

## Panting 및 Quiet Breathing시 Airway Resistance 측정의 비교

이화여자대학교 의과대학 내과학교실

천 선 회 · 이 우 형 · 이 기 용

연세대학교 의과대학 내과학교실

김 세 규 · 장 준 · 김 성 규 · 이 원 영

= Abstract =

### Comparison of Measurements of Airway Resistance during Panting and Quiet Breathing

Seon Hee Cheon, M.D., Woo Hyung Lee, M.D. and Kee Young Lee, M.D.

*Department of Internal Medicine, College of Medicine Ewha Womans University, Seoul, Korea*

Se Kyu Kim, M.D., Joon Chang, M.D., Sung Kyu Kim, M.D. and Won Young Lee, M.D.

*Department of Internal Medicine, College of Medicine Yonsei University, Seoul, Korea*

**Background:** Panting method for airway resistance measurement has the disadvantages of departing from the normal breathing pattern and of difficult for some patients to perform. We can measure airway resistance during quiet breathing under more physiologic conditions. Airway resistance is often measured during panting but attempts have been made to facilitate resistance measurements during quiet breathing. This study was designed to compare airway resistance measurements during panting with those during quiet breathing.

**Method:** The 24 normal persons and 29 pulmonary disease patients were included in this study. Spirometry was performed and airway resistance measurement was also done during panting and quiet breathing concomitantly.

**Results:** The results were as follows;

- 1) High correlations were found between airway resistance measurements during panting and quiet breathing.
- 2) Resistance fell during panting, 21.2% in Raw tot, and 22.1% in Raw 0.5.
- 3) In normal persons, airway resistance fell more during panting when comparing to those in pulmonary disease patients.
- 4) This was largely independent of thoracic gas volume differences, because the specific airway conductance rose significantly during panting.
- 5) The patients in whom resistance didn't fell during panting was supposed to the patients who couldn't perform panting successively because of high resistance.

**Conclusions:** Although airway resistance can be measured during panting or quiet breathing according to the patient's performance, we must consider resistance fell during panting, by a mean 20%. It may be concluded that quiet breathing is more likely than panting to provide a relevant measurement of airway resistance.

**Key Words:** Airway resistance, Panting, Quiet breathing, Raw tot, Raw 0.5

## 서 론

Airway resistance는 대기와 폐의 가스교환기구 사이의 모든 기도(airway)에서 생성되는 기류(airflow)에 대립되는 힘으로 Body Plethysmograph를 사용하여 측정할 수 있으며, 일반적으로 panting method를 이용하여 왔으나 Body Plethysmograph가 발달되어 rebreathing bag을 부착시키거나 box내 온도조절이 가능하게 됨에 따라 근래에는 quiet breathing method를 이용하여 측정하는 추세이다<sup>1-4)</sup>. Panting method는 비정상적인 호흡패턴이며 환자에 따라서는 수행이 어렵고 quiet breathing method는 panting에 비하여 더욱 생리적인 호흡상태 하에서 resistance를 측정할 수 있다. Panting은 quiet breathing에 비하여 폐용적(thoracic gas volume)이 다르며, 호흡수(breathing rate)는 증가되고, 상시호흡량(tidal volume)은 감소되고, 흔히 최대유속(maximum flow rate)은 증가될 수 있다.

따라서 저자들은 정상대조군 및 호흡기질환군을 대상으로 panting 및 quiet breathing시 airway resistance를 측정하여 이를 비교하였다.

## 대상 및 방법

연구대상중 호흡기질환군은 기관지천식 10명, 만성폐쇄성폐질환 10명, 급성 기관지염 5명, 폐암 2명, 미만성 간질성 폐질환 2명으로 29명이었으며, 대조군은 건강한 학생 및 건강검진을 위하여 내원한 특별한 질환이 없는 성인 24명으로 하였다.

연구방법은 Sensormedics Pulmonary Function Laboratory 2100을 사용하여 유량-기량 곡선(flow-volume curve)을 측정하였고, Sensormedics 2800 Autobox (pressure/volume plethysmograph)를 사용하여 airway resistance를 측정하였다. Airway resistance는 quiet breathing과 panting 시에 각각 측정하였으며, resistance curve의 maximal pressure points에서 기울기를 측정한 것을 total airway resistance (이하 Raw tot), resistance curve의 0.5 liters per second 속도에서 기울기를 측정한 것을 통상적인 airway resistance(이하 Raw 0.5)라고 하였다<sup>4)</sup>. Inspira-

tion과 expiration시에 resistance 측정이 가능하였던 27명에서 각각 inspiratory airway resistance(이하 Raw insp), expiratory airway resistance(이하 Raw exp)를 측정하였다. Raw 0.5에서 airway conductance(이하 Gaw), specific airway conductance(이하 SGaw), specific airway resistance(이하 SRaw)를 측정하였다.

## 결 과

### 1. Spirometry 결과

일반 폐기능 검사는 대조군이 정상범주를 보임에 비하여 폐질환군은 FVC  $2.3 \pm 0.67$  L (70 ± 16.0%), FEV1  $1.4 \pm 0.50$  L (57 ± 18.5%), MMFR  $0.9 \pm 0.57$  L (32 ± 18.5%)로 중증도의 폐기능 저하를 보였다(Table 1).

### 2. Total Airway Resistance와 Airway Resistance 0.5(L/s)의 비교

전체대상에서 Raw tot는 quiet breathing시  $6.20 \pm 4.90$  (cmH<sub>2</sub>O/L/s), panting시  $5.05 \pm 4.98$  (cmH<sub>2</sub>O/L/s)로 21.2%의 감소율을 보였으며, Raw 0.5는 quiet breathing시  $3.58 \pm 2.30$  (cmH<sub>2</sub>O/L/s), panting시  $2.84 \pm 2.23$  (cmH<sub>2</sub>O/L/s)로 22.1%의 감소율을 보였다. 대조군에서 Raw tot는 quiet breathing시  $3.06 \pm 0.99$  (cmH<sub>2</sub>O/L/s), panting시  $1.94 \pm 0.61$  (cmH<sub>2</sub>O/L/s)로 32.8%의 감소율을 보였으며, Raw 0.5는 quiet breathing시  $2.00 \pm 0.69$  (cmH<sub>2</sub>O/L/s), panting시

Table 1. Comparison of Spirometry Results in Control and Disease Groups

	Control (n=24)	Disease (n=29)
Age (years)	31 ± 12 (23 - 63)	57 ± 16 (24 - 81)*
Sex (M : F)	1 : 3	1 : 0.9
FVC (L)	3.7 ± 0.53 ( 94 ± 10.9)	2.3 ± 0.67 (70 ± 16.0)*
FEV1 (L)	3.2 ± 0.45 (102 ± 10.5)	1.4 ± 0.50 (57 ± 18.5)*
MMFR (L/s)	3.8 ± 0.85 (106 ± 18.7)	0.9 ± 0.57 (32 ± 18.5)*

\* p < 0.05 (normal vs disease groups)

1.40±0.44 (cmH<sub>2</sub>O/L/s)로 27.0%의 감소율을 보였다. 폐질 환군에서 Raw tot는 quiet breathing시 8.81±5.32 (cmH<sub>2</sub>O/L/s), panting시 7.62±5.53 (cmH<sub>2</sub>O/L/s)로 11.6%의 감소율을 보였으며, Raw 0.5는 quiet breathing시 4.89±2.35 (cmH<sub>2</sub>O/L/s), panting시 4.02±2.43 (cmH<sub>2</sub>O/L/s)로 18.0%의 감소율을 보였다(Table 2).

### 3. Inspiratory 및 Expiratory Resistance의 비교

전체대상에서 Raw insp는 panting시 quiet breathing에 비하여 29.3%, Raw exp는 40.6% 감소되었으

며, 대조군에서 Raw insp는 28.4%, Raw exp는 57.6%, 폐질환군에서 Raw insp는 29.9%, Raw exp는 28.9% 감소되었다(Table 3).

### 4. Corrected Airway Resistance와 Intrathoracic Gas Volume의 비교

Intrathoracic gas volume(이하 VTG)은 panting시 quiet breathing에 비하여 전체대상은 3.55±1.18(L)에서 3.90±1.38(L)로, 대조군은 3.04±0.53(L)에서 3.31±0.59(L)로, 폐질환군은 3.96±1.39(L)에서 4.39±1.64(L)로 증가되었으며, SGaw는 panting시 quiet breathing에 비하여 전체대상은

Table 2. Difference in Airway Resistance During Quiet Breathing and Panting

	Quiet Breathing	Panting	% Change
Total (n=53)			
Raw tot (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	6.20 ± 4.90	5.05 ± 4.98*	-21.2
Raw 0.5 (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	3.58 ± 2.30	2.84 ± 2.23*	-22.1
Control (n=24)			
Raw tot (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	3.06 ± 0.99	1.94 ± 0.61*	-32.8
Raw 0.5 (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	2.00 ± 0.69	1.40 ± 0.44*	-27.0
Disease (n=29)			
Raw tot (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	8.81 ± 5.32	7.62 ± 5.53*	-11.6
Raw 0.5 (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	4.89 ± 2.35	4.02 ± 2.43*	-18.0

\* p < 0.05 (quiet breathing vs panting).

# Raw tot ; total airway resistance calculated from the maximal pressure points. Raw 0.5 ; traditional airway resistance calculated over the flow range of 0.5 liters per second.

Table 3. Difference in Inspiratory and Expiratory Airway Resistance During Quiet Breathing and Panting

	Quiet Breathing	Panting	% Change
Total (n=27)			
Raw insp (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	3.86 ± 2.74	2.82 ± 3.09*	-29.3
Raw exp (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	5.67 ± 4.01	3.54 ± 4.58*	-40.6
Control (n=11)			
Raw insp (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	1.47 ± 0.34	0.98 ± 0.53*	-28.4
Raw exp (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	2.36 ± 0.96	1.00 ± 0.68*	-57.6
Disease (n=16)			
Raw insp (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	5.51 ± 2.41	4.09 ± 3.49*	-29.9
Raw exp (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	7.95 ± 3.69	5.28 ± 5.31*	-28.9

\* p < 0.05 (quiet breathing vs panting).

# Raw insp ; inspiratory airway resistance. Raw exp ; expiratory airway resistance.

**Table 4. Difference in Corrected Airway Resistance and VTG During Quiet Breathing and Panting**

	Quiet Breathing	Panting
Total (n=53)		
Gaw (L/s/cmH <sub>2</sub> O)	0.396±0.225	0.540±0.330*
SRaw (cmH <sub>2</sub> O.s)	13.45±11.65	12.05±13.40*
SGaw (1/cmH <sub>2</sub> O.s)	0.126±0.084	0.159±0.108*
VTG (L)	3.55±1.18	3.90±1.38*
Control (n=24)		
Gaw (L/s/cmH <sub>2</sub> O)	0.560±0.199	0.790±0.282*
SRaw (cmH <sub>2</sub> O.s)	5.97±1.92	4.36±0.99*
SGaw (1/cmH <sub>2</sub> O.s)	0.187±0.072	0.240±0.076*
VTG (L)	3.04±0.53	3.31±0.59
Disease (n=29)		
Gaw (L/s/cmH <sub>2</sub> O)	0.260±0.139	0.331±0.184*
SRaw (cmH <sub>2</sub> O.s)	19.63±12.70	18.42±15.49
SGaw (1/cmH <sub>2</sub> O.s)	0.075±0.054	0.091±0.081*
VTG (L)	3.96±1.39	4.39±1.64*

\* p < 0.05 (quiet breathing vs panting)

# Gaw ; airway conductance, SRaw ; specific airway resistance, SGaw ; specific airway conductance, VTG ; intrathoracic gas volume.

0.126±0.084 (1/cmH<sub>2</sub>O.s)에서 0.159±0.108 (1/cmH<sub>2</sub>O.s)로, 대조군은 0.187±0.072 (1/cmH<sub>2</sub>O.s)에서 0.240±0.076 (1/cmH<sub>2</sub>O.s)으로, 폐질 환군은 0.075±0.054 (1/cmH<sub>2</sub>O.s)에서 0.091±0.081 (1/cmH<sub>2</sub>O.s)로 통계적으로 유의하게 증가되었다 (Table 4).

### 5. 폐질 환군 중 Airway Resistance 0.5(L/s)가 Panting시 Quiet Breathing에 비하여 작은 군과 큰 군의 비교

폐질 환군에서 Raw 0.5가 panting시 quiet breathing에 비하여 작은 군(n=22)과 큰 군(n=7)으로 구분하여 보았을 때 두 군 사이에 나이, 성별, FVC, FEV1 및 MMFR은 거의 차이가 없었으나 Raw tot와 Raw 0.5는 Raw 0.5가 panting시 quiet breathing보다 큰 군에서 작은 군에 비하여 비교적 큰 값을 보였다 (Table 5).

**Table 5. Comparison of Spirometry and Airway Resistance Results between Groups Which Raw (QB) 0.5 is Larger than Raw (P) 0.5 and not**

	Raw (QB) 0.5 > Raw (P) 0.5 (n=22)	Raw (QB) 0.5 < Raw (P) 0.5 (n=7)
Age (years)	57±17	57±9
Sex (M : F)	1 : 1	1 : 0.8
FVC (L)	2.3±0.71 (71±17.0)	2.3±0.54 (69±13.3)
FEV1 (L)	1.4±0.50 (58±17.5)	1.3±0.51 (55±22.7)
MMFR (L/s)	0.9±0.59 (32±17.7)	0.8±0.52 (31±22.5)
Quiet Breathing		
Raw tot (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	7.94±3.70	11.55±8.50
Raw 0.5 (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	4.48±1.81	6.18±3.42
VTG (L)	3.85±1.44	4.34±1.28
Panting		
Raw tot (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	5.89±3.54	13.06±7.32*
Raw 0.5 (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	3.21±1.20	6.57±3.54*
VTG (L)	4.30±1.71	4.65±1.48

\* p < 0.05 (groups which Raw (QB) 0.5 is larger than Raw (P) 0.05 vs not).

# Raw (QB) 0.5 ; Raw 0.5 during quiet breathing. Raw (P) 0.5 ; Raw 0.5 during panting.

### 6. Panting 및 Quiet breathing시 Airway Resistance 간의 상관 관계

Quiet breathing과 panting시 측정된 airway resistance 간의 상관관계는 Raw 0.5는 0.921 (p<0.05, Fig. 1), Raw tot는 0.887, Raw insp은 0.794, Raw exp은 0.709 (Fig. not shown)로 상당히 높은 값을 보였다.

### 고 찰

Airway resistance는 상기도 및 기관, 기관지의 기류에 대한 저항으로 주로 연구 목적으로 측정되어 왔으나 근래에는 폐쇄성폐질환 (obstructive lung disease)의 진단, 다양한 challenge에 의한 과민성 기도반응의 측정, 폐쇄성폐질환 형태의 구분, 기류제한 (flow limita-

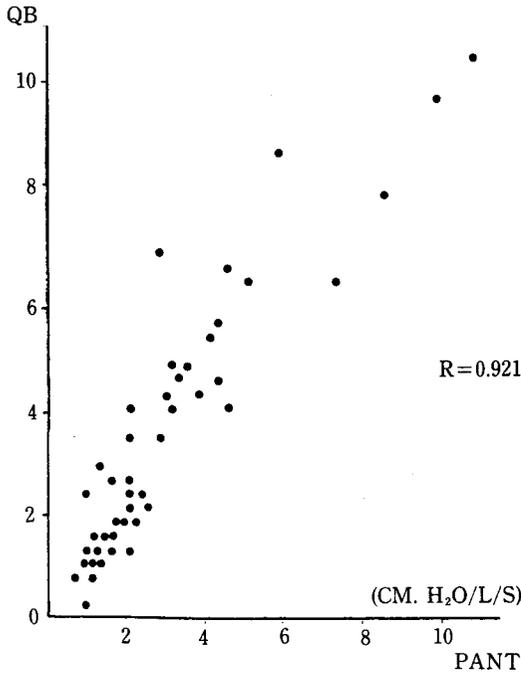


Fig. 1. Relationship between measurements of Raw 0.5 (Airway resistance in flow 0.5 L/s) during Quiet breathing and Panting.

tion) 원발부위의 구분, 부분적 기도폐쇄의 측정등에 점차적으로 많이 이용되고 있는 추세이다<sup>5)</sup>. Airway resistance는 body plethysmograph를 사용하여 기류(flow)와 폐포압(alveolar pressure)을 동시에 재어 측정할 수 있는데 주로 panting 방법을 이용하여 측정하여 왔다. 그 이유로는 plethysmograph가 정상적인 상시호흡의 낮은 호흡수(frequency)에서는 정확한 측정을 위한 적절한 반응을 할 수가 없으며, 호기유량을 제한함으로써 box내의 온도 변화를 극소화시키고, glottis를 넓게 유지하여 상기도의 영향을 줄일 수 있기 때문이었다<sup>5)</sup>. 그러나 환자에 따라서는 panting을 잘 수행할 수 없으며 특히 고령이거나 폐쇄성폐질환 환자의 경우 더욱 어렵다. 근래에 들어 pneumotachograph에 rebreathing bag을 부착시키거나 전자적으로 가스 온도 조절이 가능하게 되면서 상시호흡시 airway resistance 측정이 시도되어 왔는데 이러한 quiet breathing 시에는 특별한 호흡운동 없이도 수행이 가능하며, 평상시 보통 호흡의 airway resistance를 정확하게 반영할 수 있고, 심한 폐쇄성폐질환 환자에게서 잘못 측정될 수 있는 오류

를 줄여줄 수 있다는 장점이 있다.

Jaeger 등<sup>6)</sup>은 정상인에서 panting시에 airway resistance의 증가를 보고하였으며, Peset 등<sup>7)</sup>은 정상인에서는 airway resistance가 panting 및 quiet breathing시에 거의 유사하나 만성폐쇄성폐질환 환자에서는 panting시에 quiet breathing시보다 감소한다고 하였다. Stanescu 등<sup>8)</sup>은 정상인을 대상으로 airway resistance를 측정하여 panting시의 airway resistance가 더 낮으며 그 이유는 panting시 모든 폐용적에서 유속이 증가함에 따라 성문(glottis)이 상시호흡시보다 넓어지기 때문이라고 하고 panting이 airway resistance 측정시 상기도의 영향을 최소화시킬 수 있는 가장 적당한 방법이라고 하였다. Barter 등<sup>9)</sup>은 만성기관지염 환자 30명을 대상으로한 연구에서 panting시 quiet breathing시보다 Raw-insp은 13.7%, Raw-exp은 8.2% 감소함을 보고하였는데 이러한 변화의 이유를 폐질환이 있는 환자에서 하기도의 effective resistance가 감소하기 때문일 것이라고 설명하였으며, 따라서 폐질환 환자의 경우 quiet breathing으로 airway resistance를 측정하는 것이 더욱 정확할 것이라고 하였다.

본 연구에서는 정상 대조군 24명과 호흡기질환군 29명을 대상으로 airway resistance를 측정하였으며 panting시 quiet breathing에 비하여 약 20%(Raw tot; 21.2%, Raw 0.5; 22.1%)의 airway resistance 감소를 보였고 통계적으로 유의하였다(Table 2). 이는 Jaeger 등의 보고를 제외한 다른 연구 결과들과 비슷한 결과로 폐기능 기체나 연구대상의 설정에 따라서 각각의 연구들이 차이를 보일 수 있으며 점차 plethysmograph가 발달되면서 유사한 결과를 보이는 것으로 생각된다. 본 연구에서는 건강한 정상 대조군이나 호흡기질환군 모두 panting시 airway resistance의 감소를 보였으며, 감소율은 호흡기질환군보다 대조군에서 더 컸다(Raw tot; 대조군-32.8%, 호흡기질환군-11.6%, Raw 0.5; 대조군-27.0%, 호흡기질환군-18.0%). Airway resistance curve에서 각각의 Raw insp과 Raw exp 측정이 가능하였던 27명에서 panting시 quiet breathing에 비하여 Raw insp은 29.3%, Raw exp은 40.6% 감소되었다(Table 3).

Airway resistance가 panting시 quiet breathing시보다 감소하는 이유로는 상기도와 하기도의 역할 2가지로 나누어 볼 수 있다. Hyatt 등<sup>10)</sup>은 과호흡(hyper-

ventilation) 시에 upper airway resistance가 감소한다고 하였으며, Stanescu 등<sup>8)</sup>은 panting시 성문이 확장됨을 확인하였으며 따라서 airway resistance가 감소한다고 하였다. panting시 airway resistance의 감소는 정상이나 만성폐질환 환자 모두에게서 발생하지만 정상인에서는 상기도의 역할이 total airway resistance의 33내지 45% 정도이나 비정상인의 경우 20%에 불과<sup>9)</sup>하므로 panting시 airway resistance 감소에 대한 상기도의 역할은 폐질환이 없는 정상인에게서 더 뚜렷하다고 할 수 있다. 그러나 폐가 균일하지 않을(non uniform) 경우 time constance가 일정치 않으며, 호흡횟수가 증가함에 따라 정상호흡시보다 lower airway resistance를 낮게 측정할 수가 있으며<sup>10)</sup> 이는 정상인보다 폐질환 환자에서 panting시 airway resistance의 감소에 더 큰 영향을 준다. 본 연구에서 panting시 airway resistance의 감소가 호흡기질환군보다 대조군에서 더 컸으며 특히 expiratory airway resistance는 57.6%가 감소되어 호흡기질환군의 28.9%보다 약 2배의 감소율을 보였는데 이는 panting시 airway resistance의 감소에 상기도의 영향이 더 크기 때문이라기보다는 대조군이 panting을 훨씬 잘 수행하여 panting시의 감소 효과를 크게 얻을 수 있기 때문이 아닌가 생각된다.

폐용적이 클때 작은 경우보다 airway resistance가 감소하여 Hyatt 등<sup>9)</sup>은 폐용적이 2 liters 증가함에 따라 upper airway resistance는 호기시 45%, 흡기시 55% 감소한다고 하였다. Specific airway conductance (SGaw)는 volume factor의 영향을 교정하기 위하여 Gaw를 lung volume(VTG)으로 나누어 준 값으로, 본 연구에서 panting시 quiet breathing시보다 intrathoracic gas volume(VTG)이 증가했으나 SGaw는 유의하게 증가되어 panting시 airway resistance의 감소가 폐용적 증가와는 무관함을 보여준다(Table 4).

Panting시 airway resistance가 quiet breathing시에 비하여 유의하게 감소되었으나 호흡기질환군 29명 중 7명은 panting시 airway resistance가 오히려 증가되었다(Table 5). Panting시 airway resistance가 감소하는 군과 오히려 증가하는 군으로 나누어 보았을때 두 군간에 나이, 성별, 기본 spirometry 결과는 거의 유사하였으나 panting시 airway resistance가 증가하는 군이 감소하는 군보다 airway resistance가 비교적 컸다. 이는 환자에 따라서 airway resistance가 상당히 클 경우

panting을 잘 수행하지 못하기 때문에 panting시 오히려 airway resistance가 증가할 수 있을 것으로 생각된다.

Quiet breathing시에 측정한 airway resistance나 panting시에 측정한 airway resistance나 높은 상관관계를 보이므로 환자의 수행능력에 따라 quiet breathing 혹은 panting 방법을 이용할 수 있으나 panting시 quiet breathing시보다 airway resistance가 약 20% 감소함을 고려하여야 한다. Panting보다 quiet breathing이 정상적인 생리적인 호흡상태이며, 수행하기가 쉽고, 폐기능 감소시 하기도의 airway resistance를 더 효과적으로 반영할 수 있으므로 정상군 및 폐질환군에서 panting보다는 quiet breathing이 airway resistance를 측정하는 더 좋은 방법으로 생각된다.

## 요 약

**연구배경 :** Airway resistance 측정시 panting 방법은 비정상적인 호흡패턴으로 환자에 따라서는 수행이 어렵고 quiet breathing 방법은 더욱 생리적인 호흡상태 하에서 측정이 가능하다. 과거에는 주로 panting을 이용하였으나 최근에는 quiet breathing을 이용하는 추세로 본 연구에서는 panting 및 quiet breathing시에 airway resistance를 측정하여 이를 비교하였다.

**방법 :** 정상대조군 및 호흡기질환군을 대상으로 유량기랑곡선을 측정하고, body plethysmograph를 이용하여 airway resistance를 quiet breathing과 panting시에 각각 측정하였다.

### 결과 :

1) Quiet breathing과 panting시 측정한 airway resistance는 높은 상관관계를 보였다(Raw tot; 0.887, Raw 0.5; 0.921,  $p < 0.05$ ).

2) Panting시 quiet breathing에 비하여 Raw tot는 21.2%, Raw 0.5는 22.1%의 감소율을 보였으며, Inspiratory와 expiratory Resistance의 측정이 가능하였던 경우 Raw insp은 29.3%, Raw exp은 40.6%의 감소율을 보였다.

3) Panting시 airway resistance의 감소율은 호흡기질환군보다 대조군에서 더 컸다.

4) Panting시 specific airway conductance가 유의하게 증가되었으므로 airway resistance의 감소는

thoracic gas volume의 차이와는 관련이 없었다.

5) Panting 시 quiet breathing에 비하여 airway resistance가 감소하지 않는 환자는 비교적 airway resistance가 커서 panting을 잘 수행하지 못하는 환자로 추정된다.

결론 : Airway resistance 측정시 환자의 수행능력에 따라 quiet breathing 혹은 panting 방법을 이용할 수 있으나 panting시 quiet breathing보다 결과가 약 20% 감소됨을 고려하여야 하며, 정상군 및 폐질환군에서 panting보다 quiet breathing이 airway resistance를 측정하는 더 좋은 방법으로 생각된다.

## REFERENCES

- 1) DuBois AB, Botelho SY, Comroe JH: A new method for measuring airway resistance in man using a body plethysmography: values in normal subjects and in patients with respiratory disease. *J Clin Invest* 35:327, 1956
- 2) Barter CE, Cambell AH: Comparison of Airway resistance measurements during panting and quiet breathing. *Respiration* 30:1, 1973
- 3) Homma T, Fujioka K, Uchida Y, Saitoh T, Matsuki K, Hasegawa S: Clinical use of the measurement of airway resistance during spontaneous respiration. *Respiration* 45:360, 1984
- 4) Leven M, Hardt H: Airway resistance, airway conductance, specific airway resistance and specific airway conductance in children. *Pediatr Res* 17:508, 1983
- 5) Ries AL, Clausen JL: Chapter 8, Airway resistance, In Wilson AF (Ed.) *Pulmonary function testing indications and interpretations*, p 109, Orlando, Grune and Stratton, 1985
- 6) Jaeger MJ, Otis AB: Measurement of airway resistance with a volume displacement body plethysmograph. *J Appl Physiol* 19:813, 1964
- 7) Peset R, Quanjer H, Tammeling GJ: Bronchodilation estimated by body plethysmography (comparison between the panting and spontaneous breathing method), In *Progr Respir Res*, vol 4: Body plethysmography, p 215, Basel, Karger, 1969
- 8) Stanescu DC, Pattijn J, Clement J, van de Woestijne KP: Glottis opening and airway resistance. *J Appl Physiol* 32:460, 1972
- 9) Hyatt RE, Wilcox RE: Extrathoracic airway resistance in man. *J Appl Physiol* 16:326, 1961
- 10) Otis AB, Mckerrow CB, Bartlett RA, Mead J, McIlroy MB, Selverstone NJ, Radford EP: Mechanical factors in distribution of pulmonary ventilation. *J Appl Physiol* 8:427, 1956