

Tracking 작업 수행시의 작업자의 각성 Level 에 관한 고찰

박근상*, Takao Ohkubo**

*전국대학교 산업공학과

**Dept. of Industrial Eng. & Management, Nihon Univ.

abstract

신경감각적 작업의 대표적인 작업중의 하나인 트래킹작업을 대상으로 작업전후에 취하는 휴식방법이 작업시간과 작업자의 각성 레벨에 미치는 영향을 명백히 하기 위하여 피실험자로서 8명의 남자대학생을 선발하여 휴식시간에 bio-feedback법을 5분간 이용, 10분간 이용, 이용하지 않았을 경우의 3종류의 휴식방법을 취하게 한후 작업자의 심신반응과 작업수행도를 측정하였다. 결과로서 뇌파, 심박수및 CFF값의 변동에서는 휴식방법에 따라 작업수행시에 유의한 차를 나타내었고 작업수행도에서도 심신반응 패턴과 상관관계를 보여 주었다. 이러한 결과로부터 본 연구의 대상으로 선정된 Tracking작업과 같은 신경감각적 작업을 수행할 때의 휴식을 취하는 방법 그중에서도 특히 Bio-feedback법을 이용한 심신의 리럭스제이션에 의한 효과가 작업수행시의 각성 레벨의 저하 방지에 유효하게 작용하며 작업후의 회복효과를 한 층 더 높이는 작용을 한다는 것을 확인할 수 있었다.

1. 서론

우리는 사회생활을 영위하면서 각종 환경으로 부터 스트레스를 받고 있으며 이러한 스트레스의 과다가 심신의 피로 현상으로 나타나게 되는데 피로회복 효과 등에 bio-feedback법이 주목을 받고 있다(Hashimoto, 1991). bio-feedback법이 추구하는 생리과정의 수의 control에 관한 연구및 임상의학적 효과(Peniston, et al., 1989)는 잘 알려져 있지만 이러한 bio-feedback법을 이용한 그 응용에 관한 연구보고는 거의 찾아볼 수가 없고 특히 건강한 사람의 실생활속에서의 응용과 활용에 대해서는 아직까지 보고되어 있지 않은 것이 실정이다. 따라서 환경변화에 대한 조기대응및 스트레스 회복효과 등에서 활용가능성이 기대되는 bio-feedback장치를 사용하여 사회적 효과 등에 관하여 명백히 할 필요성이 있다.

또한 최근의 자동차및 OA기기 등의 급격한 보급에 따른 자동차 운전작업 이라든지 VDT작업과 같이 신경감각적 증상을 수반하는 심인성 피로가 새로운 사회 문제로 제기되고 있어 이에 대한 대책이 절실하게 요구되고 있다.

본 연구는 앞에서 서술한 것과 같은 신경감각적 작업을 수행하는 작업자의 안전성과

쾌적성을 향상시키기 위한 일련의 연구로서 신경감각적 작업의 대표적인 작업중의 하나인 트래킹·시뮬레이션작업을 대상으로 작업조건, 특히, 작업전후에 취하는 휴식이 작업시간과 작업자의 각성 레벨에 미치는 영향을 명백히 하는 것을 목적으로 한다. 이 논문에서는 작업전의 휴식방법이 작업수행시 작업자의 심신반응과 작업수행도에 미치는 영향에 대하여 보고하고자 한다.

2. 연구방법

청각기능이 정상이며 심신이 건강한 22~24살의 남자대학생 8명을 선발하여 bio-feedback장치(Management Work Inc., MINDGENIC8003)를 사용하여 각각 6~9시간정도의 뇌파의 α 파 컨트롤 훈련을 실시한 뒤 특히 α 파의 수의적인 반응이 인정된 4명을 피실험자로 선정하였다. 피실험자는 모두 오른손잡이이며 실험기간중에 생일이 겹치지 않도록 하였다.

모든 심신반응의 측정은 자기실드가 되어 있는 인공기후실험실에서 실시되었다. 인공기후실험실의 물리적 환경조건으로는 온도 22.8~24.0°, 습도 45.1~50.3%, 기류 0~0.1m/s, 소음 62~63dB, 조도 460~540lx, 휘도는 CRT화면이 46~52cd/m², CRT주위가 2~32cd/m², 작업대위가 1~2cd/m²였다.

작업에 앞서 피실험자는 앞에서 기술한 실험실 안에 준비된 의자에 편안한 자세로 앉아 두눈을 감고 안정(이하 폐안안정이라고 표기)을 하게한 후에 10분간 휴식을 취하게 하였다. 그리고 계속해서 각각의 피실험자에게는 과제로써 트래킹·시뮬레이션의 추종작업을 90분간 연속적으로 수행하도록 부과하였다. 모든 작업이 끝난 후에는 회복효과를 조사하기 위하여 30분간 휴식(이하 회복휴식이라고 표기)을 갖도록 하였다.

각각의 피실험자는 위와 같은 실험을 휴식을 취하는 방법에 따라 3회 실시 하였다. 휴식방법I은 피실험자가 휴식을 취할 때 bio-feedback법을 이용하지 않는 것이다. 즉 피실험자에게는 작업전의 휴식시간과 작업후의 회복휴식시간에 집중하여 α 파를 유발하거나 하지 않고 평상시 대로 휴식을 취할 것을 요구하였다. 이와는 반대로 휴식방법II와 III은 피실험자가 bio-feedback법을 이용하여 휴식을 취하는 것으로 방법II는 각각 5분간, 방법III은 10분간 집중하여 α 파를 유발하도록 요구하였다. bio-feedback법을 이용하여 휴식을 취할 때 사용한 자연음으로는 α 파를 유의하게 유발시키는 데 유효하다고 말하여 지고 있는 1/f 파동에 관계되는 음악으로서 피지제도의 파도소리(APOLLON Inc., APCS-5032)의 자연음을 테이프 레코더와 헤드폰을 사용하여 피실험자에게 들려 주었다.

측정항목으로는 생리적지표로 뇌파와 심박수, CFF(Critical Flicker Fusion)값 그리고 작업수행도의 지표로서 부가Task를 부과하여 정답율과 오답율을 측정하였다. 뇌파와 심박수는 실험을 하는 동안 연속적으로 측정하였고 CFF치는 폐안안정후, 작업개시전, 작업중 30분간격으로 3번, 작업종료후의 회복휴식중 10분간격으로 3번 등 합계해서 8번의 측정을 실시하였다. 또한 부가Task로는 5분간격으로 한자리수 가산작업을 주작업인 트래킹·시뮬레이션작업에 방해되지 않도록 카세트 테이프 레코더에 녹음을 하여 부과하였다.

뇌파의 측정은 두정부(Cz)와 후두(Pz)를 활성전극으로 하고 좌우의 이수(A1, A2)를 기준전극으로 하는 단극 도출법으로 도출된 뇌파를 다용도뇌파계(Nihondenki Sanei Inc., EE1000A)로 유도하여 데이터레코더(TEAC Inc., XR5000)에 기록하였다. 심박수의 측정은 전흉부에서 쌍극유도된 심전도의 R 스파이크(spike)를 트리거

(trigger)로 하여 R-R간격시간을 IC메모리에 기억시킬 수 있는 소형휴대용 심박기록장치(Takei Kiki Kogyou Inc., TKK1876a)를 사용하여 기록하였다. CFF치의 측정은 광원점멸방식의 휴대용 CFF치 자동측정장치(Maruko Shokai Co., MR-D2)를 사용하여 각측정 시점에서 연속5번을 실시하여 최소치와 최대치를 제외한 3값의 평균치를 기록하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 뇌파

그림1.은 α 파의 출현율을 작업전에 실시한 폐안안정을 취하고 있을 때의 α 파의 출현율을 기준으로 해서 증감율을 구하여 시계열적으로 나타낸 것이다. 그림에서 나타내는 것처럼 작업개시전에 휴식을 취하고 있을 때의 α 파의 출현율은 bio-feedback법을 이용하지 않을 때보다도 bio-feedback법을 각각 5분, 10분 이용하여 휴식을 취했을 때가 더 높게 나타나 피실험자가 더 리렉스한 상태에 있다는 것을 알 수 있다.

작업중에 있어서는 작업전에 bio-feedback법을 10분동안 이용하였을 때가 이용하지 않았을 때에 비교하여 α 파의 출현율이 낮은 것으로 나타나 피실험자의 각성 레벨이 보다 더 활성화 되어 있는 것을 알 수 있다. 그러나 작업전에 bio-feedback법을 5분동안 이용하였을 경우에는 bio-feedback법을 이용하지 않았을 때와 비교하여 작업의 후반부에서만 α 파의 출현율이 낮게 나타났지만 전반적으로 이용하지 않았을 때보다는 낮은 경향을 보여 각성 레벨이 높게 유지되고 있는 것으로 생각 된다. 이상의 결과에서 나타내는 것처럼 휴식을 취하는 방법이 작업을 수행하고 있는 작업자의 각성레벨의 증감에 유의하게 영향을 미치는 것으로 생각되어 진다.

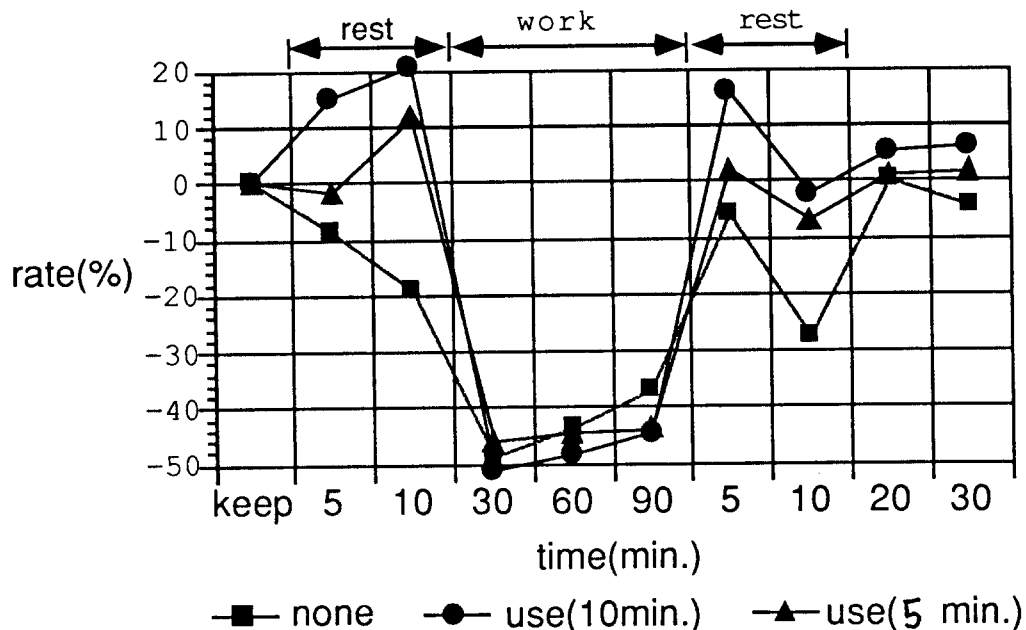


그림1. 각 휴식방법별 뇌파의 α 파 출현율의 시간경과에 따른 변동(n=4)

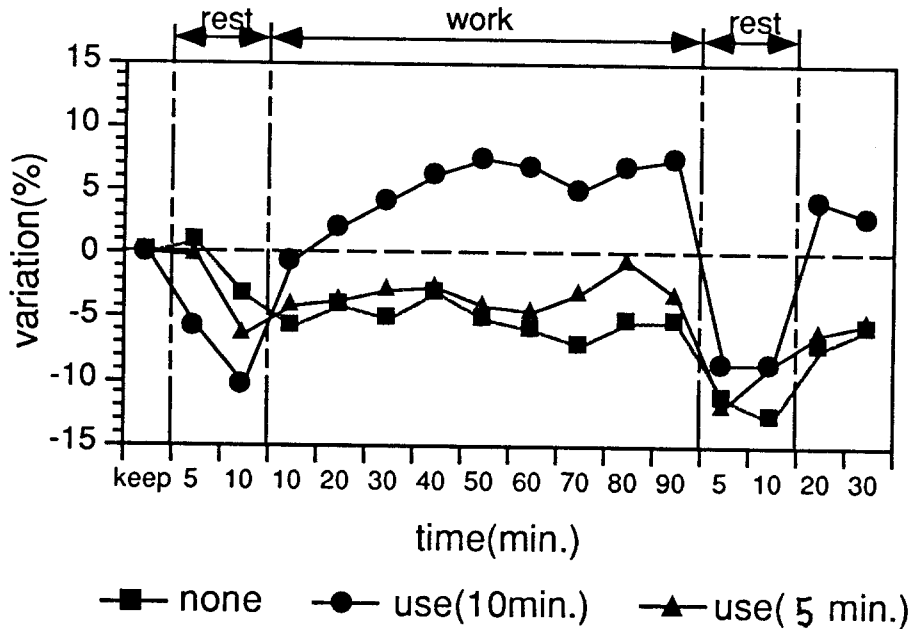


그림2. 각 휴식방법별 심박수 증감율의 시간경과에 따른 변동(n=4)

3.2 심박수

R-R간격 시간으로 기록된 값을 심박수로 환산하여 매분당 평균심박수를 구하여 작업 시작 전에 갖은 폐안안정을 취하고 있을 때의 평균심박수를 기준으로 하여 전체 실험시간대의 증감율을 구하여 시간경과에 따른 변동을 그림2.에 나타냈다. 심박수의 변동을 개관하여 보면 bio-feedback법을 이용하지 않았을 때는 10분간의 작업전 휴식시의 심박수의 레벨이 -3.2%까지 저하를 나타내고 있는데 대하여 bio-feedback법을 10분과 5분동안 이용하였을 때는 각각 -10.2%와 -6.3%를 나타내어 bio-feedback법의 이용이 작업자의 자율신경중추의 활성화를 보다 억제시키고 있는 것으로 추측된다.

작업중의 심박수의 변동을 보면 작업전에 bio-feedback법을 5분동안 이용하였을 경우에는 작업개시후 40분을 경과한 시점까지는 bio-feedback법을 이용하지 않았을 경우와 비교하여 현저한 차는 보이지 않았지만 50분 경과시점부터 더 높아지는 경향을 나타내어 뇌파의 α 파 증감과 같은 경향을 나타내고 있다.

또한 10분간 bio-feedback법을 이용하였을 경우에는 작업초기부터 폐안안정시와 비교하여 보다 높은 수준에서 심박수가 변동을 하는 것으로 나타나 휴식시간에 bio-feedback법을 이용하는 것이 작업을 수행하고 있는 작업자의 자율신경중추의 활성화에 효과적으로 작용하고 있는 것으로 추측된다.

3.3 CFF값

그림3.은 작업전에 실시한 폐안안정을 취하고 있을 때의 CFF값을 기준으로 하여 각 측정시점의 증감율을 구하여 작업시간 경과에 따른 CFF값의 변동을 나타낸 것이다. 변동추이를 개관해 보면 작업개시 후 30분이 경과된 시점에서는 작업시작 전에 bio-

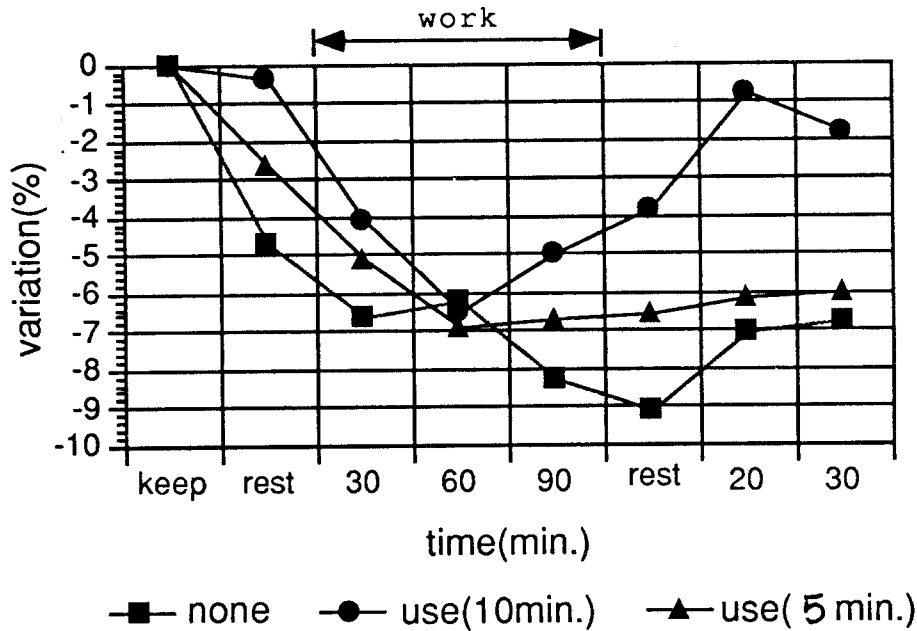


그림3. 각 휴식방법별 CFF 값 증감율의 시간경과에 따른 변동(n=4)

feedback법을 이용하여 휴식을 취하였을 경우와 비교하여 bio-feedback법을 이용하지 않은 경우는 CFF값이 보다 큰폭으로 저하하는 것으로 나타났다. 특히 작업종료시점에서는 작업전의 휴식시간에 bio-feedback법을 이용하지 않은 경우에는 -8.3%까지 저하를 나타내는데 대하여 10분과 5분동안 bio-feedback법을 이용한 경우에는 각각 -5%와 -6.7%를 나타내어 시각신경계의 피로방지에 보다 효과적으로 작용하고 있는 것으로 추측된다. 작업종료후의 회복과정에 있어서도 회복휴식 시간에 10분동안 bio-feedback법을 이용했을 경우에는 이용하지 않았을 경우에 비교하여 회복이 현저하게 빠른 경향을 나타내고 있다. 회복휴식 시간에 5분동안 bio-feedback법을 이용했을 경우는 회복휴식 시간 10분경과 시점에서는 이용하지 않았을 경우와 비교하여 다소 높은 값을 나타내었지만 전반적으로 유의한 차는 없었다.

3.4 작업수행도

작업중 부가task로서 피실험자에게 주어진 한자리수가산작업의 각 측정시점 별 오답율을 시간경과에 따라 나타낸 것이 그림4.이다. 작업시작 전에 bio-feedback법을 이용하지 않은 경우에는 작업개시 후 40분을 경과한 시점부터 5%전후의 오답율을 나타내고 있는데 대하여 10분간 bio-feedback법을 이용했을 경우에는 1~2%, 5분간 이용했을 경우에는 1%전후에서의 변동을 나타내었다. 60분을 경과한 시점부터는 bio-feedback법을 이용하지 않은 경우, 5분간 bio-feedback법을 이용했을 경우, 10분간 이용했을 경우의 순으로 오답율이 낮아지는 경향을 나타내었다. 이것은 전술한 대뇌의 활동수준을 나타내는 뇌파의 α 파 출현율의 변동 패턴 결과에서도 나타난 것처럼 작업개시 전의 휴식시간에 bio-feedback법을 이용하여 대뇌의 활동을 효과적으로 억제할 수 있어 작

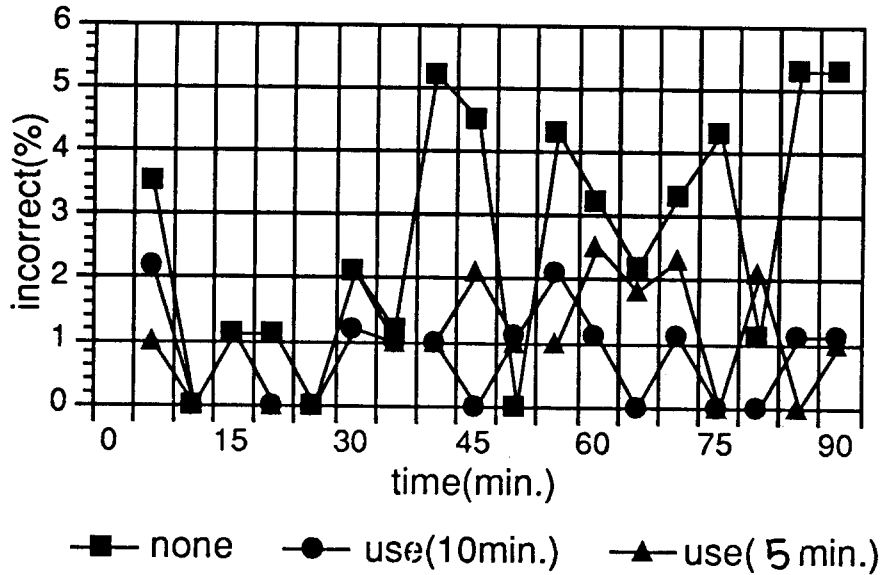


그림4. 각 휴식방법별 부가task 오답율의 시간경과에 따른 변동(n=4)

업수행시의 대뇌의 각성레벨이 보다 높게 유지되고 있어 이용하지 않았을 경우에 비하여 작업수행을 하는데 보다 여유가 있다는 것을 나타낸다. 또한 이와같은 부가task의 결과는 자율신경계의 긴장도를 나타내는 심박수의 변동 패턴, 시각신경계의 피로도를 나타내는 CFF값의 변동 등의 심신반응 결과와 유의한 상관관계를 나타내고 있다.

4. 결론

신경감각적 작업을 대상으로 작업전후에 취하는 휴식방법이 작업시간과 작업자의 각성 레벨에 미치는 영향을 명백히 하기 위하여 휴식시간에 bio-feedback법을 5분간 이용, 10분간 이용, 이용하지 않았을 경우의 작업자의 심신반응을 측정하여 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 휴식시간에 Bio-feedback법을 이용함으로써 대뇌의 각성활동을 효과적으로 억제하고 자율신경중추의 긴장도를 완화시킬 수 있어 보다 효과적인 휴식을 취할 수 있다.

2) 작업수행시의 대뇌의 각성레벨 및 자율신경중추의 긴장레벨을 Bio-feedback법의 미사용시 보다 높은 상태를 유지시켜주어 작업수행도를 높여주는 요인이 되고 있다.

3) Bio-feedback법의 이용은 작업 후의 회복시에 있어서도 본 연구조사대상과 같은 작업을 수행할 때 필요로 하는 감각신경중추의 활동을 효과적으로 억제하여 회복을 촉진시키는 데 유효하게 작용한다.

4) 상기의 각항의 결과는 Bio-feedback법을 5분간 이용했을 때보다는 10분간 이용했을 때 보다 효과적으로 나타났다.

이상의 결과로부터 본 연구의 대상으로 선정한 Tracking작업과 같은 신경감각적 작업을 수행할 때의 휴식을 취하는 방법 그중에서도 특히 Bio-feedback법을 이용한 심신의 리럭스제이션에 의한 효과가 작업수행시의 각성 레벨의 저하 방지에 유효하게 작용하며 작업후의 회복효과를 한 층 더 높이는 작용을 하며 그 응용 여하에 따라서는 작업

의 안전성 및 작업자의 작업부담을 경감시켜 작업자의 작업 쾌적성을 향상시키는 방법이 될 수 있다는 것을 확인할 수 있었다.

참고문헌

Hashimoto, K., "Comparison of learning and concentration effect of "knowledge of results" n alpha-wave feedback training.", *Research of Psychology*, 62(3):180-186, 1991.

Nowlis, D. P., Kamiya, J., "The control of electro-encephalographic alpha rhythms through auditory feedback and the associated mental activity.", *Psychophysiology*, 2:1-26, 1970.

Gerber, S. E., Mulac, A. and Lamb, M. E., "The cardiovascular response to acoustic stimulus", *Audiology*, 16:1-10, 1977.

Peniston, E. G., Kulkosky, P. J., "Alpha-theta brainwave training and beta-endorphin levels in alcoholics.", *Alcohol Clin Express*, 13(2):149-156, 1981.