개만 측정됨.

[그림 5-9] 측정시료 위치(C학교)



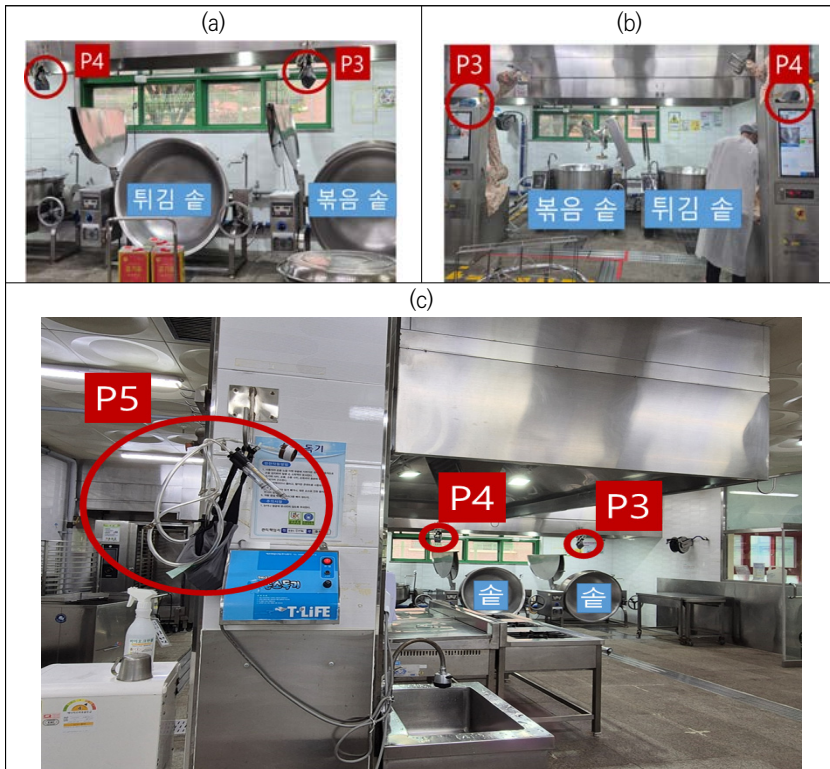
주: P1, P2: 개인시료(로봇 도입 전)/P6, P7: 개인시료(로봇 도입 후).

P5: 튀김조리 지역시료(로봇 도입 전, 조리 시간).

P13: 튀김조리 지역시료(로봇 도입 후, 조리 시간).

측정 방법은 조리로봇 투입 전과 후에 동일하였고, 측정 전후 유량을 보정하였다. 시료 운반 등의 처리 과정에서의 오류 보정을 위해 현장에서 공시

[그림 5-10] 측정시료 위치(B학교)



주 : (a) 로봇 도입 전, (b) 로봇 도입 후 조리구역 지역시료.

(c) 비조리구역 포함 지역시료 전체.

P3 : 볶음조리 지역시료, P4 : 튀김조리 지역시료.

P5 : 비조리구역 지역시료(로봇 도입 후 인덱션 솔이 새로 설치돼 조리인접구역이 됨).

료를 개방하는 즉시 막음 처리 하였으며 이송 및 분석 등 결과 보정에 활용하였다. 모든 시료는 측정 완료 후 밀봉 상태로 냉장 보관하여 실험실로 운반하였다.

나. 측정 결과

1) B학교급식실 공기질 측정 결과

급식실 내부 공기질 측정 결과, 대부분의 값은 작업환경 측정 노출기준 혹

〈표 5-10〉 B학교 개인측정시료 결과(전체 근무시간)

유해인자	단위	P1 볶음 작업자			P2 튀김 작업자		
		전* TWA	후** TWA	개선율 (%)	전* TWA	후** TWA	개선율 (%)
총휘발성유기화합물	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	불검출	불검출	-	불검출	불검출	-
저분자 휘발성 유기화합물***	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,736	2,001	26.9	2,252	1,816	19.4
벤젠	ppm	불검출	불검출	-	불검출	불검출	-
포름알데히드	ppm	불검출	불검출	-	불검출	불검출	-
다환방향족탄화수소	ppm	불검출	불검출	-	불검출	불검출	-
나프탈렌	ppm	불검출	불검출	-	불검출	불검출	-
미세먼지(PM10)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	66.8	61.9	7.4	103.7	80.2	22.6
초미세먼지(PM2.5)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	47.4	24.8	47.7	41.1	32.7	20.6
일산화탄소	ppm	0	0	-	0	0	-
이산화탄소	ppm	780	508.5	34.8	771	508	34.1

주 : * 로봇 설치 전 : 382분, ** 로봇 설치 후 : 390분, *** 탄소원자 6개 미만.

은 사무실 관리기준 미만의 낮은 검출 수준이거나 불검출로 확인되었다. 다만, 튀김 작업자(P2)의 조리로봇 설치 전 미세먼지(PM10)는 시간가중평균(TWA) 103.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 측정되어, 사무실 공기질 관리기준인 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 초과하였다(표 5-10).

전체 작업시간 기준 개인측정시료(P1, P2)에서 조리로봇의 도입 후에 휘발성 유기화합물, 미세먼지(PM10), 초미세먼지(PM2.5), 이산화탄소의 노출 수준이 감소했다(표 5-10). 특히, 볶음 작업자(P1)의 휘발성 유기화합물〈표 5-11〉, 튀김 작업자(P2)의 휘발성 유기화합물과 미세먼지(PM10)〈표 5-12〉의 노출 수준은 비조리시간의 변화 양상과 달리 조리시간에 두드러진 감소를 보였다.

〈표 5-11〉 B학교 볶음 작업자(P1)의 개인측정시료 결과

유해인자	단위	조리시간		비조리시간	
		전*	후**	전***	후****
총휘발성유기화합물	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	불검출	불검출	불검출	불검출
저분자 휘발성 유기화합물	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	7,115	3,698	730	1,563

〈표 5-11〉의 계속

유해인자	단위	조리시간		비조리시간	
		전*	후**	전***	후****
벤젠	ppm	불검출	불검출	불검출	불검출
포름알데히드	ppm	불검출	불검출	불검출	불검출
다환방향족탄화수소	ppm	불검출	불검출	불검출	불검출
나프탈렌	ppm	불검출	불검출	불검출	불검출
미세먼지(PM10)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	64.4	68.6	69.2	55.1
초미세먼지(PM2.5)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	40.2	30.2	54.6	19.4
일산화탄소	ppm	0	0	0	0
이산화탄소	ppm	782	503	778	514
온도	℃	26.4	22.5	29.0	22.1
습도	%	83.4	78.1	80.1	72.0

주 : * 120분, ** 80분, *** 262분, **** 310분.

〈표 5-12〉 B학교 튀김 작업자(P2)의 개인측정시료 결과

유해인자	단위	조리시간		비조리시간	
		전*	후**	전***	후****
총휘발성유기화합물	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	불검출	불검출	불검출	불검출
저분자 휘발성유기화합물	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	5,249	2,914	880	1,462
벤젠	ppm	불검출	불검출	불검출	불검출
포름알데히드	ppm	불검출	불검출	불검출	불검출
다환방향족탄화수소	ppm	불검출	불검출	불검출	불검출
나프탈렌	ppm	불검출	불검출	불검출	불검출
미세먼지(PM10)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	150.3	103.2	57.0	57.2
초미세먼지(PM2.5)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	41.8	46.2	40.4	19.1
일산화탄소	ppm	0	0	0	0
이산화탄소	ppm	756	520	786	496
온도	℃	27.4	22.2	27.2	21.4
습도	%	82.8	78.0	80.0	71.0

주 : * 120분, ** 95분, *** 262분, **** 295분.

〈표 5-13〉 B학교 튀김 작업(P4)의 지역측정시료 결과

유해인자	단위	조리시간		비조리시간	
		전*	후**	전***	후****
총휘발성유기화합물	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	불검출	불검출	불검출	불검출
저분자 휘발성 유기화합물	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,210	3,418	11,937	1,728
벤젠	ppm	불검출	불검출	불검출	불검출
포름알데히드	ppm	불검출	불검출	불검출	불검출
다환방향족탄화수소	ppm	불검출	불검출	불검출	불검출
나프탈렌	ppm	불검출	불검출	불검출	불검출
미세먼지(PM10)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	102.9	57.2	34.3	61.8
초미세먼지(PM2.5)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	40.6	23.6	25.8	20
일산화탄소	ppm	0	0	0	0
이산화탄소	ppm	740	511	923	504
온도	℃	27.2	22.6	28.8	22.1
습도	%	82.6	77.5	80.6	71

주 : * 120분, ** 95분, *** 262분, **** 295분.

이는 로봇이 도입되어 조리솥의 발생 지점으로부터 작업자의 거리가 떨어진 점, 로봇과 함께 도입된 전기 인덕션 솥의 사용으로 인해 가스 사용이 감소한 점 등이 영향을 미쳤을 것으로 추정된다. 특히 조리구역의 지역측정 시료에서 조리시간대 튀김 작업(P4)의 로봇 도입 후 휘발성 유기화합물 노출 수준이 개인측정시료와 반대로 증가된 점(표 5-13)을 고려할 때, 튀김 작업자(P2)의 휘발성 유기화합물 노출 수준 감소는 인덕션 도입 등의 환경의 변화보다 조리로봇의 도입으로 인해 조리솥과 작업자의 거리가 떨어진 점이 주요 원인일 것으로 판단된다.

지역측정시료는 조리구역 볶음 작업(P3)의 미세먼지(PM10)(표 5-14, 표 5-15), 비조리구역(P5)의 저분자 휘발성 유기화합물과 미세먼지(PM10)(표 5-16)를 제외한 나머지 검출 항목에서 모두 노출 수준이 감소했다. 로봇 설치 후에 노출수준이 증가한 지역측정시료에는 오븐 조리를 했던 차돌볶음이 볶음솥을 이용한 조리로 변경된 점, 인덕션 솥의 추가 도입으로 비조리구역(P5) 인접 위치에서 볶음 조리가 실시된 점, 에어컨 가동이 중단되어 기류 변화가 발생한 점, 볶음솥과 튀김솥의 위치가 서로 바뀐 점 등이 원인으로 작용했을 가능성이 있다.

〈표 5-14〉 B학교 조리구역 지역측정시료 결과(전체 근무시간)

유해인자	단위	P3 볶음 작업			P4 튀김 작업		
		전* TWA	후** TWA	개선율 (%)	전 TWA	후 TWA	개선율 (%)
총휘발성유기화합물	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	불검출	불검출	-	불검출	불검출	-
저분자 휘발성 유기화합물	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,101	1,879	54.2	8,881	2,140	75.9
벤젠	ppm	불검출	불검출	-	불검출	불검출	-
포름알데히드	ppm	불검출	불검출	-	불검출	불검출	-
다환방향족탄화수소	ppm	불검출	불검출	-	불검출	불검출	-
나프탈렌	ppm	불검출	불검출	-	불검출	불검출	-
미세먼지(PM10)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	55.4	73.85	-33.3	68.6	59.5	13.3
초미세먼지(PM2.5)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	43.6	25.95	40.5	33.2	21.8	34.3
일산화탄소	ppm	0	0	-	0	0	-
이산화탄소	ppm	856	476	44.4	831.5	507.5	39.0

주 : * 382분, ** 390분.

〈표 5-15〉 B학교 볶음 작업(P3)의 지역측정시료 결과

유해인자	단위	조리시간		비조리시간	
		전*	후**	전***	후****
총휘발성유기화합물	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	불검출	불검출	불검출	불검출
저분자 휘발성 유기화합물	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	8,235	3,457	2,208	1,472
벤젠	ppm	불검출	불검출	불검출	불검출
포름알데히드	ppm	불검출	불검출	불검출	불검출
다환방향족탄화수소	ppm	불검출	불검출	불검출	불검출
나프탈렌	ppm	불검출	불검출	불검출	불검출
미세먼지(PM10)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	69.2	83.7	41.6	64.0
초미세먼지(PM2.5)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	54.6	32.3	32.6	19.6
일산화탄소	ppm	0	0	0	0
이산화탄소	ppm	740	482	972	470
온도	℃	26.3	21.8	25.7	21.7
습도	%	84.0	79.8	85.9	73.0

주 : * 120분, ** 80분, *** 262분, **** 310분.

〈표 5-16〉 B학교 비조리구역 지역측정시료(P5) 결과(전체 근무시간)

유해인자	단위	P5 비조리구역		
		전* TWA	후** TWA	개선율 (%)
총휘발성유기화합물	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	불검출	불검출	-
저분자 휘발성 유기화합물***	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,142	2,211	-3.2
벤젠	ppm	불검출	불검출	-
포름알데히드	ppm	불검출	불검출	-
다환방향족탄화수소	ppm	불검출	불검출	-
나프탈렌	ppm	불검출	불검출	-
미세먼지(PM10)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	55.8	55.9	-0.2
초미세먼지(PM2.5)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	42.4	20.9	50.8
일산화탄소	ppm	0.2	0	-
이산화탄소	ppm	580.5	512.0	11.8

주 : * 382분, ** 390분, 기동 뒤편에 인덕션 스푼이 새롭게 설치되어 볶음 작업(떡볶이)이 시행됨.

개인시료측정 작업자(P1, P2)의 면담에서, 튀김 조리 시 조리로봇 도입으로 인해 스푼으로부터 떨어져 작업하는 형태가 뜨거운 온도에 노출되는 부담 작업을 상당 수준 완화시켰다고 진술하였다(그림 5-11). 다만, 작업환경 측정에서 확인된 온도 차이는 로봇 도입 전과 후의 큰 기온 차이가 급식실 내부 온도에 영향을 미친 것으로 확인되었다(표 5-7, 표 5-12). 후속 과제에서는 작업자의 피부온도 측정 혹은 심박수 모니터링 등의 방법을 활용하여 온도 관련 부담작업의 변화를 정량적으로 추정할 수 있을 것으로 기대된다.

[그림 5-11] B학교 조리로봇 도입 전후 튀김 작업 형태 변화



2) C학교급식실 공기질 측정 결과

C학교 역시 급식실 내부 공기질 측정 결과, 대부분의 값은 작업환경 측정 노출기준 혹은 사무실 관리기준 미만의 낮은 검출 수준이거나 불검출로 확인되었다(표 5-17). B학교에서 불검출된 총휘발성유기화합물이 C학교에서는 검출되었는데, 분석 방법이 달라서일 가능성이 있어 두 학교를 단순 비교하기는 어렵다. 작업장의 넓이와 형태 역시 달랐다. C학교의 경우 작업장의 면적도 더 좁았으며, 솔의 위치가 창과 직접적으로 맞닿은 데가 없는 꺾여 들어간 곳이어서 환기에 불리했다.

전체 작업시간 기준 개인측정시료(P1)에서 조리로봇 도입 후에 휘발성 유기화합물, 초미세먼지(PM2.5), 이산화탄소의 노출 수준이 감소했다(표 5-17). 특히 총휘발성유기화합물의 경우, 개선율이 86.9%로 크게 감소된 것으로 확인된다. 그러나 B학교에서와는 달리 조리시간과 비조리시간에 일관된 변화 양상을 보이지는 않았다. 초미세먼지와 이산화탄소는 조리시간에 크게 감소하고, 비조리시간에 오히려 증가하는 양상을 보였는데, 휘발성 유기화합물은 비조리시간에 감소폭이 크고 조리시간에는 오히려 약간 증가하는 양상이 확인된 것이다(표 5-18). 초미세먼지나 이산화탄소의 경우 직독식으로 측정해 순간적인 농도 변화가 반영되었을 수 있고, 로봇 도입 후 측정일인 11월 7일의 경우 날씨가 급격히 추워지면서 미세먼지도 전반적으로

〈표 5-17〉 C학교 개인측정시료 결과(전체 근무시간)

유해인자	단위	P1 튀김 작업자		
		전* TWA	후** TWA	개선율 (%)
총휘발성유기화합물	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4.87962	0.63850	86.9
벤젠	ppm	불검출	불검출	-
포름알데히드	ppm	검출한계 미만	0.805	-
다환방향족탄화수소	ppm	불검출	불검출	-
미세먼지(PM10)***	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	39.7	39.8	-0.25
초미세먼지(PM2.5)***	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	38.3	37.5	2.09
일산화탄소***	ppm	0	0	-
이산화탄소***	ppm	699.2	656.7	6.08

주: * 로봇 설치 전: 390분, ** 로봇 설치 후: 400분, *** 직독식으로 6회 측정하여 평균 산출.

〈표 5-18〉 C학교 튀김 작업자(P1)의 개인측정시료 결과

유해인자	단위	조리시간		비조리시간	
		전*	후**	전***	후****
총휘발성유기화합물	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.40000	0.71000	6.53000	0.60000
벤젠	ppm	불검출	불검출	불검출	불검출
포름알데히드	ppm	검출한계 미만	2.3	검출한계 미만	불검출
다환방향족탄화수소	ppm	불검출	불검출	불검출	불검출
미세먼지(PM10)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	49	34	26	49
초미세먼지(PM2.5)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	46	33	26	45
일산화탄소	ppm	0	0	0	0
이산화탄소	ppm	747	641	624	665
온도	℃	21.4	19.0	21.0	19.5
습도	%	55.6	41.0	55.2	38.6

주 : * 105분, ** 140분, *** 285분, **** 260분.

높았던 것으로 확인되어 이와 같은 영향도 배제할 수 없다. 또한 C학교의 경우 튀김로봇 도입 후 첫 사용일에 측정이 실시되어, 로봇 사용 의존도가 높지 않았고 직접 튀겨내는 작업도 혼재되면서 튀김 조리 시간 자체가 증가된 것이 조리시간대의 총휘발성유기화합물 농도에 영향을 미쳤을 가능성이 있다. C학교에서 개인 측정은 1명밖에 되지 않아, 향후 추가적인 측정과 정보 축적이 필요하다.

지역 측정 과정에서도 세 군데 시료 중 칼질 작업대(P3)와 화구 근처(P4)에서는 로봇 도입 전 비조리시간에만 측정이 되었고, 튀김 작업 근처(P5)에서는 조리시간에만 측정되어 일관된 비교가 어려웠다. 조리구역 튀김 작업 근처에서는 미세먼지와 이산화탄소가 감소하고, 휘발성 유기화합물 농도는 증가했다(조리시간)(표 5-19). 비조리구역에 가까운 칼질 작업대 근처와 튀김이 아닌 화구 근처에서는 휘발성 유기화합물 농도는 감소했는데, 미세먼지, 초미세먼지, 이산화탄소 농도가 증가했다(비조리시간)(표 5-20, 표 5-21). 조리함 내 포함된 유해물질의 성상과 공기역학에 따라 영향을 미치는 시간에 차이가 있는지, 바뀐 동선이 조리시간과 비조리시간 노출 형태에 영향을 미치는지 추가 연구가 필요하다.

[그림 5-12] C학교 조리로봇 도입 전후 튀김 작업 형태 변화



<표 5-19> C학교 튀김 작업(P5, P11, P13)의 지역측정시료 결과

유해인자	단위	조리시간		비조리시간	
		전*	후**	전***	후****
총휘발성유기화합물	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.37000	0.68000		0.42000
벤젠	ppm	불검출	불검출		불검출
포름알데히드	ppm	검출한계 미만	불검출		검출한계 미만
다환방향족탄화수소	ppm	불검출	불검출		불검출
미세먼지(PM10)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	49	34		49
초미세먼지(PM2.5)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	46	33		45
일산화탄소	ppm	0	0		0
이산화탄소	ppm	747	641		665
온도	$^{\circ}\text{C}$	21.4	19.0		19.5
습도	%	55.6	41.0		38.6

주 : * 105분, ** 140분, *** 285분, **** 260분.

<표 5-20> C학교 칼질 작업대 근처(P3, P8, P10)의 지역측정시료 결과

유해인자	단위	조리시간		비조리시간	
		전*	후**	전***	후****
총휘발성유기화합물	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		0.39000	3.51000	0.42000
벤젠	ppm		불검출	불검출	불검출
포름알데히드	ppm		검출한계 미만	검출한계 미만	검출한계 미만
다환방향족탄화수소	ppm		불검출	불검출	불검출
미세먼지(PM10)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		41	25	41
초미세먼지(PM2.5)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		35	26	37
일산화탄소	ppm		0	0	0
이산화탄소	ppm		653	627	648
온도	$^{\circ}\text{C}$		19.5	21.3	19.6
습도	%		33.7	51.3	36.6

주 : * 분, ** 140분, *** 285분, **** 260분.

〈표 5-21〉 C학교 화구 근처(P4, P9, P12)의 지역측정시료 결과

유해인자	단위	조리시간		비조리시간	
		전*	후**	전***	후****
총휘발성유기화합물	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		0.44000	0.77000	0.42000
벤젠	ppm		불검출	불검출	불검출
포름알데히드	ppm		검출한계 미만	검출한계 미만	검출한계 미만
다환방향족탄화수소	ppm		불검출	불검출	불검출
미세먼지(PM10)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		39	27	47
초미세먼지(PM2.5)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		23	23	39
일산화탄소	ppm		0	0	0
이산화탄소	ppm		648	653	703
온도	℃		18.6	20.6	19.3
습도	%		36.8	56.4	35.8

주 : * 분, ** 140분, *** 285분, **** 260분.

3. 근골격계 부담작업의 변화

가. 측정 방법

근골격계 부담작업에 관한 유해요인 조사는 검수, 전처리, 조리, 배식, 청소 등 전체 작업 과정을 동영상으로 촬영하여 진행되었다. 근골격계에 부담이 될 수 있는 작업을 식별하여 인간공학적 정밀평가 도구(RULA, REBA, OWAS)를 사용한 분석을 통해 인간공학적 부담을 평가하였다.

나. 측정 결과

1) B학교급식실 근골격계 부담작업 평가

가) 전체 단위작업 평가 결과

B학교에서 수행되는 작업과정은 총 24개의 단위작업으로 조사되었다(표 5-22). 2차 조사(조리로봇 도입 후)에서 식별된 단위작업 7개는 1차 조사(조리로봇 도입 전)에서 새롭게 추가되거나 변경된 작업유형 혹은 작업자에 의해 부담작업으로 새로 요청된 경우에 포함되었다. 연번 18번(고기 및 야채

볶음, 인덕션)은 오븐조리에서 볶음조리로 조리법이 변경된 경우이며, 연번 20번(떡볶이, 인덕션)과 23번(인덕션 세척)은 교반기가 부착된 인덕션 스톤 도입으로 인해 작업유형이 변경된 경우이다. 연번 19번(고기 및 야채 볶음, 로봇), 21번(떡볶이, 로봇), 22번(튀김, 로봇)은 로봇을 사용한 조리작업에 해당하며, 연번 24번(배식)은 작업자에 의해 부담작업 평가를 요청받은 경우이다.

〈표 5-22〉 전체 단위작업(24개) 인간공학적 평가 결과(B학교)

	조사*	작업명	단위작업명	인간공학적 평가 결과**					
				RULA		REBA		OWAS	
				점수	조치수준	점수	조치수준	점수	조치수준
1	1차	준비작업	식자재 운반 및 정리	5	개선	4	관찰	2	관찰
2	1차	준비작업	식재료 포장지 제거	4	관찰	4	관찰	1	양호
3	1차	전처리작업	식재료 물 세척	4	관찰	5	관찰	2	관찰
4	1차	전처리작업	식재료 썰기 및 다듬기	4	관찰	5	관찰	2	관찰
5	1차	전처리작업	식재료 소분 및 적재	4	관찰	5	관찰	2	관찰
6	1차	전처리작업	조리 양념 준비	4	관찰	5	관찰	2	관찰
7	1차	조리작업	밥 짓기	4	관찰	6	관찰	2	관찰
8	1차	조리작업	야채 볶음 조리 (가스레인지)	4	관찰	5	관찰	1	양호
9	1차	조리작업	떡볶이 조리 (일반 국솥)	3	관찰	5	관찰	1	양호
10	1차	조리작업	김말이 튀김 조리 (일반 국솥)	4	관찰	4	관찰	1	양호
11	1차	조리작업	조리 음식 소분 및 운반	3	관찰	5	관찰	1	양호
12	1차	세척작업	퇴식구 식기류 분류	4	관찰	5	관찰	2	관찰
13	1차	세척작업	식기류 및 조리장비 세척	5	개선	6	관찰	3	개선
14	1차	세척작업	식판 애벌 세척 및 세척기 투입	4	관찰	5	관찰	1	양호

〈표 5-22〉의 계속

	조사*	작업명	단위작업명	인간공학적 평가 결과**					
				RULA		REBA		OWAS	
				점수	조치 수준	점수	조치 수준	점수	조치 수준
15	1차	세척 작업	식기류 및 조리장비 정리	4	관찰	5	관찰	1	양호
16	1차	잔반 처리 작업	잔반 운반 및 처리	4	관찰	5	관찰	1	양호
17	1차	청소작업	조리시설 및 바닥 청소	5	개선	5	관찰	2	관찰
18	2차	조리작업	고기 및 야채 볶음 조리(인덕션 국솥)	4	관찰	6	관찰	1	양호
19	2차	조리작업	고기 및 야채 볶음 조리(조리로봇)	4	관찰	5	관찰	2	관찰
20	2차	조리작업	떡볶이 조리 (인덕션 국솥)	4	관찰	6	관찰	2	관찰
21	2차	조리작업	떡볶이 조리 (조리로봇)	4	관찰	3	관찰	2	관찰
22	2차	조리작업	김말이 튀김 조리 (조리로봇)	4	관찰	5	관찰	2	관찰
23	2차	세척 작업	인덕션 국솥 및 조리 로봇 세척	4	관찰	5	관찰	2	관찰
24	2차	배식 작업	학생 급식 배식	4	관찰	5	관찰	1	양호

주 : * 1차(로봇 도입 전), 2차(로봇 도입 후), ** 단위작업의 세부 작업들의 점수 중 최댓값이 기입됨.

나) 조리로봇의 도입으로 변화된 단위작업의 평가 결과

전체 단위작업 중 조리로봇의 도입으로 인해 변화된 작업을 선별하여 서로 비교하였다. 연번 8번(야채 볶음, 가스레인지)과 19번(고기 및 야채 볶음, 조리로봇), 연번 9번(떡볶이, 일반 솥)과 21번(떡볶이, 조리로봇), 연번 10번(김말이 튀김, 일반 솥)과 22번(김말이 튀김, 조리로봇)이 로봇 도입으로 인해 서로 대체된 작업에 해당했다. 그 밖에, 연번 13번(식기류 및 조리장비 정리)은 조리로봇의 도입으로 인해 부담이 증가했다고 작업자가 진술한 단위작업이었다. 세부 작업유형 중 인간공학적 부담이 가장 큰 작업을 중심으로 변화를 확인하였다.

복음로봇의 도입으로 인해 발생하는 새로운 부담작업 유형은, 수시로 인
덕션 솔에 접근해 보조작업을 수행하는 과정에서 작업점이 낮아 허리의 굽
힘과 팔의 뻗침이 생겨 발생하는 것으로 공통적으로 확인되었다.

〈표 5-23〉 야채 (및 고기) 볶음 작업의 변화

(전) 가스레인지

작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	각도	23.8°	19.8°	45.1°	45.0°	22.6°
	결과	높음	보통	보통	보통	보통

분석 결과	도구	RULA	REBA	Owas
	점수	4	5	1
	조치	2관찰	2관찰	1양호

· 가스레인지에서 야채 볶음 조리작업 시 목 굽힘이 발생하며, 재료가 타지 않게 지속적으로 저어주는 과정에서 어깨, 팔, 손목에 반복적인 움직임으로 신체부담 발생

(후) 조리로봇

작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	각도	13.8°	24.9°	56.7°	67.1°	17.3°
	결과	보통	보통	낮음	높음	보통

분석 결과	도구	RULA	REBA	Owas
	점수	4	5	2
	조치	2관찰	2관찰	2관찰

· 고기 볶음(로봇 보조 작업 시 작업점이 낮아(약 55~95cm) 허리 굽힘 및 팔 뻗침 동작으로 인한 신체부담 발생
· 흐물거리는 형태의 얇은 고기는 로봇에 붙을 수 있어 수시로 고기를 떼어줘야 함.

〈표 5-24〉 떡볶이 조리작업의 변화

(전) 일반 솥							(후) 조리로봇									
																
작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목	작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목			
	각도	23.5°	12.5°	105.1°	42.1°	18.6°		각도	12.1°	61.9°	89.7°	67.6°	12.6°			
	결과	높음	보통	매우 높음	보통	보통		결과	보통	매우 높음	높음	높음	보통			
분석 결과	도구	RULA	REBA	OWAS				분석 결과	도구	RULA	REBA	OWAS				
	점수	3	5	1					점수	4	4	2				
	조치	2관찰	2관찰	1양호					조치	2관찰	2관찰	2관찰				
· 떡볶이 조리작업 시 조리도구(식삽)가 길어 어깨 들림 및 손목 굴곡이 발생하며, 어깨와 팔에 반복적인 움직임으로 인한 신체부담 발생 · 작업시간이 2시간 이상으로 길어 근골격계의 부담이 가중될 수 있음.							· 떡볶이 조리(로봇) 보조 작업 시 작업점이 낮고(약 55~95cm) 수평거리가 멀어 허리 굽힘 및 팔 뻗힘 동작으로 인한 신체부담 발생 · 떡과 양념장이 잘 섞이고 떡이 늘어붙지 않도록 수시로 떼어 줘야 함.									

(2) 튀김로봇의 도입과 단위작업의 변화

튀김로봇의 작업 범위는 재료의 투입 작업, 조리 중간에 재료를 젓는 작업, 완료된 튀김의 배출 작업을 포함했다. 조리 중 수시로 작업자의 접근이 필요했던 볶음로봇과 달리 로봇 팔의 작동반경 밖에서 튀김 작업자의 주요 업무가 이뤄졌고, 간헐적으로 기름에 부유하는 튀김 옷을 건져내는 작업을 위해 로봇 정지 후 솥 가까이 접근했다. 로봇 도입 전에는 재료의 투입과 재료를 젓는 과정에서 2시간 이상 반복적인 목 굽힘 및 팔 뻗힘, 어깨 및 팔의 부담 등이 발생하였는데, 해당 작업을 튀김로봇이 대신 수행하게 되면서 작업자는 투입을 위한 재료 준비와 배출된 튀김의 정리 작업을 주로 수행했다.

〈표 5-25〉 김말이 튀김 조리작업의 변화

(전) 일반 술							(후) 조리로봇						
													
작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목	작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	각도	22.5°	14.0°	32.5°	42.5°	13.5°		각도	11.6°	41.7°	37.0°	48.4°	19.0°
	결과	높음	보통	보통	보통	보통		결과	보통	높음	보통	높음	보통
분석 결과	도구	RULA		REBA		OWAS	분석 결과	도구	RULA		REBA		OWAS
	점수	4		4		1		점수	4		3		2
	조치	2관찰		2관찰		1양호		조치	2관찰		1양호		2관찰
· 튀김 조리 시 술 높이가 낮아(약 55~95cm) 목 굽힘 및 팔 뻗힘 동작으로 인한 신체부담 발생 · 재료를 골고루 튀기기 위해 조리도구로 저어주는 동작을 반복하여 어깨, 팔에 반복적인 움직임으로 인한 신체 부담 발생 · 작업시간이 2시간 이상으로 길어 근골격계의 부담이 가중될 수 있음.							· 조리로봇 튀김망에서 배식바트로 소분 작업 시 작업점이 낮고(약60~70cm) 바트가 후면에 위치하여 허리 굽힘 및 비틀림 동작으로 인한 신체부담 발생						

튀김로봇이 조리를 마치고 튀김을 배출하면, 튀김 작업자는 배식용 바트에 튀김을 옮기는 작업을 수행했다. 튀김망의 작업점은 낮았고, 배식용 바트는 로봇이 배출하는 튀김망을 정면으로 바라보는 작업자의 후면부에 위치했다. 튀김망에서 배식용 바트로 음식을 옮기는 과정에서 허리 굽힘과 비틀림 동작으로 인한 신체부담이 발생하였다.

종합했을 때, 조리로봇의 도입으로 식사를 이용한 반복적 휘젓기 및 튀김 젓기 등의 인간공학적 부담작업이 사라져 근골격계 부담을 유발할 수 있는 작업의 완화를 일부 보인 것으로 나타났다. 다만, 조리로봇의 도입으로 인해

새로 추가된 작업의 대부분이 작업점이 낮아 허리 굽힘이나 허리 비틀림에 의한 신체부담이 발생하게 되었다. 로봇과 함께 설치되는 부대시설과 장비의 작업점 조정이 사전에 고려되어야 함을 시사한다.

(3) 로봇 관련 설비 도입에 의한 단위작업의 변화

전체 단위작업 중 연번 13번(식기류 및 조리장비 세척)은 로봇 도입 전과 후에 모두 실시되는 공통 단위작업으로, 로봇 도입 이전부터 조치 수준 ‘개선’으로 평가되며 인간공학적 부담이 가장 큰 것으로 평가되었다. 작업자 면담에서, 로봇 도입 이후에 로봇과 함께 설치된 부대설비(로봇 재료 투입용 바트, 튀김망 등)가 늘어나 세척해야 할 장비가 많아졌고 단위작업의 주관적 업무부담이 증가했다고 진술했다.

〈표 5-26〉 식기류 및 조리장비 세척 작업의 근골격계 부담요인

부담요인 1							부담요인 2								
															
작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈 치	손목	작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈 치	손목		
	각도	12.7°	52.9°	59.9°	47.5°	16.6°		각도	13.3°	40.7°	99.8°	79.8°	19.1°		
	결과	보통	매우 높음	높음	높음	보통		결과	보통	높음	매우 높음	높음	보통		
분석 결과	도구 점수	RULA 4	REBA 5	OWAS 2				분석 결과	도구 점수	RULA 5	REBA 6	OWAS 3			
	조치	2관찰	2관찰	2관찰					조치	3개선	2관찰	3개선			
	· 식기류 세척 시 작업점이 낮아 목과 허리 굽힘이 발생하며, 어깨, 팔, 손목에 반복적인 움직임으로 인한 신체부담 발생 · 싱크대 모서리에 복부 접촉 스트레스로 인한 신체부담 발생 · 배식통 및 조리장비 세척 시 목 굽힘 및 어깨 들림 동작으로 인한 신체부담 발생								· 솥 등 조리장비 세척 작업 시 허리 굽힘 및 팔 뻗힘이 발생하며, 쪼그려 앉은 자세로 하지 부위에 신체부담 발생 · 솥 내부에 양념이 늘어붙어 세제로 잘 세척되지 않는 경우 손가락을 사용하여 표면을 긁어내는 작업으로 인해 손목 굴곡 및 손가락 압력점으로 인한 신체부담 발생						

2) C학교급식실 근골격계 부담작업 평가

가) 전체 단위작업 평가 결과

C학교에서 수행되는 총 24개의 단위작업은 아래 표와 같다. 로봇 도입 전 실시된 1차 조사에서 총 16개의 단위작업이 관찰되었고, 2차 조사에서는 사람이 수행하지 않고 로봇만 수행한 작업 2개(연번 18번, 19번)와 로봇 도입으로 인해 추가로 식별된 단위작업 5개(연번 20번~24번)가 추가되었다.

〈표 5-27〉 전체 단위작업(24개) 인간공학적 평가 결과(C학교)

	조사*	작업명	단위작업명	인간공학적 평가 결과**					
				RULA		REBA		OWAS	
				점수	조치 수준	점수	조치 수준	점수	조치 수준
1	1차	전처리 작업	식재료 물 세척	5	개선	6	관찰	2	관찰
2	1차	전처리 작업	식재료 썰기 및 다듬기	6	개선	4	관찰	1	양호
3	1차	조리 작업	조리준비	6	개선	7	관찰	2	관찰
4	1차	조리 작업	밥짓기	6	개선	7	관찰	2	관찰
5	1차	조리 작업	식재료 투입	4	관찰	3	양호	1	양호
6	1차	조리 작업	국 소분	7	개선	8	개선	2	관찰
7	1차	조리 작업	튀김 준비	5	개선	4	관찰	2	관찰
8	1차	조리 작업	튀김 식재료 투입 (로봇 설치 전)	5	개선	6	관찰	2	관찰
9	1차	조리 작업	튀김 실시 (로봇 설치 전)	6	개선	8	개선	2	관찰
10	1차	배식 작업	배식	6	개선	7	관찰	2	관찰
11	1차	세척 작업	식기류 및 조리 장비 세척	5	개선	6	관찰	2	관찰
12	1차	세척 작업	식판 애벌 세척 준비	6	개선	7	관찰	2	관찰
13	1차	세척 작업	식판 애벌 세척	7	개선	8	개선	2	관찰

〈표 5-27〉의 계속

	조 사*	작업 명	단위작업명	인간공학적 평가 결과**					
				RULA		REBA		OWAS	
				점수	조치 수준	점수	조치 수준	점수	조치 수준
14	1차	정리 작업	식판 정리작업	7	개선	9	개선	2	관찰
15	1차	정리 작업	잔반 처리	7	개선	4	관찰	2	관찰
16	1차	청소 작업	청소	5	개선	4	관찰	2	관찰
17	2차	조리 작업	튀김 조리 준비 (신규 작업) -체로 고르기(조리 로봇)	4	관찰	4	관찰	2	관찰
18	2차	조리 작업	튀김 식재료 투입 (생략 작업) (조리로봇 실시)						
19	2차	조리 작업	튀김 실시(생략 작업) (조리로봇 실시)						
20	2차	조리 작업	튀김 2차 준비(신규 작업) -수작업으로 고르기 (조리로봇)	5	개선	3	양호	2	관찰
21	2차	조리 작업	튀김 2차 실시 (신규 작업) -작업자가 2차 조리 (조리로봇)	3	관찰	2	양호	1	양호
22	2차	조리 작업	로봇용 튀김망 재료 준비	5	개선	3	양호	2	관찰
23	2차	조리 작업	튀김망에서 바트로 옮김	7	개선	7	관찰	1	양호
24	2차	조리 작업	배식용 바트 운반	4	관찰	6	관찰	1	양호

주: * 1차(로봇 도입 전), 2차(로봇 도입 후), ** 단위작업의 세부 작업들의 점수 중 최댓값이 기입됨.

나) 조리로봇의 도입으로 변화된 단위작업의 평가 결과

전체 단위작업 중 조리로봇의 도입으로 인해 변화된 작업을 선별하여 서로 비교하고, 로봇 도입 전부터 부담이 심했다고 주관적으로 느끼는 작업과 조리로봇 도입으로 부담이 증가했다고 진술한 작업에 대해 확인하였다. 튀

김로봇이 도입되기 전에는 연번 8번(튀김 식재료 투입)과 연번 9번(튀김 실시)이, 튀김로봇이 도입 된 후에는 연번 23번(튀김망에서 바트로 옮김)과 24번(배식용 바트 운반)이 부담작업으로 식별되었다. 연번 11번(식기류 및 조리장비 세척)과 연번 13번(식판 애벌세척) 작업은 작업자가 면담에서 가장 힘들다고 진술한 세척 및 청소작업에 해당했다.

(1) 튜김로봇의 도입과 단위작업의 변화

C학교에 도입된 튀김로봇의 기본적인 수행기능과 작업범위는 B학교의 튀김로봇과 동일했다. 재료의 투입, 조리 중간에 재료를 젓는 작업, 완료된 튀김의 배출 작업을 로봇이 수행하였고, 기름에 부유하는 튀김옷을 건져내기 위해 간헐적으로 작업자가 로봇 손 가까이 접근하였다.

〈표 5-28〉 로봇 설치 전 튀김조리작업

(전) 일반 술

	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
작업 분석	각도	15°	30°	90°	20°	15° 이상
	결과	보통	보통	높음	높음	높음

	도구	RULA	REBA	OWAS
분석 결과	점수	5	4	2
	조치	3개선	2관찰	2관찰

- 재료를 체에 담아 술에 투입하는 과정에서 팔과 허리 등에 신체부담 발생
- 체에 튀김 재료를 담고 투입하는 과정에서 손, 손목 및 어깨에 반복적인 움직임으로 신체부담 발생
- 정적인 입식 자세로 인한 허리 및 하지 부위에 신체부담 발생

(전) 일반 술

	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
작업 분석	각도	20° 이상	30°	45°	60°	15° 이상
	결과	높음	보통	보통	높음	높음

	도구	RULA	REBA	OWAS
분석 결과	점수	6	8	2
	조치	3개선	3개선	2관찰

- 튀김 식재료를 술에서 조리하는 과정에서 체를 사용하여 재료를 반복적으로 저어주는 작업으로 손과 팔 및 허리 등에 신체부담 발생
- 체에 튀김 재료를 담고 검수하는 과정에서 손과 손목에 반복적인 움직임으로 신체부담 발생

로봇 도입 전에는 재료를 체에 담아 솥에 투입하는 과정에서 부자연스러운 자세와 정적인 입식 자세로 인한 허리 부담, 팔을 드는 동작의 반복 움직임으로 인한 어깨, 손, 손목의 신체부담이 발생했다. 로봇 도입 후에는, 튀김 작업을 로봇이 대신 수행하면서 튀김조리에 의한 신체부담은 완화되었으나, B학교와 유사하게 재료 투입 준비와 배출된 음식의 정리 작업에 새로운 신체 부담이 발생하였다. 특히, C학교의 좁은 조리공간에 로봇 및 부대설비 설치 후 여유 공간이 더 소실되면서, 재료를 준비하고 조리된 튀김을 정리할 공간이 협소해졌다. 그로 인해, 작업점이 높은 주변 솥 위에서 조리가 끝난 튀김을 정리하는 과정에 어깨와 허리의 신체부담이 발생하였고, 완료된 음식을 담은 카트까지의 동선이 길어져 튀김 바트를 들고 이동하는 작업이 발생해 중량물 운반으로 인한 팔, 어깨, 허리의 신체부담이 발생하였다.

〈표 5-29〉 로봇 설치 후 튀김조리작업

(후) 조리로봇



	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
작업 분석	각도	20°	30°	90° 이상	60°	15°
	결과	높음	높음	높음	높음	보통

분석 결과	도구	RULA	REBA	OWAS
	점수	7	7	1
	조치	3개선	2관찰	1양호

· 작업 높이가 높아 어깨, 허리 등에 신체부담 발생

· 손, 손목 및 팔에 반복적인 움직임으로 신체부담 발생

(후) 조리로봇



	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
작업 분석	각도	10°	20°	45°	60°	15°
	결과	보통	보통	보통	높음	보통

분석 결과	도구	RULA	REBA	OWAS
	점수	4	6	1
	조치	2관찰	2관찰	1양호

· 중량물 운반으로 팔, 어깨 및 허리 등에 신체부담 발생

(2) 로봇 관련 설비 도입에 의한 단위작업의 변화

전체 단위작업 중 연번 11번(식기류 및 조리장비 세척)과 연번 13번(식판 애벌세척) 작업은 로봇 도입 전과 후에 모두 실시되는 공통 단위작업으로, 로봇 도입 이전부터 조치 수준 '개선'으로 평가되며 인간공학적 부담이 큰 작업에 해당했다. 작업자 면담에서, 로봇 도입 이후에 로봇과 함께 설치된 튀김망이 촘촘하고 튀김 찌꺼기가 잘 늘어붙어 세척하기에 까다로움이 있었고, 로봇용 설비들의 세척이 늘어나 세척과 청소 부담을 호소했다.

〈표 5-30〉 식기류 및 조리장비 세척 작업의 근골격계 부담

부담요인 1							부담요인 2						
													
작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈 치	손목	작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈 치	손목
	각도	20°	60°	45°	60°	15° 이상		각도	20° 이상	40°	45°	60°	15° 이상
	결과	높음	매우 높음	보통	높음	높음		결과	높음	높음	보통	보통	높음
분석 결과	도구 접수	RULA		REBA		OWAS	분석 결과	도구 접수	RULA		REBA		OWAS
	조치	5		6		2		조치	7		8		2
	조치	3개선		2관찰		2관찰		조치	3개선		3개선		2관찰
· 불안정한 자세로 팔과 허리 등에 신체부담 발생 · 손과 손목에 과도한 힘 발생							· 식판을 애벌세척 하는 과정에서 손, 팔 등을 사용하여 식판을 반복적으로 흔들어 주는 작업으로 손과 팔 및 허리 등에 신체부담 발생 · 정적인 입식 자세로 인한 허리 및 하지 부위에 신체부담 발생						

4. 주관적 노동강도와 로봇 수용도 인식 조사

가. 측정 방법

로봇이 도입되기 전과 후의 노동강도에 대한 작업자의 주관적인 인식과 로봇의 수용도를 조사하기 위해 설문조사를 실시하였다. 설문의 항목은 작업환경에 대한 만족도, 주관적 노동강도 평가, 근골격계 부담에 대한 인식, 부상의 위험도, 로봇에 대한 수용도로 구성하였다. 설문 문항은 모두 폐쇄형 문항으로 구성되었으며, 대인면접법을 통해 설문의 의미를 작업자에게 상세히 설명하고 설문 응답에 관한 추가적인 정보와 의견을 함께 수집하였다. 설문조사는 A, B학교의 모든 조리사 및 조리실무사를 대상으로 실시되었다.

나. 측정 결과

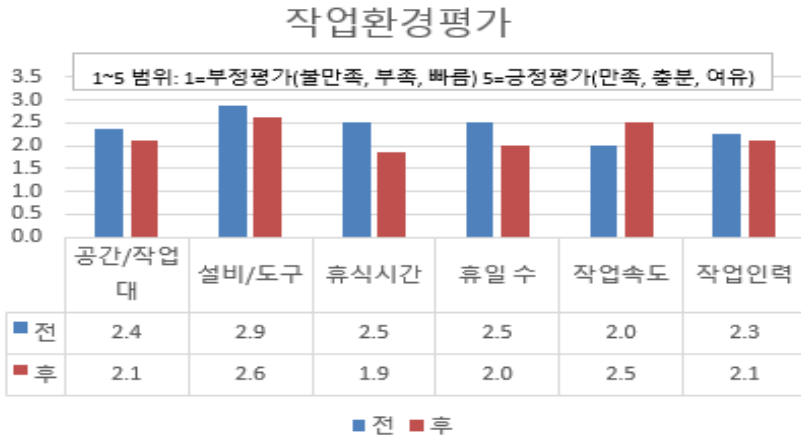
1) B학교급식실 조사 결과

B학교의 로봇 도입 후 인식조사는 조리로봇이 설치된 날로부터 약 한 달 뒤에 실시되어, 로봇 도입에 따른 중기적 인식 변화 상태를 파악할 수 있었다. 1명의 조리사와 7명의 조리실무사를 대상으로 조사를 실시했다.

가) 작업환경에 대한 평가

작업환경에 대한 평가는 현재 사용하고 있는 작업환경에 대한 만족도, 휴식이 보장되는 작업환경 여부, 작업속도와 작업인력의 여유 정도에 대해 작업자가 인지하는 수준을 조사하는 방식으로 수행했다. 각각의 객관식 문항에 대해 5점 리커트척도를 활용하여 긍정평가일수록 높은 점수를 부여하였고, 8명의 조리원이 응답한 결과를 평균값으로 나타냈다. 모든 항목의 평균 점수는 로봇이 도입되기 전과 후에 보통 수준(3점) 미만으로 불만족스러운 것으로 나타났다(그림 5-13). 로봇 도입 전과 비교했을 때, 로봇 도입 후에 휴식시간에 대한 부정평가가 가장 크게 증가하였는데, 이는 새로운 로봇 설비의 도입으로 별도의 교육시간이 늘어나고 적응 과정을 거치고 있다고 언급한 작업자의 진술과 연관된 것으로 보인다. 작업속도는 로봇 도입

[그림 5-13] 작업환경평가 결과(B학교)



전보다 여유가 증가한 것으로 평가되었고, 그 외 작업환경은 부정평가가 증가했다.

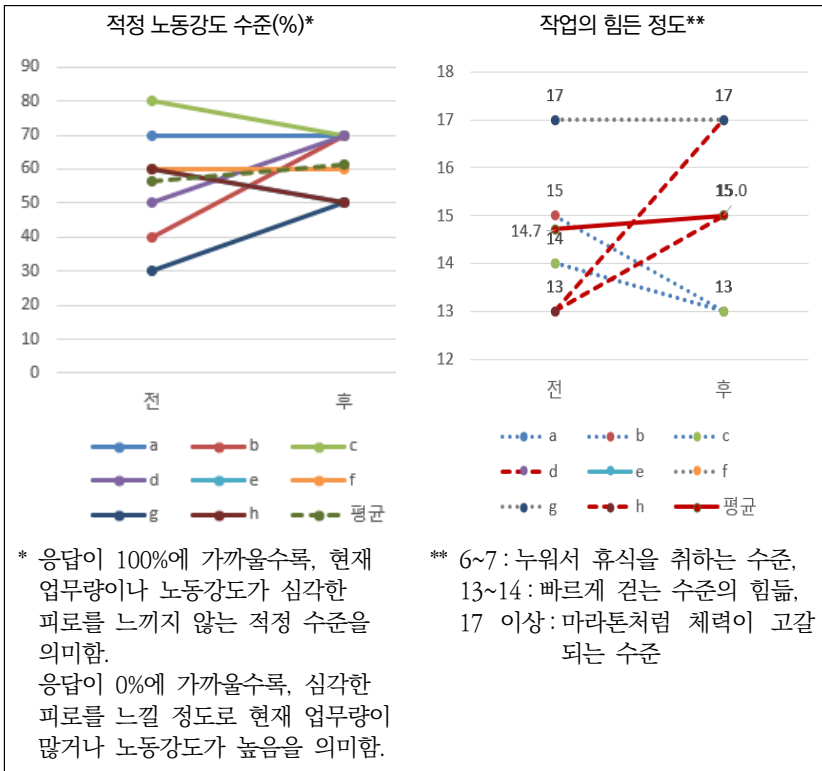
나) 주관적 노동강도 평가

주관적 노동강도는 바람직하다고 생각하는 노동강도 수준, 작업의 힘든 정도, 힘들다고 생각하는 업무 유형으로 구성되었고, 각 업무 유형에 대해 작업자가 생각하는 근골격계 부담 정도와 주관적인 부상의 위험도를 함께 조사하였다.

현재 업무량을 100%로 가정할 때 심각한 피로를 느끼지 않기 위한 노동강도 수준에 대한 응답에서, 로봇 도입 전에는 평균 56%가 되어야 한다고 응답하였고, 로봇 도입 후에는 평균 61%가 되어야 한다고 응답했다. 특히 개별 응답에서, 로봇 도입 전에 50% 이상으로 응답한 작업자는 로봇 도입 후에 같거나 감소하는 양상을, 로봇 도입 전에 50% 미만으로 응답한 작업자는 로봇 도입 후에 증가하는 양상을 보여, 로봇 도입 후에 비교적 유사한 값에 수렴하는 형태를 보였다(그림 5-14).

작업의 힘든 정도에 대한 주관적 평가는 로봇 도입 전 평균 14.7점, 로봇 도입 후 평균 15점으로 유사했고, 로봇 도입 전후 모두 빠르게 걷는 수준 이상의 힘들음을 느끼는 것으로 나타났다. 개별 응답에서는 로봇 도입에 따른 일관된 변

[그림 5-14] 적정 노동강도 수준과 작업의 힘든 정도(B학교)



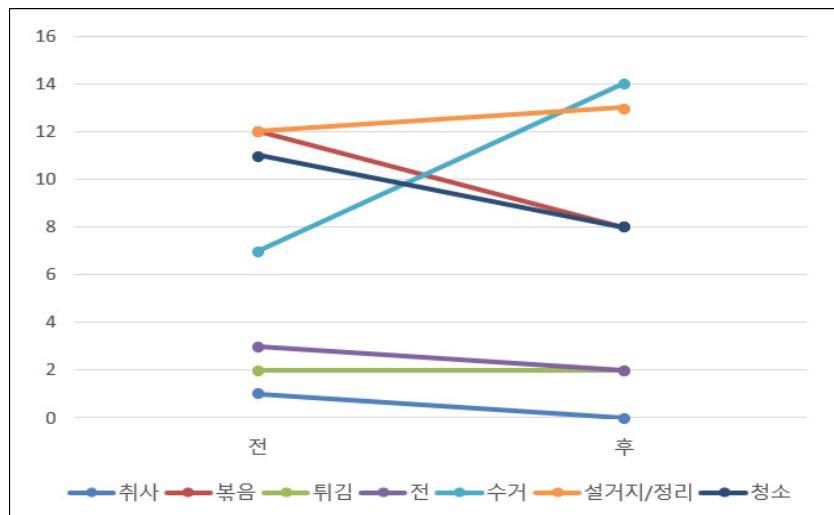
화 양상은 없었으나, 로봇 도입 전에 14점 미만으로 응답한 작업자들은 로봇 도입 후 작업이 더 힘들어졌다고 응답했다(그림 5-14).

작업의 유형을 총 11가지로 분류해 이 중 힘든 작업 세 가지를 선택하여 순위를 매기도록 하였다. 선택한 세 작업의 힘든 순서대로 각각 3점, 2점, 1점의 가중치를 부여해 작업 유형별로 값을 합산하여 평가했다. 그 결과, 청소의 모든 세부 작업 유형(설거짓거리 및 조리도구의 수거과정, 설거지 및 정리과정, 청소)과 볶음 조리작업이 힘든 작업으로 가장 많이 응답되었다. 특히 설거짓거리와 조리도구의 수거 과정과 설거지 및 정리 과정이 로봇 도입 전과 비교해 로봇 도입 후 더 높은 점수를 보였다(그림 5-15).

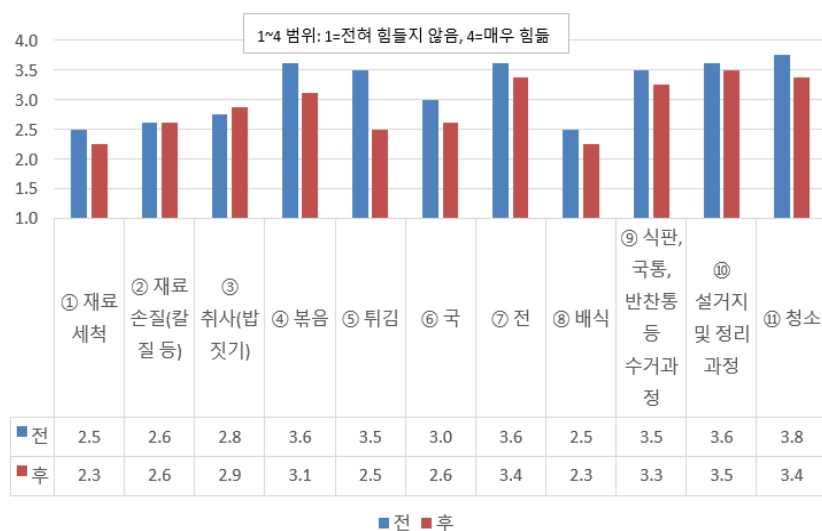
각 작업 유형에 대한 근골격계 부담 정도와 부상의 위험도는 객관식 문항으로 4점 리커트척도를 활용하였고 부정적인 평가일수록 높은 점수를 부여

하였다. 대부분의 작업에서 로봇 도입 후에 로봇 도입 전보다 평균적으로 근골격계 부담과 부상의 위험도가 낮아졌다고 인식한 것으로 조사되었다(그림 5-16, 그림 5-17).

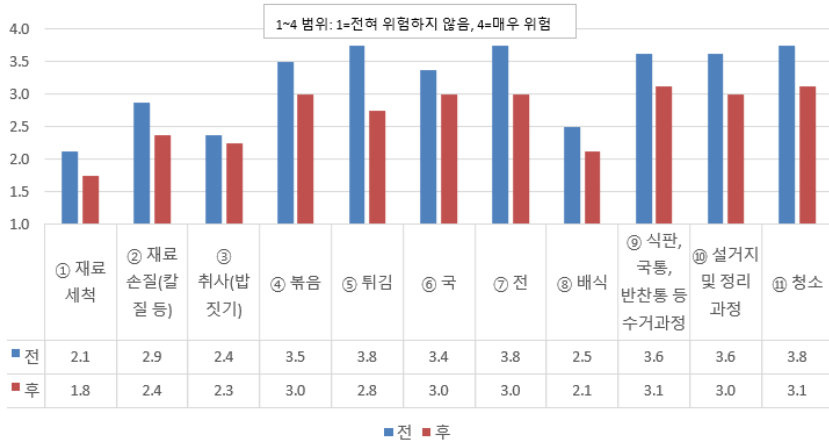
[그림 5-15] 힘든 작업유형(B학교)



[그림 5-16] 각 작업유형의 주관적인 근골격계 부담 정도(B학교)



[그림 5-17] 각 작업유형의 주관적인 부상 위험도(B학교)

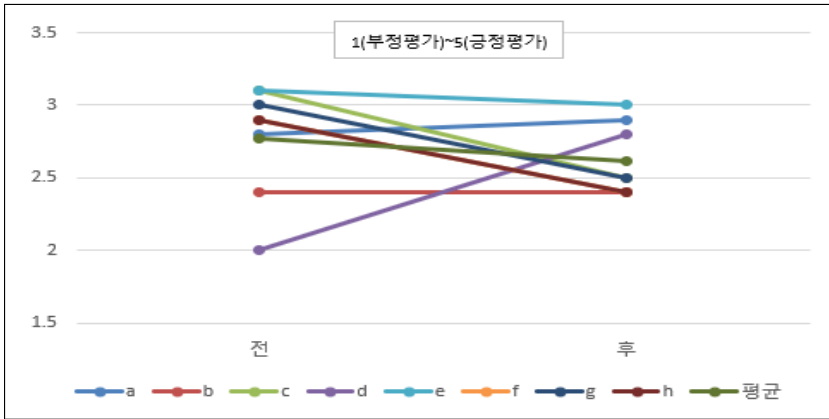


다) 로봇에 대한 수용도

로봇 설치 전, 로봇에 대한 수용도는 로봇에 대한 기대감, 로봇 조작에 대한 자신감, 로봇에 대한 신뢰도를 반영하는 10개의 문항으로 구성하였다. 로봇 설치 후에는 로봇 설치 전 문항과 유사하게 구성하여 로봇 조작에 대한 자신감과 로봇에 대한 신뢰도를 반복 조사하였고, 로봇에 대한 기대감이 충족되었는지 확인하는 문항으로 변경하였다. 모든 문항은 5점 리커트척도로 조사되었고, 긍정적 평가일수록 높은 점수를 부여하여 10개의 문항 점수를 합산해 평균을 구하였다.

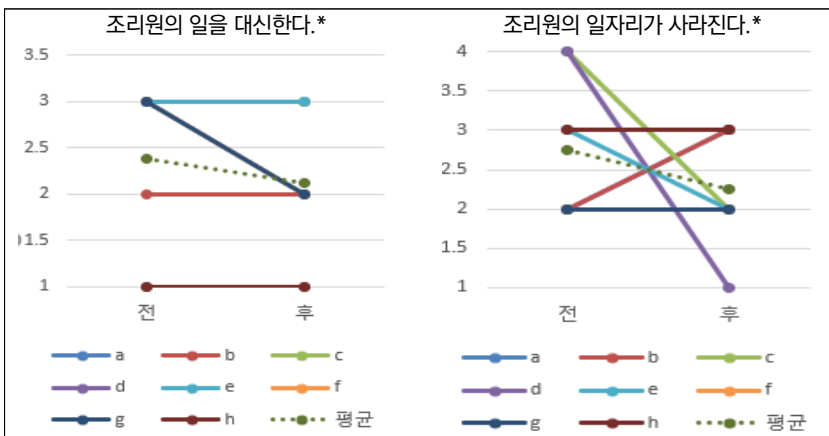
로봇 설치 전후 8명 작업자의 평균 로봇 수용도는 모두 보통 수준(3점) 미만의 결과를 보였다(로봇 설치 전 2.8점, 후 2.6점). 로봇 설치 전, 8명의 작업자 중 두 명에서 보통 수준 이상의 긍정적 로봇 수용도(3.1점)를, 한 명에서 보통 수준(3점)의 로봇 수용도를 보였고, 나머지 다섯 명의 작업자는 보통 수준 미만의 로봇 수용도(2.0-2.9점)를 보였다. 로봇 설치 후에는, 1명의 보통 수준(3점) 응답을 제외하고는 모두 보통 수준 미만의 로봇 수용도를 보였다. 개별 응답 변화를 살펴보면, 과반 이상의 응답자에서 로봇 설치 전보다 후에 로봇 수용도가 감소한 것으로 나타났다. 이는 로봇 도입 후 약 한 달간의 교육과 적응기를 거치는 중 발생하는 수용도 변화일 수 있으며, 중장기적인 수용도 변화에 대해서도 후속적인 평가가 필요할 것으로 보인다.

[그림 5-18] 로봇 수용도 인식 변화(B학교)



이외에도 로봇의 도입이 조리원의 일을 대신할 수 있는지, 조리원의 일자리가 사라질 것으로 생각하는지에 대한 인식도 함께 조사했다. 로봇 도입 전 후 모두 평균적으로 로봇이 조리원의 일을 대신할 수 없다고 생각하였고(전 2.4점, 후 2.1점), 개별 응답에서도 모든 조리원이 로봇이 조리원의 일을 대신하는 데 보통 혹은 그렇지 못할 것이라고 응답하였다. 다만, 로봇 도입 전에 일자리 상실에 대한 우려는 일부 조리원이 보인 것으로 나타났으나, 해당 응답자는 로봇을 사용한 후에는 그렇지 않을 것이라고 변화된 평가를 했다.

[그림 5-19] 로봇의 일자리 대체에 대한 인식(B학교)



주 : * 1점(전혀 동의하지 않음)~5점(매우 동의함).

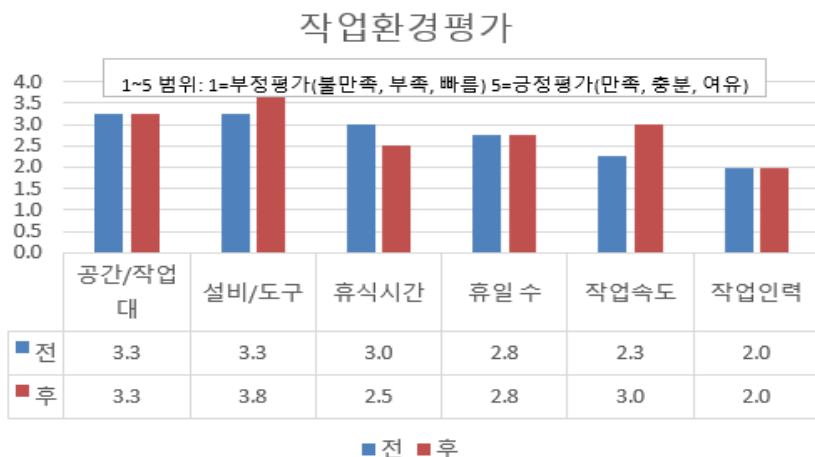
2) C학교급식실 조사 결과

B학교의 인식 조사는 조리로봇이 설치된 날로부터 나흘 뒤에 실시되어, 로봇 도입에 따른 단기적 인식 변화 상태를 파악할 수 있었다. 1명의 조리사와 3명의 조리실무사를 대상으로 조사를 실시했다.

가) 작업환경에 대한 평가

5점 리커트척도를 활용하여 긍정평가일수록 높은 점수를 부여하였고, 4명의 조리원이 응답한 결과를 평균값으로 나타냈다. 로봇 도입 전과 비교했을 때, B학교와 동일하게 휴식시간에 대한 부정평가가 증가하였는데, 로봇의 첫 사용 날 조사되어 낮은 숙련도와 교육시간 증가가 조리시간 증가로 이어지면서 휴식시간이 감소된 것과 연관된 결과로 보인다. 설비 및 도구에 대한 만족도와 작업 속도에 대해서는 긍정평가가 증가했다.

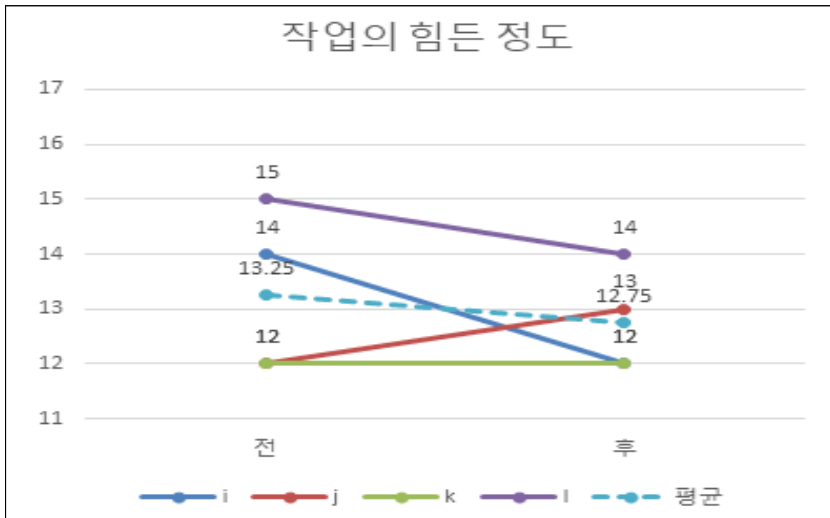
[그림 5-20] 작업환경평가 결과(C학교)



나) 주관적 노동강도 평가

주관적 노동강도는 바람직하다고 생각하는 노동강도 수준, 작업의 힘든 정도, 힘들다고 생각하는 업무유형으로 구성되었고, 각 업무유형에 대해 작업자가 생각하는 근골격계 부담 정도와 주관적인 부상의 위험도를 함께 조사하였다.

[그림 5-21] 작업의 힘든 정도(C학교)

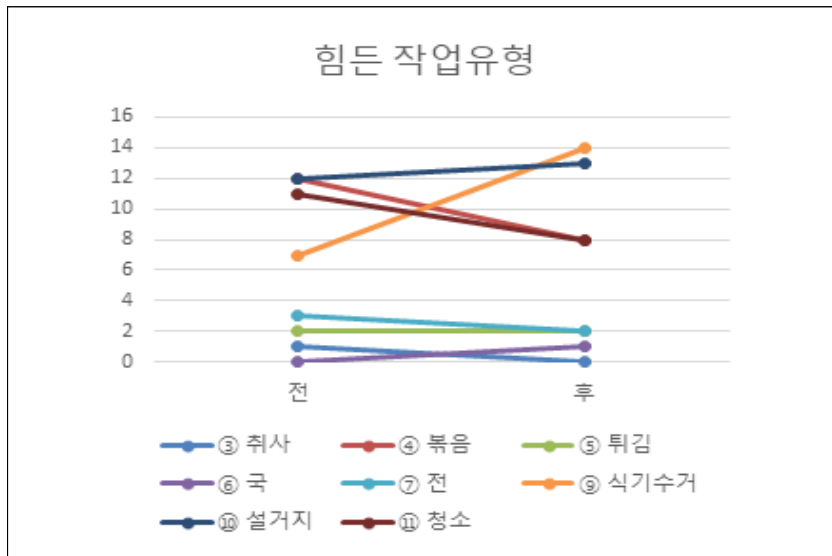


주: 6~7: 누워서 휴식을 취하는 수준, 13~14: 빠르게 걷는 수준의 힘들,
17 이상: 마라톤처럼 체력이 고갈되는 수준.

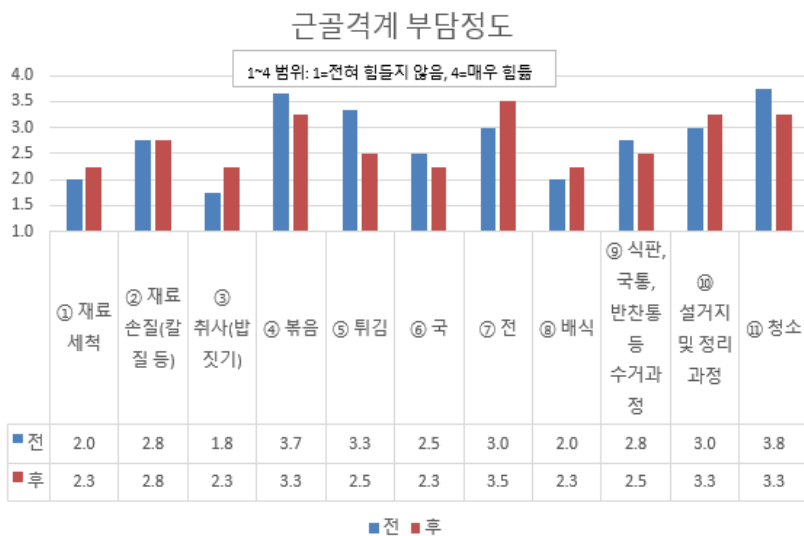
작업의 힘든 정도에 대한 주관적 평가는 로봇 도입 전 평균 13.3점, 로봇 도입 후 평균 12.8점으로 유사했고, 로봇 도입 전후 모두 빠르게 걷는 수준과 유사한 정도의 힘들음을 느끼는 것으로 나타났다. 개별 응답에서는 로봇 도입에 따른 일관된 변화 양상은 없었으나, 로봇 도입 전에 14점 이상으로 응답한 작업자들은 로봇 도입 후 작업의 힘든 정도가 감소했다고 응답했다(그림 5-21). 바람직한 노동강도 수준에 대해서는 무응답자가 존재하고 범위로 응답한 사람이 다수 있어 결과에 포함하지 않았다.

작업의 유형을 총 11가지로 분류해 이 중 힘든 작업 세 가지를 선택하여 순위를 매기도록 하고, 선택한 세 작업의 힘든 순서대로 각각 3점, 2점, 1점의 가중치를 부여해 작업 유형별로 값을 합산하여 평가했다. 그 결과, B학교와 동일하게 청소의 모든 세부 작업유형(설거짓거리 및 조리도구의 수거과정, 설거지 및 정리과정, 청소)과 볶음 조리 작업이 힘든 작업으로 가장 많이 응답되었다. 특히 설거짓거리와 조리도구의 수거 과정과 설거지 및 정리 과정이 로봇 도입 전과 비교해 로봇 도입 후 더 높은 점수를 보였고, 이 변화는 B학교와도 일치했다(그림 5-23).

[그림 5-22] 힘든 작업유형(C학교)



[그림 5-23] 각 작업유형의 주관적인 근골격계 부담 정도(C학교)



각 작업유형에 대한 근골격계 부담 정도와 부상의 위험도는 객관식 문항으로 4점 리커트척도를 활용하였고 부정적인 평가일수록 높은 점수를 부여

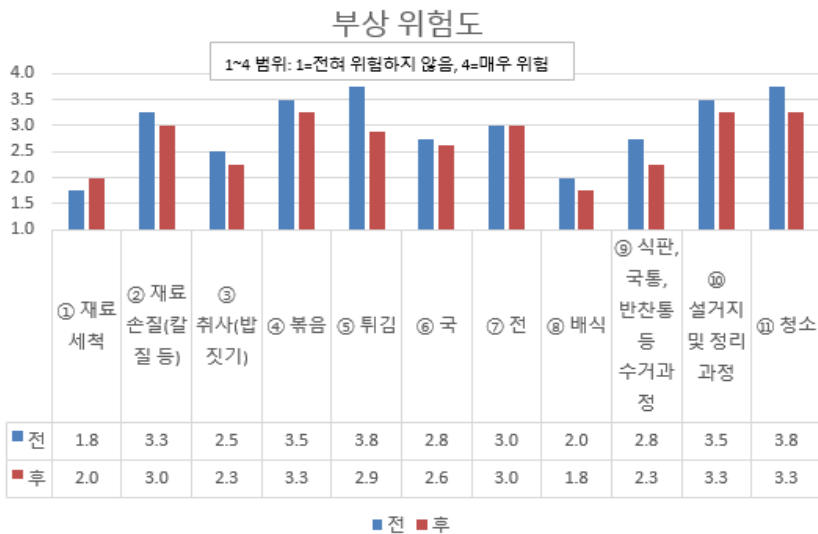
하였다. 볶음, 튀김, 청소작업에서 로봇 도입 후에 로봇 도입 전보다 평균적으로 근골격계 부담과 부상의 위험도가 낮아졌다고 인식한 것으로 조사되었다.

다) 로봇에 대한 수용도

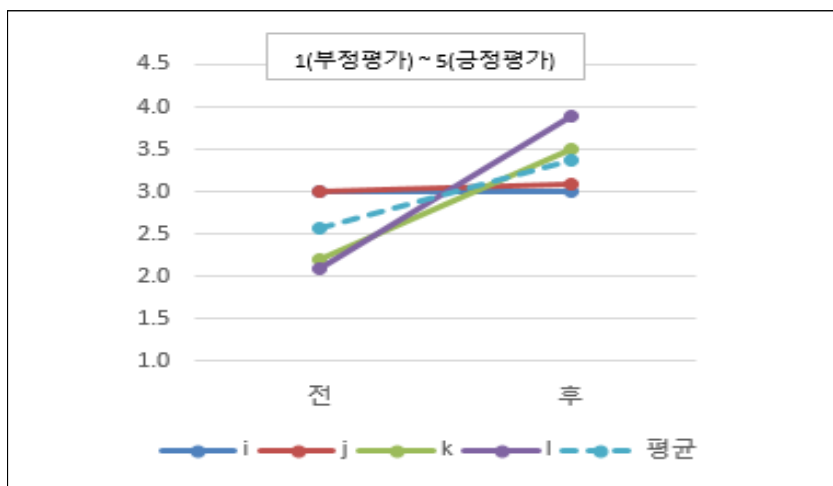
로봇에 대한 수용도는 로봇에 대한 기대감, 로봇 조작에 대한 자신감, 로봇에 대한 신뢰도에 대해 조사하였다. 모든 문항은 5점 리커트척도로 조사되었고, 긍정적 평가일수록 높은 점수를 부여하여 10개의 문항 점수를 합산해 평균을 구하였다.

로봇 설치 후 로봇 수용도가 감소했던 B학교와 달리, 4명의 작업자의 평균 로봇 수용도는 로봇 설치 전에 보통 수준(3점) 미만에서 로봇 설치 후 보통 수준 이상으로 증가했다(로봇 설치 전 2.6점, 후 3.4점). 로봇 설치 전, 4명의 작업자 모두 보통 수준 이하의 낮은 수용도를 보였으나, 로봇 설치 후에는 1명(3점→3점)을 제외하고 모두 수용도가 증가했다. 두 학교 모두 로봇이 도입되기 전의 부정적 인식을 확인할 수 있으며, 작업자의 심리적 수용도에 대해서 미리 다루어져야 할 필요성이 제기된다.

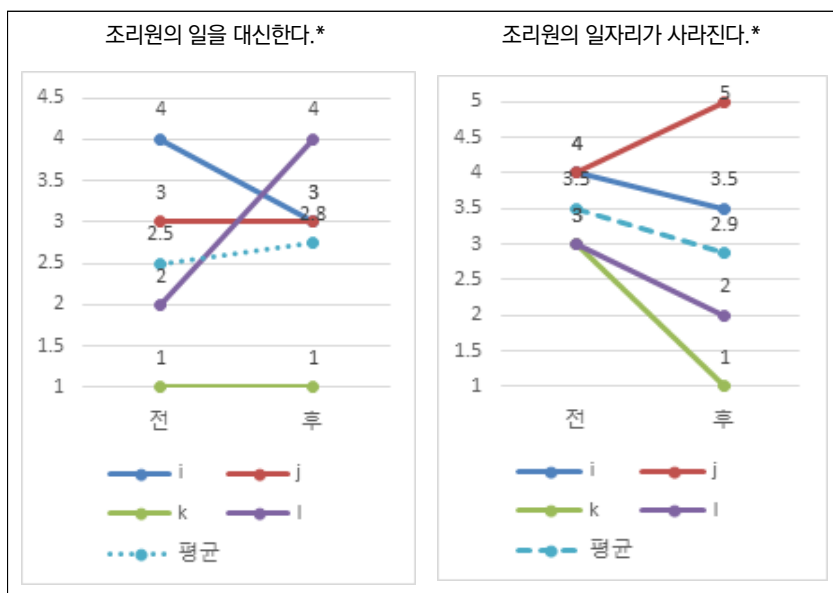
[그림 5-24] 각 작업유형의 주관적인 부상 위험도(C학교)



[그림 5-25] 로봇 수용도 인식 변화(C학교)



[그림 5-26] 로봇의 일자리 대체에 대한 인식(C학교)



주 : * 1점(전혀 동의하지 않음)~5점(매우 동의함).

이외에도 로봇의 도입이 조리원의 일을 대신할 수 있는지, 조리원의 일자리가 사라질 것으로 생각하는지에 관한 인식을 함께 조사하였다. 로봇 도입

전후 모두 평균적으로 로봇이 조리원의 일을 대신할 수 없다고 생각하였고 (전 2.5점, 후 2.8점), 로봇이 도입된 후 개별 응답에서 한 명의 응답자를 제외하고는 로봇이 조리원의 일을 대신하는 데 보통 혹은 그렇지 못할 것이라고 응답하였다. 로봇 도입 전후에 일자리 상실에 대한 우려는 일부 조리원들이 보였으나, 로봇을 사용한 후 평균적인 응답에서는 로봇이 일자리 상실을 유발하지는 못할 것이라고 응답하였다.

제4절 소 결

현재 학교급식실에 도입되는 조리로봇은 서비스 로봇으로서 「식품위생법」상 위생과 관련된 규제는 있으나 노동자의 안전 관련 관리체계는 부재하다. 표준화된 관리체계가 필요하다.

공기질이나 근골격계 부담 등 기존에 학교급식실 조리종사원들의 산업안전환경 문제로 제기되었던 유해요인의 변화 정도를 탐색적으로 측정했을 때, 조리작업 중 흡입할 수 있는 유해인자의 노출 감소 효과에 대해 일부 가능성이 확인되었고, 조리작업 중 몇 가지 단위작업에 대한 근골격계 부담이 대체되는 효과가 관찰됐다. 다만 로봇 도입에 의한 추가적인 근골격계 부담도 발생하여 인간공학적 설비의 도입이 함께 고려돼야 하며, 로봇 도입에 따른 작업자의 심리적 부담감과 로봇 수용도에 대한 문제도 사전에 충분히 다루어질 필요가 있다.

급식실 조리로봇의 경우 로봇 자체에 대한 산업안전보건규제, 설치 과정에서 안전에 대한 고려, 노동자가 참여하는 위험성평가에 기반한 현장 관리가 되어야 한다. 이를 위해 로봇 관련 안전문제를 인지하기 위한 도구로 체크리스트를 제안하였다.

제 6 장 결 론

제1절 주요 연구 결과

본 연구의 목표는 로봇 기술이 노동에 미치는 영향을 분석하여 직무와 산업안전의 변화를 분석하는 것이다. 첫째, 본 연구는 구체적인 로봇이 미치는 영향을 고용량이 아니라 작업과정을 중심으로 살펴본다. 이를 통해 직무별로 영향을 받는 작업을 구체적으로 분석했다. 기술은 직무(job)에 영향을 미칠 수도 있지만 작업(task)에만 영향을 미칠 수도 있다. 영향의 범위에 따라 로봇이 대체하는 작업의 범위가 직무 수준으로 넓어질 수도 있고, 일하는 방식과 일의 의미가 변화할 수도 있기 때문이다. 둘째, 로봇 도입의 이해관계자들이 로봇 도입에 대하여 갖고 있는 인식과 목표에 대해 파악했다. 일터의 변화는 기술만으로 결정되는 것이 아니라 일터를 둘러싼 여러 역학과 노동자들의 대응이 복합적으로 작용하는 것이기 때문이다. 마지막으로 이 연구는 서비스 부문에 도입된 로봇이 산업안전 부문에 미치는 영향과 새로운 쟁점에 대해 탐색했다.

제3장에서는 외식업에서의 서비스 로봇 도입과 일터의 변화 양상을 살펴보았다. 외식업에서 스마트기기를 포함한 푸드테크의 일환으로서 서비스 로봇의 등장과 관련하여, 제3장에서는 로봇 도입의 이유에 대해 홀서빙 인력의 대체 목적과 인력의 보완 목적을 구분하여 제시하였다. 외식업에서의

로봇 도입은 몇 가지 조건이 충족되어야 가능한 것으로 분석되었다. 먼저, 로봇이 이동할 수 있는 공간의 문제가 중요하며, 해당 음식점이 판매하는 음식의 종류와 가격대를 중요한 변수로 볼 수 있다. 서빙로봇 도입을 통한 일터의 변화는 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 고객과 서비스 종사자와의 관계가 변화되었다는 점을 들 수 있다. 둘째, 작업장 안전문제의 변화를 거론할 수 있다. 셋째는 로봇 활용 시 로봇과 사람이 어떻게 조화를 이룰 수 있을 것인가라는 쟁점이다. 로봇이 인력 대체형이든 인력 보완형이든 사람과 함께 일한다고 했을 때, 로봇과 함께 일하는 방식에 대한 교육과 이해가 중요한 상황이라고 볼 수 있다.

제4장에서는 학교급식실 조리로봇 도입 현황, 조리종사원을 포함한 학교급식 관계자들이 조리로봇에 대해 갖는 기대, 실제 조리로봇을 사용하는 조리종사원의 경험을 분석했다. 학교급식의 노동문제는 주로 노동강도, 저임금, 산업안전문제에 집중되어 있다. 조리로봇은 노동강도를 낮추고 산업안전을 개선할 것이라는 기대를 받고 있다. 동시에 교육청, 로봇기업, 조리종사원 등 학교급식 관계자들은 조리로봇과 관련하여 서로 다른 기대를 가지고 있다. 학교급식에서는 조리로봇이 일부 작업을 대신해 조리종사원의 노동강도를 줄여주는 것으로 나타났으며, 근골격계 부담과 고열 노출을 줄여주는 효과가 가장 두드러진다. 그러나 작업을 대체하는 정도는 조리종사원이 수행하는 여러 작업 중 일부에 국한된다.

제5장에서는 급식로봇의 사례를 중심으로 음식점업 조리로봇의 산업안전문제를 다뤘다. 제5장에는 급식실 조리로봇이 사용되는 현장에서 발견된 안전문제의 유형을 확인하고, 로봇 관련 안전문제를 인지하기 위한 도구로 체크리스트를 제안하였다. 공기질이나 근골격계 부담 등 기존에 학교급식실 조리종사원들의 산업안전환경 문제로 제기되었던 유해요인의 변화 정도를 탐색적으로 측정했다. 조리작업 중 작업자가 흡입할 수 있는 유해인자의 노출 감소 효과에 대해 일부 가능성이 확인되었고, 몇 가지 단위작업에 대한 근골격계 부담이 대체되는 효과가 관찰됐다. 다만 로봇 도입에 의한 추가적인 근골격계 부담도 발생하여 인간공학적 설비의 도입이 함께 고려돼야 할 것으로 보인다. 작업자의 로봇 수용도에 관한 조사에서 로봇이 설치되기 전에 전반적으로 낮은 수용도를 보였다. 작업자의 심리적 부담감과 로

봇 수용도에 대한 문제도 사전에 충분히 다루어질 필요가 있다.

제2절 연구의 함의

서비스 로봇이 도입되면서 서비스업 노동현장에서 노동분업의 양식이 다 변화되고 있다. 노동분업의 양식은 작업과정 설계, 직무내용과 직접적으로 연결되어 있으며, 결과적으로 고용에도 영향을 미친다. <표 6-1>은 제3장, 제4장과 인터뷰 및 제5장에서 현장관찰을 통해 확인한 노동분업 다변화 양식을 네 가지로 유형화한 것이다. 각 유형이 서로 배타적으로 구분되는 것은 아니다. 로봇이 일부 작업을 전담하는 것은 생산성을 강화할 수도 있고, 노동대체로 나타날 수도 있다. 이러한 차이는 각 작업장의 작업설계 방식, 사업운영 목표, 비용구조, 산업안전 기준 등에 따라 달라진다.

현재 외식업에서 사용하는 로봇은 여러 작업을 수행할 정도의 수준이 되지 못하며, 따라서 하나의 직무를 완전히 대체하지는 못한다. 조리 전처리 과정 중에서는 야채 절단, 조리과정에서는 워이나 프라이팬 돌리기나 패티

<표 6-1> 로봇 도입으로 인한 노동 변화 유형

유 형	내 용	사 례
노동대체	하나의 작업을 전담하는 로봇 여러 개를 연계(스마트오더·키오스크·서빙로봇 연계) 혹은 일부 작업을 로봇이 전담함	음식점 홀 서비스 외식업 조리 (햄버거 패티구이)
생산성 강화	일부 작업을 로봇이 전담하거나 보완하는 동안, 종업원이 다른 직무를 수행하여 전체적으로 생산성·서비스 수준 향상	카페 음료 제조, 음식점 홀 서비스 (서빙, 초벌구이)
노동강도 감소	로봇이 직무를 대신하지는 못하지만 전체 작업 중 노동력 부하가 심한 동작을 로봇이 대신하여 전체적인 노동강도를 감소시킴	학교급식 조리 외식업 조리 (파스타 조리) 음식점 홀 서비스 (서빙, 퇴식)
효과 없음	로봇 도입의 효과가 미비하여 로봇 철수	퇴식

굽기와 같은 명확하게 정의된 단순 동작만을 할 수 있다. 이렇게 한정적인 동작이 가능한 로봇을 어떻게 배치하느냐에 따라 노동변화의 유형이 달라진다.

작업의 각 단계가 명확히 구분되고, 각 작업 단계에서 수행하는 직무의 구성이 간단하고 표준화 수준이 높으며, 하나의 작업 단계 전체를 로봇이 담당할 수 있을 때 로봇을 통한 노동대체 가능성이 높아진다. 노동대체 유형은 로봇 도입이 노동을 대체하여 고용감소의 효과가 나타나는 경우이다. 햄버거 가게의 햄버거 조리는 야채 손질, 번(햄버거 빵) 데우기, 패티 굽기, 햄버거 조립, 포장의 단계로 이뤄지는데, 로봇이 패티 굽기라는 하나의 작업 단계 대부분을 담당한다. 메뉴 안내-주문은 스마트오더가, 서빙은 서빙로봇이 하도록 여러 개의 기계를 연계하는 경우에도 로봇이 노동을 대체하는 것을 확인할 수 있었다. 특히 로봇에서 음식을 내리거나, 다 먹은 그릇을 로봇에 반납하는 등의 셀프서비스를 통해 고객이 직무의 일부를 분담하는 일도 늘어나고 있다. 생산성 강화 유형은 로봇이 일부 작업을 대체하지만 그것이 전체 노동을 대체하지는 못하는 경우다. 메뉴가 여러 개인 카페의 경우 바리스타 로봇이 커피 샷을 내리는 동안 사람은 다른 음료나 메뉴를 만들 수 있다. 노동강도 감소는 로봇이 하나의 직무를 전담하지 못하고 노동부하가 심한 일부 동작만을 대신하는 경우이다. 학교급식실의 조리로봇이나 냄비가 돌아가는 오토웍 등이 해당한다. 마지막으로 로봇을 도입했지만 효과가 없어 다시 철회시킨 사례도 있었다.

로봇의 도입이 직무의 변화와 노동시장에 미치는 함의는 크게 세 가지이다. 첫째, 노동시장의 양극화로, 특히 노동대체가 나타나는 외식업에서 두드러진다. 외식업 종사자 인터뷰 중 메뉴 가격의 분화, 식사와 외식의 구분에 대한 내용이 자주 등장했다. 끼니를 해결하는 식사와 서비스와 분위기를 함께 즐기는 외식을 구분해야 하며, 호텔과 같은 고급 외식업종에서는 사람의 서비스가 더욱 중요하다는 것이다. 사람이 제공하는 서비스의 의미 자체가 달라질 수 있다. 조리에서도 플레이팅과 같은 분야, 기계가 하지 못하는 청소, 재료의 투입과 배출 등의 단순 업무에서 사람의 손을 필요로 하게 될 것이다. 둘째, 탈숙련화와 숙련 과정의 변화이다. 현재 조리로봇은 학습을 하는 과정으로 여러 가지 세팅을 맞추는 데 조리 경험과 지식을 요구한다. 조

리로봇의 세팅이 어느 정도 표준화된 이후에는 지식과 경험을 수치로 전환하는 작업이 줄어들고, 로봇 사용률이 높아질 것이다. 전문요리사, 조리사가 학습하고, 수련을 쌓을 장소도 줄어들 수 있다. 물론 반대로 로봇을 현장에 적용하는 과정을 매개하는 새로운 직무도 만들어질 수 있다. 이러한 변화는 세 번째 함의로 이어진다. 세부 직무별 변화와 가치 측정이 이뤄져야 한다. 로봇의 도입으로 직무가 새롭게 생기거나, 사라지거나, 변화를 겪게 된다. 직무별로 어떤 영향을 받는지를 파악해야 자동화 시대에 필요한 직무교육의 방향, 노동정책을 만들 수 있다. 더불어 노동강도를 줄이기 위해 어떠한 부분에 자동화기술이 투입되어야 하는지를 파악하는 과정에서도 각 직무별 노동강도나 위험 수준에 대한 분석이 필요하다.

작업장 안전문제에도 변화를 확인할 수 있다. 학교급식 조리로봇과 같이 노동부하 감소를 목표로 삼는 로봇들의 경우 반복 작업에 따른 근골격계 부담을 완화하고 조리흠이나 고열에 노출되는 정도를 낮추는 긍정적 효과가 있다. 하지만 동시에 로봇을 도입할 때 고려해야 할 지점이 있고, 로봇의 도입에 따라 새롭게 나타난 문제도 있다. 외식업과 급식업 모두에서 공통적으로 나타난 문제는 동선의 문제다. 좁은 작업장에 움직이는 로봇이 들어오면서 로봇을 피해 움직이다가 작업자끼리 부딪히거나, 로봇과 작업자가 부딪히는 일이 발생하기 때문이다. 감응형 센서 등을 이용한 로봇 주변의 접근금지 구역 설정이 작업과정을 제대로 반영하지 못하면 작업자들이 접근금지 구역으로 계속 침범하게 된다. 이러한 경우는 표면적으로는 휴먼에러로 보일 수 있겠으나, 동선 설계의 문제로 볼 수 있다. 서빙로봇의 경우 고객과 로봇의 동선이 겹쳐 충돌할 위험도 있다. 특히 종사원들은 어린이와 충돌하는 경우를 가장 큰 위험으로 인식하고 있으며, 어린이 손님이 포함된 고객에게 서빙로봇이 이동할 경우 종업원이 동행하는 곳도 있었다. 로봇도입으로 생긴 변화가 안전에 위험을 초래하는 경우도 있다. 뷔페식당 퇴식로봇의 경우, 빈 접시가 쌓인 바스켓을 종사원이 들어서 내리고 올리는 과정에서 근골격 부담이 늘어났다. 로봇의 오작동에 다치거나, 혹은 오작동에 대처하는 과정에서 다치는 사례도 있었다. 로봇과 함께 일하는 것이 불안감을 야기하거나, 로봇이 야기한 직무의 변화에 대해 불만을 느끼는 일도 있었다. 협동로봇의 기계적 안전시스템뿐만 아니라 협동로봇이 적용되는 작업장의 작업과

정과 특성, 직무내용에 따라 안전관리가 이뤄져야 함을 시사한다.

로봇이 도입되는 과정에서 로봇과 함께 일하는 사람들이 배제되지 않는 로봇 도입 및 변화 과정 관리체계가 필요하다. 로봇을 작업장에 도입한 이후 실제 서비스가 이뤄지는 과정에서 노동자들은 다양한 방식으로 관여하며, 때로는 로봇 도입 전 공간 설계 단계에서 홀 서비스 담당 종사원의 참여가 이뤄지는 경우도 있었다. 하지만 직무내용 변화에 대한 교육, 발생 가능한 사고 사례에 대한 안전교육은 체계화되어 있지 않다. 시간압박 속에서 대량 조리를 해야 하는 학교급식 현장은 사고 위험이 더 높은 만큼 로봇에 대한 이해와 안전교육이 더욱 필요하다.

참고문헌

- 건강한노동세상 · 인천대학교 노동과학연구소(2021), 『학교급식실 노동자
작업조건 실태 및 육체적 작업부하 평가』, 전국교육공무직본부.
- 관계부처 합동(2022), 「농식품산업의 혁신성장을 위한 푸드테크 산업 발전방
안」.
- 고용노동부, 「직종별사업체노동력조사」 각 연도.
- 교육부(2023), 「학교급식실 조리환경 개선 방안」, 2023. 3. 15.
- _____, 「학교급식 실시현황」 각 연도.
- 그레이, 메리 · 수리, 시다스(2019), 『고스트워크』, 신동숙 옮김, 한스미디어.
- 김윤희 · 김진오(2020), 「협동로봇 활용을 위한 작업안전 시나리오 설계 방법
론 연구」, 로봇학회 논문지 15 (3), pp.256~268.
- 램버트, 크레이그(2016), 『그림자 노동의 역습』, 이현주 옮김, 민음사.
- 류요엘(2021), 『바리스타 로봇의 안전관리 방안 연구』, 숭실대학교 대학원 국
내박사학위논문, 서울.
- 류현철(2022), 「산업안전보건과 노사참여 현황」, 『산업안전보건 수준 향상방
안 연구 : 노사관계 차원의 접근』, 한국노동연구원, pp.10~60.
- 박기환 · 최윤영 · 김성휘(2024), 『「2023년 외식업체 경영실태조사」 주요 결
과 및 시사점』, 한국농촌경제연구원.
- 박세정 · 전주용 · 노대영 · 성열용(2023), 『디지털 전환에 따른 음식점업의
일자리 변화 분석』, 한국고용정보원.
- 박수민(2021), 「플랫폼 배달 경제를 뒷받침하는 즉시성의 문화와 그림자 노
동」, 『경제와사회』, 비판사회학회 130, pp.208~236.
- _____(2023), 「앱과 거리를 연결하는 배달노동자 : 디지털 경제 시대의 혼종
적 작업장」, 『경제와사회』, 비판사회학회 139, pp.232~269.
- 방형준 · 노세리 · 노용진 · 이환웅(2022), 『로봇 · 키오스크 확산이 고용에
미치는 영향』, 한국노동연구원.

- 브레이버맨, 해리(1998), 『노동과 독점자본 : 20세기에서의 노동의 쇠퇴』, 이한주 · 강남훈 옮김, 까치.
- 산업통상자원부(2022. 2. 4.), 『충성! 로봇 조리병 육군훈련소 배치, 신고합니다!』, 2022년 2월 4일 보도자료.
- 서울시교육청(2023), 『2024년 학교급식 운영 사업 추진 계획(안)』.
- 이유진 · 이상길 · 서희경 · 최보화 · 최지형(2019), 『조리시 발생하는 공기 중 유해물질과 호흡기 건강영향』, 안전보건공단 산업안전보건연구원.
- 안전보건공단(2022), 『산업용 로봇의 협동작업 안전가이드』.
- 전국여성노동조합(2023), 『학교비정규직 여성노동자 노동안전 실태 연구』.
- 정소윤(2023), 「외식업 인력난은 영업 불가 수준 … 노동 강도 줄이는 것이 관건」, 『음식과 사람』 2023년 6월호, pp.42~47.
- 정영숙 · 이경호 · 서범수(2016), 「서비스 로봇의 안전 및 성능 평가 기술」, 『정보와통신』 33 (8), pp.36~43.
- 조준모 · 박민수 · 조동훈 · 문상균 · 박세정 · 정예성(2020), 『키오스크 확산이 외식업 고용에 미치는 영향』, 한국노동연구원.
- 주보프, 쇼사나(2021), 『감시 자본주의 시대』, 김보영 옮김, 노동옥 감수, 문학사상사.
- 통계청, 「지역별고용조사」 각 연도.
- 하대청(2018), 「루프 속의 프레카리아트」, 『경제와 사회』 118, pp.277~305.
- _____(2024), 「로봇 공포에 관한 흥미롭지만 성공적이지 못한 진단 : 캐슬린 리처드슨(저), 박충환(역), 2023, 『로봇과 AI의 인류학 : 절멸불안을 통해 본 인간, 기술, 문화의 맞물림』 놀민」, 『비교문화연구』 30 (1), pp. 171~181. 10.17249/CCS.2024.6.30.1.171.
- 학교급식실 폐암대책위(2024), 『학교급식실 인원충원 및 처우개선을 위한 제도 개선 연구 포럼』.
- 한국노동안전보건연구소(2022), 「이천 초 · 중 · 고 학교급식실 노동환경 및 건강영향 실태조사」, 이천시비정규직노동자지원센터.
- 한국농촌경제연구원(2024), 『2023 외식업체 경영실태 조사 보고서』.
- 한국로봇산업진흥원(2019), 「급성장하는 서비스 로봇의 안전관리에 관한 조

- 사·분석」, 『KIRIA ISSUE REPORT』, 2019-1호.
- _____(2020), 「음식산업의 대세, 푸드테크 로봇 동향」, 『KIRIA ISSUE REPORT』, 2020-3호.
- 한국로봇산업협회(2018), 『ISO 13482 적합성 인증 절차 요구사항』.
- 한국정보통신기술협회(2021), 『AI·DATA-지능형로봇』.
- Acemoglu, D. and D. Autor(2011), “Skills, tasks and technologies : Implications for employment and earnings”, *Handbook of Labor Economics* 4, pp.1043~1171.
- Acemoglu, D. and P. Restrepo(2019), “Automation and new tasks : How technology displaces and reinstates labor”, *Journal of Economic Perspectives* 33 (2), pp.3~30.
- _____(2020), “The wrong kind of AI? Artificial intelligence and the future of labour demand”, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society* 13 (1), pp.25~35.
- Arntz, M., T. Gregory and U. Zierahn(2016), The risk of automation for jobs in OECD countries : A comparative analysis.
- Autor, D. H.(2013), “The ‘task approach’ to labor markets : An overview”, *Journal for Labour Market Research* 46 (3), pp.185~199, <https://doi.org/10.1007/s12651-013-0128-z>.
- _____(2015), “Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation”, *Journal of Economic Perspectives* 29 (3), pp.3~30.
- Autor, D. H., F. Levy and R. J. Murnane(2003), “The skill content of recent technological change : An empirical exploration”, *The Quarterly journal of economics* 118 (4), pp.1279~1333.
- Benanav, A.(2022), Automation and the future of work. Verso.
- Berx, N., W. Decré, I. Morag, P. Chemweno and L. Pintelon(2022), “Identification and classification of risk factors for human-robot collaboration from a system-wide perspective”, *Computers &*

Industrial Engineering 163, p.107827.

- Brussevich, M., M. E. Dabla-Norris and S. Khalid(2019), "Is technology widening the gender gap? Automation and the future of female employment", International Monetary Fund.
- Chemweno, P., L. Pintelon and W. Decre(2020), "Orienting safety assurance with outcomes of hazard analysis and risk assessment : A review of the ISO 15066 standard for collaborative robot systems", *Safety Science* 129, p.104832.
- Considine, D. M. and G. D. Considine(1986), Robot technology fundamentals. In Standard handbook of industrial automation, Boston, MA : Springer US, pp.262~320.
- Derossi, A., E. Di Palma, J. A. Moses, P. Santhoshkumar, R. Caporizzi and C. Severini(2023), "Avenues for non-conventional robotics technology applications in the food industry" *Food Research International*, p.113265.
- Eggleston, K., Y. S. Lee and T. Iizuka(2021), Robots and labor in the service sector : Evidence from nursing homes (No.w28322). National Bureau of Economic Research.
- Ekbia, H. and B. Nardi(2014), "Heteromation and its (dis) contents : The invisible division of labor between humans and machines", First Monday.
- EU OSHA(2022), "Advanced robotics, artificial intelligence and the automation of tasks : definitions, uses, policies and strategies and Occupational Safety and Health".
- Felten, E., M. Raj and R. Seamans(2021), "Occupational, industry, and geographic exposure to artificial intelligence : A novel dataset and its potential uses", *Strategic Management Journal* 42 (12), pp. 2195~2217.
- _____(2023), Occupational heterogeneity in exposure to generative ai. Available at SSRN 4414065.

- Fox, S. E., S. Shorey, E. Y. Kang, D. Montiel Valle and E. Rodriguez(2023), "Patchwork : the hidden, human labor of AI integration within essential work", *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction* 7(CSCW1), pp.1~20.
- Franklin, C. S., E. G. Dominguez, J. D. Fryman and M. L. Lewandowski (2020), "Collaborative robotics : New era of human-robot cooperation in the workplace", *Journal of Safety Research* 74, pp.153~160.
- Frey, C. B. and M. A. Osborne(2013), "The Future of Employment : How Susceptible are Jobs to Computerization?". Working paper in Oxford Martin School.
- _____(2017), "The future of employment : How susceptible are jobs to computerisation?". *Technological forecasting and social change* 114, pp.254 ~280.
- Gaddis, J. E., and J. Jeon(2022), "Sustainability transitions in agri-food systems : Insights from South Korea's universal free, eco-friendly school lunch program", *In Social Innovation and Sustainability Transition*, Cham : Springer Nature Switzerland, pp.121~137.
- Guiochet, J., D. Martin-Guillerez and D. Powell(2010, November), "Experience with model-based user-centered risk assessment for service robots", *In 2010 IEEE 12th International Symposium on High Assurance Systems Engineering*, IEEE, pp.104~113.
- IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans (2010), "Household use of solid fuels and high-temperature frying", *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans* 95, p.1.
- Irani, L.(2015), "The cultural work of microwork", *New media & society* 17 (5), pp.720~739.
- Iqbal, J., Z. H. Khan and A. Khalid(2017), "Prospects of robotics in food industry", *Food Science and Technology (Campinas)* 37 (2), pp. 159~165.

- Jeon, C., H. H. Shin, S. Kim and H. Jeong(2020), "Talking over the robot : A field study of strained collaboration in a dementia-prevention robot class", *Interaction Studies* 21 (1), pp.85~110.
- Kelly, P., J. Lawlor and M. Mulvey(2017), "Customer roles in self-service Technology Encounters in a Tourism Context", *Journal of Travel & Tourism Marketing* 34 (2), pp.222~238.
- Mateescu, A. and M. M. Elish(2019), "AI in context : the labor of integrating new technologies", Data & Society Research Institute.
- Mejia, C., H. A. Crandell, E. Broker, and M. Shoss(2024), "Working with service robots in the dining room : Employees' perspectives and realities," *Journal of Hospitality and Tourism Technology*.
- Otekhile, C.-A. and M. Zelený(2016), "Self Service Technologies : A Cause Of Unemployment", *International Journal of Entrepreneurial Knowledge* 4 (1).
- Pugh, A. J.(2024), "The Last Human Job : The Work of Connecting in a Disconnected World", Princeton University Press.
- Robla-Gómez, S., V. M. Becerra, J. R. Llata, E. Gonzalez-Sarabia, C. Torre-Ferrero, J. Perez-Oria(2017), "Working together : A review on safe human-robot collaboration in industrial environments", *Ieee Access* 5, pp.26754~26773.
- Rosen, P. H. and S. Wischniewski(2018), "Task design in human-robot-interaction scenarios-Challenges from a human factors perspective", In *Advances in Human Factors and Systems Interaction : Proceedings of the AHFE 2017 International Conference on Human Factors and Systems Interaction*, July 17-21, 2017, The Westin Bonaventure Hotel, Los Angeles, California, USA 8, Springer International Publishing, pp.71~82.
- Rosete, A., B. Soares, J. Salvadorinho, J. Reis and M. Amorim(2020), Service robots in the hospitality industry : An exploratory literature review. In *Exploring Service Science : 10th International Conference*,

- IESS 2020, Porto, Portugal, February 5~7, 2020, Proceedings 10, Springer International Publishing, pp.174~186.
- Solnet, D., M. Subramony, R. C. Ford, M. Golubovskaya, H. J. Kang and M. Hancer(2019), "Leveraging human touch in service interactions : Lessons from hospitality", *Journal of Service Management* 30 (3), pp.392~409.
- Qadri, R. and C. D'Ignazio(2022), "Seeing like a driver : How workers repair, resist, and reinforce the platform's algorithmic visions", *Big Data & Society* 9 (2), 20539517221133780.
- Yoon, Chung Eun(2023), "Technology adoption and jobs : The effects of self-service kiosks in restaurants on labor outcomes", *Technology in Society* 74, p.102336.
- Zacharaki, A., I. Kostavelis, A. Gasteratos, I. Dokas(2020), "Safety bounds in human robot interaction : A survey", *Safety science* 127, 104667.
- 강득구의원실(2023. 9. 8.), 「학교급식종사자 건강검진 결과 발표 및 환기설비 관련 예산 확대 촉구 기자회견」.
- 경향신문(2020. 6. 25.), 「제주, 학교급식소 '음식물쓰레기 감량기'서 잇단 손가락 절단 사고 … 교육청 "기계에 손 넣지 말라" 안이한 대응만」.
- _____(2024. 5. 9.), 「'열악한 노동 환경'이 '부실 급식'으로 … 학생 건강권도 흔들었다」.
- 뉴스민(2022. 1. 19.), 「포항 급식실 폭발사고 피해자들, 비급여 화상 치료 부담 호소」.
- 대한급식신문(2020. 7. 13.), 「학교급식 사각지대, 공동조리교 현대화한다」.
- _____(2022. 2. 9.), 「군급식에 등장한 로봇, 조리업무 대신한다」.
- _____(2023. 1. 11.), 「단체급식에 '조리인력'이 사라지고 있다」.
- _____(2024. 6. 23.), 「방학에도 급여받게 된 제주 급식 노동자들」.
- _____(2024. 9. 4.), 「[이슈] '확대일로' 학교급식 조리로봇, 이대로 괜찮나」.
- _____(2024. 9. 5.), 「안전한 공동조리교 급식, 첫 조례로 제정」
- _____(2024. 9. 30.), 「상용화 앞둔 조리로봇, 속도 붙는 정책과제」.

매일노동뉴스(2023. 10. 5.), 「학교급식실 노동자 폐암 산재인정, 2년 만에 113명」.

머니투데이(2024. 6. 16.), 「같은 서울인데 ... “한 반 10명” 폐교 위기” vs “학생 넘쳐” 콩나물 교실」.

연합뉴스(2024. 9. 11.), 「도입 예정인 6개 학교는 대현초 · 개포초 · 고일초 · 원촌중 · 영동중 · 진선여고로 강남구, 서초구, 강동구에 위치해 있다. 서울교육청, 올해도 급식 로봇 도입...6개 학교에 튀김로봇 보급」.

오마이뉴스(2014. 6. 30.), 「학교급식조리원 사망 원인은 ‘고무다라’?」.

학교급식실 폐암대책위(2024. 3. 19.), 「신학기 학교급식실 결원대책 마련 촉구 기자회견 보도자료」.

한겨레21(2024. 8. 6.), 「“급식 계란 1200개, 오븐 쓰면 맛 없다고 프라이 다 시키더라”」.

[부록 1] B학교 근골격 부담작업 분석 결과30)

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명
2024년 8월 26일	준비 작업	식자재 운반 및 정리

2. 작업특성 및 부담요인

구분	세부내용	구분	세부내용
작업자세	허리 굽힘 작업 / 쪼그려 앉은 작업	부담요인	부자연스러운 자세 / 반복성 / 과도한 힘
작업점 높이	약 14~80cm	부담작업 해당여부	해당사항 없음
중량물 물품명	쌀 포대 / 떡 봉지 / 음료세트	중량물 무게	약 10kg / 16.6kg / 14.8kg

3. 작업장 상황 및 근로자 면담조사

작업장 상황	변화 없음	변화 있음	줄어들음 (인재부터)	늘어남 (인재부터)	기타	근로자 면담조사	
작업 설비	√					작업부하(A)	4
작업량	√					작업빈도(B)	3
작업속도	√					총점수(AXB)	12
업무변화	√						

4. 작업자세 및 평가도구 분석



작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	각도	9.7°	85.6°	65.8°	56.0°	9.9°
	결과	보통	매우높음	높음	높음	보통

분석 결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
	점수	5	4	2
	조치수준	3개선	2관찰	2관찰



작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	각도	14.8°	5.5°	28.1°	24.4°	21.8°
	결과	보통	낮음	보통	낮음	보통

분석 결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
	점수	4	4	1
	조치수준	2관찰	2관찰	1양호

30) B학교 작업환경조사는 한국노동연구원의 의뢰를 받아 서울성모병원 직업환경의학센터에서 수행하였다.

5. 부담요인



부담요인 #1

- 식재료 운반 작업 시 카트 높이(약 14~80cm)로 인해 작업점이 낮아 허리 굽힘이 발생하며, 중량을 취급으로 어깨, 팔, 손목에 과도한 힘으로 인한 신체부담 발생



부담요인 #2

- 냉장고에 식재료 정리 시 목과 허리의 굽힘 및 비틀림이 발생하며, 어깨, 팔에 반복적인 움직임으로 인한 신체부담 발생
- 냉장고 하단부 정리 작업 시 쪼그려 앉은 자세로 하지 부위에 신체부담 발생

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명
2024년 8월 26일	준비 작업	식재료 포장지 제거

2. 작업특성 및 부담요인

구분	세부내용	구분	세부내용
작업자세	업식 작업	부담요인	부자연스러운 자세
작업점 높이	약 60~80cm	부담작업 해당여부	해당사항 없음
중량물 물품명	-	중량물 무게	-

3. 작업장 상황 및 근로자 면담조사

작업장 상황	변화 없음	변화 있음	줄어듦 (언제부터)	늘어남 (언제부터)	기타	근로자 면담조사	
작업 설비	√					작업부하(A)	3
작업량	√					작업빈도(B)	3
작업속도	√					총점수(AXB)	9
업무변화	√						

4. 작업자세 및 평가도구 분석



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
각도	26.0°	11.4°	27.8°	52.8°	25.0°	
결과	높음	보통	보통	높음	높음	

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
점수		4	4	1
조치수준		2관찰	2관찰	1양호



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
각도	25.7°	11.2°	14.0°	29.0°	14.9°	
결과	높음	보통	낮음	보통	보통	

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
점수		4	3	1
조치수준		2관찰	1양호	1양호

5. 부담요인



부담요인 #1

- 식재료 포장지 제거 시 작업점이 낮아(약 60~70cm) 목과 허리 굽힘이 발생하며, 어깨, 팔, 손가락에 반복적인 움직임으로 인한 신체부담 발생
- 가위 사용 시 손목 굴곡 및 손가락 압력으로 인한 신체부담 발생

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명
2024년 8월 26일	전처리 작업	식재료 물 세척

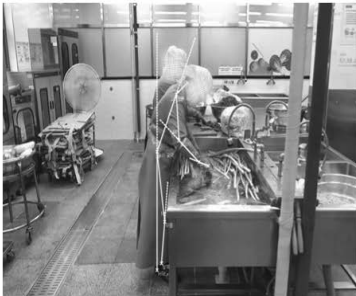
2. 작업특성 및 부담요인

구분	세부내용	구분	세부내용
작업자세	입식 작업	부담요인	부자연스러운 자세 / 반복성
작업점 높이	약 60~80cm	부담작업 해당여부	해당사항 없음
중량물 물품명	-	중량물 무게	-

3. 작업장 상황 및 근로자 면담조사

작업장 상황	변화 없음	변화 있음	줄어듦 (언제부터)	늘어남 (언제부터)	기타	근로자 면담조사	
작업 설비	√					작업부하(A)	3
작업량	√					작업빈도(B)	3
작업속도	√					총점수(AXB)	9
업무변화	√						

4. 작업자세 및 평가도구 분석



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	각도	28.7°	24.5°	29.2°	43.3°	21.7°
	결과	높음	보통	보통	보통	보통

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
	점수	4	5	2
	조치수준	2관찰	2관찰	2관찰



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	각도	18.8°	35.8°	36.8°	24.2°	13.6°
	결과	높음	높음	보통	보통	보통

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
	점수	4	2	2
	조치수준	2관찰	1양호	2관찰

5. 부담요인



부담요인 #1

- 야채 물 세척 작업 시 수평거리가 가까워 목 굽힘이 발생하며, 어깨, 팔, 손목에 반복적인 움직임으로 인한 신체부담 발생
- 싱크대 모서리에 복부 접촉스트레스로 인한 신체부담 발생



부담요인 #2

- 원형 이동카에서 재료(떡볶이 떡) 세척 작업 시 작업점이 낮아(약 60~70cm) 목과 허리 굽힘이 발생하며, 작업 시 손목 굴곡으로 인한 신체부담 발생
- 떡과 같은 단단한 형태의 식재료 작업 시 힘이 더 들어가 손목, 팔 부위에 신체부담이 가중됨

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명
2024년 8월 26일	전처리 작업	식재료 썰기 및 다듬기

2. 작업특성 및 부담요인

구분	세부내용	구분	세부내용
작업자세	입식 작업	부담요인	부자연스러운 자세 / 반복성
작업점 높이	약 60~80cm	부담작업 해당여부	해당사항 없음
중량물 물품명	-	중량물 무게	-

3. 작업장 상황 및 근로자 면담조사

작업장 상황	변화 없음	변화 있음	줄어듦 (언제부터)	늘어남 (언제부터)	기타	근로자 면담조사	
작업 설비	V					작업부하(A)	4
작업량	V					작업빈도(B)	3
작업속도	V					총점수(AXB)	12
업무변화	V						

4. 작업자세 및 평가도구 분석



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	각도	26.8°	13.0°	4.2°	7.7°	23.2°
	결과	높음	보통	낮음	낮음	높음

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
	점수	4	4	1
	조치수준	2관찰	2관찰	1양호



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	각도	29.8°	37.0°	31.9°	42.8°	16.0°
	결과	높음	높음	보통	보통	보통

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
	점수	4	5	2
	조치수준	2관찰	2관찰	2관찰

5. 부담요인



부담요인 #1

- 식재료 칼질 작업 시 수평거리가 가까워 목 굽힘 동작이 발생하며, 팔, 손목에 반복적인 움직임으로 인한 신체부담 발생
- 정적인 입식 자세로 작업하여 허리 및 하지 부위에 신체부담 발생



부담요인 #2

- 원형 이동카에서 식재료 채칼 작업 시 높이가 낮아(약 60~70cm) 목과 허리 굽힘이 발생하며, 어깨, 팔, 손목에 반복적인 움직임으로 인한 신체부담 발생
- 채칼 사용 시 손목 굴곡 및 손가락 압력점으로 인한 신체부담 발생

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명
2024년 8월 26일	전처리 작업	식재료 소분 및 적재

2. 작업특성 및 부담요인

구분	세부내용	구분	세부내용
작업자세	입식 작업	부담요인	부자연스러운 자세 / 반복성 / 과도한 힘
작업점 높이	약 40~150cm	부담작업 해당여부	해당사항 없음
중량물 물품명	소분랙(고기)	중량물 무게	약 7.6 kg

3. 작업장 상황 및 근로자 면담조사

작업장 상황	변화 없음	변화 있음	줄어듦 (언제부터)	늘어남 (언제부터)	기타	근로자 면담조사	
작업 설비	V					작업부하(A)	4
작업량	V					작업빈도(B)	3
작업속도	V					총점수(AXB)	12
업무변화	V						

4. 작업자세 및 평가도구 분석



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
각도	23.7°	8.8°	19.1°	19.8°	10.1°	
결과	높음	낮음	보통	보통	보통	

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
점수	4	3	1	
조치수준	2관찰	1양호	1양호	



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
각도	12.8°	44.3°	49.3°	63.7°	15.6°	
결과	보통	높음	높음	높음	높음	보통

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
점수	4	5	2	
조치수준	2관찰	2관찰	2관찰	

5. 부담요인



부담요인 #1

- 고기 소분 시 작업점이 낮아 목 굽힘이 발생하며, 어깨, 팔, 손목, 손가락에 반복적인 움직임으로 인한 신체부담 발생 (고기의 경우 랙 12개 소분 작업 실시함)



부담요인 #2

- 고기를 랙에 소분(약 7.6 kg)하여 트레이(4단)에 적재 시 높이(약 40~150cm)에 따라 허리 굽힘 및 어깨 위 동작으로 인한 신체부담 발생
- 트레이 이동 시 밀기/당기기 작업으로 어깨, 팔, 손목에 과도한 힘으로 인한 신체부담 발생

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명
2024년 8월 26일	전처리 작업	조리 양념 준비

2. 작업특성 및 부담요인

구분	세부내용	구분	세부내용
작업자세	허리 굽힘 작업	부담요인	부자연스러운 자세 / 반복성
작업점 높이	약 60~70cm	부담작업 해당여부	해당사항 없음
중량물 물품명	-	중량물 무게	-

3. 작업장 상황 및 근로자 면담조사

작업장 상황	변화 없음	변화 있음	줄어듦 (언제부터)	늘어남 (언제부터)	기타	근로자 면담조사	
작업 설비	√					작업부하(A)	2
작업량	√					작업빈도(B)	3
작업속도	√					총점수(AXB)	6
업무변화	√						

4. 작업자세 및 평가도구 분석



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
각도		22.7°	45.5°	52.3°	22.5°	15.4°
결과		높음	매우높음	높음	보통	보통

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
점수		4	5	2
조치수준		2관찰	2관찰	2관찰

5. 부담요인



부담요인 #1

- 양념 준비 작업 시 높이가 낮아(약 60~70cm) 목과 허리 굽힘이 발생하며, 어깨, 팔, 손목에 반복적인 움직임으로 인한 신체부담 발생

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명
2024년 8월 26일	조리 작업	밥짓기

2. 작업특성 및 부담요인

구분	세부내용	구분	세부내용
작업자세	입식 작업	부담요인	부자연스러운 자세 / 과도한 힘
작업점 높이	약 40~140cm	부담작업 해당여부	해당사항 없음
중량물 물품명	쌀 포대	중량물 무게	약 10kg

3. 작업장 상황 및 근로자 면담조사

작업장 상황	변화 없음	변화 있음	줄어들 (언제부터)	늘어남 (언제부터)	기타	근로자 면담조사	
작업 설비	V					작업부하(A)	3
작업량	V					작업빈도(B)	3
작업속도	V					충점수(AXB)	9
업무변화	V						

4. 작업자세 및 평가도구 분석



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
각도	23.5°	18.6°	91.3°	68.4°	16.2°	
결과	높음	보통	높음	높음	보통	

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
점수	4	6	1	
조치수준	2관찰	2관찰	1양호	



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
각도	18.4°	57.8°	37.1°	53.9°	10.4°	
결과	높음	매우높음	보통	높음	보통	

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
점수	4	3	2	
조치수준	2관찰	1양호	2관찰	

5. 부담요인



부담요인 #1

- 세미기에 쌀 포대(약 10kg) 투입 시 허리 굽힘 및 어깨 들림이 발생하며, 중량을 취급으로 인해 어깨, 팔, 손목에 과도한 힘으로 인한 신체부담 발생



부담요인 #2

- 취반기에 쌀과 물 투입 시 취반기 높이에 따라(약 40~140cm) 목과 허리 굽힘 동작으로 인한 신체부담 발생 (3단 취반기 4대 사용 중)
- 뜬 단계 전 밥알 사이 공기층 생성을 위해 주걱으로 섞는 작업 시 손목 굴곡 및 힘으로 인한 신체부담 발생

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명
2024년 8월 26일	조리 작업	고기 및 야채 볶음 조리 (가스레인지)

2. 작업특성 및 부담요인

구분	세부내용	구분	세부내용
작업자세	입식 작업	부담요인	부자연스러운 자세 / 반복성
작업점 높이	약 80~110cm	부담작업 해당여부	해당사항 없음
중량물 물품명	-	중량물 무게	-

3. 작업장 상황 및 근로자 면담조사

작업장 상황	변화 없음	변화 있음	줄어듦 (언제부터)	늘어남 (언제부터)	기타	근로자 면담조사	
작업 설비	√					작업부하(A)	4
작업량	√					작업빈도(B)	3
작업속도	√					총점수(AXB)	12
업무변화	√						

4. 작업자세 및 평가도구 분석



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
각도	23.8°	19.8°	45.1°	45.0°	22.6°	
결과	높음	보통	보통	보통	보통	보통

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
점수	4	5	1	
조치수준	2관찰	2관찰	1양호	



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
각도	18.9°	10.9°	16.2°	35.7°	10.1°	
결과	높음	보통	낮음	보통	보통	보통

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
점수	3	2	1	
조치수준	2관찰	1양호	1양호	

5. 부담요인



부담요인 #1

- 가스레인지에서 고기 및 야채 볶음 조리 작업 시 목 굽힘이 발생하며, 재료가 타지 않게 지속적으로 저어주는 과정에서 어깨, 팔, 손목에 반복적인 움직임으로 신체부담 발생



부담요인 #2

- 볶은 재료를 보관 용기에 담는 작업 시 조리 장비의 크기가 커서 어깨 들림이 발생하며, 조리 장비에 재료 무게까지 더해져 어깨, 팔, 손목에 힘으로 인한 신체부담 발생

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명
2024년 8월 26일	조리 작업	떡볶이 조리 (일반국술)

2. 작업특성 및 부담요인

구분	세부내용	구분	세부내용
작업자세	입식 작업	부담요인	부자연스러운 자세 / 반복성 / 과도한 힘
작업점 높이	약 55~95cm	부담작업 해당여부	2호, 3호, 4호에 해당
중량물 물품명	-	중량물 무게	-

3. 작업장 상황 및 근로자 면담조사

작업장 상황	변화 없음	변화 있음	줄어듦 (언제부터)	늘어남 (언제부터)	기타	근로자 면담조사	
작업 설비	V					작업부하(A)	5
작업량	V					작업빈도(B)	3
작업속도	V					총점수(AXB)	15
업무변화	V						

4. 작업자세 및 평가도구 분석



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	각도	23.5°	2.7°	85.8°	11.0°	22.1°
	결과	높음	낮음	높음	낮음	보통

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
	점수	3	5	1
	조치수준	2관찰	2관찰	1양호



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	각도	23.5°	12.5°	105.1°	42.1°	18.6°
	결과	높음	보통	매우높음	보통	보통

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
	점수	3	5	1
	조치수준	2관찰	2관찰	1양호

5. 부담요인



부담요인 #1

- 떡볶이 재료(떡, 양념장 등) 투입 시 어깨 들림이 발생하며, 용기에 재료 무게까지 더해져 어깨, 팔, 손목에 과도한 힘으로 인한 신체부담 발생
- 일반국수에서 작업 시 높이가 낮아 목 굽힘으로 인한 신체부담 발생



부담요인 #2

- 떡볶이 조리 작업 시 조리도구(식삽)가 길어 어깨 들림 및 손목 굴곡이 발생하며, 어깨, 팔에 반복적인 움직임으로 인한 신체부담 발생

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명
2024년 8월 26일	조리 작업	김말이 튀김 조리 (일반국술)

2. 작업특성 및 부담요인

구분	세부내용	구분	세부내용
작업자세	입식 작업	부담요인	부자연스러운 자세 / 반복성 / 과도한 힘
작업점 높이	약 55~95cm	부담작업 해당여부	2호, 4호에 해당
중량물 물품명	식용유통 / 배식통(김말이)	중량물 무게	약 18kg / 10kg

3. 작업장 상황 및 근로자 면담조사

작업장 상황	변화 없음	변화 있음	줄어들 (언제부터)	늘어남 (언제부터)	기타	근로자 면담조사	
작업 설비	V					작업부하(A)	4
작업량	V					작업빈도(B)	3
작업속도	V					총점수(AXB)	12
업무변화	V						

4. 작업자세 및 평가도구 분석



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
각도	22.5°	14.0°	32.5°	42.5°	13.5°	
결과	높음	보통	보통	보통	보통	보통

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
점수	4	4	1	
조치수준	2관찰	2관찰	1양호	



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
각도	12.5°	3.6°	10.2°	13.8°	17.5°	
결과	보통	낮음	낮음	보통	보통	보통

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
점수	3	3	1	
조치수준	2관찰	1양호	1양호	

5. 부담요인



부담요인 #1

- 튀김 조리 시 일반국솥 높이가 낮아(약 55~95cm) 목 굽힘 및 팔 뻗음 동작으로 인한 신체부담 발생
- 재료를 골고루 튀기기 위해 조리 도구로 저어주는 동작을 반복하여 어깨, 팔에 반복적인 움직임으로 인한 신체부담 발생



부담요인 #2

- 조리 완료된 튀김을 보관 용기에 담는 작업 시 목 굽힘이 발생하며, 튀김이 담긴 기름망을 한 손으로 수취하여 팔, 손목에 힘으로 인한 신체부담 발생

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명
2024년 8월 26일	조리 작업	조리 음식 소분 및 운반

2. 작업특성 및 부담요인

구분	세부내용	구분	세부내용
작업자세	입식 작업	부담요인	부자연스러운 자세 / 반복성 / 과도한 힘
작업점 높이	약 55~95cm	부담작업 해당여부	해당사항 없음
중량물 물품명	-	중량물 무게	-

3. 작업장 상황 및 근로자 면담조사

작업장 상황	변화 없음	변화 있음	줄어듦 (언제부터)	늘어남 (언제부터)	기타	근로자 면담조사	
작업 설비	√					작업부하(A)	3
작업량	√					작업빈도(B)	3
작업속도	√					총점수(AXB)	9
업무변화	√						

4. 작업자세 및 평가도구 분석



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
각도	18.5°	8.5°	22.7°	11.6°	10.0°	
결과	높음	낮음	보통	보통	보통	

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
점수	3	2	1	
조치수준	2관찰	1양호	1양호	



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
각도	11.2°	4.4°	84.8°	32.6°	25.6°	
결과	보통	낮음	높음	보통	높음	

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
점수	3	5	1	
조치수준	2관찰	2관찰	1양호	

5. 부담요인



부담요인 #1

- 조리 완료 음식을 배식통에 담는 작업 시 높이가 낮고(약 55~95cm) 용기가 후면에 위치하여 목 굽힘 및 허리 비틀림 동작으로 인한 신체부담 발생
- 배식통에 담는 작업 시 팔, 손목에 반복적인 움직임과 힘으로 인한 신체부담 발생



부담요인 #2

- 보온 및 보냉고에 배식통 투입 작업 시 적재 위치가 높아 어깨 들림 동작으로 인한 신체부담 발생

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명
2024년 10월 18일	세척 작업	인덕선국물 및 조리로봇 세척

2. 작업특성 및 부담요인

구분	세부내용	구분	세부내용
작업자세	입식 작업	부담요인	부자연스러운 자세 / 반복성
작업점 높이	약 60~140cm	부담작업 해당여부	해당사항 없음
중량물 물품명	-	중량물 무게	-

3. 작업장 상황 및 근로자 면담조사

작업장 상황	변화 없음	변화 있음	줄어듦 (인제부터)	늘어남 (인제부터)	기타	근로자 면담조사	
작업 설비		V				작업부하(A)	3
작업량	V					작업빈도(B)	3
작업속도	V					중점수(AXB)	9
업무변화	V						

4. 작업자세 및 평가도구 분석



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
각도	14.5°	51.2°	57.2°	56.2°	22.4°	
결과	보통	매우높음	높음	보통	보통	

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
점수	4	5	2	
조치수준	2관찰	2관찰	2관찰	



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
각도	3.8°	6.5°	98.7°	43.0°	11.0°	
결과	낮음	낮음	매우높음	보통	보통	

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
점수	4	5	1	
조치수준	2관찰	2관찰	1양호	

5. 부담요인



부담요인 #1

- 조리 로봇 세척 부위에 따라 목 비틀림, 허리 굽힘, 어깨 들림 등 다양한 부자연스러운 자세가 발생하며, 어깨, 팔, 손목에 반복적인 움직임으로 인한 신체부담 발생

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명
2024년 10월 18일	배식 작업	학생급식 배식

2. 작업특성 및 부담요인

구분	세부내용	구분	세부내용
작업자세	임식 작업	부담요인	부자연스러운 자세 / 반복성
작업점 높이	약 100~120cm	부담작업 해당여부	해당사항 없음
중량물 물품명	-	중량물 무게	-

3. 작업장 상황 및 근로자 면담조사

작업장 상황	변화 없음	변화 있음	줄어듦 (현재부터)	늘어남 (현재부터)	기타	근로자 면담조사	
작업 설비	V					작업부하(A)	3
작업량	V					작업빈도(B)	3
작업속도	V					총점수 (AXB)	9
업무변화	V						

4. 작업자세 및 평가도구 분석



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	각도	24.5°	20.0°	26.9°	30.7°	13.6°
	결과	높음	보통	보통	보통	보통

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
	점수	4	4	1
	조치수준	2관찰	2관찰	1양호



작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	각도	11.5°	10.9°	69.7°	65.4°	28.4°
	결과	보통	보통	높음	높음	높음

분석결과	평가도구	RULA	REBA	OWAS
	점수	3	5	1
	조치수준	2관찰	2관찰	1양호

5. 부담요인



부담요인 #1

- 배식작업 시 목 굽힘이 발생하며, 어깨, 팔, 손목에 반복적인 움직임으로 인한 신체부담 발생
- 국의 경우 국자 및 국물의 무게로 인하여 팔, 손목에 힘으로 인해 신체부담이 가증됨

[부록 2] C학교 근골격 부담요인 분석 결과³¹⁾

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	전처리 작업	식재료 물세척	검수된 식재료를 물세척 하는 작업으로 부자연스러운 자세에서 어깨 및 허리 등에 신체부담 발생

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인 및 대책
	● 부담요인 1) 작업 위치가 낮아 허리 및 목에 신체부담 발생 2) 손, 손목 및 어깨에 반복적인 움직임으로 신체부담 발생 3) 정적인 입식 자세로 인한 허리 및 하지 부위에 신체부담 발생 ● 대책 1) 작업 위치 높이 조절 가능하도록 개선이 가능한지 검토 2) 작업 후 스트레칭 및 휴식으로 근육의 긴장감 해소

3. 평가 결과보기

분석결과	평가도구	OWAS	RULA	REBA	작업태도 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	점수	2	5	6		각도	20°	40°	30°	60°	15°
	조치수준	2관찰	3개선	2관찰		결과	높음	높음	보통	보통	보통

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	전처리 작업	식재료 썰기 및 다듬기	조리를 하기 위하여 식재료를 준비하는 작업으로 부자연스러운 자세에서 어깨 및 허리 등에 신체부담 발생

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인 및 대책
	● 부담요인 1) 식재료 갈질 작업 시 목 굽힘 동작이 발생함 2) 손, 손목 및 어깨에 반복적인 움직임으로 신체부담 발생 3) 정적인 입식 자세로 인한 허리 및 하지 부위에 신체부담 발생 ● 대책 1) 작업 위치 높이 조절 가능하도록 개선이 가능한지 검토 2) 작업 후 스트레칭 및 휴식으로 근육의 긴장감 해소

3. 평가 결과보기

분석결과	평가도구	OWAS	RULA	REBA	작업태도 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	점수	1	6	4		각도	20°이상	20°	45°	60°	15°
	조치수준	1알호	3개선	2관찰		결과	높음	보통	보통	보통	보통

31) C학교 작업환경조사는 한국노동연구원의 의뢰를 받아 (주)사람과환경연구소에서 수행하였다.

196 음식점 서비스 로봇 도입이 직무와 작업장 안전에 미치는 영향

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	조리 작업	조리준비	조리 실시 전 식재료를 준비하는 작업으로 부자연스러운 자세에서 목, 허리 등에 신체부담 발생

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인 및 대책
	● 부담요인 1) 작업 위치가 낮아 허리 및 목에 신체부담 발생 2) 손, 손목 및 어깨에 반복적인 움직임으로 신체부담 발생 3) 정적인 입식 자세로 인한 허리 및 하지 부위에 신체부담 발생 ● 대책 1) 작업 위치 높이 조절 가능하도록 개선이 가능한지 검토 2) 물 사용이 없는 작업은 조리대 위에 위치하여 작업 실시 3) 작업 후 스트레칭 및 휴식으로 근육의 긴장감 해소

3. 평가 결과보기

분석결과	평가도구	OWAS	RULA	REBA	작업편식	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	점수	2	6	7		각도	15°	40°	30°	60°	15°
	조치수준	2관찰	3개선	2관찰		결과	보통	높음	보통	보통	보통

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	조리 작업	발짓기	세척한 쌀을 찜기에 넣는 중량을 취급 작업으로 손, 손목, 어깨 및 허리 등에 신체부담 발생

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인 및 대책
	● 부담요인 1) 쌀이 담긴 찜기 용기(5~6Kg)를 들어 찜기에 넣는 작업 시 손, 손목, 어깨 및 허리 등에 신체부담 발생 ● 대책 1) 넣는 위치가 높을 시 발 받침대 사용 가능한지 검토 2) 중량을 취급 시 2인 1조로 작업 3) 작업 후 스트레칭 및 휴식으로 근육의 긴장감 해소

3. 평가 결과보기

분석결과	평가도구	OWAS	RULA	REBA	작업편식	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	점수	2	6	7		각도	10°	10°	30°	60°	15°이상
	조치수준	2관찰	3개선	2관찰		결과	보통	보통	보통	보통	높음

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	조리 작업	식재료 투입	식단 메뉴에 따라 술에 재료를 투입하는 작업으로 손, 손목, 허리 등에 신체부담 발생

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인 및 대책
	● 부담요인 1) 손질이 끝난 식재료를 술에 투입하는 작업 시 손, 손목 및 허리 등에 신체부담 발생 2) 정적인 입식 자세로 인한 허리 및 하지 부위에 신체부담 발생 ● 대책 1) 식재료 용기를 이동식 대차에 올려놓고 작업 2) 작업 후 스트레칭 및 휴식으로 근육의 긴장감 해소

3. 평가 결과보기

분석 결과	평가도구	OWAS	RULA	REBA	작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	점수	1	4	3		각도	20°이상	10°	45°	40°	15°
	조치수준	1양호	2관찰	1양호		결과	높음	보통	보통	보통	보통

1. 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	조리 작업	국 소분	국 조리가 끝난 후 배식을 위하여 소분하는 작업으로 손, 손목, 어깨 및 허리 등에 신체부담 발생

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인 및 대책
	● 부담요인 1) 소분 작업 시 술 높이가 낮아(70cm 이하) 목과 허리 굽힘이 발생 2) 손, 손목 및 팔에 반복적인 움직임으로 신체부담 발생 3) 정적인 입식 자세로 인한 허리 및 하지 부위에 신체부담 발생 ● 대책 1) 작업량에 따라 작업자 교대로 한 작업자에게 무리한 힘의 사용 예방 2) 소분 용기 위치 조정 필요(배식차 이용이 아닌 높이 조절식 대차 혹은 술상부 높이에 맞는 대차 사용) 3) 작업 후 스트레칭 및 휴식으로 근육의 긴장감 해소

3. 평가 결과보기

분석 결과	평가도구	OWAS	RULA	REBA	작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	점수	2	7	8		각도	20°이상	50°	70°	100°	15°이상
	조치수준	2관찰	3개선	3개선		결과	높음	높음	높음	높음	높음

198 음식업 서비스 로봇 도입이 직무와 작업장 안전에 미치는 영향

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	조리 작업	튀김 준비	튀김 투입 전 튀김 가루를 입히는 작업으로 손, 손목 및 어깨 등을 이용한 반복작업 및 불안정한 자세로 허리에 신체부담 발생

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인 및 대책
	● 부담요인 1) 작업 높이가 낮아 목과 허리 굽힘이 발생 2) 손, 손목 및 팔에 반복적인 움직임으로 신체부담 발생 3) 정적인 입식 자세로 인한 허리 및 하지 부위에 신체부담 발생 ● 대책 1) 높이 조절식 대차사용 혹은 작업자 높이에 맞는 작업대 사용 2) 작업 후 스트레칭 및 휴식으로 근육의 긴장감 해소

3. 평가 결과보기

평가 결과	평가도구	OWAS	RULA	REBA	작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	점수	2	5	4		각도	15°	45°	30°	60°	15°이상
	조치수준	2관찰	3개선	2관찰		결과	보통	높음	보통	보통	높음

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	조리 작업	튀김 식재료 투입 (로봇 설치 전)	준비된 튀김 재료를 솥에 투입하는 작업으로 어깨 및 손목, 손 등에 신체부담 발생

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인
	● 부담요인 1) 재료를 체에담아 솥에 투입 하는 과정에서 팔과 허리 등에 신체부담 발생 2) 체에 튀김 재료를 담고 투입하는 과정에서 손, 손목 및 어깨에 반복적인 움직임으로 신체부담 발생 3) 정적인 입식 자세로 인한 허리 및 하지 부위에 신체부담 발생 ● 대책 1) 체에 담은 재료량을 조절하여 팔 등의 무리한 힘의 사용 예방 2) 튀김이 조리되는 시간에 작업자가 잠시 앉을 수 있도록 조치 실시 3) 작업 후 스트레칭 및 휴식으로 근육의 긴장감 해소

3. 평가 결과보기

평가 결과	평가도구	OWAS	RULA	REBA	작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	점수	2	5	4		각도	15°	30°	90°	20°	15°이상
	조치수준	2관찰	3개선	2관찰		결과	보통	보통	높음	높음	높음

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	조리 작업	튀김 조리 실시 (로봇 설치 전)	준비된 튀김 재료를 솥에 투입하여 조리하는 작업으로 어깨, 허리 및 손목, 손 등에 신체부담 발생

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인
	● 부담요인 1) 튀김 식재료를 솥에서 조리하는 과정으로 체를 사용하여 재료를 반복적으로 저어주는 작업으로 손과 팔 및 허리 등에 신체부담 발생 2) 체에 튀김 재료를 담고 검수하는 과정에서 손과 손목에 반복적인 움직임으로 신체부담 발생 ● 대책 1) 튀김 재료 및 소분 그릇을 최대한 작업자와 근접하게 하여 등신을 최소화 2) 튀김이 조리되는 시간에 작업자가 잠시 앉을 수 있도록 조치 실시

3. 평가 결과보기

평가 결과	평가도구	OWAS	RULA	REBA	작업 태도 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	점수	2	6	8		각도	20°이상	30°	45°	60°	15°이상
	조치수준	2관찰	3개선	3개선		결과	높음	보통	보통	높음	높음

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	배식	배식	배식을 실시하는 작업으로 불안정한 자세 및 반복 작업으로 어깨, 허리 등에 신체부담 발생

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인
	● 부담요인 1) 음식을 소량씩 배식하는 과정에서 팔과 허리 등에 신체부담 발생 2) 정적인 입식 자세로 인한 허리 및 하지 부위에 신체부담 발생 ● 대책 1) 배식하는 동안 무게 중심이 장시간 앞으로 쏠리지 않도록 지지대 사용 2) 작업 후 스트레칭 및 휴식으로 근육의 긴장감 해소

3. 평가 결과보기

평가 결과	평가도구	OWAS	RULA	REBA	작업 태도 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	점수	2	6	7		각도	15°	45°	70°	60°	15°이상
	조치수준	2관찰	3개선	2관찰		결과	보통	높음	높음	높음	높음

200 음식점 서비스 로봇 도입이 직무와 작업장 안전에 미치는 영향

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	세척 작업	식기류 및 조리장비 세척	조리가 끝난 술을 손으로 세척하는 작업 시 불안정한 자세로 허리, 목 및 팔 등에 신체부담 발생

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인
	● 부담요인 1) 불안정한 자세로 팔과 허리 등에 신체부담 발생 2) 손과 손목에 과도한 힘 발생 ● 대책 1) 술에 물을 담아 끓여 초벌 세척을 한 후 세척을 실시하여 세척시간 단축 2) 작업 후 스트레칭 및 휴식으로 근육의 긴장감 해소

3. 평가 결과보기

평가 결과	평가도구	OWAS	RULA	REBA	작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	점수	2	5	6		각도	20°	60°	45°	60°	15°이상
	조치수준	2관찰	3개선	2관찰		결과	높음	매우높음	보통	높음	높음

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	세척 작업	식판 애벌세척 준비	식판의 애벌세척을 위해 물에 담그는 작업 시 중량을 취급으로 허리 및 어깨 등에 신체부담 발생

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인
	● 부담요인 1) 중량을 취급으로 손, 손목 및 팔과 허리 등에 신체부담 발생 ● 대책 1) 중량을 취급 시 2인 1조로 실시 2) 작업자 체력에 맞는 양으로 운반 3) 작업 후 스트레칭 및 휴식으로 근육의 긴장감 해소

3. 평가 결과보기

평가 결과	평가도구	OWAS	RULA	REBA	작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	점수	2	6	7		각도	15°	40°	45°	100°이상	15°이상
	조치수준	2관찰	3개선	2관찰		결과	보통	높음	보통	높음	높음

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	세척 작업	식판 애벌세척	식판을 식기세척기 투입 전 애벌세척을 실시하는 작업으로 어깨, 허리 및 손목, 손 등에 신체부담 발생

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인
	● 부담요인 1) 식판을 애벌세척 하는 과정에서 손, 팔 등을 사용하여 식판을 반복적으로 흔들어주는 작업으로 손과 팔 및 허리 등에 신체부담 발생 2) 정적인 입식 자세로 인한 허리 및 하지 부위에 신체부담 발생 ● 대책 1) 한번에 세척하는 식판 수를 최소화 하여 작업자의 근육격계 부담 저감 2) 작업자 2인 협업 실시 검토 3) 작업 후 스트레칭 및 휴식으로 근육의 긴장감 해소

3. 평가 결과보기

분석결과	평가도구	OWAS	RULA	REBA	작업태도	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	점수	2	7	8		각도	20°이상	40°	45°	60°	15°이상
	조치수준	2관찰	3개선	3개선		결과	높음	높음	보통	보통	높음

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	정리 작업	식판 정리작업	세척이 완료된 식판을 소독고에 정리하는 작업 시 중량을 취급으로 허리, 어깨 및 손, 손목 등에 신체부담 발생

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인
	● 부담요인 1) 중량을 취급으로 손, 손목 및 팔과 허리 등에 신체부담 발생 ● 대책 1) 중량을 취급 시 2인 1조로 실시 2) 작업자 체력에 맞는 양으로 운반 3) 작업 후 스트레칭 및 휴식으로 근육의 긴장감 해소

3. 평가 결과보기

분석결과	평가도구	OWAS	RULA	REBA	작업태도	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	점수	2	7	9		각도	10°	40°	45°	80°	15°이상
	조치수준	2관찰	3개선	3개선		결과	보통	높음	보통	높음	높음

202 음식업 서비스 로봇 도입이 직무와 작업장 안전에 미치는 영향

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	정리 작업	잔반 처리	잔반을 음식물 처리통에 담는 작업 시 중량을 취급으로 허리, 어깨 및 손, 손목 등에 신체부담 발생

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인
	● 부담요인 1) 중량을 취급으로 손, 손목 및 팔과 허리 등에 신체부담 발생 ● 대책 1) 중량을 취급 시 2인 1조로 실시 2) 잔반을 여러 용기에 분리하여 담아 한번에 운반하는 중량을 감소 3) 작업 후 스트레칭 및 휴식으로 근육의 긴장감 해소

3. 평가 결과보기

평가 결과	평가도구	OWAS	RULA	REBA	작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	점수	2	7	4		각도	10°	40°	45°	45°	15°이상
	조치수준	2관찰	3개선	2관찰		결과	보통	높음	보통	보통	높음

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	청소 작업	청소	급식실 조리 기구 및 소독기, 냉장고 등의 걸면을 세척하는 작업 시 구부린 자세로 허리에 부담이 발생하며, 손으로 닦는 과정에서 어깨 및 손, 손목 등에 신체부담 발생

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인
	● 부담요인 1) 구부린 자세로 목, 허리 등에 신체부담 발생 2) 손, 손목을 이용한 반복작업 ● 대책 1) 어깨 위높이 및 허리높이 아래 부분을 기구를 사용하여 세척할 수 있는지 검토 2) 작업 후 스트레칭 및 휴식으로 근육의 긴장감 해소

3. 평가 결과보기

평가 결과	평가도구	OWAS	RULA	REBA	작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	점수	2	5	4		각도	20°이상	60°이상	45°	60°	15°이상
	조치수준	2관찰	3개선	2관찰		결과	높음	높음	보통	높음	높음

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	조리 작업	튀김 조리 준비(신규작업) (조리로봇 설치 후)	튀김 조리 중 재료가 서로 붙지 않도록 체를 이용 하여 고르는 작업을 실시하는 과정에서 어깨, 허리 및 손목, 손 등에 신체부담 발생

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인
	● 부담요인 1) 체를 사용하여 튀김 재료를 흔들어 고르는 반복작업을 수행하는 과정에서 손, 팔 및 허리 등에 신체부담 발생 2) 정적인 입식 자세로 인한 허리 및 하지 부위에 신체부담 발생 ● 대책 1) 로봇 작업 시 현재 작업이 불필요 하도록 셋팅 가능한지 유무 검토 2) 작업 후 스트레칭 및 휴식으로 근육의 긴장감 해소

3. 평가 결과보기

평가 결과	평가도구	OWAS	RULA	REBA	작 업 분 석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	점수	2	4	4		각도	20°이상	40°	30°	60°	15°
	조치수준	2관찰	2관찰	2관찰		결과	높음	높음	보통	보통	보통

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	조리 작업	튀김 식재료 투입 및 조리 (조리로봇 설치 후)	로봇을 사용하여 튀김 조리 실시

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인
	● 부담요인 ● 대책

204 음식업 서비스 로봇 도입이 직무와 작업장 안전에 미치는 영향

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	조리 작업	튀김 2차 조리준비(신규작업) (조리로봇 설치 후)	로봇을 사용하여 튀김 조리 후 서로 붙은 음식을 떼어내는 작업을 실시하는 과정에서 어깨, 허리 및 손목, 손 등에 신체부담 발생

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인
	● 부담요인 1) 손을 사용하여 서로 붙은 튀김 음식을 떼어내는 반복작업을 수행하는 과정에서 손, 팔 및 허리 등에 신체부담 발생 2) 정적인 입식 자세로 인한 허리 및 하지 부위에 신체부담 발생 ● 대책 1) 로봇 작업 시 현재 작업이 불필요 하도록 셋팅 가능한지 유무 검토 2) 작업 후 스트레칭 및 휴식으로 근육의 긴장감 해소

3. 평가 결과보기

분석결과	평가도구	OWAS	RULA	REBA	작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	점수	2	5	3		각도	20°이상	40°	30°	60°	15°
	조치수준	2관찰	3개선	1양호		결과	높음	높음	보통	보통	보통

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	조리 작업	튀김 2차 조리실시(신규작업) (조리로봇 설치 후)	로봇을 사용하여 튀김 조리 후 덜 익은 재료를 재 튀기는 작업을 실시하는 과정에서 어깨, 허리 및 손목, 손 등에 신체부담 발생

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인
	● 부담요인 1) 덜 익은 재료를 재 튀기는 반복작업을 수행하는 과정에서 손, 팔 및 허리 등에 신체부담 발생 2) 정적인 입식 자세로 인한 허리 및 하지 부위에 신체부담 발생 ● 대책 1) 로봇 작업 시 현재 작업이 불필요 하도록 셋팅 가능한지 유무 검토 2) 작업 후 스트레칭 및 휴식으로 근육의 긴장감 해소

3. 평가 결과보기

분석결과	평가도구	OWAS	RULA	REBA	작업분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	점수	1	3	2		각도	10°	20°	40°	60°	15°
	조치수준	1양호	2관찰	1양호		결과	보통	보통	보통	보통	보통

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	조리 작업	로봇용 튀김망 준비	로봇 사용 전 튀김망에 준비한 재료를 옮기는 작업 시 불안정한 자세 및 반복 작업으로 손, 팔 및 허리 등에 신체부담 발생

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인
	● 부담요인 1) 작업 높이가 낮아 목과 허리 급힘이 발생 2) 손, 손목 및 팔에 반복적인 움직임으로 신체부담 발생 3) 정적인 입식 자세로 인한 허리 및 하지 부위에 신체부담 발생 ● 대책 1) 높이 조절식 대차사용 혹은 작업자 높이에 맞는 작업대 사용 2) 작업 후 스트레칭 및 휴식으로 근육의 긴장감 해소

3. 평가 결과보기

분석 결과	평가도구	OWAS	RULA	REBA	작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	점수	2	5	3		각도	10°	40°	45°	60°	15°
	조치수준	2관찰	3개선	1양호		결과	보통	높음	보통	보통	보통

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	조리 작업	음식 옮겨 담기	로봇을 사용하여 완성된 튀김을 튀김망에서 배식용 바트리로 옮기는 작업 시 불안정한 자세로 어깨 및 손, 팔, 허리 등에 신체부담 발생

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인
	● 부담요인 1) 작업 높이가 높아 어깨, 허리 등에 신체부담 발생 2) 손, 손목 및 팔에 반복적인 움직임으로 신체부담 발생 ● 대책 1) 높이 조절식 대차사용 혹은 작업자 높이에 맞는 작업대 사용 2) 작업 후 스트레칭 및 휴식으로 근육의 긴장감 해소

3. 평가 결과보기

분석 결과	평가도구	OWAS	RULA	REBA	작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	점수	1	7	7		각도	20°	30°	90°이상	60°	15°
	조치수준	1양호	3개선	2관찰		결과	높음	높음	높음	높음	보통

206 음식점 서비스 로봇 도입이 직무와 작업장 안전에 미치는 영향

1. 조사 대상 개요

조사일자	작업명	단위작업명	작업조건
2024년 10월 31일 ~ 11월 7일	조리 작업	배식용 바트 운반	튀김망에서 배식용 바트를 옮긴 후 이동 대차까지 작업자가 옮기는 작업 시 손목, 팔 및 허리 등에 신체부담 발생

2. 작업자세 및 평가도구 분석

작업자세	부담요인
	● 부담요인 1) 중량을 운반으로 팔, 어깨 및 허리 등에 신체부담 발생 ● 대책 1) 대차를 최대한 작업자 가깝게 위치하여 동선 최소화 2) 작업 후 스트레칭 및 휴식으로 근육의 긴장감 해소

3. 평가 결과보기

평가 항목	평가도구	OWAS	RULA	REBA	작업 분석	부위	목	허리	어깨	팔꿈치	손목
	점수	1	4	6		각도	10°	20°	45°	60°	15°
	조치수준	1양호	2관찰	2관찰		결과	보통	보통	보통	높음	보통

◆ 執筆陣

- 박수민(한국노동연구원 부연구위원)
- 조혁진(한국노동연구원 연구위원)
- 박민영(가톨릭대학교 서울성모병원 임상진료 조교수)
- 최 민(한국노동안전보건연구소 상임활동가)

음식업 서비스 로봇 도입이 직무와 작업장
안전에 미치는 영향

- | | |
|------------|--|
| ▪ 발행연월일 | 2024년 12월 26일 인쇄
2024년 12월 30일 발행 |
| ▪ 발 행 인 | 허 재 준 |
| ▪ 발 행 처 | 한국노동연구원
30147 세종특별자치시 시청대로 370
세종국책연구단지 경제정책동
☎ 대표 (044) 287-6081 Fax (044) 287-6089 |
| ▪ 조 판 · 인쇄 | 도서출판 창보 (02) 2272-6997 |
| ▪ 등 록 일 자 | 1988년 9월 13일 |
| ▪ 등 록 번 호 | 제2015-000013호 |

© 한국노동연구원 2024 정가 10,000원

ISBN 979-11-260-0793-6



한국노동연구원

30147 세종특별자치시 시청대로 370 경제정책동
TEL : 044-287-6083 <http://www.kli.re.kr>



ISBN 979-11-260-0793-6