

축구 선수에서 집중훈련이 환기기능에 미치는 영향

대구 파티마병원 내과

백효종 · 김경호 · 이병기 · 이중기

대구 유성 스포츠프라자 의학검사실

최동욱 · 박희명 · 김유문 · 김종석

= Abstract =

Effect of Intensive Training on Ventilatory Functions in Soccer Players

Hyo Jong Baek, M.D., Kyung Ho Kim, M.D., Byung Ki Lee, M.D. and Choong Ki Lee, M.D.

Department of Internal Medicine, Fatima Hospital, Taegu, Korea

Dong Wook Choi, B.S., Hi Myung Park, M.D., Yu Moon Kim, M.D. and Jong Suk Kim, M.D.

Medical Laboratory, Yu-Sung Sportsplaza, Taegu, Korea

To evaluate the effect of intensive training on ventilatory functions in soccer players, comparisons of various ventilatory parameters were made before and after 5-5.5 months of intensive training. The subjects were 15 members of a university soccer team with mean age and career of 19.9 and 8.3 years, respectively. Ventilatory parameters studied were those obtained by the analyses of forced expiratory volume and maximal expiratory flow-volume curves, as well as spirometric measurements of VC and MVV. After intensive training, volume parameters, such as VC, FVC and FEV_{1 & 3} as well as flow parameters, effort-dependent and effort-independent, such as MVV, FEF₂₀₀₋₁₂₀₀, FEF_{25-75%}, PEF, FEF_{25%}, FEF_{50%}, FEF_{75%} showed significant increase. However, when the observed values of flow parameters were volume-adjusted to FVC, the differences before and after intensive training became insignificant. This suggests that enhanced ventilatory functions in soccer players after intensive training are primarily due to increase in FVC caused by increase in respiratory muscle strength.

서 론

장기간에 걸친 규칙적인 동적운동(dynamic exercise)은 순환·호흡기계와 근골격계를 비롯하여 신체 전반에 걸쳐 생리학적 및 해부학적 적응 현상을 초래하며¹⁾, 축구에서처럼 주로 하지근육을 쓰는 운동은 심·폐기능을 유지·향상시키는데 효과적인 것으로 알려져 있다²⁾. 그리고 운동선수의 환기기능에 대해서는 여러 학자들의 보고가 있으나 환기기능의 검사종목이나 운동의 종류, 그리고 관찰대상자의 나이등에 따라 그 성적에 차

이가 있다³⁻¹³⁾. 뿐만 아니라 축구선수에서 집중훈련 전후의 환기기능을 비교 관찰한 보고는 매우 드문 듯하다.

저자들은 남자 대학교 축구선수들을 대상으로 약 5개월간의 집중훈련이 환기기능에 미치는 영향을 비교 관찰하여 그 성적을 보고하는 바이다.

대상 및 방법

1. 대 상

모대학교 축구선수 15명을 대상으로 하였으며 이들의 연령, 신체적 조건, 선수 경력은 Table 1과 같다. 이들

Table 1. Characteristics of Soccer Players (n=15)

Age (yr)	19.9 ± 1.92
Height (cm)	174.2 ± 3.77
Weight (kg)	70.1 ± 5.44
Body fat (%)	12.4 ± 3.76
Career (yr)	8.3 ± 2.62

은 모두 대학교를 축구 특기생으로 진학한 학생들이었으며 평균 선수경력은 8.3년으로서 대다수가 국민학교 고학년 시절부터 선수로 발탁되어 중·고등학교도 축구 특기생으로 진학한 학생들이었다. 그러나 팀전체의 수준은 전국 대학교 가운데 하위권에 속하는 편이었다.

선수들의 평소 때의 훈련 내용은 대체로 1주에 3~5일간 오후에 약 1시간, 체력단련보다는 축구 전술 위주의 훈련을 하였다. 그러나 1990년 12월 하순경부터는 1991년 5월 말경과 6월 초경에 있는 전국 대회에 대비하여 1개월간의 합숙 훈련을 포함해서 처음 약 3개월 동안은 1주에 5~6일, 1일 3~4시간의 집중 훈련을 받았으며 그 내용은 근력 운동, 달리기, 스트레칭 등을 약 1시간, 축구의 개인 기술 및 팀 전술 훈련을 약 2시간정도 받았다. 그리고 1991년 4월 이후부터 전국대회가 있을때까지의 약 2~2.5개월 동안은 주로 1일 2,000m의 달리기와 개인 기본 기술과 개인 및 팀 전술 훈련을 받았다.

본 연구에서 1차 검사는 집중 훈련을 시작한 1990년 12월 하순경에 실시하였고 2차 검사는 집중훈련 시작 후 5~5.5개월에 실시하였다. 이 기간동안 선수들의 체지방율은 평균 12.4%에서 11.0%로 감소하였고(p<0.05), 최대 산소 섭취량은 63.5 ml/kg/min에서 72.0 ml/kg/min로 증가함으로써(p<0.001) 집중훈련에 의해 심·폐지구력 향상효과가 매우 컸음을 알 수 있다.

2. 방 법

환기기능은 Q-plex I spirometry (미국 Quinton 회사제)로 호흡곡선, 노력성호기량(FEV)곡선 및 최대 호기류용량(MEFV)곡선을 기록하여 이들로부터 호기량과 호기류속도를 반영하는 여러지표를 전산화된 program에 의해 측정하였다. 즉 호흡곡선에서는 폐활량(VC)을 구하였고, FEV곡선에서는 노력성폐활량(FVC)과 그것의 1초 및 3초치(FEV₁, FEV₃)와 1초 및 3초율(FEV₁/FVC%, FEV₃/FVC%), 그리고 노력성 호기 초기 및 중간 기류속도(FEF200-1200, FEF25-75

Table 2. Vital Capacity (VC) and Maximal Voluntary Ventilation (MVV) in Soccer Players Before and After Intensive Training (n=15)

	Before	After
VC (L)	5.04± 0.479	5.60± 0.414**
MVV (L/min)	107.04±14.638	126.07±13.237**

Values are mean ± SD.
** P < 0.001

Table 3. Parameters Derived from Forced Expiratory Volume Curves in Soccer Players Before and After Intensive Training (n=15)

	Before	After
FVC (L)	4.67±0.522	5.44±0.478**
FEV ₁ (L)	4.04±0.577	4.67±0.562**
FEV ₃ (L)	4.62±0.502	5.37±0.457**
FEV ₁ /FVC%	109.40±9.272	108.53±9.523
FEV ₃ /FVC%	102.00±1.363	101.87±1.922
FEF200-1200 (L/sec)	7.75±0.923	9.75±1.689**
FEF25-75% (L/sec)	4.40±1.148	5.11±1.366**

Values are mean ± SD.
** P < 0.001

)를 측정하였다. 한편 FEV곡선과 동시에 기록한 MEFV곡선에서는 최대호기류속도(PEF)와 FVC의 25%, 50% 및 75%를 호흡할때의 최대호기류속도(FEF25%, FEF50%, FEF75%)를 구하였다. 최대환기량(MVV)은 12초 동안의 측정치를 1분치로 환산하였다. 한편 체지방율은 체구성분석기(미국 Body Watch 회사제, model 2010)로 측정하였다.

폐기능에 관한 용어와 기호는 대한결핵 및 호흡기학회¹⁴⁾와 ACCP-ATS 합동위원회¹⁵⁾의 제안에 준했다. 그리고 본 연구에서는 폐기능의 여러 측정치를 추정정상치에 대한 백분율로 표시하지 않고 실측치를 그대로 서로 비교 검토하였으며, 통계학적 유의성 검정에는 Student t 검정법을 사용하였다.

결 과

선수들의 집중 훈련전후의 VC 및 MVV의 성적은 Table 2와 같이 이들 양 지표의 평균이 다 같이 훈련후

에 유의하게 증가되었다(각각 $p < 0.001$).

FEV₁곡선에서 구한 여러 지표의 성적은 Table 3과 같다. 즉 FVC를 비롯하여 FEV₁ 및 FEV₃의 평균은 모두 집중훈련 후 뚜렷이 높아졌으나(각각 $p < 0.001$), FEV₁/FVC% 및 FEV₃/FVC%는 훈련 전후에 큰 차이가 없었다. 한편 FEF 200-1200과 FEF25-75%는 훈련 후 다같이 현저히 증가하였다(각각 $p < 0.001$). MEFV 곡선에서 구한 여러 지표의 성적은 Table 4와 같다. 즉 PEF, FEF25%, FEF50%(각각 $p < 0.001$), FEF75%($p < 0.05$) 모두 훈련 후 유의하게 증가하였다. 그리고 FEV₁곡선에서 구한 지표들 가운데 주로 호기류 속도를 반영하는 지표인 FEF200-1200 및 FEF25-75%와 MEFV곡선에서 구한 여러 지표들의 실측치를 FVC로 용량교정(volume-adjusted)한 성적은 Table 5와 같다. 즉 집중훈련 후 실측치에 유의한 증가가 있었던 이들 지표 모두가 용량교정을 함으로써 훈련 전후의 차이가 없어졌다.

Table 4. Parameters Derived from Maximal Expiratory Flow-Volume Curves in Soccer Players Before and After Intensive Training (n=15)

	Before	After
PEF (L/sec)	9.06 ± 0.765	11.08 ± 1.213**
FEF25% (L/sec)	7.33 ± 1.225	8.74 ± 1.506**
FEF50% (L/sec)	4.98 ± 1.277	5.86 ± 1.611**
FEF75% (L/sec)	2.37 ± 0.768	2.64 ± 0.860*

Values are mean ± SD.

* P < 0.05, ** P < 0.001

Table 5. Volume-Adjusted Values of Parameters Derived from Forced Expiratory Volume and Maximal Expiratory Flow-Volume Curves in Soccer Players Before and After Intensive Training (n=15)

	Before	After
FEF200-1200/FVC	1.66 ± 0.162	1.79 ± 0.213
FEF25-75%/FVC	0.94 ± 0.208	0.94 ± 0.237
PEF/FVC	1.95 ± 0.155	2.03 ± 0.133
FEF25%/FVC	1.57 ± 0.236	1.61 ± 0.268
FEF50%/FVC	1.07 ± 0.235	1.08 ± 0.280
FEF75%/FVC	0.51 ± 0.145	0.49 ± 0.148

Values are mean ± SD. All differences before and after intensive training are insignificant.

고 안

큰 근육군을 지속적이고 율동적(rhythmical)으로 사용하는 유산소성(aerobic)동적운동을 규칙적으로 계속 하면 심·폐기능을 유지·향상시키는데 효과적이며 축구도 이 범주에 속하는 운동의 하나이다²⁾. 따라서 일반적으로 잘 훈련된 동적운동 선수는 일반인에 비해 폐용량이 크고 또한 이들에게서 집중훈련을 실시하면 심·폐기능이 향상되는 것으로 알려져 있다⁸⁾.

그리고 심폐기능을 향상시키는데 유효한 대표적인 운동중의 하나가 수영인데, 저자들 중의 최등³⁾, Mostyn 등⁵⁾, Magel 등⁶⁾, Andrew 등⁷⁾, Clanton 등⁸⁾, 및 Bjurström 등⁹⁾은 수영선수에서 폐용량 및 환기기능이 일반인에 비해 증가되어 있음을 관찰하고 수영선수는 물안에서 호흡이 받는 수압을 극복하면서 호흡해야 하므로 이에 대한 적응으로 호흡근이 발달되기 때문일 것이라 하였다. 또한 Stuart 등⁴⁾은 육상선수에서 VC가 일반인에 비해 증가되었음을 관찰하고 이는 운동으로 골격근과 심근의 근력이 증가함과 더불어 호흡근이 비대되어 호흡근력이 증가되기 때문일 것이라 하였다. 반면에 Vaccaro 등¹⁰⁾은 9-11세 어린이에서 7개월간 수영훈련을 시켰으나 폐용량 및 환기기능이 대조군과 차이가 없었으며 이는 대조군이 훈련을 시킨 어린이들 만큼 육체 활동이 활발했고 또한 훈련기간이 폐기능에 영향을 미칠 만큼 길지 않았기 때문일 것이라 하였다. 또한 최등³⁾은 수영선수에서는 비선수에 비해 환기기능이 월등히 좋았으나 선수에서 7~9주 동안 집중훈련을 시키기 전후의 성적에는 큰 차이가 없음을 관찰하고 잘 훈련된 선수에서 단기간의 집중훈련으로 환기기능이 더 향상되지는 않는다고 하였다. 한편 Mostyn 등⁵⁾은 우수한 중거리 육상선수에서, 그리고 Bloomfield 등¹¹⁾은 테니스선수에서 폐용량과 환기기능이 비선수군과 차이가 없다고 하였으며 Dempsey 등¹²⁾은 건강인의 폐는 어떤 량의 훈련에도 견뎌 낼 충분한 예비능을 가지므로 장기간 유산소성 훈련을 시행해도 폐에 형태적이나 기능적 변화를 초래하지 않는다고 하였다. 이와 같이 연구자에 따라 동적운동이 환기기능에 미치는 영향에 대해 견해의 차이가 있는 것은 대상선수의 성, 연령, 선수의 수준, 운동의 종류, 강도 및 기간, 그리고 폐기능 검사 종목과 그 방법등에 따른 차이 때문인 것으로 생각된다.

선수나 비선수에서 집중훈련 전후의 폐기능을 비교 검토한 보고는 매우 드물다. Vaccaro등¹⁰⁾은 9-11세 어린이들을 대상으로 7개월간 수영훈련을 시키고 훈련 전후의 FVC, FEV₁, MVV를 비교해 보았으나 유의한 차이가 없었다고 하였으며 Clanton등⁸⁾은 17-21세의 여자 수영선수를 3개월간 훈련시켰던 바 VC, FEV₁, MVV, 기능적 잔기량, 폐용량이 모두 증가 되었다고 하였다. 한편 Ghosh등¹³⁾은 축구선수를 9개월간 집중훈련시킨 후 폐기능을 대조군과 비교하여 VC, FEV₁은 증가 되었으나 MVV에는 변화가 없었다고 하였다.

본 연구에서 집중훈련후 VC가 뚜렷히 증가된 것은 축구선수를 대상으로 한 Ghosh등¹³⁾의 성적이나 수영선수를 대상으로 한 Clanton등⁸⁾의 보고와 일치하며, 이는 일찍이 Stuart등⁴⁾이 시사한 바와 같이 규칙적인 훈련으로 호흡근이 발달되었기 때문일 것으로 생각된다. 그리고 MVV는 기도와 폐실질은 물론, 호흡근력, 폐와 흉곽의 탄성(compliance) 등 호흡기계 전반에 대한 종합적인 평가에 유용한 것의 하나로 알려져 있다. 따라서 기도, 폐실질 및 흉곽에 이상이 없는 운동선수의 MVV는 거의 전적으로 호흡근의 근력과 근지구력에 의해서 좌우될 것으로 생각된다. 저자들의 성적에서 MVV는 훈련 후 유의하게 증가되었으며 이는 Magel등⁶⁾ 및 Clanton 등⁸⁾의 보고와 일치한다.

한편 저자들의 성적에서 FVC곡선에서 구한 지표들 가운데 주로 용량을 반영하는 지표인 FVC, FEV₁, 및 FEV₃는 훈련후 유의하게 증가하였으나 기도의 개존도(patency)를 반영하는 FEV₁/FVC% 및 FEV₃/FVC%에는 집중훈련 전후에 큰 차이가 없었는데 이는 대상으로한 축구선수가 모두 호흡기계가 정상이었고 훈련후 VC가 뚜렷히 증가되었던 점으로 보아 당연한 것이라 하겠다. 그리고 FEF200-1200 및 FEF25-75%는 다 같이 호기류속도를 반영하는 지표이나 전자는 주로 대기도기능을 반영하고 노력의존성(effort-dependent)인데 반하여 후자는 주로 세소기도기능을 반영하고 비교적 노력비의존성(effort-independent)인 것으로 알려져 있다. 저자들의 성적에서 집중 훈련후 양자 모두가 유의하게 증가되었는데 이는 훈련으로 호흡근의 근력이 강해지고 그에 따른 폐용량의 증가 때문인 것으로 생각된다.

그리고 MEFV 곡선에서 구하는 호기류 속도를 반영하는 지표들은 대체로 두가지로 나눌 수 있다. 즉 PEF와 FEF25%는 주로 대기도기능을 반영하고 노력의존성

인데 비해 FEF50%와 FEF75%는 주로 세소기도기능을 반영하는 노력비의존성 지표이다. 저자들의 성적에서 이들 지표 모두가 훈련후 뚜렷이 증가하였는데 이것 역시 훈련에 의한 호기근의 근력증가와 관계가 있을 것으로 생각된다. 한편 호기류속도를 반영하는 지표들, 특히 MEFV 곡선에서 구한 지표들의 실측치는 변이성이 비교적 크기 때문에¹⁷⁻¹⁹⁾ 실측치를 VC나 FVC 또는 폐용량으로 용량교정을 함으로써 그 변이성을 줄이려는 시도가 있으며^{20,21)} 특히 노력의존성 지표는 용량교정을 해서 평가하는 것이 바람직한 것으로 알려져 있다. 저자들의 성적에서 주로 호기류 속도를 반영하는 지표들의 실측치를 FVC로 용량교정해서 훈련전후의 성적을 비교해 보면 훈련후 실측치에 유의한 증가가 있었던 FEF200-1200, FEF25-75%를 비롯하여 MEFV곡선에서 구한 모든 지표의 성적이 용량교정을 함으로써 훈련전후의 차이가 유의하지 않게 되었다. 그리고 이러한 사실도 호기류 속도를 나타내는 지표들이 훈련후 유의하게 증가된 주된 이유는 호흡근의 근력증가로 인한 FVC의 증가 때문이며 또한 이들 지표 모두가 용량의존성(volume-dependent)임을 시사한다.

결 론

축구선수에서 5-5.5개월의 집중훈련이 환기기능에 미치는 영향을 알아보기 위하여 평균 선수경력 8.3년인 대학교 축구선수 15명에서 집중훈련 전후의 VC 및 MVV와 FEV 및 MEFV 곡선에서 측정한 여러 지표들의 성적을 서로 비교 검토하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

훈련후에는 용량을 반영하는 지표인 VC, FVC, FEV₁ & 3 뿐만 아니라, 주로 기류 속도를 반영하는 지표인 FEF200-1200, FEF25-75%, MVV, PEF, FEF25%, FEF50%, FEF75% 모두가 유의하게 증가하였다. 그러나 호기류 속도를 반영하는 지표의 실측치 모두가 FVC로 용량교정함으로써 훈련전후의 유의한 차이가 없어졌다. 이런 사실로 보아 축구선수에서는 집중훈련으로 용량 뿐만 아니라 기류속도를 반영하는 노력의존성 및 비의존성 지표의 성적이 모두 향상되는데 이는 주로 호흡근의 근력증가에 의한 FVC의 증가로 초래된다 하겠다.

REFERENCES

- 1) Simon HB: Exercise, health and sports medicine. In Rubenstein E and Federman DD (Eds) Scientific American Medicine, Scientific American, Inc 1990
- 2) The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults, ACSM position stand. *Med Sci Sports Exerc* 22:265, 1990
- 3) 최동욱, 박희명, 김유문, 김종석, 김상훈, 최정윤, 정태훈 : 수영선수의 폐환기기능 및 집중훈련이 이에 미치는 영향. *한국체육학회지* 30:185, 1991
- 4) Stuart DG, Collings WD: Comparison of vital capacity and maximum breathing capacity of athletes and nonathletes. *J Appl Physiol* 14:507, 1959
- 5) Mostyn EM, Helle S, Gee JBL, Bentivoglio LG, Bates DV: Pulmonary diffusing capacity of athletes. *J Appl Physiol* 18:687, 1963
- 6) Magel JR, Andersen KL: Pulmonary diffusing capacity and cardiac output in young trained Norwegian swimmers and untrained subjects. *Med Sci Sports* 1:131, 1969
- 7) Andrew GM, Becklake MR, Guleria JS, Bates DV: Heart and lung functions in swimmers and nonathletes during growth. *J Appl Physiol* 32:245, 1972
- 8) Clanton TL, Dixon GF, Drake J, Gadek JE: Effects of swim training on lung volumes and inspiratory muscle conditioning. *J Appl Physiol* 62:39, 1987
- 9) Bjurstrom RL, Schoene RB: Control of ventilation in elite synchronized swimmers. *J Appl Physiol* 63:1019, 1987
- 10) Vaccaro P, Clarke DH: Cardiorespiratory alterations in 9 to 11 year old children following a season of competitive swimming. *Med Sci Sports* 10:204, 1978
- 11) Bloomfield J, Blanksby BA, Beard DF, Ackland TR, Elliott BC: Biological characteristics of young swimmers, tennis players and non-competitors. *Brit J Sports Med* 18:97, 1984
- 12) Cordain L, Stager J: Pulmonary structure and function in swimmers. *Sports Med* 6:271, 1988
- 13) Ghosh AK, Ahuja A, Khanna GL: Pulmonary capacities of different groups of sportsmen in India. *Brit J Sports Med* 19:232, 1985
- 14) 결핵 및 호흡기학회 의학용어집. 대한 결핵 및 호흡기학회 1990
- 15) Pulmonary terms and symbols. A report of the ACCP-ATS joint committee on pulmonary nomenclature. *Chest* 67:583, 1975
- 16) Dempsey JA, Gledhill N, Reddan WG, Forster HV, Hanson PG, et al: Pulmonary adaptation to exercise: effects of exercise type and duration on chronic hypoxia and physical training. *Ann NY Acad Sci* 301:243, 1977 (Quoted by Cordain¹²)
- 17) Green M, Mead J, Turner JM: Variability of maximum expiratory flow-volume curves. *J Appl Physiol* 37:67, 1974
- 18) Knudson RJ, Slatin RC, Lebowitz MD, Burrows B: The maximal expiratory flow-volume curves. Normal standards, variability, and effect of age. *Am Rev Resp Dis* 113:587, 1976
- 19) Black LF, Offord K, Hyatt RE: Variability in the maximal expiratory flow-volume curve in asymptomatic smokers and in nonsmokers. *Am Rev Dis* 110:282, 1974
- 20) Zapletal A, Motoyama EK, van de Westijne KP, Hunt VR, Bouhuys A: Maximum expiratory flow-volume curves and airway conductance in children and adolescents. *J Appl Physiol* 26:308, 1969
- 21) Morris JF, Koski A, Breese JM: Normal values and evaluation of forced endexpiratory flow. *Am Rev Resp Dis* 111:755, 1975