

한국인 운동선수의 폐용적에 관한 고찰

서울대학교 의과대학 방사선과학교실

金 周 完

—Abstract—

A Study on Radiological Evaluation of the Lung Volumes in Korean Athletes

CHU-WAN KIM, M. D., Ph. D.

Department of Radiology College of Medicine
Seoul National University

- 1) Radiological evaluation of the lung volumes in Korean athletes to Mexico Olympic games was carried out and following results are obtained.
- 2) Mean lung volumes of the athletes in male is $6305.00 \pm 123.79\text{ml}$ and $5114.00 \pm 200.23\text{ml}$ in female.
- 3) Comparing with the healthy Korean adults, 20-25 years of age group, 1392.41ml of larger mean lung volumes in male athletes and 1720.96ml in female are seen.
- 4) Greater lung volumes are obtained in athletes as compared to the same height, weight and body surface area group of non-athletes.
- 5) Increase in lung volume is closely related with the increase of height. Largest volume is observed in basketball players.

1. 서 론

폐용적은 임상적으로 오래동안 폐의 생리학적 제측으로만 기준으로 삼아 육체적 운동과 폐기능에 관한 연구도 많이 시행되었으나 이러한 연구는 생리학적 방법이 추가되었으며 그측정 방법 연구기재 및 그 측정치의 평가에 있어서 간편하다 할수는 없었다.

근래에 와서는 X선학적으로 폐용적을 용이하게 간단한 방법으로 제측하여 종래의 생리학적 방법과 비교한 바 실제적으로 이용할수 있는 좋은 성적을 얻었다는 Bar-nhard¹⁾ 등 Gildenhorn²⁾ 및 Lyod³⁾ 등의 보고가 있고 우리나라에서도朴 및朱⁴⁾에 의한 한국인정상폐용적에 관한 연구발표가 있다.

저자는 이와 같은 X선학적폐용적 측정방법이 우수

함을 보아 멕시코올림픽 파견한국인선수들 대상으로 폐용적을 X선상을 기준으로 하여 제측분석하였으며 타 연구보고와도 비교검토하여 보았다.

II. 연구대상 및 방법

1) 연구대상

멕시코올림픽파견 한국인선수 남자 38명 여자 12명 합계 50명을 대상으로 하였으며 선수이외의 임원들은 이대상에서 제외 하였다.

2) 연구방법

X線촬영은 일어선 위치에서 최대흡기시에 흉곽의 後前 및 側面撮影을 하였으며 촬영거리는 각각 200cm 및 150cm 이다. 폐용적은 Loyd³⁾등의 제측법을 사용하였으며 그방법은 다음과 같다. 처음에 後前胸廓X線像에서 늑골의 內緣을 그린다음 肺尖에서 2.75cm 및

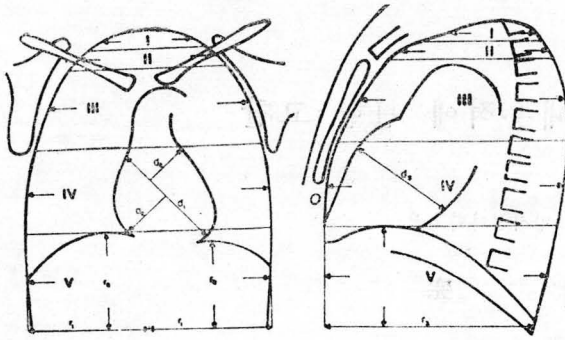


Fig. 1. Diagram of chest radiographs with meurement lines drawn.

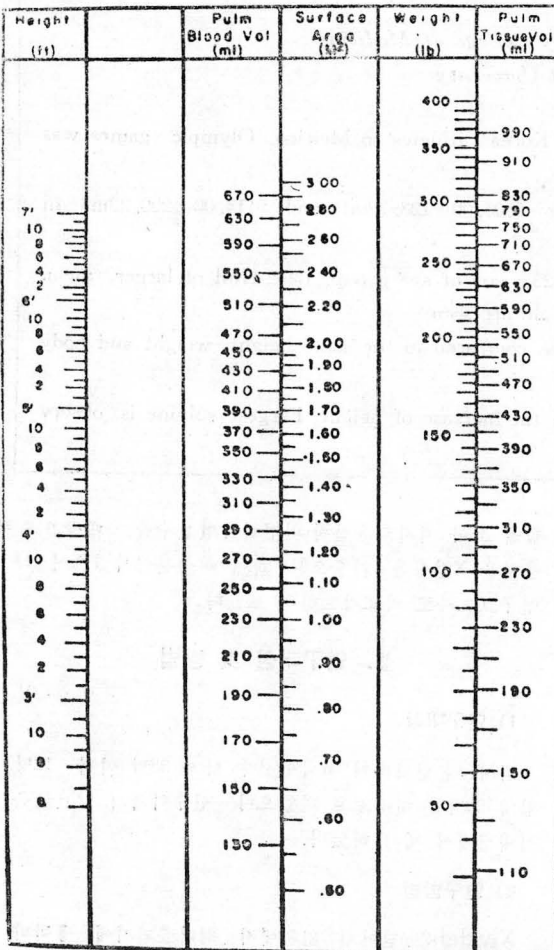


Fig 2. Nomogram for estimating pulmonary blood volume from height and weight of athlete.

| | | | | |
|-------------------------|------------------|---------------|---------------|---------|
| No: 17 | Name | Sex: | Age: | |
| Weight: 89.0kg | H eight: 167.5cm | | | |
| Volume of Thoracic Cage | | | | |
| Segm ent | Diameter P. A | Diameter Lat. | Height P.A | Product |
| 1 | 14.1 | x 7.0 | x 2.75 | = 271 |
| 2 | 20.6 | x 12.3 | x 2.75 | = 697 |
| 3 | 25.0 | x 17.8 | x 8.5 | = 3,783 |
| 4 | 30.3 | x 20.3 | x 8.5 | = 5,228 |
| 5 | 32.8 | x 20.4 | x 11.0 | = 7,360 |
| Total=17339 | | | x 0.572=9,918 | |
| Total thoracic volume | | | =9,918 | |

Non-Gas containing Volume within THORACIC CAGE

| Hemidi aphragm | Radius P.A(r1) | Radius Lat(r3) | Radius P.A(r2) | Product |
|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| Rt. | 14.8 | x 19.0 | x 11.0 | = 3,093 |
| Lt. | 14.8 | x 19.0 | x 9.7 | = 2,728 |

Heart

| Long Axis P.A(d1) | Trans Axis P.A(d2) | Trans Axis Lat(d3) | Product |
|-------------------|--------------------|--------------------|----------------|
| 15.1 | x 12.0 | x 10.3 | = 1,866 |
| Total=7687 | | | x 0.381 =2,929 |

Lung Tissue from nomogram = 535

Blood Volume from nomogram = 325

Total=3,789

Total Lung Capacity= 6,129

Fig. 3. Data form with example measurements in Centimeters and Calculations

5.5cm 거리에서 수평선을 그으면 제 I 도에서의 제 I 및 제 II 區域이 되어 양측橫隔膜중에서 높은측의 上緣에다 수평선을 또긋고 이선과 제 II 구역과의 중간선을 그으면 제 III 및 IV 구역이 되고 측면사진에서도 이와같이 하여 제 I, II, III, 및 IV 구역이 정해진다. 측면사진에서 양측의 後肋橫隔膜溝는 보통 2중으로 보일수 있음으로 이 중간점에서 수평선을 그으면 제 V 구역이 되고 같은 높이로 후면사진에서도 선을 그려 제 V 구역이 될 것이다. 이리하여 각구역의 폭과 높이를 측정하게 된다 다음에는 이런 전후광 용적에서 제거하여야 할 용적들은 심장용적 혈액용적 및 폐장조직이다. 제 1도에서 보는바와 같이 양측횡경막이 차지한 용적을 구한다음 심장용적을 제척하는데 縱徑(d₁)은 上行大靜脈의 시작되는 곳에서 心尖까지의 線거리이며 이선에서 수직선

을 그어서 横徑 (d₂)가 되며 側面像에서 심장軸에 수직선을 그어서 前後徑 (d₃)가 된다. 폐조직 및 혈액용적은 제 2도의 Nomogram에서 얻어진다.

이리하여 제 3도에서 보논바와 같은 방식으로 폐용적의 계산이 끝난다.

Ⅲ. 연구 성적

폐장용적을 연령 신장 체중 및 농구 레스링선수별로 얻은성적은 다음과 같다.

1. 모든선수의 남녀 평균용적은 6305.00±123.79ml 및 5114.00±200.23ml 이다. (제1표 참조)

2. 연령별 용적치

남자에있어서는 36세이상군에서 6832.00±161.94 ml 로서 제일크며 20세이하군에서 제일작은 5582.33±272.81 ml 를 보이고 있고 여자에 있

Table 1. Lung volumes in various age group, basket ball and wrestling champions.

| Age & Group | Sex | No | M(ml)±m(M) | $\bar{r} \pm m(\bar{r})$ |
|-------------|-----|----|----------------|--------------------------|
| ~20 | M | 3 | 5582.33±272.81 | 471.96±192.64 |
| | F | 5 | 5281.20±366.01 | 819.87±366.01 |
| 21~25 | M | 18 | 6424.05±186.71 | 791.64±131.94 |
| | F | 7 | 4994.57±215.49 | 571.04±152.66 |
| 26~30 | M | 13 | 6280.85±226.22 | 816.66±160.13 |
| 31~35 | M | 2 | 5950.50±69.36 | 97.80±48.90 |
| 36~ | M | 2 | 6832.00±161.94 | 228.34±114.17 |
| Basket Ball | M | 11 | 6974.81±200.74 | 666.47±141.11 |
| | M | 9 | 6022.77±300.44 | 901.32±212.58 |
| Wrestling | M | 38 | 6305.00±123.79 | 762.53±88.45 |
| | F | 12 | 5114.00±200.23 | 692.81±141.39 |

어서는 21~25세군에서의 4994.54±215.49ml 이며 20세 이하군에서는 5281.20±366.01ml 이다 (제1표참조)

3. 신장별용적치

남녀최고치는 175cm 이상군에서 7021.53±161.75ml 및 7155.00±ml 이다. (제2표참조)

4. 체중별용적치

남녀최고치는 각각 70kg 이상 군에서의 6826.89±159.48ml 및 5543.33±596.91ml 이다. (제3표참조)

Table 2. Lung Volumes in Various Height in Athletes

| Height (cm) | Sex | No | M(ml)±m(M) | $\bar{r} \pm m(\bar{r})$ |
|-------------|-----|----|----------------|--------------------------|
| ~159 | M | 4 | 5297.25±296.54 | 593.08±209.57 |
| 160~164 | M | 7 | 5451.00±305.51 | 809.61±216.47 |
| | F | 1 | 4195.00± | |
| 165~169 | M | 8 | 6193.63±167.84 | 475.00±118.75 |
| | F | 8 | 5002.63±212.08 | 600.18±150.07 |
| 170~174 | M | 4 | 6344.00±94.78 | 189.55±66.98 |
| | F | 2 | 5000.50±267.62 | 377.35±188.68 |
| 175~ | M | 15 | 7021.53±161.75 | 625.96±114.23 |
| | F | 1 | 7155.00± | |

Table 3. Lung Volumes in Various Weight in Athletes

| Weight (kg) | Sex | No | M(ml)±m(M) | $\bar{r} \pm m(\bar{r})$ |
|-------------|-----|----|----------------|--------------------------|
| 50~54 | M | 1 | 4762.00± | |
| | F | 1 | 4195.00± | |
| 55~59 | M | 4 | 5342.75±284.13 | 568.25±200.79 |
| | F | 3 | 4629.00±279.39 | 483.35±197.29 |
| 60~64 | M | 11 | 5837.09±202.42 | 672.03±143.29 |
| | F | 1 | 5531.00± | |
| 65~69 | M | 5 | 6608.40±260.06 | 582.54±184.35 |
| | F | 4 | 5281.25±202.44 | 404.87±143.06 |
| 70~ | M | 17 | 6826.89±159.48 | 657.06±112.70 |
| | F | 3 | 5543.33±596.91 | 1032.67±421.50 |

Ⅳ. 총괄 및 고안

폐용적은 폐기능평가의 중요한 부분이며 운동과 폐기능에 관한 많은 업적들이 있는데 Shapiro⁵⁾ 등은 운동선수 및 선수아닌 27명을 대상으로 폐기능을 측정한바 훈련된 선수일수록 폐활량은 증가한다고 하였으며 이 폐활량의 증가는 폐용적의 증가로 인한것인지 호흡근이 강력해진것과 筋收縮力이 강한것에 기인하는지는 잘

류명암되었으며 이에 관하여 Shaeffer⁶⁾ Turley⁷⁾ 및 Froeb⁸⁾ 등은 반듯이 폐활량이 큰것은 아니라고 주장한 바도 있고 또 Carey⁹⁾ 등 및 Newman¹⁰⁾ 도 운동선수의 전폐용량은 일반정상한 사람에 비하여 항상 증가되는 것은 아니라고 하였다. Agostoni¹¹⁾ 등은 선수는 우수한 근육을 갖임으로써 더욱 빠르고 힘찬 호흡운동을 장시간 할수있으므로 선수아닌사람 보다 큰 최대호흡량을 갖을수 있다고하며 Song¹²⁾ 등은 한국海女에서 큰 폐활량치 및 최대 호흡량을 보았으나 殘氣量 및 호흡에 비량은 거의 같다고 하였다.

그런데 최근에 일으러서는 X선학적방법에 의한폐용적과 생리학적 측정치 사이에는 큰차이가 없으므로 X선학적측정법이 간편하게 이용할수있다는 Barnhard¹⁾ 등의 보고가 있고 Loyd³⁾ 등은 Barnhard¹⁾ 등의 방법을 개량하여 X線學的肺容積測定値와 體積計의測定値와 사이에는 별차이가없는 성적을 얻었다고 하였다.朴빛朱⁴⁾도 한국인정상폐장용적을 X선학적으로 측정하여 생리학적 방법과 비교검토한결과 좋은성적을 얻은바 있다. 요컨데 운동과 폐기능에 관한보고는 많으나 X선학적폐용적과의 연관관계를 추시한 보고는 찾아 보기 힘들기에 저자는 X선학적 방법의 이점을 감안하여 한국인운동선수를 대상으로 폐용적을 측정 검토하여 보았다. 남녀선수의 평균 폐용적은 제 1표에서

Table 4. Lung Volumes in Various Body Surface Area in Athletes

| B.S.A (m ²) | Sex | No | M(ml)±m(M) | r±m(r) |
|----------------------------|-----|----|----------------|---------------|
| 1.70~ 1.79 | M | 1 | 7026.00± | |
| 1.50~ 1.59 | M | 4 | 5144.25±375.59 | 751.19±265.44 |
| | F | 1 | 4185.00± | |
| 1.60~ 1.69 | M | 7 | 5212.71±251.58 | 666.70±178.26 |
| | F | 3 | 4629.00±360.03 | 622.85±254.32 |
| 1.70~ 1.79 | M | 7 | 6670.57±184.61 | 489.22±130.81 |
| | F | 4 | 5546.50±148.28 | 296.56±104.79 |
| 1.80~ 1.89 | M | 7 | 6222.00±224.43 | 594.75±159.02 |
| | F | 3 | 4648.33±481.21 | 832.49±339.79 |
| 1.90~ 1.99 | M | 7 | 6879.29±323.12 | 856.27±228.95 |
| | F | 1 | 7155.00± | |
| 2.00~ | M | 5 | 7419.00±292.91 | 656.04±207.61 |
| | F | 1 | 7155.00± | |

와같이 각각 6305.00±123.79ml 및 5114.00±200.23ml로서 남자가 여자보다 평균 1191ml가 큰것을 알수 있으며 연령차에 따르는 뜻있는 차이는 없었다.

신장별로 본 폐용적치는 제2표에서와 같이 175cm 군에서 제일크며 신장증가에 따라 폐용적치의 상승을 보이며 이는 Hepper¹³⁾ 등이 신장 120~206cm 까지의 성인에서 폐용적은 신장의 3乘値와 밀접한 상관관계가있다는 보고와 Cook¹⁴⁾ 등의 신장과 폐의 機能殘氣量과도 상호관계가 있다는 발표와도 합치되는 소견이다.그리고 농구선수의 폐용적이 모든선수의 평균치보다 큰것은 평균신장이 큰 관계일것이다¹⁵⁾

체중별로 본 폐용적은 제 3표에서와같이 70kg 이상 군에서 제일 크며 54kg 이하군에서 제일적은것을 알수 있는데 체중과 폐용적과의 상관관계는 일정하지는않다

Table 5. Lung Volumes in Various Body Surface Area in Normal Adult (20-25 years of age)

| B.S.A (m ²) | Sex | No | M(ml)±m(M) | r±m(r) |
|----------------------------|-----|----|----------------|---------------|
| ~1.49 | F | 17 | 3200.88±176.93 | 728.94±125.03 |
| 1.50~ 1.59 | M | 4 | 4750.75±323.76 | 647.51±228.80 |
| | F | 10 | 3436.20±157.03 | 496.20±111.01 |
| 1.60~ 1.69 | M | 12 | 4840.33±109.73 | 379.68±77.49 |
| | F | 4 | 3176.25±325.46 | 650.92±230.01 |
| 1.70~ | M | 15 | 5122.20±130.28 | 504.20±92.01 |
| 1.79~ 1.80-1.89 | M | 2 | 6062.00±102.72 | 144.83±72.42 |

Table 6. Lung Volumes in Various Height in Normal Adults (20-25 years of age)

| Height (cm) | Sex | No | M(ml)±m(M) | r±m(r) |
|----------------|-----|----|----------------|---------------|
| ~159 | M | 1 | 4035.00± | |
| | F | 21 | 3201.09±146.86 | 672.62±103.80 |
| 160~164 | M | 2 | 4867.00±515.48 | 726.83±363.42 |
| | F | 9 | 3404.33±211.03 | 633.08±149.31 |
| 165~169 | M | 11 | 4819.18±91.10 | 302.46±64.49 |
| | F | 1 | 3609.00± | |
| 170~174 | M | 11 | 5172.46±170.39 | 565.71±120.62 |
| 175~ | M | 8 | 5295.88±187.94 | 531.87±132.97 |

Table 7. Lung Volumes in Various Weight in Normal Adults (20-25 years of age)

| Weight (kg) | Sex | No | M(ml)±m(M) | r±m(r) |
|-------------|-----|----|----------------|---------------|
| ~49 | F | 10 | 3192.00±233.53 | 737.95±165.09 |
| 50~54 | M | 2 | 5441.50±134.91 | 190.22±95.11 |
| | F | 10 | 3324.20±211.21 | 667.41±149.31 |
| 55~59 | M | 11 | 4602.45±102.71 | 340.99±72.71 |
| | F | 8 | 3403.00±167.48 | 473.97±118.49 |
| 60~64 | M | 14 | 5164.85±112.91 | 422.27±79.82 |
| | F | 2 | 3216.00±576.01 | 812.17±406.09 |
| 65~69 | M | 4 | 5025.00±259.56 | 519.11±183.43 |
| | F | 1 | 2655± | |
| 70~(kg) | M | 2 | 6062.00±102.72 | 144.83±72.42 |

한편 朴및朱4)의 연구성적중 많은 선수의 연령층에 해당하는 21~25 세군의 정상 한국인 폐용적을 다시 분석하여 선수의 그것과 비교하였던바 같은 연령층의 선수의 평균폐용적이 남자에 있어서는 1392.41ml 여자에 서 1720.96ml 가 더큰것을 알수있고 같은 신장별로 본 차이는 제2및 6표에서 보는바와 같이 선수의 것이 일반성인에 비하여 남자신장 175cm 이상군에서 1725.65ml 가 크며 165~169cm 군에서는 남여선수의 폐용적이 각각 1374.45ml 및 1393.63ml 가 큰것을 알수있고 160~164cm 군에서만은 적은 차이를 보이고 있다.

같은체중군별로 비교해보면 제3 및 7표에서와 같이 대체적으로 선수의 폐용적이 일반정상인 보다 큰것을 알수있고, 체표면적 군별로본비교도 제4표 및 5표에서와같이 선수의것이 큰것을 알수있다.

이상과같이 훈련된 운동선수의 폐용적은 일반정상인에 비하여큰차이를 보이고 있으며 앞으로 X선학적 폐용적 측정 방법이 운동선수의 체력평가에 참고가 될 수있을 것으로 사료되는 바이다.

V. 결 론

1) 멕시코올림픽 과전한국인선수의 폐용적을 남자 38명 및 여자 12명 합계 50명을 대상으로하여 X선학적 방법으로 측정한바 다음과 같은 성적을 얻었다.

2) 남녀선수의 평균폐용적치는 6305.00±123.79ml 및 5114.00±200.23ml 이며 20~25 세군의 정상한국인 청년에 비하여 남녀 각각 1392.41ml 및 1720.96ml 가

크며 같은 신장 체중 및 體表면적을 갖인 선수아닌사람의 그것보다도 크다.

3) 선수의 폐용적은 신장증가에 따라 뜻있는 증가를 보이며 평균신장이 큰 농구선수에서 가장크다.

參 考 文 獻

- Barnhard, H. J., Pierce J. A., Joyce, J.W. and Bates, J. H.: *Roentgenographic Determination of Total Lung Capacity*. *Am. J. Med. of* 28 : 51, 1960
- Gildenhorn, H. L., and Hallett, W. Y.: *An Evaluation of Radiological Methods for the Determination of Lung Volumes*. *Radiology*, 84 : 754—756, 1965
- Loyd, H. M., S. T. String, and A. B. Dubois: *Radiological and Plethysmographic Determination of Total Lung Capacity*. *Radiology* 86 : 7—14, 1966.
- 朴琇誠, 朱東雲: 大韓放射線醫學會 第23次學術大會抄錄集, 1967年
- Shapiro, W., C. E. Johnston, R. A. Dameron, Jr. and J. L. Patterson, *Maximum Ventilatory Performance and its limiting factors*. *J. Appl. Physiol.* 19(2) : 199—203, 1964
- Shaeffer, K. E.: *J. Appl. Physiol.* 13 : 1, 1958
- Turly, F. C. and T. R. Harrison: *Am. J. Med. Sci.* 183 : 702, 1932
- Froeb, H. F.: *J. Appl. Physiol.* 16 : 8, 1961
- Carey, C. R., K. E. Schaeffer and H. J. Alvis: *J. Appl. Physiol.* 8 : 519, 1956
- Newman, F., B. F. Smalley and M. L. Thomson: *J. Appl. Physiol.* 17 : 649, 1962
- Agostoni, E. and W. O. Fenn: *J. Appl.* 15 : 349, 1960
- Song, S. H., D.H. Kang, B. S. Kang and S. K. Hong: *Responses to high CO₂ and low O₂ in the Ama. J. Appl. Physiol.* 18(3) : 466—470, 1963
- Hepper, N. G. G., W. S. Fowler and H. F. Helmholz: *Relationship of Height to Lung Volume in Healthy men. Dis. of Chest.* 37 : 314—320, 1960
- Cook, C. D., J. Helliesen and Agathon, S.: *Relation between mechanics of respiration, lung size and body size from birth to young adulthood. J. Appl. Physiol.* 13(3) : 349—352.
- 張信堯, 成樂應, 南基鏞, 羅世振: 運動選手の 競技種目別體格基準. 서울大學校 醫科大學 體力科學研究所 論文 第22號

