

연구논문

농작업자의 생리반응으로 본 착용식 의자의 활용 효과

최정화·설향·류관희*
서울대학교 농업생명과학대학 농가정학과
*서울대학교 농업생명과학대학 농기계학과

Effects of Using convenient Tool (put - on - style - stool) on Farm Worker's Physiological Responses

Choi, Jeong Wha·Seol, Hyang·Ryu, Kwan Hee*
Dept. of Agricultural Home Economics, Seoul National University
*Dept. of Agricultural Machinery, Seoul National University

Abstract : In this study we tried to examine the efficiency of the agricultural convenient tool (put - on - style - stool) by observing subjects' physiological responses. For this we measured subjects' heart rate, oxygen consumption, blood lactate level, mean skin temperature and rectal temperature. The results of this study are as follows; Heart rate was 75 ± 2 beats/min with the put - on - style - stool and 78 ± 2 beats/min without it ($P < 0.01$). Oxygen consumption was 3.88 ± 1.90 ml/kg/min with the Put - on - style - stool and 5.06 ± 0.40 ml/kg/min without it ($P < 0.05$). Blood lactate level was 2.39 ± 0.64 mmol with the put - on - style - stool and 3.38 ± 0.45 mmol without it ($P < 0.05$). Mean skin temperature was lower but rectal temperature was higher with than without the put - on - style - stool ($P < 0.05$ and $P < 0.01$ respectively). So, using the put - on - style - stool was evaluated positively in farmer's work.

Key Words : agricultural convenient tool, work load, heart rate, oxygen consumption, blood lactate level

1. 서 론

대부분의 농작업자는 작물 관리를 할 때 부적절한 자세를 장시간 동안 유지해야 하므로 근골격계 피로 증상을 호소하는 경우가 많다. 특히 시설 재배의 경우에는 키가 낮은 작물이 일반적이어서 작업자가 쪼그리고 앉은 자세로 작업을 하는 경우가 많다. 한 예로 시설 딸기 작업자의 경우, 주로 하는 작업자세는 노동 부담이 큰 '쪼그려 앉음'이 전체 작업시간의 80-90%를 차지하고 있으며, 허

리, 엉덩이, 목부위의 피로를 많이 호소하고 있다 (농촌진흥청, 1992). 요통의 원인은 추간판(椎間板)에 오랜 시간 가해지는 스트레스에 의한 추간판의 변성으로 간주되며, 추골이 자연스러운 S자형 커브로부터 크게 벗어나 그것이 장시간 지속되는 자세일수록 바람직하지 못한 자세라고 할 수 있다. 이를 개선하기 위해 일본에서는 스티로폼 깔판을 이용하여 김매기와 파 정식을 한 경우, 허리와 팔 다리 통증이 12-20% 경감되었다는 보고(農山漁家生活改善研究會, 1986)가 있고, 의자형의 작업차 및 나막신 모양의 작업대를 이용하여 작업

* 본 연구는 1994년도 농촌진흥청 특정과제 연구비에 의해 이루어진 것임.

자세를 개선한 경우 작업의 쾌적성이 향상되었다는 보고(小堀외, 1990)도 있다. 즉 신체에 무리가 가는 자세를 취해야 하기 때문에 요통의 발생이 많은 농작업자의 경우에는 적절한 농작업 편이기를 이용함으로써 바람직한 자세를 취할 수 있게 해주는 것이 건강 개선을 위해서 필수적이라 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 농작업자의 요통 경감을 위해 개발된 편이기기(착용식 의자)를 사용하여 작업하는 경우 농작업자의 생리 반응을 조사, 검토함으로써 이의 이용 효과를 평가하고 나아가 개선점을 제안하고자 한다. 편이기기 이용에 따른 피험자의 작업 생리를 검사하기 위해 심장혈행지표로 심박수율, 호흡 지표로 산소 소비량을, 혈액 화학 지표로 혈중 젖산 농도를 측정하고, 피부온과 직장온을 측정하였다.

2. 실험방법

2.1 피험자

건강한 여자 4명이 피험자로서 실험에 참여하였고, 이들의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

<표 1> 피험자의 신체적 특성

피험자	연령 (세)	신장 (cm)	체중 (kg)	체표면적 ^{a)} (m ²)
C J S	44	146	56	1.487
L J Y	24	167	58	1.663
L K S	23	164	54	1.593
P S D	40	158	60	1.621

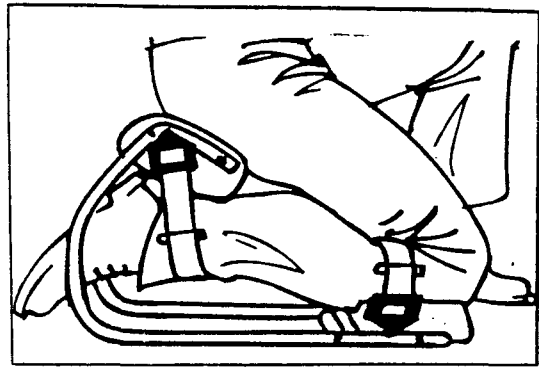
a) 체표면적 : 체중^{0.425} × 신장^{0.725} × 72.46 × 10⁻⁴

2.2 착용식 의자의 특징

본 실험에서 사용한 편이기기의 외형은 <그림 1>에, 이를 이용하여 작업을 하고 있는 피험자의 작업자세는 <그림 2>에 나타났다.

착용식 의자는 강화알루미늄 재질의 본체에 무릎과 엉덩이 부위에 부드러운 쿠션(molded integral foam)이 부착되어 있어서, 쪼그리고 앉은 자

세로 작업을 할 때 무릎을 보호해주고, 엉덩이에 의해 발굽이 눌리는 것을 방지해 줄 뿐 아니라, 사용자의 무릎과 발목을 기기 본체와 연결시켜주는 탄력성이 우수한 끈이 부착되어 있어서, 쪼그린 채로 이동할 때 움직임을 용이하게 해주고, 발목 관절을 지지해준다. 또한 발굽과 발목 관절의 움직임이 자유로워 관절의 가동범위(ROM)이 증대되므로 혈액 순환의 개선이 가능해진다.



<그림 1> 착용식 의자의 외형



<그림 2> 작업자세

2.3 측정항목

피험자는 티셔츠와 바지를 입고 의자에 앉은 자세로 30분간 안정을 취한 후 안정시 심박수를 측정하였다. 작업 동작은 작물관리 작업 내용을 관찰 조사한 결과를 토대로 하여 쪼그려 앉는 자세와 무릎을 바닥에 받치고 앉는 자세를 일정 시간 간격으로 바꾸어가면서 실시하는 모델화된 작물관리 작업을 60분간 수행하였다. 이때 환경 조건은 28℃, 60%RH였다. 피험자의 노동부담 수준을 진단하기 위해 심박수(1분 간격), 산소 소비량과 혈중 젖산 농도(안정시 1회, 작업시 2회, 총 3회), 평균 피부온 및 심부체온(5분 간격)을 측정하였다.

심박수는 벨트형 무선 심박수 측정기(핀란드 Polar사제)를 피험자의 심장 부위에 오도록 하여 가슴 둘레선에 착용하고 작업이 시작되기 10분 전부터 작업이 끝날 때까지 1분 간격으로 측정하였다.

산소 소비량은 Douglas bag과 이동식 호흡 가스 분석기(일본 Sanyei사제, Respina IH26)를 이용하여 안정시와 작업 도중에 5분간씩 총 4회 측정하였다.

작업에 따른 피로도를 알기 위해 젖산 분석기(미국 YSI사제, 1500Sport)를 사용하여 피험자의 손끝에서 채취한 혈액으로 혈중 젖산 농도를 측정하였다.

직장온은 Thermistor(일본 Takara 사제, K923)의 sensor를 직장 내에 12cm 삽입하여 측정하였고, 피부온은 Thermistor의 sensor를 인체의 6개 부위(이마, 흉부, 복부, 전완부, 대퇴부, 하퇴부)의 피부에 밀착되도록 surgical tape(미국 3M 사제, Transpore)로 고정하여 측정하였다. 평균피부온은 Hardy와 DuBois(1938)의 체표면적에 대한 안분 비율에 기초하여 산출하였다.

2.4 자료 분석

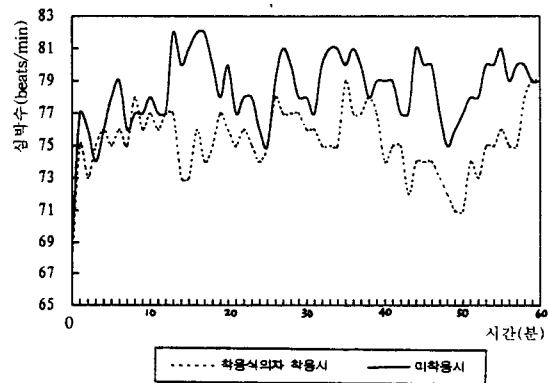
실험에 의해 얻어진 측정치는 GLM(Generalized Linear Model) 분석을 한 후 유의한 항목에 대해 Duncan의 다중검정을 행하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 심박수

작업 시간 경과에 따른 작업자의 심박수의 변화

를 <그림 3>에 나타내었다. 피험자의 안정시의 심박수는 68 beats/min 이었으며, 착용식 의자를 착용했을 때와 착용하지 않았을 때 작업중 평균 심박수는 각각 75 ± 2 (mean \pm S.D)와 78 ± 2 beats/min로, 전자의 경우 후자에 비해 낮았다($p < 0.01$). 이는 착용식 의자 착용으로 인하여 지속적인 근긴장을 유발하는 부적절한 작업자세가 개선되어 농작업 수행시 근작업에 의해 심장에 가해지는 부담이 어느 정도 경감되었기 때문인 것으로 사료된다. 심박수에서의 이러한 결과는 다음의 산소 소비량 결과와도 연관되는데 이는 선행연구(小林의, 1991)의 결과와 일치하는 점이다.



<그림 3> 작업시간 경과에 따른 작업자의 심박수의 변화

3.2 산소 소비량

산소 소비량은 흔히 체내에서의 산열량의 척도로 쓰인다. 본 연구에서 작업시 착용식 의자를 착용했을 때와 착용하지 않았을 때 피험자의 작업중 평균 산소 소비량은 각각 3.88 ± 1.19 (ml/kg/min)와 5.06 ± 0.4 (ml/kg/min)로, 전자의 경우 후자에 비해 적었다($p < 0.05$). 이는 착용식 의자의 착용으로 작업을 위한 에너지 소비량이 감소하였기 때문인 것으로 해석된다. 이 결과는 작업자의 작업 자세와 그에 따른 생리 반응을 관찰하기 위해 누운 자세, 책상 다리, 쪼그림, 의자 자세, 굽혀진 자세, 깊게 구부린 허리, 얇게 구부린 허리, 무릎 편 중허리, 이완 입위, 긴장 입위의 10가지 자세를 취했을 때의 산소 소비량을 측정 비교한 결과, 깊게 구부린 허리, 무릎 편 중허리, 쪼그린 자세와 같은

근육에 무리가 가는 자세를 빈번하게 혹은 장시간 취하기 위해서는 등, 둔부, 하지부와 같이 전체 골격근에서 높은 양을 차지하는 근육군이 작용해야 하기 때문에 에너지 필요량이 증가한다고 보고한 선행연구(佐藤, 1989)의 결과와 일치하였다.

3.3 혈중 젖산 농도

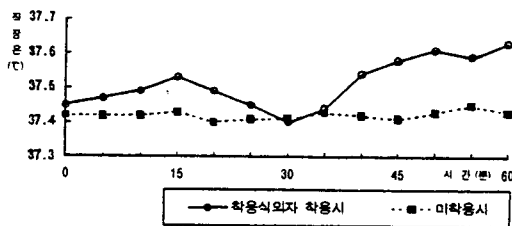
작업시 착용식 의자를 착용했을 때와 착용하지 않았을 때 피험자의 작업중 평균 혈중 젖산 농도는 각각 2.39 ± 0.64 와 $3.38 \pm 0.45 \text{mmol/L}$ 로, 전자의 경우 후자에 비해 낮았다($p < 0.05$). 이는 착용식 의자의 착용으로 인하여 장시간 쪼그리고 앉아서 작업을 할때 산업을 위한 에너지 소비량이 적어 근수축의 부산물로 생성되는 젖산이 덜 생성되어 혈액중에 축적되는 현상이 경감되었기 때문이다.

3.4 평균 피부온 및 심부 체온

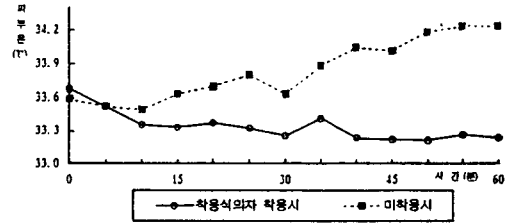
작업중 피부온 및 직장온을 <표 2>에, 시간에 따른 직장온 및 피부온의 변화를 각각 <그림 4>와 <그림 5>에 제시하였다.

<표 2> 작업중 피부온 및 직장온 (단위 : °C)

구 분	착용식 의자 착용	미 착용	유의수준
이마 피부온	34.6 ± 0.5	34.9 ± 0.9	—
가슴 피부온	33.5 ± 0.8	34.3 ± 1.0	$p < 0.01$
복부 피부온	34.2 ± 1.6	33.7 ± 2.5	—
전완 피부온	33.0 ± 0.6	33.4 ± 0.9	—
대퇴 피부온	31.9 ± 0.5	33.6 ± 0.7	$p < 0.01$
하퇴 피부온	33.6 ± 0.5	33.8 ± 0.5	—
평균 피부온	33.3 ± 0.3	33.9 ± 1.0	$p < 0.05$
직 장 온	37.5 ± 0.1	37.4 ± 0.1	$p < 0.01$



<그림 4> 시간에 따른 직장온의 변화



<그림 5> 시간에 따른 피부온의 변화

작업시 착용식 의자를 착용했을 때와 착용하지 않았을 때 피험자의 작업중 평균 피부온은 각각 $33.3 \pm 0.3^\circ\text{C}$ 와 $33.9 \pm 1.0^\circ\text{C}$ 로, 전자의 경우 후자에 비해 낮았고($p < 0.05$), 직장온은 각각 $37.5 \pm 0.1^\circ\text{C}$ 와 $37.4 \pm 0.1^\circ\text{C}$ 로, 전자의 경우 후자에 비해 높았다($p < 0.01$). 이는 작업 환경 온도(약 28°C)가 작업자의 신체에 서열 부담으로 작용하고 있는 상태에서 착용식 의자의 착용으로 인하여 보온 효과가 증대함으로써 심부체온을 상승시켰기 때문이다. 따라서, 덥지 않은 일반 노지 작업이나 추운 환경에서의 작업의 경우에는 착용식 의자의 착용으로 노동 부담이 전반적으로 경감되는 결과를 나타내겠지만, 서열 환경에서 착용식 의자를 사용하기 위해서는 무릎과 엉덩이 부위에 장착한 쿠션의 재질을 통풍성이 우수한 재질로 대체하여 서열 부담을 경감시키는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

4. 결 론

농작업자의 작업자세 개선을 위해 제작된 편이 기기(착용식 의자)를 사용하여 작업하는 경우 농작업자의 노동부담 수준을 진단하기 위해, 심장혈행지표로 심박수를, 호흡 지표로 산소 소비량을, 혈액 화학 지표로 혈중 젖산 농도를 측정하고, 평균 피부온과 직장온을 측정한 결과는 다음과 같다.

1. 작업시 착용식 의자를 착용했을 때와 착용하지 않았을 때 피험자의 작업중 평균 심박수는 각각 $75 \pm 2(\text{beats/min})$ 와 $78 \pm 2(\text{beats/min})$ 로, 전자의 경우 후자에 비해 낮았다($p < 0.01$).

2. 작업시 착용식 의자를 착용했을 때와 착용하지 않았을 때 피험자의 작업중 평균 산소 소비량은

각각 3.88 ± 1.19 (ml/kg/min)와 5.06 ± 0.4 (ml/kg/min)로, 전자의 경우 후자에 비해 적었다 ($p < 0.05$).

3. 작업시 착용식 의자를 착용했을 때와 착용하지 않았을 때 피험자의 작업중 평균 혈중 젖산 농도는 각각 2.39 ± 0.64 (mmol)와 3.38 ± 0.45 (mmol)로, 전자의 경우 후자에 비해 유의하게 낮았다 ($p < 0.05$).

4. 작업시 착용식 의자를 착용했을 때와 착용하지 않았을 때 피험자의 작업중 평균 피부온은 각각 $33.3 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 와 $33.9 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 로, 전자의 경우 후자에 비해 낮았고 ($p < 0.05$), 직장온은 각각 $37.5 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 와 $37.4 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 로, 전자의 경우 후자에 비해 높았다 ($p < 0.01$).

인 용 문 헌

- 농촌진흥청, 1992, 농촌영양개선연수원 1992년도 연구조사보고서. pp181-210.
- 農山漁家生活改善研究會, 1986, 暮らしをつくる農家のアイデア9. p59, 東京.
- 佐藤方彦, 1989, イメージの世界. 井上書院, 東京.
- 小林恭, 小野良孝, 平藤雄之, 1991, 農作業時の心拍數とエネルギー代謝. 農作業研究, 26(別1): 51-52.
- Hardy, J.D. and DuBois, E.F., 1938, The technic of measuring radiation and convection. J. Nutr., 15: 461-475.