

[원저]

저항운동의 호흡형태가 혈압 및 Double Product에 미치는 영향

최희남¹, 유재현²서강대학교¹, 고려대학교 스포츠과학연구소²

- 요약 -

연구배경	저항운동 중 혈압은 안정시 수준보다 증가하여 높은 상태를 유지하게 된다. 이렇듯 저항운동은 Valsalva maneuver 현상으로 인해 혈압의 급격한 상승을 유도할 수 있기 때문에 혈압의 급격한 상승을 최소화하기 위한 적절한 호흡법을 사용해야 한다. 또한 심박수와 수축기 혈압의 곱으로 나타내는 Double Product(이하 DP)는 운동 중 심근의 산소소비량을 결정하는 간접적인 지표로서 잘 알려져 있다. 본 연구는 저항운동의 호흡 형태에 따른 운동직후 혈압의 반응과 DP를 조사하여 적절하지 못한 호흡방법이 혈압과 DP에 어느 정도 영향을 미치는지를 분석하고자 한다.
방 법	본 연구는 건강한 성인 남성 16명(연령=21.57±2.63세, 신장=174.16±3.82cm, 체중=69.65±10.15kg)을 대상으로, 1RM의 80%의 강도로 bench press 10회, 3set를 실시 후 호흡방법에 따른 혈압 및 DP의 변화를 파악하였다. 호흡 방법은 1회 반복당 1회 호흡(A), 3-4회 반복당 1회 호흡(B), 1set 당 1회 호흡(C)으로 구분하여 실시하였다. 본 연구의 자료처리를 위하여 SPSS 통계프로그램(version 10.0)을 사용하였다. 각각의 호흡형태에 따른 혈압과 심박수, DP의 변화를 분석하기 위하여 각 시점에서 평균과 표준편차를 산출하며, 제 변인 및 각 시점 간 차이를 알아보기 위하여 이원반복분산분석(two-way repeated ANOVA)을 수행하였다. 시점 간 유의한 차이는 일원반복분산분석을 하였으며, 구체적인 검증을 위하여 SNK검증법을 사용하였다. 모든 자료에 대한 통계적 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.
결 과	수축기 혈압과 DP는 급성 저항운동 직후 각각의 호흡방법에서 유의한 증가를 보였으며 회복기 30분후에는 안정시 수준으로 회복되었다. 또한 호흡방법에 따른 수축기혈압과 DP는 유의한 차이를 보이지 않았다.
결 론	본 연구에서 호흡형태에 따른 혈압, 심박수 및 DP의 반응은 유의한 차이를 나타내지 않았으나 저항운동 직후 안정시에 비하여 유의한 증가를 나타내었다. 이는 젊은 성인들에게 있어 호흡 방법보다는 저항운동 자체가 혈압상승의 요인임을 나타내는 것이다. 따라서 건강한 젊은 성인에게 있어 호흡형태가 혈압과 DP에 영향을 주지 않는다 하더라도 노화에 따라 나타나는 생리적 반응은 달라질 수 있으므로 중량을 들어 올릴 때 숨을 내쉬고 중량을 내릴 때 숨을 들이마시는 형태의 호흡습관을 갖는 것이 중요하다. (대한임상건강증진학회지 2005;4:308~314)
중심단어	저항운동, 호흡방법, 혈압, Double product, Valsalva Maneuver

서 론

과거 20여 년 전부터 많은 사람들로 부터 인기를 누린 저항운동은 바디빌더나 근력관련 선수들이 주로 사용하였지만 현재는 저항운동에 관한 많은 건강상의 장점들이 알려지면서 대중적인 인기를 끌고 있다.¹⁾ 일상생활을 수행하는데 근력의

감소는 자신감의 결여와 함께 피로의 증가로 인하여 삶의 질에 저하로 이어진다.²⁾ 미국스포츠의학³⁾에 의하면 저항운동프로그램이 근력과 근지구력의 개선뿐만 아니라 만성질환의 예방 및 관상동맥질환에 대한 위험요소의 제거와 독립심 강화에 권장하는 방법이라고 하였다. 또한 근력은 건강관련 체력으로 운동수행에 중요한 요소이며, 일상생활의 기능과도 높은 상관을 보이고 있어 운동프로그램에 중요한 부분으로 인지되고 있다.^{3,5)}

더욱이 규칙적인 저항운동은 신체에 물리적 자극을 주어 골밀도를 향상시키거나 감소를 지연시킨다고 한다. 골밀도의

*본 연구는 2005학년도 서강대학교 교내연구비의 지원으로 수행되었음

• 교신저자 : 최 희 남 서강대학교 체육실

• 주 소 : 서울시 마포구 신수동

• E-mail : heenam2@hanmail.net

• 접수 일 : 2005년 11월 7일 • 채 택 일 : 2005년 12월 1일

감소로 인한 근골격계질환의 잠재적 유병률과 낙상으로 인한 골절의 위험을 줄이기 위해서는 꾸준한 근력 및 근지구력 운동을 하여 뼈의 칼슘 침착을 도와 골밀도를 향상시키는 것이 중요하므로 성장기 동안의 적절한 영양섭취와 근력운동이 강조되고 있다.⁶⁻⁸⁾

이렇듯 저항운동에 대한 근골격계 및 대사적 이점에 대한 인식이 증가하면서 최근 그에 대한 관심도 증가하고 있다. 그러나 이러한 이득은 장기간의 저항운동으로 인한 결과인 반면, 저항운동 중 혈압은 안정시 수준보다 증가하여 높은 상태를 유지하게 된다. 실질적으로 혈압증진 반응으로 인해 320/250mmHg 까지 상승한다.^{9,10)} 이렇듯 저항운동은 Valsalva maneuver 현상으로 인해 혈압의 급격한 상승을 유도할 수 있기 때문에 혈압의 급격한 상승을 최소화하기 위한 적절한 호흡법을 사용해야 한다. 특히 고혈압 환자의 경우, 운동에 의한 혈압반응도 민감하게 나타나므로 적절한 호흡방법의 사용이 중요할 것으로 판단된다.

이와 함께 심박수와 수축기 혈압의 곱으로 나타내는 Double Product(Rate of Pressure Product; 이하 DP)는 운동 중 심근의 산소소비량을 결정하는 간접적인 지표로서 잘 알려져 있다.¹¹⁾ 이러한 DP는 심장병환자의 운동강도의 객관적인 방법으로서 많이 적용되고 있을 뿐만 아니라 환자의 예후나 사망률과도 관련이 있는 것으로 제시되고 있다.¹²⁾ 일반인을 대상으로 한 저항운동 직후 혈압과 DP에 관한 연구는 고혈압 및 심장질환자를 대상으로 한 연구에 앞서 선행되어야 할 과제로 보여진다. 또한 선행연구들에서 장기간의 저항운동이 안정시 혈압에 미치는 영향에 관한 연구는 어느 정도 이루어 졌으나^{13,14)}, 호흡형태에 따른 혈압과 DP의 급성적 반응에 관한 자료를 제시한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 저항운동의 호흡 형태에 따른 운동직후 혈압의 반응과 DP를 조사·분석하여 운동처방 및 지도에 기초자료를 제공하고자 한다.

연구방법

1. 연구대상

호흡형태에 따른 혈압 및 DP의 반응을 연구하기 위한 대

Table 1. The characteristics of subjects($n=16$)

Subjects	Mean	Standard deviation
Hight(cm)	174.16	3.82
Weight(kg)	69.65	10.15
Age(years)	21.57	2.63
% body fat	17.76	3.56
1RM(kg)	95.33	24.75

상은 본 실험에서 제시되는 운동을 완수 할 수 있는 신체적 능력을 갖추고 의학적인 문제가 없는 서울소재 S 대학교 남학생 16명으로 하였으며, 이들의 신체적 특성은 표 1과 같다. 연구대상자들은 연구의 목적 및 취지를 충분히 이해하고 피험자로 동의하였다.

2. 실험절차

1) 운동형태

(1) 1RM의 측정

연구대상자들의 최대근력의 평가는 Bench press를 사용하여, 측정방법은 Kraemer와 Fry¹⁵⁾의 1RM측정방법을 이용하여 다음과 같이 실시하였다. 먼저 예상되는 최대근력의 40~60% 강도로 5회에서 10회 반복하고 1분간 휴식 후 스트레칭을 실시한 다음 60~80%강도로 3회에서 5회 반복하고 피험자가 최대근력을 발휘할 수 있도록 무게를 일정량(5~20kg) 증가시켰다. 한번 성공하면 3분에서 5분간 휴식을 취하고 다음 시도를 준비하였다. 이러한 방법으로 피험자가 들어 올릴 수 없을 때까지 실시하였으며, 3번에서 5번 이내에서 최대근력을 산출토록 하였다.

(2) 운동 프로토콜

연구의 신뢰성을 확보하기 위해 피험자는 실험 하루 전부터 음주를 금하며 과도한 신체활동 및 비일상적인 사회활동에 참여하지 못하도록 하였다. 피험자는 실험 전날 오후 9시 이후에는 음식섭취를 금하여 12시간 이상 공복을 유지하도록 하고, 평상시와 동일한 수면시간을 갖도록 하며 실험 당일에는 흡연을 금하도록 하였다. 실험 절차는 표 2에서 나타난

Table 2. The process of testing

-60min	-30min	-15min	-5min	10min	Post exercise	Recovery 30min
Lab. arrival and resting	resting BP* & HR [†] testing	Stretching	Brisk walking	80% of 1RM, 10Rep. 3set	BP & HR testing	BP & HR testing

* blood pressure [†] heart rate

바와 같다. 피험자들은 측정 당일 오전 8시부터 9시 사이에 실험실에 도착하여 30분간 안정을 취한 후 안정시 혈압과 심박수를 측정하였다. 그 후 준비운동으로 스트레칭체조를 10분간 실시하고 트레드밀에서 최대예측심박수의 40~60% 강도로 5분간 빠르게 걷기를 실시하였다. 사전에 측정된 Bench press의 1RM 80%에서 반복횟수 10회로 3set를 각 호흡방법에 따른 저항운동을 실시한다. set 간 휴식시간은 1~2분으로 하였다. 각 호흡의 형태는 다음과 같이 구분하여 각 호흡형태에 따른 운동은 3~4일 간격으로 실시하였다.

저항운동 시 호흡방법

- 역기 들기 1회당 1회 호흡
- 역기 들기 3~4회당 1회 호흡
- 역기 들기 1set(10회)당 1회 호흡

2) 혈압 및 DP의 측정

혈압은 수동 수은 혈압측정계를 이용하며 그 절차는 Powers¹⁶⁾의 방법을 이용하며, 심박수는 흉부에 자동 심박수 측정기(모델명: CY201R, Cynus사, Korea)를 부착하여 측정하였다. 혈압 및 심박수 측정은 총 6회에 걸쳐 실시하며, 그 시기는 실험실 도착 후 30분, Bench press에서 누운 자세로 저항운동시작 직전, 저항운동 각 set 직후, 회복기 30분이다. DP는 수축기 혈압과 심박수의 곱으로 계산하였다.¹¹⁾

3. 자료처리

본 연구의 자료처리를 위하여 SPSS 통계프로그램(version 10.0)을 사용하였다.

- 각각의 호흡방법에 따른 혈압과 심박수, DP의 변화를 분석하기 위하여 각 시점에서 평균과 표준편차를 산출하며, 제 변인 및 각 시점 간 차이를 알아보기 위하여 이원반복 분산분석(two-way repeated ANOVA)을 수행하였다.
- 구체적인 검증을 위하여 일원반복분산분석을 사용하였으

며 유의한 차이에 대해서는 사후검증으로 SNK(Student Newman Keuls test for value)방법을 사용하였다.

모든 자료에 대한 통계적 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

연구결과

1. 호흡방법에 따른 혈압의 반응

저항운동의 호흡방법에 따른 수축기혈압의 반응은 표 3과 같이 나타났다. 수축기 혈압의 반응에 대한 호흡방법과 시간경과에 대한 반복분산분석을 실시한 결과는 표 4와 같다. 표 4에서 나타난 바와 같이 각 호흡방법에 따른 수축기 혈압의 반복 분산 분석은 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 시간경과에서는 유의한($F(5, 240) = 102.664, p < .001$) 차이를 보였고, 호흡방법 및 시간경과에 대한 상호작용 효과는 없는 것으로 나타났다. 각 호흡 형태에서 시점간의 유의한 차이에 대한 사후검증결과는 표 3과 같다.

저항운동의 호흡방법에 따른 이완기혈압의 반응은 표 5와 같이 나타났다. 이완기혈압의 반응에 대한 호흡방법과 시간경과에 대한 반복분산분석을 실시한 결과는 표 6와 같다. 표 6에서 나타난 바와 같이 각 호흡방법과 시간경과에 따른 이완기혈압의 반복 분산 분석은 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 4. The result of two-way repeated ANOVA on responses of SBP

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Breathing ethod	2	3315.928	1657.964	2.266	.115
Error	48	35115.863	731.580		
Time	5	37720.683	7544.137	102.664	<.001*
Breathing Method*Time	10	1606.464	160.646	2.186	.19
Error	240	17636.020	73.483		

* differences among the times(* $p < 0.001$)

Table 3. The means and standard deviation of SBP by acute resistance exercise on various breathing methods and post-hoc results of among the times

							Unit: mmHg
group	Rest	PreExe.	Post 1set	Post 2set	Post 3set	Recovery	Post-hoc
A*	121.94±11.22	123.76±10.65	134.24±16.18	140.59±14.78	143.59±13.64	121.06± 9.65	$\overline{P_3 P_2 P_1 P_E R_E R_C}$
B*	115.18± 9.25	120.0 ± 9.33	136.59±13.22	134.59±16.49	142.35±15.20	114.82±11.40	$\overline{P_3 P_1 P_2 P_E R_E R_C}$
C*	119.88±11.37	126.71± 9.62	145.88±19.63	148.94±15.97	150.82±18.29	119.59±11.01	$\overline{P_3 P_1 P_2 P_E R_E R_C}$

values are mean±SD

* differences among the times($p < 0.001$)

R_E: Rest, P_E: PreExe, P₁: Post 1set, P₂: Post 2set, P₃: Post 3set, R_C: Recovery

Table 5. The means and standard deviation of DBP by acute resistance exercise on various breathing methods

Unit: mmHg

group	Rest	PreExe.	Post 1set	Post 2set	Post 3set	Recovery
A	69.29 ±9.83*	70.94 ±8.31	71.88 ±9.89	72.59 ±8.05	72.00 ±8.89	72.29 ±9.42
B	68.12 ±8.76	67.53 ±10.52	68.94 ±9.20	67.76 ±8.74	68.29 ±9.29	68.12 ±8.96
C	67.76 ±8.86	72.59 ±6.77	69.29 ±11.62	68.47 ±9.34	68.12 ±9.63	68.00 ±8.77

* Values are mean±standard deviation

Table 6. The result of two-way repeated ANOVA on responses of DBP

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Breathing Method	2	620.869	310.435	1.026	.366
Error	48	14530.020	302.709		
Time	5	114.261	22.852	.554	.735
Breathing Method*Time	10	312.542	31.254	.757	.670
Error	240	9905.863	41.274		

2. 호흡방법에 따른 심박수와 DP의 반응

저항운동의 호흡방법에 따른 심박수의 반응은 표 7과 같이 나타났다. 심박수의 반응에 대한 호흡방법과 시간경과에 대한 반복분산분석을 실시한 결과는 표 8과 같다. 표 8에서 나타난 바와 같이 각 호흡방법에 따른 심박수의 반복 분산 분석은 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 시간경과에서는 유의한(F (5, 240)= 323.323, $p<.001$) 차이를 보였고, 호흡방법 및 시간경과에 대한 상호작용 효과는 없는 것으로 나타났다. 각 호흡 형태에서 시점간의 유의한 차이에 대한 사후검증결과는 표 7과 같다.

저항운동의 호흡방법에 따른 DP의 반응은 표 9와 같이 나타났다. DP의 반응에 대한 호흡방법과 시간경과에 대한 반복

Table 8. The result of two-way repeated ANOVA on responses of HR

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Breathing ethod	2	1867.163	933.582	.716	.494
Error	48	62623.255	1304.651		
Time	5	293435.320	58687.064	323.323	<.001*
Breathing Method*Time	10	1245.699	125670	.686	.737
Error	240	43562.980	181.512		

* differences among the times($p<0.001$)

분산분석을 실시한 결과는 표 10과 같다. 표 10에서 나타난 바와 같이 각 호흡방법에 따른 DP의 반복 분산 분석은 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 시간경과에서는 유의한(F (5, 240)= 224.425, $p<.001$) 차이를 보였고, 호흡방법 및 시간경과에 대한 상호작용 효과는 없는 것으로 나타났다. 각 호흡 형태에서 시점간의 유의한 차이에 대한 사후검증결과는 표 9와 같다.

고 찰

혈압이란 혈류에 의하여 혈관이 받는 압력으로 심박출량과 말초저항에 의하여 결정된다. 심박출량은 1회 박출량과 심박수에 의하여 결정되며, 말초저항은 주로 세동맥의 혈관직경의 변화에 의하여 좌우된다. 혈관직경의 변화는 혈관의 수축·이완을 조절하는 여러 가지 호르몬, 자율신경계의 활성변화, 혈관자체의 탄성도 변화 등에 의하여 조절된다. 이러한 일련의 요소 중 하나가 이상증상을 나타내면 고혈압 또는 저혈압을 유발할 수 있다.¹⁷⁾ 운동에 의하여 이완기혈압은 말초혈관의 확장으로 인하여 유지되거나 약간 떨어진다. 하지만 수축기 혈압은 운동부하가 증가함에 따라 골격근의 수축과 심박수 및 심박출량의 증가 등 다양한 기전에 의하여 증가한다.¹⁸⁾ 수축기 혈압은 운동 중에 산소섭취량에 비례하여 증가하며, 산소소모

Table 7. The means and standard deviation of HR by acute resistance exercise on various breathing methods and post-hoc results of among the times

Unit: beat/min

group	Rest	PreExe.	Post 1set	Post 2set	Post 3set	Recovery	Post-hoc
A*	59.35±11.06	62.12±11.55	114.12±26.89	119.18±23.11	126.53±27.16	61.18± 8.19	$\overline{P_3 P_2 P_1 P_E R_C R_E}$
B*	58.53± 7.94	58.88± 8.90	118.94±22.76	118.53±22.55	123.41±21.92	61.47± 8.28	$\overline{P_3 P_1 P_2 P_C R_E R_E}$
C*	60.59± 9.93	63.76±10.19	127.94±26.22	127.47±27.78	129.35±28.64	63.35±10.93	$\overline{P_3 P_1 P_2 P_E R_C R_E}$

values are mean±SD

* differences among the times($p<0.001$)R_E: Rest, P_E: PreExe, P₁: Post 1set, P₂: Post 2set, P₃: Post 3set, R_C: Recovery

Table 9. The means and standard deviation of DP by acute resistance exercise on various breathing methods and post-hoc results of among the times

group	Rest	PreExe.	Post 1set	Post 2set	Post 3set	Recovery	Post-hoc		
A*	7213.94±1343.84	7691.18±1568.34	15515.53±5122.61	17004.71±4987.52	18344.53±5226.17	7391.76±1040.51	$\overline{P_3 P_2 P_1}$	$\overline{P_E R_C R_E}$	
B*	6737.53±1067.74	7058.94±1166.02	16367.06±4243.48	16170.24±4688.87	17786.00±4810.33	7048.94±1124.65	$\overline{P_3 P_1 P_2}$	$\overline{R_C P_E R_E}$	
C*	7263.76±1359.94	8118.12±1671.55	18948.59±5925.56	19275.53±5860.13	19726.71±5940.14	7587.53±1551.82	$\overline{P_3 P_1 P_2}$	$\overline{P_E R_C R_E}$	

values are mean±SD

* differences among the times(p<0.001)

R_E: Rest, P_E: PreExe, P₁: Post 1set, P₂: Post 2set, P₃: Post 3set, R_C: Recovery**Table 10.** The result of two-way repeated ANOVA on responses of DP.

Source	df	SS	MS	F	Pr>f
Breathing Method	2	150412063.373	75206031.686	1.483	.237
Error	48	2433724459.078	50702592.897		
Time	5	8255608350.471	1651121670.094	224.425	<.001*
Breathing Method*Time	10	95045190.745	9504519.075	1.292	.236
Error	240	1765705754.451	7357107.310		

* differences among the times(p<0.001)

량이 0.5L/min 증가함에 따라 수축기 혈압이 약 8mmHg씩 증가한다. 강한 운동 중에는 말초 저항이 4~5배 감소함에도 불구하고 수축기 혈압은 큰 폭으로 상승하는데, 이는 운동 중 심박출량이 크게 증가하기 때문이다. 확장기 혈압은 주로 말초 혈관의 저항에 의하여 영향을 받아 운동 중에는 다소 감소하는데 말초의 혈관이 확장되어 저항이 낮아져서 혈압이 감소하게 된다.¹⁹⁾ 또한 운동 강도에 따라 혈압의 증가 양상은 크게 달라지는데 운동시 혈압이 변화하는 생리기전은 신경계에 의한 혈압 조절 중추가 작용하고 내장의 말초 혈관이 수축하여 심박출량이 증가하는 요인에서 혈압은 상승한다. 또한 운동이 계속되면 혈관내의 혈압조절기구도 작용함으로써 혈압은 조절되고 근육에 필요한 혈액이 확보된다. 운동에 의해서 혈액순환이 촉진되어 보다 많은 산소가 조직으로 운반되며 보다 많은 이산화탄소가 조직에서 운반되어 나온다. 따라서 심박수가 증가하고, 1회 박출량도 증가하여 결국 분당 심박출량이 증가하게 되어 혈압이 상승하게 된다.²⁰⁾ ACSM's²¹⁾는 운동부하검사에서 상대적 금기사항으로 수축기혈압을 260mmHg 이상으로 정하고 있는데, 이는 운동 중 혈압이 안정시 혈압보다 심근경색의 이환율 및 사망률에 밀접한 관련을 보이고 있기 때문이다. 따라서 운동 중 혈압의 반응을 연구하는 것은 중요하다.

MacDougall 등⁹⁾은 고강도 저항운동 중의 동맥내 혈압(intra-arterial pressure)이 400mmHg 이상이라고 보고하였으며, Fleck와 Dean²¹⁾, Harris와 Holly²²⁾는 청진기를 이용한 측정의 경우 일반적으로 150mmHg를 초과하는 것으로 나타났

다. Hill 등²³⁾과 O'Connor 등²⁴⁾은 일회적 저항운동 후 혈압이 상승하는지의 여부를 실험하였다. Hill 등²³⁾은 일회적 운동 직후 119/86(±4/4)mmHg에서 99/66(±10/3)mmHg로 떨어졌다가 1분후에 116/75(±12/8)mmHg로 반등하여 1시간 동안 약간 떨어진 상태로 유지시켰다고 보고하였으며, O'Connor 등²⁴⁾은 Hill 등²³⁾의 연구에 반해 1RM의 60%의 저항운동 1분 후, 1RM의 80%에서는 1분과 15분 후 동안에 수축기혈압을 증가시켰다고 하였다. 이러한 혈압의 상승은 호르몬의 급성 반응과 더불어 흡기 후 힘을 주기 때문에 흉강내압이 상승하여 나타나는 일시적인 현상으로 보여 진다. 이러한 혈압의 상승은 웨이트 리프팅의 경험, 또는 Valsalva maneuver를 방지하기 위한 방법을 이용하여 예방할 수 있다.

Valsalva maneuver를 방지하기 위한 방법 중 하나인 호흡 방법에 따른 혈압의 반응을 연구한 본 연구에서 모든 집단의 혈압은 저항운동 후 안정시에 비하여 유의하게 증가하였고, 호흡형태에 따라서는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 이는 건강한 정상 성인에게 있어 저항운동의 호흡방법보다는 저항운동 자체가 혈압상승의 주요인임을 의미한다. 하지만 안정시 수축기 혈압과 운동직후 수축기 혈압간의 차이가 1회 반복 당 1회의 호흡(A)에서 21.94(±10.51)mmHg, 3~4회 반복 당 1회 호흡(B)에서 26.13(±10.21)mmHg, 1set 당 1회 호흡(C)에서는 28.88(±12.59)mmHg로 나타났는데 이것이 통계적으로 유의한 차이가 없다 하더라도, 저항운동 중 흉강이 넓어질 때 들이마시고 좁아질 때 내쉬는 1회 반복 당 1회 호흡의 형태가 안정성을 확보에 도움을 주므로 적절한 호흡방법을 사용하도록 적극 권장하여야 한다.

DP는 심장병환자의 운동강도 설정시 객관적인 지표로서 많이 이용되고 있을 뿐만 아니라 환자의 예후나 사망률과도 관련이 있는 것으로 제시되고 있다.¹²⁾ 1RM 80%의 강도에서 호흡 형태에 따라 심장의 부담정도를 나타내는 DP를 측정한다. 본 연구는 운동직후 DP는 안정시 DP에 비해 1회 반복 당 1회의 호흡의 경우 2.52(±0.69)배, 3~4회 반복 당 1회 호흡은 2.60(±0.54)배, 1set 당 1회 호흡은 2.69(±0.80)배로 호흡빈도가 적을수록 DP가 더 증가하였지만 통계적으로 유의하지는 않

았다.

본 연구에서 호흡방법에 따라 혈압 및 DP가 통계적인 차이를 보이지는 않은 것은 연구의 대상자가 의학적 문제가 없는 건강한 20대 청년들이기 때문인 것으로 판단된다. 연령의 증가는 또 다른 양상의 생리적 반응을 나타내므로 20대 젊은이라 하더라도 올바른 운동습관을 갖는 것이 중요하다. 또한 고혈압 환자의 경우 말초저항의 증가로 운동 중 더 높은 혈압상태와 심근의 부담을 나타낼 수 있으므로¹⁸⁾ Powers와 Dodd²⁵⁾가 권장하는 바와 같이 중량을 들어 올릴 때 숨을 내쉬고 중량을 내릴 때 숨을 들이마시는 패턴의 호흡습관을 갖는 것이 중요하다.

참고문헌

- Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(4):674-688.
- ACSM. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 2000; 6th ed. Lipponcott williams and wilkins. Philadelphia.
- Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND. High-intensity strength training in nonagenarians. *JAMA* 1990;263(22):3029-3034.
- Schultz AB. Mobility impairment in the elderly: Challenges for biomechanics research. *J Biomechanics* 1992;25(5):519-528.
- Rogers MA, Evans WJ. Change in skeletal muscle with aging: Effect of exercise training. *Exer Sports Sci Res* 1993;21:67-102.
- 대한임상운동사협회. 임상운동사 자격연수교재. 대한임상운동사협회 2000. 천안.
- 김성수, 유재현, 심영제, 이철원, 지용석, 유광욱 등. 슬관절 등장성 최대근력과 등속성 최대회전력간의 비교 연구. *한국사회체육학회지* 2002;18:1009-1016.
- 유재현, 김성수, 김명기, 윤성진, 김은경, 이은경 등. 다양한 강도의 저항운동이 testosterone, growth hormone, IGF-1, cortisol 반응에 미치는 영향. *한국체육학회지* 2004;43(3):713-725.
- Macdougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J Appl Physiol* 1985;58:785-790.
- Roltsch MH, Mendez T, Wilund KR, Hagberg JM. Acute resistive exercise does not affect ambulatory blood pressure in young men and women. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(6):881-886.
- Gobel FL, Norstrom LA, Nelson RR. The RPP as an index of myocardial oxygen consumption during exercise in patients with angina pectoris. *Circulation* 1978;57(3):549-556.
- Villella M, Barlera S. Prognostic significance of double product and inadequate double product response to maximal symptom-limited exercise stress testing after myocardial infarction in 6296 patients treated with thrombolytic agents. *American Heart Journal* 1999; 137:443-452.
- Kelly GA, Kelly KS. Progressive resistance exercise and resting blood pressure a meta-analysis randomized controlled trials. *Hypertension* 2000;35:838-843.
- Cornelissen VA, Frgard RH. Effect of resistance training on resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Hypertension* 2005;23:251-259.
- Kraemer WJ, Fry AC. Strength testing: Development and evaluation of methodology. In V. H. Heyward., *Advanced fitness assessment & exercise prescription*. 1995; 3th ed. champaign, IL: Human Kinetics.
- Powers SK, Howley ET. *Exercise Physiology: Theory and application to fitness and performance*. 2001; 4th Ed. McGraw-Hill. Boston.
- 김일곤. 저혈압 환자의 지구성 운동시 혈압의 반응. *한국운동생리학회지(구 운동과학)* 2003;12(2):187-196.
- 조종현, 강재영, 제세영, 이병섭, 유영주, 홍선휘, 등. 운동유발성 고혈압의 특성 분석. *대한스포츠의학학회지* 1997;15(2):338-347.
- Noble BJ. *Physiology of Exercise and Sport*. 1986; nSaint Louis, Mosby College Publishing.
- 박평옥, 이광식, 신원태. 걷기와 달리기 간 심박수, 수축기혈압 및 심부담도 비교. *한국체육학회지*, 2005;44(5):443-450.
- Fleck SJ, Dean LS. Influence of weight training experience on blood pressure response to exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1985; 17(S):185.
- Harris KA, Holly RG. Physiological response to circuit weight training in borderline hypertensive subjects. *Med Sci Sports Exerc* 1987;19:246-252.
- Hill DW, Collins MA, Cureton KJ, Demello JJ. Blood pressure response after weight training exercise. *J Appl Sport Sci Res* 1989;3:44-47.
- O'Connor PJ, Bryant CX, Veltri JP, Gebhardt SM. State anxiety and ambulatory blood pressure following resistance exercise in females. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25:516-521.
- Powers SK, Dodd SL. *Total fitness and wellness(Brief edition)*. 3th Ed. 2003. Benjamin Cummings. San Francisco.

[Abstract]

The Response of Blood Pressure and Double Product After Acute Resistance Exercise on Various Breathing Methods

Hee-Nam Choi¹, Jae-Hyun Yoo²

Sogang University¹, Research Institute of Sports Science, Korea University²

Background	Resistive exercise elicits a pressor response that results in a dramatic increase in blood pressure(BP) during the exercise. Moreover, the double product(DP) or rate pressure product(RPP), which is the product of heart rate(HR) and systolic blood pressure(SBP). It is useful index of myocardial oxygen consumption during exercise. So, the purpose of this study was to define that the responses of blood pressure and double product after resistance exercise on various breathing methods.
Methods	<p>The subjects for this study were 16 men(age=21.57±2.63yrs.; height=174.16±3.82cm; weight=69.65±10.15kg) who didn't have history of cardiopulmonary diseases and medical problems.</p> <p>They performed the resistance training using the bench press on 80% of 1RM(15reps., 3set, resting period is 1min between each a set) by various breathing methods. The various breathing are three types(A type: 1 breathing per 1rep., B type: 1 breathing per 3-4reps., C type: 1 breathing per 1set). The reponses of BP and DP was measured at six different times: resting, pre-exercise, post 1set, post 2set, post 3set and recovery thirty minutes of the each exercise.</p> <p>For the data, all of the measurements were represented by mean and standard deviation using SPSS statistical package(version 10.0). The statistical techniques for data analysis were two-way repeated ANOVA to determine the differences between each breathing methods and each time. One-way repeated ANOVA was used to the specific analysis of among the times. The 5% level of significance was used as the critical level for acceptance of hypotheses of the study.</p>
Results	<p>The results of this study were shown as follows:</p> <p>The BP and DP were significantly increased to the after resistance exercise on each breathing method. However, the different of among the breathing methods was not significant.</p>
Conclusions	<p>The results of this study suggested that breathing method did not affect BP and DP during resistive exercise. However, we guessed the optimal breathing method is able to prevent to the excessive increment of BP and DP.</p> <p>(Korean J Health Promot Dis Prev 2005;4:308-314)</p>
Key words	Resistance training, Breathing method, Blood pressure, Double product, Valsalva Maneuver

• Address for correspondence : Hee-Nam Choi
Sogang University 121-742, Korea
• E-mail : heenam2@hanmail.net