JESK J Ergon Soc Korea 2022; 41(5): 411-420
https://dx.doi.org/10.5143/JESK.2022.41.5.411
https://jesk.or.kr eISSN:2093-8462

Effect of Physical Workload on Time Perception

Daeyong Yang, Eui Seung Jung

Korea University, Department of Industrial & Management Engineering, Seoul, 02841

신체적 작업 부하가 시간 인지에 미치는 영향

양대용, 정의승

고려대학교 산업경영공학과

Corresponding Author
Eui Seung Jung
Korea University, Department of Industrial & Management Engineering, Seoul, 02841
Email : ejung@korea.ac.kr

Received : August 10, 2022
Revised : August 21, 2022
Accepted : August 26, 2022

Copyright@2022 by Ergonomics Society of Korea. All right reserved.

Objective: This study investigated an effect of a level of physical workload on individual's ability of time perception.

Background: Having a low discrepancy between a clock time and perceived time indicates a good health condition. While previous studies have found an effect of mental workload on perceived time, no study had yet revealed a relationship between physical workload and time perception.

Method: Thirty participants evaluated to assess the subjective physical workload of four different tasks using Borg Category Rating 10. They were, then, asked a perceived time spent on each task to calculate a time perception ratio to a clock time. Heart rate was also measured before and after each task to calculated change in heart rate.

Results: A level of subjective workload, measured by Borg Category Rating 10 (CR 10), was highly correlated with a change in heart rate. Using the two measures of physical workload, we found a strong correlation between a level of physical workload and change in time perception ratio. Also, a level of physical workload, in terms of a change in heart rate and Borg CR 10, could significantly predict a change in time perception ratio with R^2 value of 0.552 and 0.534, respectively.

Conclusion: When participants performed a task with a higher level of physical workload, they tended to think that "time flew".

Application: The result of this study can be applied to determine an appropriate amount of physical workload of a task to lower a discrepancy between a clock time and perceived time.

Keywords: Time perception, Perceived time duration, Physical workload, Heart rate, Borg Category Rating

1. Introduction

깊게 집중하거나 또는 바쁜 활동을 하며 생각보다 많은 시간이 흘렀을 때 "시간이 쏜살 같이 지나갔다"고 생각한다. 즉, 사람은 평소 시간의 흐름에 대해 일정하게 예측을 할 수 있으며, 어떤 특정 요인에 의해 이 흐름에 변화가 생기게 된다는 것을 알 수 있다. 사람이 시간 흐름에 대한 실제 값을 정확하게 예측하는 것은 어렵지만, 정신물리학에서

가장 유명한 Stevens의 Power Law는 실제 값과 인지된 값 사이에 대한 관계를 지수 함수 형태로 정리하였으며(Stevens, 1957), 이 후 실제 시간과 사람들이 인지한 시간 사이에는 지수 함수 형태가 아닌 선형적 관계가 존재한다는 것이 밝혀졌다(Allan, 1979; Eisler, 1976; Weiss, 1981). 인간공학 관점에서 시간을 정확하게 인지 할 수 있는 능력이 중요한 이유는 스스로의 건강상태와 자신이 안전한 상태에 있는가를 인지하는 능력에 직접적인 관련이 있기 때문이다(Meaux and Chelonis, 2003). 따라서, 사람이 인지한 시간은 평소보다 어떤 상황에서 더 빠르게 또는 더 느리게 흐르는 것으로 인지하는가에 대한 연구가 필요하다.

사람의 시간 인지에 영향을 미치는 요인을 찾기 위해 성별, 나이, 체온, 특정 질병의 유무와 같은 내부적 요인과 주변의 밝기 및 소리의 크기 등에 대한 환경적 요인 등에 대해 다양한 연구가 진행되었다(Aschoff and Daan, 1997; Coelho et al., 2004; Eisler and Eisler, 1992; Meaux and Chelonis, 2003; Wearden and Penton-Voak, 1995). 특히, 정신적 작업 부하(mental workload)를 일으키는 여러 원인 중 시간적 제약 또는 작업 수행 능력 등이 시간 인지와 영향이 있는 것이 보고되었다(Hertzum and Holmegaard, 2013). 또한, 우울한 사람일 수록 덜 우울한 사람에 비해 실제 시간과 인지 시간 사이 차이가 더 크게 나타났으며, 높은 작업 부하는 우울의 원인임을 연구를 통해 확인할 수 있다(Greenglass et al., 2003; Kornbrot et al., 2013). 이는 정신적 부하를 유발하는 작업이 사람의 작업 기억(working memory)에 영향을 미쳐 정확한 인지적 판단을 할 수 없게 만들기 때문이다(Block et al., 2010).

작업 부하는 정신적 작업 부하와 신체적 작업 부하(physical workload)로 나눠질 수 있지만, 정신적 작업 부하와 시간 인지간 관계에 대한 연구가 많이 이루어진 것에 비해 단순한 신체적 작업 부하와의 관계에 대한 연구는 이루어 지지 않았다(Myrtek et al., 1994; Young et al., 2015). 또한, 신체적 작업 부하 측정 시 사용하는 생리학적 지표를 정신적 작업 부하를 측정할 때도 참조하였지만, 이는 큰 신체적 활동 없이 정신적 작업 부하만을 측정하기 위한 지표였으며(Hertzum and Holmegaard, 2013; Moray, 1979), 작업의 종류에 따라 정신적 작업 부하에 대한 주관적 지표와 생리학적(physiological) 지표간 결과가 일치하지 않는 경우가 발생할 수 있다(DiDomenico and Nussbaum, 2011; Veltman and Gaillard, 1996, 1998).

한편, 2021년 8월 기준 국내 단순 노무직 종사자가 270만명을 넘어섰으며, 이는 2020년에 비해 10% 이상 증가한 수치이다(Statistics Korea, 2021). 정신적 작업 부하를 발생 시키는 다양한 요인 중 신체적 작업 부하가 포함될 수 있지만(DiDomenico and Nussbaum, 2011), 신체적 부하 이외의 요인을 제외하고 신체적 작업 부하만을 측정하여 시간 인지와의 관계를 확인하기 위한 연구는 여전히 중요한 사회적 이슈이다. 기존 연구를 통해 정신적 작업 부하가 증가할 때 사람은 평소보다 실제 시간이 인지하는 시간에 비해 빠르게 흐른다고 생각하는 것을 확인할 수 있었으며(Hertzum and Holmegaard, 2013), 여러 활동 별 신체적 작업 부하에 대한 주관적 지표와 생리학적 지표, 그리고 실제 시간과 인지 시간 사이 관계에 대한 본 연구를 통해, 신체적 작업 부하의 증가가 정신적 작업 부하와 같이 시간 인지 능력에 동일한 영향이 있는지 도출하는 것을 목표로 하였다.

2. Method

2.1 Participants

기존 연구에 따르면 시간 인지에 대하여 노화가 유의한 영향이 나타나지 않았지만(Coelho et al., 2004), 남성과 여성의 시간 인지에 대한 차이는 유의한 것으로 밝혀졌다(Eisler and Eisler, 1992). 또한, 여성보다는 남성이, 40대 이상의 높은 연령보다는 30대 이하의 낮은 연령에서 신체적 부하에 대한 자각도가 상대적으로 높게 나타났다(Lee and Chung, 2016). 따라서, 본 연구에서는 만 39세 이하의 성인 남성을 대상으로 모집을 진행하였으며, 모집된 30명의 참여자의 평균 연령은 28.73±2.83세였다. 실험 시작 전 모든 참여자에게 연구의 목적 및 절차에 대한 설명 후 연구 참여 동의를 받아 실험을 진행하였다.

2.2 Task

본 연구에서 참여자는 네 가지 작업을 진행하였으며, 각 작업은 조금 무거운 물건(5kg, 작업 2), 무거운 물건(14kg, 작업 3), 매우 무거운 물건(23Kg, 작업 4) 등 세 가지 중량의 물건 옮기기와 물건 없이 걷기(대조군, 작업 1)로 구성되었다. 물건을 반복적으로 들어올릴 때 전체 성인 남성 작업자 중 90퍼센트에게 허용될 수 있는 최대 중량 23.6kg과 NIOSH Lifting guideline의 23.1kg을 참조하여, 본 실험의 최대 중량을 23kg으로 설정하였다(Snook and Irvine, 1967; Steinbrecher, 1994).

2.3 Measures

2.3.1 Heart rate

심박동수는 간단한 측정 방식으로 인해 생리학적 상태를 측정하는 객관적 지표로써 가장 많이 사용되어온 지표 중 하나이다(Roscoe, 1992). 신체적 부하 측정 시 주관적 지표보다 객관적 지표가 우선 시 되기 때문에(Moray, 1979), 신체적 부하를 측정하는 주관적 지표를 검증 할 때 평가 지표로 사용되며, 활동의 종류 및 수준에 따른 심박동수 변화는 많은 연구를 통해 검증되었다(Borg and Kaijser, 2006; Borg et al., 1987).

2.3.2 Borg Category Ratio 10 (Borg CR-10)

Borg의 의해 1982년 개발된 10단계 비율 척도는 0(전혀 힘들지 않음), 0.5(극도로 약함), 1(매우 약함), 2(약함), 3(보통), 4(어느 정도 강함), 5(강함), 7(매우 강함), 그리고 10(극도로 강함)까지의 범위를 통해 운동 부하 및 통증 등을 측정한다(Borg, 1982). 이 밖에도 15, 20, 또는 100단계 척도 등이 존재하지만, 10단계와 100단계 비율 척도가 신체적 부하를 정확하게 측정할 수 있었다(Borg and Kaijser, 2006). 또한, 10단계 비율 척도는 30대 이하 성인 한국 남성을 대상으로 신체 부하를 측정하는데 타당성이 입증되었으므로(Lee and Chung, 2016), 본 연구에서는 Borg의 10단계 비율 척도를 사용하였다.

2.3.3 Time perception ratio (TPR)

실제 소요 시간이 100초인 작업에 대해 A 작업자가 200초가 소요되었다고 생각한다면, A 작업자는 생각보다 시간이 절반 정도 느리게(50%) 흘렀다고 생각하게 된다. 하지만, 같은 작업을 진행한 B 작업자가 생각한 소요 시간이 50초였다면, B 작업자는 생각보다 시간이 두 배 빠르게(200%) 흘렀다고 생각하게 된다. 따라서, 본 연구에서 우리는 시간 인지 비율(Time perception ratio; TPR)을 실제 소요 시간(Clock time duration) 대비 작업자가 인지한 시간(Perceived time duration)이라고 정의하고 다음의 수식을 사용하여 계산하였다.

$$Time\ Perception\ Ratio\ (\%) = \left({Time\ Duration_{Clock}}/{Time\ Duration_{Perceived}}\right) \times 100\%$$

추가적으로, 사람은 실제 소요 시간을 선형적으로 예상할 수 있는 능력이 있으며, 개인의 건강상태, 밝기, 소음 등 환경적 요인에 의해 이 능력의 정확성이 변화할 수 있다(Allan, 1979; Hertzum and Holmegaard, 2013; Kornbrot et al., 2013; Meaux and Chelonis, 2003). 따라서, 본 연구는 참여자들 사이의 인지 비율이 동일한 환경에서도 다를 수 있으나, 개인의 시간 인지 비율은 변수로 고려되지 않았다.

2.4 Procedure

소리, 밝기, 온도 시간 인지에 유의한 영향이 있는 것으로 밝혀진 환경적 요인에 의한 차이를 최소화 하기 위해 실험에 참여하는 모

Figure 1. Subject performing a weight moving task (left); measuring a heart rate (right)

든 참여자에게 실내에서 동일한 조건의 환경을 제공하여 실험이 진행되었으며(Aschoff and Daan, 1997; Eisler and Eisler, 1992; Wearden and Penton-Voak, 1995), 실험 과정은 다음과 같은 순서로 이루어졌다. 첫 번째 순서로, 참여자에게 학습 시간을 제공하기 위해 참여자는 시계를 보지 않은 채 3분간 시간을 세도록 안내했으며, 동시에 진행자는 1분 간격으로 총 세 번 실제 시간을 참여자에게 알려주었다. Figure 1 (left)과 같이 참여자는 A 지점에 있는 20개의 동일한 중량의 물건을 5미터 떨어진 B 지점으로 옮기는 반복 작업을 수행하였으며, Figure 1 (right)에서와 같이 각 작업 시작 전 심박동수를 측정하고, 종료 후 참여자가 생각한 소요시간, Borg의 10단계 비율 척도 기반 신체적 작업 부하 수준에 대한 응답, 그리고 이때의 심박동수 측정을 진행했다. 참여자 별로 각 네 가지의 작업을 무작위 순서로 진행하였으며, 각 작업 종료 후 충분한 휴식 시간을 제공하여 순서에 의한 영향을 최소화하였다.

2.5 Data analysis

실험 과정에서 측정된 심박동수는 작업 수행 전 대비 작업 수행 후 증가된 비율을 확인하기 위해 심박동수 변화량으로 다음과 같이 환산되었다.

$$Change\ in\ Heart\ Rate\ (\%) = \left({Heart\ Rate_{Final}}/{Heart\ Rate_{Initial}} - 1\right) \times 100\%$$

시간 인지 비율, 심박동수 변화량, 그리고 Borg 10단계 비율 척도를 통해 측정한 주관적 신체 작업 부하 등 세 가지의 지표에 대해 일원배치 분산분석을 진행하여 수행 작업에 통계적으로 유의한 차이를 확인 후 특정 작업 별 종속변수 사이에 유의한 차이를 가장 예민하게 도출할 수 있는 Student-Newman-Keuls (S-N-K) 사후검정을 진행하였다. 이 후, 신체적 작업 부하 수준과 시간 인지 비율의 관계를 평가하기 위해 Pearson 상관계수를 산출하였다. 또한, 신체적 작업 부하 수준과 시간 인지 비율간 정량적 관계를 도출하기 위하여 선형 회귀 분석을 하고자 하였으며, 개인차를 표준화 하기 위하여 시간 인지 비율 자체보다 대조 작업에서의 시간 인지 비율(TPR_{ref}) 대비 시간 인지 비율의 변화량(Change in Time Perception Ratio; CTPR)을 독립변수로 회귀 분석하였다.

$$Change\ in\ Time\ Perception\ Ratio_i = \left({Time\ Perception\ Ratio_i}/{Time\ Perception\ Ratio_{ref.}}\right) \times 100\%$$

마지막으로, 주관적 작업 부하 지표와 객관적 작업 부하 지표가 시간 인지 비율과 갖는 각각의 상관관계를 비교하였다. Pearson 상관계수는 0.5 이상일 경우 보통의 상관관계, 0.7 이상일 경우 강한 상관관계, 그리고 0.9 이상일 경우 매우 강한 상관관계로 평가하였으며(Schober et al., 2018), 회귀 분석 모형의 R^2의 값이 0.5 이상일 경우 모형의 설명력이 적합하다고 평가하였다(Moore et al., 2013). 통계적 유의성은 $\alpha = 0.05$ 수준에서 평가되었다. 통계 분석은 IBM SPSS 26를 사용하여 진행되었고(SPSS Inc., Chicago, IL), 상관계수 비교를 위해 웹 기반의 소프트웨어인 Psychometrica를 사용하였다(Lenhard and Lenhard, 2014).

3. Results

3.1 Differences in TPR among the tasks

시간 인지 비율과 두 가지의 신체적 작업 부하 지표에 대해 네 가지 작업 사이 차이를 확인하기 위해 일원배치 분산분석을 진행하였으며, S-N-K 검정을 사용하여 사후검정을 진행하였다. Table 1에서 볼 수 있듯 $\alpha = 0.05$ 수준에서 네 가지 작업 간 신체적 작업 부하에는 객관적 및 주관적 지표 모두 유의한 차이가 있었지만 시간 인지 비율의 경우 작업 1과 2 사이 유의한 차이가 존재하지 않았다. 결과적으로, 낮은 수준의 신체적 부하가 있는 작업 1과 작업 2에서 신체적 부하가 조금 증가하더라도 시간 인지 비율에 영향이 없었지만, 상대적으로 높은 신체적 부하가 있는 작업 3과 작업 4 수행 시 시간 인지 비율의 변화가 발생했다. 따라서, 일정 수준 이상의 신체적 작업 부하가 주어지는 경우 참여자들이 생각한 시간보다 실제 시간이 더욱 빠르게 흘렀다는 것을 확인할 수 있었다.

Table 1. ANOVA and Post hoc tests of the measurements among the four tasks

		n	mean	S.D.	*F*	*p*	S-N-K
TPR	Task 1	30	110.215	10.465	35.267	0.000	1 = 2 < 3 < 4
	Task 2	30	113.029	8.835			
	Task 3	30	125.146	8.469			
	Task 4	30	131.967	9.841			
Change in heart rate	Task 1	30	11.529	5.321	179.504	0.000	1 < 2 < 3 < 4
	Task 2	30	21.660	6.942			
	Task 3	30	43.693	9.379			
	Task 4	30	59.908	12.348			
Borg CR-10	Task 1	30	0.583	0.265	800.468	0.000	1 < 2 < 3 < 4
	Task 2	30	2.067	0.365			
	Task 3	30	5.357	0.850			
	Task 4	30	7.997	0.850			

Note. Student-Newman-Keuls (S-N-K) test was proceeded as Post Hoc

참여자들이 수행한 네 가지의 작업은 신체적 작업 부하를 측정한 주관적 및 객관적 지표에 모두 유의한 차이를 발생시켰으며, 이는 Pearson 상관계수 0.919 (p<0.01)로 두 지표간 매우 강한 상관관계가 있다는 것을 Table 2의 결과를 통해서도 확인할 수 있었다. 또한, 시간 인지 비율은 심박동수 변화량을 통해 측정한 객관적 작업 부하 수준 및 Borg 10단계 비율 척도를 통해 측정한 주관적 작업 부하 수준과 각각 0.598 (p<0.001)과 0.664 (p<0.001)로 적절한 수준의 유의한 상관관계를 갖고 있었다. Psychometrica software를 통해 계산된 시간 인지 비율에 대한 심박동수 변화량과 Borg 10단계 비율 척도의 상관관계 사이의 차이는 p=0.010으로 $\alpha = 0.05$ 수준에서 유의하지 않게 나타났으며, 따라서, 시간 인지 비율은 심박동수 변화량보다 Borg 10단계 비율척도와 더 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

Table 2. Coefficients of Pearson correlation among the measurements

	Time perception	Change in heart rate
TPR	–	–
Change in heart rate	0.598***	–
Borg CR-10	0.664***	0.919***

*p <.05, **p <.01, ***p <.001

추가적으로 심박동수 변화량 값을 통해 주관적 신체 부하 정도를 예측하기 위해 단순 선형 회귀 분석을 실시하였으며, Table 3의 결과와 같이 F=644.525 (p<0.001)로 본 회귀 모형이 적합하다고 할 수 있었다. 또한, $R^2 = 0.845$로 심박수의 변화량은 참여자의 주관적 작업 부하 수준에 대해 84.5%의 높은 설명력을 가진 것을 확인하였다.

Table 3. Effect of change in heart rate on Borg CR-10

	Unstandardized coefficients		Standardized coefficients	$t(p)$	$F(p)$	R^2
	B	Std. Error	Beta			
(Constant)	-0.453	0.205		-2.208	644.525***	0.845
Change in heart rate	0.130	0.005	0.919	25.388***		

*p <.05, **p <.01, ***p <.001

결론적으로, 주관적 및 객관적 지표를 통해 측정된 작업 부하의 수준은 모두 시간 인지 비율에 영향이 있는 것을 확인할 수 있었다. 따라서, 신체적 작업 부하의 수준을 통해 시간 인지 비율의 변화량을 예측하기 위한 단순 회귀 분석을 진행하였다.

3.2 CTPR by a level of physical workload

신체적 작업 부하 수준이 시간 인지의 변화를 예측할 수 있는지 확인하기 위해 심박동수 변화량과 Borg 10단계 비율 척도에 대한 선형 회귀 분석을 실시하였다. 그 결과, Table 4와 같이 심박동수 변화량의 경우 F=120.898 (p<0.001)로 Figure 2의 회귀 모형이 유의하였으며, 이 때의 R^2 값은 0.552로 55.2%의 설명력을 가진 것으로 나타났다. 이를 통해, 특정 작업에 의해 심박동수가 30% 증가하면, 참여자는 신체적 작업 부하가 약할 때(걷기) 대비 약 125%의 속도로 시간이 흐른다고 느꼈다는 것을 확인하였다. 즉, 100초간 천천히 걸으며 심박동수가 약 14% 증가한 참여자가 80초의 시간이 흘렀다고 인지(시간 인지 비율=125%)하였다면, 심박동수가 30% 증가하는 작업 진행 시 시간 인지 비율은 156%로 증가하여 실제 100초의 시간을 약 64초 정도로 인지한 것으로 나타났다.

Table 4. Effect of physical workload (change in heart rate) on CTPR

	Unstandardized coefficients		Standardized coefficients	$t(p)$	$F(p)$	R^2
	B	Std. Error	Beta			
(Constant)	94.857	1.366		69.417***	120.898***	0.552
Change in heart rate	0.368	0.033	0.743	10.995***		

*p <.05, **p <.01, ***p <.001

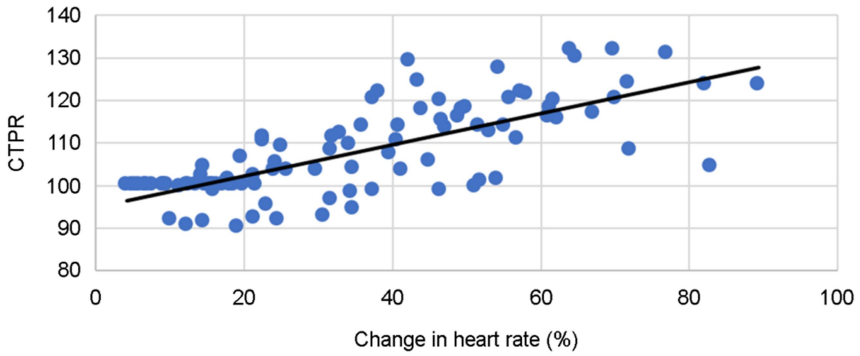

Figure 2. CTPR plotted against change in heart rate

추가적으로, Borg의 10단계 비율 척도는 F=112.503 (p<0.001), R^2 = 0.534로, Figure 3의 모형이 53.4%의 설명력을 가진 유의한 회귀 모형임을 Table 5에서와 같이 확인할 수 있었다. 따라서, Borg 10단계 비율 척도를 통해 특정 작업의 신체적 작업 부하가 5점으로 평가되었을 때, 참여자는 작업 부하 수준이 낮았을 때 대비 약 110%의 속도로 시간이 흐른다고 느꼈다는 것을 알 수 있다.

Table 5. Effect of physical workload (Borg CR-10) on CTPR

	Unstandardized coefficients		Standardized coefficients	t (p)	F (p)	R^2
	B	Std. Error	Beta			
(Constant)	97.207	1.226		79.311***	112.503***	0.534
Borg CR-10	2.586	0.244	0.731	10.607***		

*p <.05, **p <.01, ***p <.001

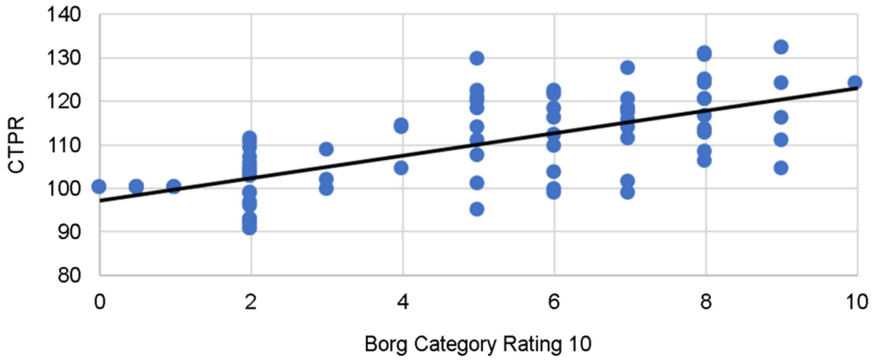

Figure 3. CTPR plotted against Borg Category Rating 10

심박수 변화량과 Borg 10단계 비율 척도는 시간 인지 비율의 변화량에 대해 각각 0.743 (p<0.001)과 0.731 (p<0.001)의 Pearson 상관계수를 갖고 있었다. 다만, Psychometrica software를 통해 두 상관계수를 비교한 결과 p=0.312로 두 상관계수의 차이는 α = 0.05 수준에서 유의하지 않았다. 따라서, 시간 인지 비율의 변화는 심박수 변화량과 Borg 10단계 비율 척도 모두 동일한 수준의 강한 상관관계를 갖는 것을 확인하였다.

4. Discussion

심박수의 변화를 통해 관찰한 신체적 작업 부하 수준은 Borg 10단계 비율 척도를 통해 측정한 신체적 작업 부하 수준과 매우 강한 상관관계가 있는 것을 확인하였으며, 이 결과는 기존 문헌과 일치하는 것을 확인하였다(Borg and Kaijser, 2006). 따라서, 참여자가 수행한 네 가지의 작업을 통해 나타난 주관적 신체 부하 수준과 객관적 신체 부하 수준에 기반하여 시간 인지 비율의 변화를 확인하였다.

기존 연구에서 NASA-TLX의 6가지 척도를 통해 측정한 주관적 지표와 동공 지름 크기의 변화를 통해 측정한 객관적 지표를 사용해 정신적 작업 부하 수준이 시간 인지 비율에 최대 18%의 설명력을 갖는 것을 확인하였다(Hertzum and Holmegaard, 2013). 하지만, 정신적 작업 부하는 다차원적 개념이며 정신적 작업 부하를 유발하는 다양한 원인들과 시간 인지 비율의 관계는 여전히 뚜렷하게 밝혀지지 않았다.

반면, 본 연구에서 심박수 변화량과 Borg의 10단계 비율 척도를 통해 관찰한 신체적 작업 부하의 수준은 시간 인지 비율에 대해 각각

Pearson 상관계수 0.598과 0.664로 적절한 수준의 상관관계를 갖는 것을 확인하였고, Borg의 10단계 비율척도와 시간 인지 비율의 상관관계가 유의한 수준으로 더 높은 것으로 나타났다. 기존 연구에 의해 개인의 시간 인지 비율은 건강상태 등의 영향에 의해 차이가 존재할 수 있으므로, 각 참여자의 작업 1에서의 시간 인지 비율을 기준으로 작업 2, 3, 4를 진행 시 변화된 시간 인지 비율의 정도와 두 가지의 신체적 작업 부하 지표와의 상관관계는 각각 0.743과 0.731로 동일한 수준의 강한 상관관계를 갖는 것으로 나타났다. 특히, R^2 값은 각각 0.552와 0.534로 신체적 작업 부하 수준은 참여자의 신체적 작업 부하가 낮은 수준일 때 대비 시간 인지 비율의 변화량에 대한 예측이 50% 이상의 설명력을 갖는 것으로 나타났다.

다만, 실제 사회에서 이루어지는 노동은 단순 노무직이라고 할지라도 신체적 작업 부하에 더해 정신적 작업 부하도 존재한다. 따라서, 신체적 작업 부하와 정신적 작업 부하가 함께 존재하는 작업을 수행할 때 시간 인지 비율에 어떠한 영향이 있는지 추후 연구가 진행되어야 한다.

5. Conclusion

본 연구를 통해 신체적 작업 부하는 시간 인지 비율에 유의한 영향이 있다는 결과를 도출하였으며, 신체적 작업 부하가 높은 작업을 진행할 수록 실제 시간이 참여자들의 생각보다 더 빠르게 흘렀다는 것을 확인할 수 있었다. 이는 기존 연구에서 정신적 작업 부하의 증가가 시간 인지 비율을 증가시키는 경향을 보인 것과 동일한 것을 확인 할 수 있었다(Hertzum and Holmegaard, 2013). 다만, 본 연구에서는 기존 연구에 대비 시간 인지 비율의 변화에 대한 높은 통계적 유의성을 확인할 수 있었으며, 특히, 30명의 참여자들을 대상으로 진행한 신체적 작업 부하의 수준은 시간 인지 비율을 일정한 수준으로 증가시키며, 50% 이상의 설명력을 갖고 있는 것으로 나타났다.

본 연구는 신체적 작업 부하만을 다루었으며, 실제 산업에서의 적용을 위해 높은 신체적 작업 부하와 정신적 작업 부하가 동시에 주어질 때 시간 인지 능력에 대한 연구가 진행되어야 한다.

시간 인지를 정확하게 하는 것은 작업자의 건강과 밀접하게 연관되어 있기 때문에 인간공학 관점에서 매우 중요한 지표라고 할 수 있으며, 본 연구 결과를 바탕으로 추후 연구를 진행하여 시간 인지 능력과의 관계를 기반으로 작업자의 신체적 작업 부하 수준을 설정하는데 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

Acknowledgement

본 연구는 4단계 두뇌한국21에 의해 지원되었습니다.

References

Allan, L.G., The perception of time. *Perception & Psychophysics*, 26, 340-354, 1979.

Aschoff, J. and Daan, S., Human Time Perception in Temporal Isolation: Effects of Illumination Intensity. *Chronobiology International*, 14, 585-596, 1997. https://doi.org/10.3109/07420529709001449

Block, R.A., Hancock, P.A. and Zakay, D., How cognitive load affects duration judgments: A meta-analytic review. *Acta Psychologica*, 134, 330-343, 2010. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2010.03.006

Borg, E. and Kaijser, L., A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16, 57-69, 2006. https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2005.00448.x

Borg, G., Hassmén, P. and Lagerström, M., Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise.

European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, 56, 679-685, 1987. https://doi.org/10.1007/BF00424810

Borg, G.A.V., Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14, 377-381, 1982. https://doi.org/10.1249 /00005768-198205000-00012

Coelho, M., Ferreira, J.J., Dias, B., Sampaio, C., Martins, I.P. and Castro-Caldas, A., Assessment of time perception: The effect of aging. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10, 2004. https://doi.org/10.1017/S1355617704103019

DiDomenico, A. and Nussbaum, M.A., Effects of different physical workload parameters on mental workload and performance. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41, 255-260, 2011. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2011.01.008

Eisler, H. and Eisler, A.D., Time perception: Effects of sex and sound intensity on scales of subjective duration. *Scandinavian Journal of Psychology*, 33, 339-358, 1992. https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.1992.tb00923.x

Eisler, H., Experiments on Subjective Duration 1868-1975: A Collection of Power Function Exponents. *Psychological Bulletin*, 83, 1154-1171, 1976.

Greenglass, E.R., Burke, R.J. and Moore, K.A., Reactions to Increased Workload: Effects on Professional Efficacy of Nurses. *Applied Psychology*, 52, 580-597, 2003. https://doi.org/10.1111/1464-0597.00152

Hertzum, M. and Holmegaard, K.D., Perceived Time as a Measure of Mental Workload: Effects of Time Constraints and Task Success. *International Journal of Human-Computer. Interaction*, 29, 26-39, 2013. https://doi.org/10.1080/10447318.2012.676538

Kornbrot, D.E., Msetfi, R.M. and Grimwood, M.J., Time Perception and Depressive Realism: Judgment Type, Psychophysical Functions and Bias. PLoS ONE, 8, e71585, 2013. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071585

Lee, O. and Chung, J., Validity of Borg's category ratio 10 scale during maximal-graded exercise testing. *Korean Society of Exercise Physiology*, 25, 92-99, 2016.

Lenhard, W. and Lenhard, A., *Hypothesis Tests for Comparing Correlations*, 2014. https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2954.1367

Meaux, J.B. and Chelonis, J.J., Time perception differences in children with and without ADHD. *Journal of Pediatric Health Care*, 17, 64-71, 2003. https://doi.org/10.1067/mph.2003.26

Moore, D.S., Notz, W. and Fligner, M.A., The basic practice of statistics, 6th ed., student ed. ed. W.H. Freeman, New York, 2013.

Moray, N. (Ed.), Mental workload: its theory and measurement. *Springer New York*, NY, New York; London, 1979.

Myrtek, M., Deutschmann-Janicke, E., Strohmaier, H., Zimmermann, W., Lawerenz, S., Brügner, G. and Müller, W., Physical, mental, emotional, and subjective workload components in train drivers. *Ergonomics*, 37, 1195-1203, 1994. https://doi.org/10.1080/00140139408964897

Roscoe, A.H., Assessing pilot workload. Why measure heart rate, HRV and respiration? *Biological Psychology*, 34, 259-287, 1992. https://doi.org/10.1016/0301-0511(92)90018-P

Schober, P., Boer, C. and Schwarte, L.A., Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126, 1763-1768, 2018. https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864

Snook, S.H. and Irvine, C.H., Maximum Acceptable Weight of Lift. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 28, 322-329, 1967. https://doi.org/10.1080/00028896709342530

Statistics Korea. Supplementary results of the economically active population survey by employment type in August 2021.

Steinbrecher, S.M., The Revised NIOSH Lifting Guidelines: Application in a Hospital Setting. *AAOHN Journal*, 42, 62-66, 1994. https://doi.org/10.1177/216507999404200202

Stevens, S.S., On The Psychophysical Law. *Psychological Review*, 64, 153-181, 1957.

Veltman, J.A. and Gaillard, A.W.K., Physiological indices of workload in a simulated flight task. *Biological Psychology*, 42, 323-342, 1996. https://doi.org/10.1016/0301-0511(95)05165-1

Veltman, J.A. and Gaillard, A.W.K., Physiological workload reactions to increasing levels of task difficulty. *Ergonomics*, 41, 656-669, 1998. https://doi.org/10.1080/001401398186829

Wearden, J.H. and Penton-Voak, I.S., Feeling the heat: body temperature and the rate of subjective time, revisited. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section B*, 48, 129-141, 1995.

Weiss, D.J., The impossible dream of Fechner and Stevens. *Perception*, 10, 431-434, 1981.

Young, M.S., Brookhuis, K.A., Wickens, C.D. and Hancock, P.A., State of science: mental workload in ergonomics. *Ergonomics*, 58, 1-17, 2015. https://doi.org/10.1080/00140139.2014.956151

Author listings

Daeyong Yang: dyang59@korea.ac.kr
Highest degree: BS, Department of Physics, University of Wisconsin-Madison
Position title: Ph.D Student, Department of Industrial & Management Engineering, Korea University
Areas of interest: Ergonomics, UI/UX design and evaluation

Eui Seung Jung: ejung@korea.ac.kr
Highest degree: Ph.D, Department of Industrial & Manufacturing Engineering, Penn State University
Position title: Professor, Department of Industrial & Management Engineering, Korea University
Areas of interest: Ergonomics, UI/UX design and evaluation