《研究論文》

Journal of the Human Engineering Society of Korea
Vol. 4 No. 2, Dec 1985

보조와 외부보조 호흡시 부하에 대한 생리적 지표들의 비교연구†

(Comparison of Some Physiological Indices during Graded Load with Paced & Self-Paced Respiration.)

金 正 錫, 李 鐘 盛, 盧 載 晧††

Abstract

To compare heart rate, O_2 uptake, Vo_2 (O_2 consumption), blood pressure (systolic, diastolic), reaction time, stability, flicker fusion value during 4 load levels with Rs (self-paced respiration) and Rp (paced respiration), 4 subjects participated in this experiment 1 hour /day, 6 days/week for 9 weeks. The cycle of Rp is 6 sec. (inspiration: 3 sec. & expiration: 3 sec.)

Implications of the results are discussed in terms of the change in the physiological responses and human performance by the respiratory pattern.

The results are as follows,

1. The changing magnitude of heart rate with Rp was larger than with Rs and the variance during load level 4 was significant.
2. The Vo_2 with Rp was smaller than with Rs and maximal O_2 uptake given load levels with Rp occurred and for two subjects, it significantly moved from low load level to high load level.
3. The changing magnitude of blood pressure was not consistent but the systolic pressure with Rp was smaller at rest than with Rs.
4. The score of reaction time test and stability test with Rp was better than with Rs.

Ⅰ. 서 론

산업계에서는 생산성향상을 위해, 규칙적으로 기계에 의해 작업자에게 부품이 공급되어지는 공정이나, 한 작업자에게서 다음 작업자에게 일이 넘겨지는 공정으로 비숙련자나 숙련자에 관계없이 일정한 작업속도 (작업율) 를 결정한다.[12,14,19] 이는 작업 자체의 효율 (불량율, 사고, 실수하는 작업) 을 저하시키고, 작업자에게는 바람직하지 않은 고통이나 압박감(stress)을 초래하게 된다.[4,14,16,17]

이때, 생리적 반응도 영향을 받아 변화한다.

†이 논문은 1984년도 강원대학교 학술 연구비에 의하여 연구되었음.

††강원대학교 산업공학과

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

이러한 현상들을 해결해 보려는 연구는 MP (machine paced work) 와 SP (self-paced work) 사이의 생리적 반응들과 작업효율에 어떤 영향을 주는가를 고찰하여, 최적 보조(pace)를 결정하려 했다.[11,12,15,16]

MP와 SP에 따라 생리적 반응과 작업효율이 달랐으며, MP와 SP 사이에서도 내부적인 경우와 (주변 환경의 조절을 작업자가 한다고 느낄때), 외적인 경우 (내적인 경우의 반대) 서로 그 결과가 달랐다.[11,12,20]

육체적 작업이나 정신적 작업시 소요되는 에너지가 (Energy Cost) 는 작업종류 뿐만 아니라 환경, 심리적상태, 작업속도, 작업부하 또는 보조에 의존한다. 그러나 최적보조는 나이, 성별, 개인에 따라 다르며,[3,21,23] 일반적으로 신체는 개인에게 가장 자연스러운 보조를 유지하는 능력이 있는 것 같고, 이는 에너지소비량을 최소화하는 보조에 가깝다.[15]

인간활동과 환경은 자기 최적보조를 유지토록 하기보다는 기계나 환경에 보조를 맞추도록 한다. 즉, 생리적 리듬을 흐트려 놓는다. 훈련에 의해서 이들은 극복될 수 있다.[19,26]

따라서, 외부적 부하에 대해, 신체의 생리적 반응이 평형을 이루려 하는데, 이를 적극적으로 조절하면, 에너지 소비량을 줄일 수 있다.

Perski 는 운동시 증가하는 심장박동수를 모니터를 통해 보여주거나, 증가를 알려줄 경우 (feed back), 그렇지 않은 경우보다 안정시의 심박수에 대한 증가율이 40 % 적다고 했다. 실험이 끝난 뒤 근육 손상도 없고, blood lactate 도 비슷했다.[18]

호흡방법을 바꾸는 것에 의해서도 호흡조절에 영향을 주는 인자를 바꿀 수 있고, 이러한 인자의 변화는 외부적 변화에 대한 생리적 반응에 영향을 준다.[6,7,9,13,24,25]

본 연구는 부하를 여러 수준에서 일정하게 줄 때, 호흡방법을 바꿈으로써 생리적 반응과 작업에 어떤 변화를 주는 가를 고찰함으로써, MP 작업자에게 에너지 소비량을 적게 하는, 작업효율을 증가시킬 수 있는 방법을 찾고자 한다.

Ⅱ. 실험방법

피실험자는 특별한 운동을 하지않은 건강한 남자 대학생 (2 ~ 3 학년) 이었고, 그들의 신체적 특성은 Table 1 과 같다. Circadian Rhythm[3] 의 효과를 일정하게 유지하기 위해, 오전 8:00 ~ 9:00 에 실험을 했으며, 주당 6일, 9 주동안 본 실험이 수행되었다. 2 명 (MBK, KKY) 의 피실험자는 2 주의 예비 실험에 참여했으며, 2 명 (KKY, KYC) 은 예비실험시 4일동안 참여했다.

Table 1. The physical characteristics & the pulmonary function of subjects.

Subject	Ht. *cm*	Wt. *kg*	C.G *cm*	FVC liter	FEV1/FVC %	Age Yr.
M, BK	174	68	97	4.42	82	27
K, KS	180	70	96	5.74	79	26
K, KY	163	55	83	4.45	91	21
K, YC	176	62	89	4.79	85	24

* C.G ; Chest Girth.
** FVC ; Forced Vital Capacity.
** FEV1 ; Forced Expiratory Volume in 1 sec.

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

실험기간동안, 실험실 온도는 8～21℃였으며, 실험순서와 방법은 Fig.1과 같고 자기보조호흡(Rs)시 호흡방법은 ㉠～⑥까지 호흡을 의식하지 않고 자기평소 방법대로 하도록 했고,Rs시간 동안 실험실에서 내부로 통하는 옆방(비교적 외부소음에 차단됨)에서 등받이가 있는 의자에 앉아있도록 했다.

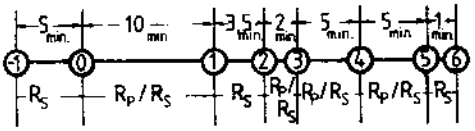


Fig.1 The design of experiment & the measuring points.

* i) BP. & FT.: 0,1,4,6.
  ii) RT.: 4.
  iii) ST : 5.
  iv) HR.: 0,1,3,4,5,6.(Underlined #; synchronous measuring with BP.)

** BP.; blood pressure, FT.; flicker test, HR.; heart rate, RT.; reaction time test ST.; stability test.
Rp.; paced respiration,
Rs.; self-paced respiration.

외부보조 호흡(Rp)시(Fig.1에서 Rp 표현된 구간의 시간)호흡 보조기(pacer)는 시각자극(붉은 전구가 켜지면 흡기, 푸른 전구가 켜진 동안 호기)과 청각자극을(흡기와 호기변화시 신호음으로 변화를 알림) 2차원으로 줄 수 있도록 제작했으며, 장소와 앉는 자세를 Rs시와 같도록 했다.

부하수준은 4수준으로(L_1;0, L_2;110 m/min, L_3;160 m/min, L_4;210 m/min) running belt를 이용 3.5min (Fig.1에서 ①～②) 동안 부하를 주었으며, 호흡개스 채집은 각 부하수준에서 처음 2 min동안 했다.

반응시간실험(RT)은 random no.를 사용, 0～9 sec 사이에 자극을 주고, 손의 R.T를 1/1000 sec로 5번씩 측정했다.

Stability Test(ST)는 tracing 시간과 contact 횟수, 10 sec동안 특정위치에서의 contact 횟수를 표준화한 앉은 자세로 각각 3번씩 측정했다.

Flicker Test(FT)는 peripheral field와 flicker field의 조명상태가 정확히 표준상태로 조절하고, 상승법(up-mode)으로 3번씩 측정하였다.

B.P는 침대에 등을 대고 누운 자세로 측정했으며, 이때 HR 0 1,4,6도 함께 측정하고, HR 3,5는 앉은 자세로 심박계수기를 사용 측정했다.

실험실에 입실해서 준비된 운동화와 체육복을 갈아입은 시점부터 5 min동안(Fig.1 ㉠～⑩) 피실험자들을 실험에 앞서 안정케 했다.

호기 개스분석시 온도보정을 22℃로,대기의 O_2농도는 20.93 %로 하였다.

Table 2.

Apparatus	Manufactory	Type
Running belt	Takei	1245
Breath analyzer	Fukuda Sangyo	B-30
I.R.T.M.A.*	Takei	310
Spiroscope	Alpha Tech.	65-001
Sphygmanometer	Copal	UA-251
Digital flicker	Takei	502
Pulsemeter	Copal	UB-103
Stability meter	Takei	1211
Pacer; Self-made visual & auditory stimulator		

* I.R.T.M.A.; Irritation Reaction Time Measuring Apparatus

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

Ⅲ. 결과 분석 및 고찰

4부하수준으로 부하를 피실험자들에게 발생시킬때, 그들의 호흡방법 그대로 호흡할때 신체에서 일어나는 생리적 반응 (H.R, DIA, SYS, O_2 uptake, Vo_2), 작업수행력 (RT, ST)의 변화들을 호흡방법을 외부보조로 바꿀때의 변화와 비교 연구하기 위해서 얻어진 결과는 다음과 같다.

호흡방법의 변화가 각 단계의 심박수 변화에 미치는 영향을 Table 3에 모든 부하수준에 대해, 평균치와 표준편차로 나타냈다. 호흡방법의 차이가 평균심박수 차이에는 통계적으로 유의적인 변화를 나타내지는 못했으나 (KKY의 4-5는 유의적임) Rs시의 평균치가 Rp시의 평균치보다 적은 현상을 보이고 있고 분산들은 통계적으로 $^{+}P<0.1$, $^{*}P<0.01$ 수준에서 대체적으로 유의적이었다. 이는 Apnea현상이 있는 경우 [6,7,9,13,25]의 결과와 같은데, 이는 Rp시 호기 3 sec, 흡기 3 sec, 주기를 맞추기 위해서 일부 호기나 흡기기간동안 반복적으로 지식(Breath holding, Apnea)를 하는데 그 이유가 있는 것 같다. Findley[7]는 호흡방법의 의도적변화는 대뇌피질을 통해, 심박수 변화를 유인하는 것 같다고 했다. Wolkove [25]는 각성상태 (awake)에 따라 호흡방법과 호흡을 조절하는 수용체가 변화한다고 했다. 따라서, 조심스럽게 호흡방법의 변화는 주의력이나 작업수행력을 바꿀 수 있을지도 모른다고 말할수도 있다.

Fig.2 A그림에서 부하수준이 증가함에 따라 심박수 증가가 Rp시는 직선적이나 이는 이전 연구들의 부하증가에 대한 심박수 증가방향과 잘 일치한다. Rs시는 대체적으로 지수적이다. 또 Fig.4 Rp의 경우 A, C에서 부하수준이 증가함에 따라 Vco_2, Vo_2가 지수적인 것과 일치한다. 이는 White[24]의 논문에서 호기량의 ($\dot{V}_E$) 변화는 Vco_2, Vo_2와 통계적으로 상관관계를 갖는다는 결론과 Hussain[8] 논문에서 $\dot{V}_E$는 부하량에 따라 지수적 증가를 한다는 결과로, 호흡방법의 변화는 부하량에 따른 소비에너지를 [illegible] 사료된다. 이는 Perski[18]가 심박수 증가를 피실험자에게 Feed back함으로써, 줄일 수 있음을 증명한 것은 호흡조절에 영향을 미치는 요인이 대뇌로 변한 것과 같다. Fig.2 A의 L_4에서 모든 피실험자의 Rs시와 Rp시 심박수의 분산은 $P<0.1$로 유의적이었고, 이는 Findley [7]의 결과와 비슷하다.

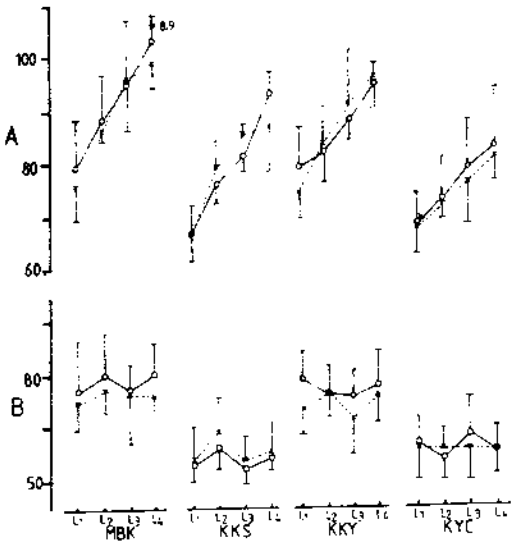


Fig.2 A: Heart rate at 3 measuring point. (bpm)
B: Heart rate at 1 measuring point. (bpm)
o——o : Rs, ×·····× : Rp

Fig.4 A의 MBK-L_4와 KKS-L_2는 $P<0.1$로 유의적이고, B의 모든 수준에 대해, 피실험자들의 산소 섭취 (%)가 가장 클때는 Rp시였다. MBK-L_4와 KKS-L_2의 산소섭취(%)는 $P<0.1$로 Rs시보다 평균치가 크다고 할 수 있었다. 즉 Rs시 부하수준에 대한 최대 산소 섭취능력이 Rp시 높은 부하수준으로 이동했다. C의 MBK, KKS, KYC 경우를 보면, 산소 소모량이 Rp시가 Rs시보다 적음을 알 수 있다. 이는 Mahadeva[15]의 작업율에 따라 에너지 소비량이 최소가 되는 수준이 존재한다는 사실로써, 호흡방법에 따라 에너지 소비량이 적게 되는 작업율이 바뀔 수 있음을 의미한다.

Fig.3에서 ST나 RT에서 모두 Rp시가 Rs

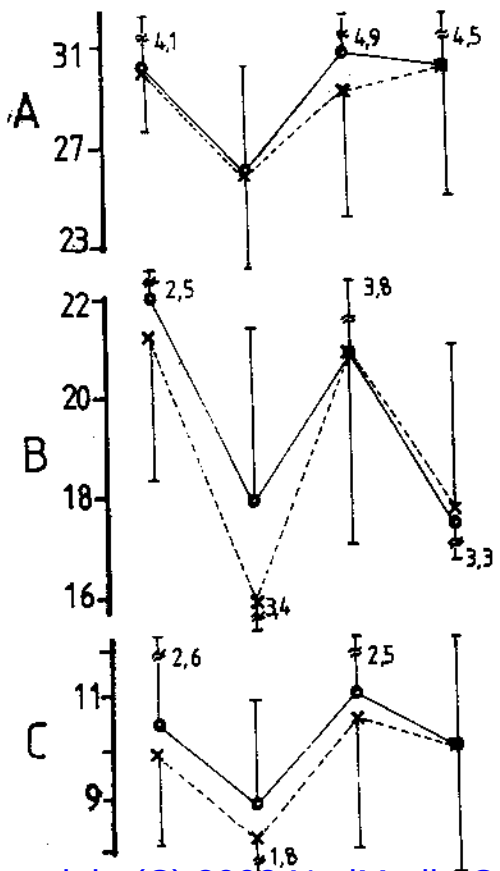
Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

시 보다 통계적으로 유의적이지는 않지만 좋은 결과를 얻고 있다. 이는 호흡방법의 의도적 변화가 대뇌피질에 영향을 주어, 각성상태가 나아져 주의력이 좋아진 것은 아닐까 사료된다. (7,25)

Table 3. Differences of the heat rate between the measuring points.

△HR		MKS	KKS	KKY	KYC	All subject
0 - 1	Rs	3.3 (2.6)	.6 (2.5)	2. (4.2)	1. (2.6)	1.8 (3.2)
	Rp	6.5 (3.2)$^{+}$	2.5 (3.9)$^{+}$	4.2 (3.5)	4.3 (2.7)	4.3 (3.6)
3 - 1	Rs	12.3 (9.7)	13.9 (10.4)	9.5 (8.6)	9.6 (8.1)	11.3 (9.3)
	Rp	13.2 (9.2)*	14.6 (9.9)*	12.8 (9.1)	9.4 (6.4)*	12.6 (8.9)
3 - 4	Rs	9.2 (6.6)	7.4 (5.6)	4.7 (4.2)	6.1 (5.6)	6.9 (5.7)
	Rp	9.6 (5.7)	8.5 (5.3)	8.2 (6.6)$^{+}$	5.1 (5.7)	7.9 (6.0)
3 - 6	Rs	11.7 (7.5)	10.5 (9.2)	5.8 (5.2)	7.6 (5.9)	8.9 (7.4)
	Rp	10.9 (5.7)	12.2 (8.1)$^{+}$	11.4 (8.4)	6.4 (6.5)	10.3 (7.5)
4 - 5	Rs	-1.3 (3.8)	-3.1 (2.7)	-.8 (3.9)	-1.1 (3.2)	-1.5 (3.5)
	Rp	-2.5 (4.6)$^{+}$	-2.9 (4.7)	-3.3 (4.2)$^{\circ}$	-2.8 (3.9)	-2.9 (4.3)

* Values are means (SD), $^{+}F_{0.1}$, $^{*}F_{0.01}$, $^{\circ}t_{0.1}$ unit : bpm



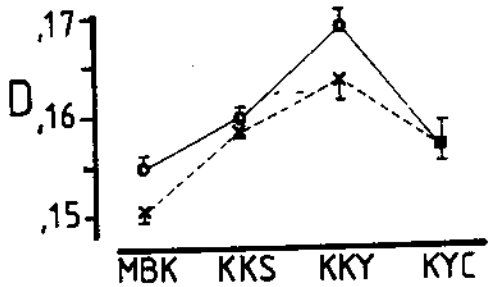


Fig.3 A ; Dynamic stability (# of contact)
B : Static stability (# of contact)
C ; Trancing time (sec.)
D : Reaction time (sec.)
o——o : Rs, ×·····× : Rp

Flicker Fusion Value는 피로도를 측정하는데 개인에는 일정한 방향성이 유지되었으나 유의적이지는 못했다. 이는 실험의 부하수준이 비교적 낮고 시간이 짧아 피로가 거의 나타나지 않는 것이 아닌가 사료된다. 이는 간접적으로 외부보조 호흡이 부가적인 생리적 부담을 거의 주지 않은 것을 의미한다. Table 4는 그 결과를 나타내고 있으며, 혈압에 대한 결과는Table 5에 제시했다. (0-1)은 SYS.가 부하를 받지 않을때, 호흡방법차이에 의한 감소 변화폭을

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

Table 4. Differences of the flicker value between the measuring points.

△F		MBK	KKS	KKY	KEC	All subject
0 - 1	Rs	.1 (1.5)	-.3 (1.2)	.0 (1.6)	.1 (1.0)	.0 (1.3)
	Rp	.6 (2.0)	-.3 (1.1)	.9 (2.1)+	.6 (1.1)	.4 (1.7)+
0 - 6	Rs	.2 (1.9)	-.9 (2.3)	.5 (1.4)	.6 (1.5)	.1 (1.9)
	Rp	.5 (1.8)	-.5 (1.6)+	.2 (1.8)	1.0 (1.2)	.3 (1.7)
1 - 4	Rs	.5 (1.8)	-.1 (1.0)	.6 (1.6)	.4 (0.9)	.4 (1.4)
	Rp	.3 (1.8)	.1 (0.6)*	-.3 (1.5)*	2 (1.4)	.1 (1.4)
4 - 6	Rs	-.4 (1.6)	-.7 (2.1)	-.1 (1.2)	.1 (1.2)	-.3 (1.6)
	Rp	-.3 (1.7)	-.3 (1.3)+	-.4 (1.4)	.1 (1.0)	-.2 (1.4)

+ $F_{0.1}$, * $F_{0.01}$ unit ; Hz

Table 5. Differences of the systolic & diastolic pressure between the measuring points.

△SYS △DIA	1 - 0				1 - 4				6 - 1			
	SYS.		DIA.		SYS.		DIA.		SYS.		DIA.	
	R_r	R_p	R_r	R_p	R_r	R_p	R_r	R_p	R_r	R_p	R_r	R_p
MBK	8.2(8.2)	10.6(8.1)	7.2(9.1)	5.0(7.7)	-1.9(8.3)	-.3 (6.4)	-2.5(9.6)	-1.8(8.7)	.6(8.5)*	1.4(6.8)	5.6(12.9)	-.3(6.9)
KKS	7.6(8.7)	11.3(9.9)	.0(6.7)+	1.6(0.9)	-1.3 (9.9)	2.9 (9.9)	-0.8(10.1)	.6(10.6)	-2.8(9.0)	-6.0(8.5)	-2.5(9.2)	-1.8(11.7)
KKY	9.7(7.6)	10.8(9.3)	.9(5.9)	-2.6(7.5)	-1.1 (8.6)*	-2.5 (7.8)	-2.6(6.2)	.6(7.6)	1.3(9.7)	-.1(5.6)	2.3(6.8)	2.0(5.7)
KYC	5.6(10.2)	6.9(10.2)	- .8(7.6)	.1(7.6)	-3.0 (2.9)	.4 (9.8)	-.9(8.5)	-.4(7.8)	-2.9(9.7)	-3.8(11.1)	-.3(10.4)	-1.2(9.5)
All subjects	7.7(8.7)	9.9(9.4)	2.0(8.0)	1.2(8.9)	-1.8 (9.8)	.2 (8.7)	-1.8(8.6)	-.2(8.8)	-.8(9.3)	-2.2(8.7)	1.5(10.4)+	-.4(8.9)

+ $F_{0.1}$, * $F_{0.01}$ unit : mmHg

나타내고 있는데, R_p시의 평균치와 표준편차가 크다. (1-4)는 SYS.가 증가하는 경우인데 Rs시는 변화폭도 크고, 방향도 일정하나, Rp시는 피실험자마다 다른 방향성을 갖고 변화폭도 적었다. 두 경우는 SYS.의 변화방향에 일관성이 있으나, 유의적이지는 않다. 이는 Perski실험에서 SYS.에 대한 결과와 비슷하다.

Ⅳ. 결 론

호흡방법 (Rp,Rs)의 차이가 부하량에 대해 생리적 변화를 줄 수 있는가에 대한 본 연구에서 확인된 결론은 다음과 같다.

첫째, 의도적인 호흡방법의 변화는 심박수변화를 [illegible] 차이가 있으나, 분산은 유의적이었다. 이때 부하수준에 대해 심박수 변화는 지수적이었다.

둘째, 산소 섭취능력 (O_2 Uptake) 이 낮은 부하수준에서 가장 크던 것이 외부보조 호흡으로 높은 부하수준으로 이동했으며 (Fig.4-B MBK $L_2 \rightarrow L_4$, KKY $L_2 \rightarrow L_3$), 피실험자들의 산소 섭취능력은 모든 부하수준에서 최대 섭취를 나타낸 것은 외부보조 호흡시였으며, 그중 2피실험자는 유의적 ($P < 0.1$) 이었다.

세째, 산소 소모량은 외부보조 호흡시가 미소하나마 적었으며, 반응시간 검사와 안정도 검사에서도 좋은 점수를 얻었다.

본 실험중 외부보조 호흡주기를 6 sec로 일정하게 사용했는데, 이를 좀더 다양하게 해서, 생리적 지표 변화를 관찰해 보는 것이 필요하다

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

생각되고, 부하수준이 좀더 높은 경우에 대해서도 연구가 필요하리라 사료된다. 이러한 연구결과들은 다음과 같은 목적을 위해 사용될 수 있으리라 생각된다.

1. 적정 작업속도 및 부하를 결정하는 작업설계
2. 외부보조로 일할때 발생하는 Stress 나 적응시간 단축
3. 산소 섭취능력 유지
4. 정밀작업이나 신속을 요하는 직무등 주의력을 요하는 일.

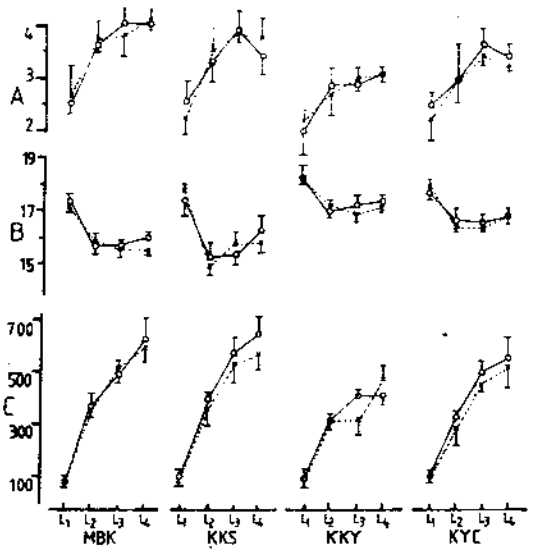


Fig.4 A : % of CO_2 in expiratory breathing gas.
B : % of O_2 in the expiratory breathing gas.
C : Vo_2 (O_2 consumption) (0.01 liter)
o——o : R_s, ×·····× : R_p

參 考 文 獻

[1] 강두희, 생리학, 신광출판사, 개정 2 판, 신광출판사, 서울, 1983.

[2] Ballal, M.A., et.al., "Physical Condition in Young Adult Sudanese : A Field-study using a Self-paced Walking Test," *Ergonomics*, Vol. 25, No.12, pp. 1185-1196, 1982.

[3] Cohen, C.J., and Muehl, G.E., "Human Circadian Rhythms in Restings and Exercise Pulse Rate," *Ergonomics*, Vol. 20, No. , pp. 475-479, 1977.

[4] Davis, L.E., "Pacing Effects on Manned Assembly Lines," *Int. J. Prod. Res.*, Vol. 4, No , pp. 171-184, 1966.

[5] Dejong, J.R., "Speed of Work and Machines Ergonomical Aspects," *Ergonomics*, Vol. 5, No. , pp. 15-23, 1962.

[6] D'urzo, A.D., et. al., "Effect of Elastic Loading on Ventilatory Pattern during Progressive Exercise," *J. of Applied Physiology*, Vol. 59, No. 1, pp. 34-38, 1985.

[7] Findley, L.E., et.al., "Changes in Heart Rate during Breathing Interrupted by Recurrent Apneas in Humans," *J. of Applied Physiology* Vol. 59, No.2,, pp. 536-542, 1985.

[8] Hussain, S.N.A., et. al., "Mechanical Impedance as Determinant of Inspiratory Neural Drive during Exercise in Human," *J. of Applied Physiology*, Vol. , No. , pp. 365-375, 1985.

[9] Hudgel, D.W., et. al., "Mechanics of the Respiratory System and Breathing Pattern during Sleep in the Normal Humans," *J. of Applied physiology*, Vol. 56, No. 1, pp. 133-137, 1984.

[10] Jones, G.L., et. al., "Inspiratory Muscle Forces and Endurance in Maximum Resistive Loading," *J. of Applied Physiology*, Vol. 58, No. 5, pp. 1609-1615, 1985.

[11] Joseph, S., and Gavriel, S., "External and Internal Attentional Environments II: Reconsideration of the Relativnship between Sinus Arrhythmia and Information Load," *Ergonomics*, Vol. 25, No. 2, pp.121-132, 1982.

[12] Joseph, S., et. al., "External and Internal Attentional Environments I : The Utilization of Cardiac Deceleratory and Acceleratory Response Data for Evaluating Differences in Mental Workload between Machine-Paced and Self-Paced Work," *Ergonomics*, Vol. 25, No.

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

2, pp. 107-120, 1982.

[13] Killian, K.J., et. al., "Effect of Frequency on Perceived Magnitude of Added Loads to Breathing," *J. of Applied Physiology*, Vol. 58, No. 5, pp. 1616-1621, 1985.

[14] Leplat, J., "Factors Determining Workload," *Ergonomics*, vol. 21, No. 3, pp. 143 - 149, 1978.

[15] Mahadeva, K., and Corlett, E.N., "A Relationship between Freely Chosen Working Pace and Energy Consumption Curves," *Ergonomics*, Vol. 13, No. 4, pp. 517-524, 1970.

[16] Manenica, I., "Comparison of Some Physiological Indices during Paced and Unpaced work," *Int. J. Prod. Res.*, Vol. 15, No. 3, pp. 261-275, 1977.

[17] McFarling, L.H., and Heimstra, N.W., "Pacing, Product Complexity and Task Perception in Simulated Inspection," *Human Factors*, Vol. 17, No. 4, pp. 361-367, 1975.

[18] Perski, A., et. al., "Central Control of Cardiovascular Adjustments to Exercise," *J. of Applied Physiology*, Vol. 58, No. 2, pp. 431-435, 1985.

[19] Raouf, A., and Manney, W., "Variation in Cycle Time & Certain Physiological Measures of Workers Performing a Paced Assembly Task," *Int. J. Prod. Res.*, Vol. 16, No. 5, pp. 409-426, 1978.

[20] Rhea, T., et. al., "Pacing and Locus of Control in Quality Control Inspection," *Human Factors*, Vol. 24, No. 4, pp. 411-415, 1982.

[21] Salvendy, G., and Pilitsis, J., "Psychophysiological Aspects of Paced and Unpaced Performance as Influenced by Age," *Ergonomics*, Vol. 14, No. 6, pp. 703-711, 1971.

[22] Sengupta, A,K., et. al., "Relationship between Pulse Rate and Energy Expenditure during Graded Work at Different Temperatures," *Ergonomics*, Vol. 22, No. 11, pp. 1207 - 1215, 1979.

[23] Welford, A.T., "Changes in the Speed of Performance with Age and their Industrial Significance," *Ergonomics*, Vol. 5, No. , pp. 139-145, 1962.

[24] White, D.P., et. al., "Metablic Rate and Breathing during Sleep," *J. of Applied Physiology*, Vol. 59, No. 2, pp. 384-391, 1985.

[25] Wolkove, N., et. al., "Effect of Transcendental Meditation on Breathing and Respiratory Control," *J. of Applied Physiology*, Vol. 56, No. 3, pp. 607-612, 1984.

[26] Yerg II, J.E., et. al., "Effect of Endurance Exercise Training on Ventilatory Function in Older Individuals," *J. of Applied Physiology*, Vol. 58, No. 3, pp. 791-794, 1985.

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.