

## CT를 이용한 한국 정상 성인의 비장 계측에 관한 연구

계명대학교 의과대학 방사선과학교실

오연희·우성구·전석길

— Abstract —

### Measurement of Spleen by Computed Tomography in Normal Korean Adults

Yeon Hee Oh, M.D., Seong Ku Woo, M.D., Seok Kil Zeon, M.D.

Department of Radiology, School of Medicine, Keimyung University

Computed tomography potentially offers the most accurate noninvasive method of estimating volume of a solid organ in vivo.

The study was undertaken to obtain standard values of size, volume and mass of normal spleen in Korean adults.

The authors analyzed 109 cases of abdominal computed tomography of normal Korean adults.

The results were as follows:

1. The average splenic volume in adults was  $173.17 \pm 59.02 \text{ cm}^3$  in male,  $160.43 \pm 61.72 \text{ cm}^3$  in female and total average,  $160.98 \pm 60.41 \text{ cm}^3$ .
2. The average splenic mass in adults was  $181.20 \pm 61.16 \text{ gm}$  in male,  $166.44 \pm 64.68 \text{ gm}$  in female and total average,  $174.16 \pm 63.0 \text{ gm}$ .
3. The average size of the spleen in adult males was  $9.39 \pm 1.33 \text{ cm}$  in breath,  $3.8 \pm 0.69 \text{ cm}$  in thickness, and  $7.97 \pm 1.43 \text{ cm}$  in height; in adult females,  $9.25 \pm 1.46 \text{ cm}$ ,  $3.51 \pm 0.65 \text{ cm}$ ,  $8.05 \pm 1.35 \text{ cm}$ , respectively; total average,  $9.32 \pm 1.39 \text{ cm}$ ,  $3.70 \pm 0.69 \text{ cm}$ ,  $8.01 \pm 1.39 \text{ cm}$ , respectively.
4. There was no statistical difference of volume, mass and size between sex and age.

### I. 서 론

비장은 다양하고 복합적인 기능을 가진 장기로써 여러가지 질병의 진행에 따라 크기가 변화한다.

비종대를 일으킬 수 있는 질환은 전염성 또는 비전염성 염증질환, 혈액학적 이상, 울혈성 종대, 대사성 혹은 침윤성 질환 및 종양 등 다양하다<sup>1)</sup>. 따라서 비장

의 정확한 계측은 여러가지 질환의 유무 및 치료효과나 질환의 임상평가에 유용한 지표가 되며, 또한 체적은 비장 절제술에 있어서 꼭 필요한 지표이다<sup>2-6)</sup>.

비종대의 유무판정을 위해 종래에는 타진과 촉진, 단순X-선촬영, 동위원소주사, 초음파검사 등 많은 연구가 되어 왔으나, 정확성이 모호하다고 보고되어 왔다. 그러나 최근 CT를 이용함으로써 비장의 크기를 정확히 측정할 수 있을 뿐만 아니라 개개의 절편영상에 비장의 경계를 정확하게 그려 기계에 의해 면적을 자동적으로 계산하고 부분체적 합산법(Summation

이 논문은 1989년 2월 18일 접수하여 1989년 3월 23일에 채택되었음

of area technique)을 이용하여 체적측정이 용이하게 되었다. 또한 Heymfield등<sup>7)</sup>의 방법에 의해 비장의 질량도 쉽게 구할 수 있게 되었다.

그러나 현재 임상에서 이용되고 있는 정상 비장의 크기, 체적 및 질량의 통계수치는 대부분이 외국에서의 연구결과이고 한국인의 연구는 미미하여 성등<sup>8)</sup>이 비장의 크기를 CT를 이용하여 연구 보고한 바가 있으나, 체적 측정 및 질량의 연구는 시도된 바 없다. 이에 저자들은 한국 정상 성인 109명을 대상으로 CT를 이용하여 전향적으로 비장의 체적을 측정하여 질량을 계산해 내었으며, 동시에 비장의 크기(높이, 폭, 두께)를 계측하여 비장 연구에 필요한 한국 정상 성인 비장의 표준치를 산출하고자 하였다.

## II. 대상 및 방법

1987년 12월부터 1988년 6월까지 계명대학교 의과대학 방사선과학교실에서 상복부 CT를 시행한 증례 가운데 임상 및 방사선학적 소견상 비종대를 일으킬 원인질환이 전혀 없었던 남자 56명, 여자 53명 총 109명을 대상으로 하였으며, Table 1에서 보는 바와같이 20대에서 60대까지 각 연령군으로 나누었다.

Table 1. Age and Sex Distribution

Age	Sex	Male	Female	Total
20-29		8	10	18
30-39		9	10	19
40-49		14	8	22
50-59		15	13	28
≥60		10	12	22
Total		56	53	109

사용한 기계는 Siemens회사 Somatom DR-H로써 주사시간 4초, 절편두께 8 mm, 양와위 호기말기의 평균상태에서 좌폐하부로부터 연속적으로 비장의 크기, 체적 및 질량을 측정하였다. 모든 증례에서 Gastrografin®을 경구투여 하였고, 경정맥 조영제 증강검사를 실시하였다.

### (1) 비장의 크기

#### ① 높이(Height); H

비장은 좌상복부에서, 상내측으로부터 하외측의 방

향으로 사위를 취하고 있으므로 횡단면 촬영만으로는 실제의 길이(length)를 구할 수 없으며, 다층촬영상을 CT기계에 의해 시상 재구성 혹은 관상 재구성하여 길이(length)를 측정 할 수 있으나, 검사자의 주관이 많이 가미되어 객관성이 결여되므로 시행하지 않고, 비장이 출현하는 절편수x절편 두께(8 mm)로 높이를 구하였다(Fig. 1).

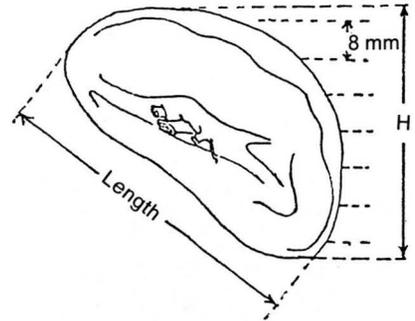


Fig. 1. The height of the spleen.  
H: height(slice number x slice thickness)

#### ② 폭(Breadth); B

비장은 부위에 따라 폭이 각각 다르므로 연구자는 비문이 출현하는 절편을 연구대상으로 하여, 비장의 내측 경계로부터 최외측 경계까지의 최대거리를 비장의 폭으로 측정하였다(Fig. 2-1).

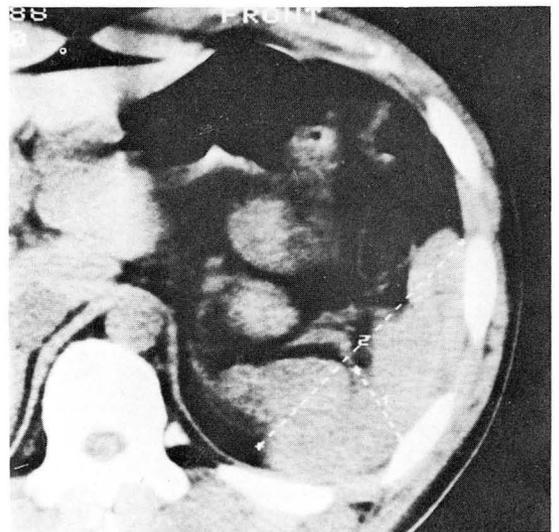


Fig. 2. Measurement of the splenic size at the splenic hilum. 1: thickness 2: breadth

③ 두께(Thickness); T

폭을 측정한 부위의 비문이 출현하는 절편에서, 폭의 거리와 수직으로 그은 선으로 비장의 전측 오목한 면에서 후측 볼록면까지의 최대거리를 측정하였다 (Fig. 2-2).

(2) 비장의 체적

각 절편상에 비장의 경계선을 cursor로 수동 추적하여 도식하고 CT에 부착된 soft-ware program에 의해 비장의 면적을 측정하고(Fig. 3), 각 절편의 면적을 부분체적합산법에 의해 합산하여 체적을 구하였다 (Fig. 4).

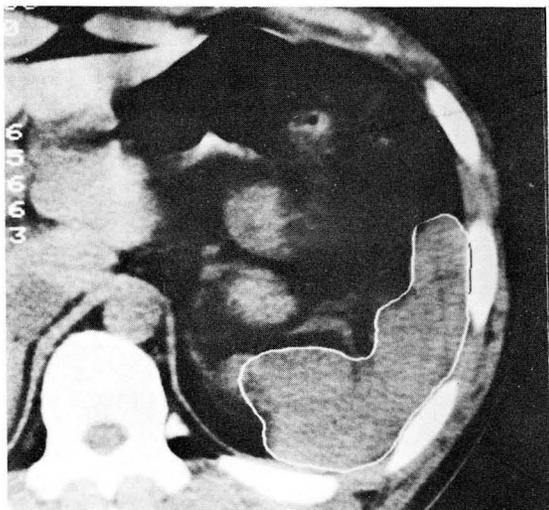
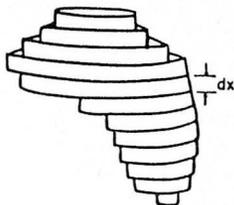


Fig. 3. Splenic contour traced by cursor with calculated area of the spleen in this slice.

SUMMATION OF AREAS



$$\text{Volume} = dx \sum_{i=1}^n \text{Area}_i = dx (\text{Area}_1 + \text{Area}_2 + \dots + \text{Area}_n)$$

$dx = \text{scan spacing}$

Fig. 4. Schema of the summation of areas.

(3) 비장의 질량

Heysfield등<sup>7)</sup>은 water displacement 방법에 의해 비장의 비중은  $1.043 \pm 0.011$ 로 보고하였다. 따라서 저자들이 측정한 비장의 체적에 비중을 곱하여 증례별 질량을 산출하였다.

III. 성 적

(1) 비장의 크기

남자에서는 폭, 두께, 높이가 각각  $9.39 \pm 1.33$  cm,  $3.88 \pm 0.69$  cm,  $7.97 \pm 1.43$  cm이었고, 여자에서는  $9.25 \pm 1.46$  cm,  $3.51 \pm 0.65$  cm,  $8.05 \pm 1.35$  cm이었으며, 109명의 전체 평균치는 각각  $9.32 \pm 1.39$  cm,  $3.70 \pm 0.69$  cm,  $8.01 \pm 1.39$  cm이었다.

① 폭(Breadth)

남자에서는 40대가  $9.89 \pm 1.35$  cm으로써 최대치를 나타내었으며, 60세 이상 연령군에서는  $8.38 \pm 1.32$  cm로 최소치를 보였으나 통계적으로 각 연령군사이의 유의적 차이는 없었다( $P > 0.05$ ).

여자에서는 50대에서  $9.58 \pm 1.14$  cm로 가장 컸으며, 60세 이상 연령군에서  $8.68 \pm 1.49$  cm로 역시 감소를 보였으나 유의성은 없었다( $P > 0.05$ ).

남자가 여자보다 전체 평균치 0.14 cm 더 컸으며, 각 연령군간의 성별 유의성은 없었다(Table 2, Fig. 5).

② 두께(Thickness)

남자는 20대가  $4.29 \pm 0.35$  cm로 가장 컸고, 60세 이상 연령군이  $3.52 \pm 0.40$  cm로 가장 작게 나타났다.

Table 2. The Breadth of the Spleen (M±SD)

Age	Sex	Male	Female	Total
20-29		$9.33 \pm 0.73$	$9.54 \pm 1.30$	$9.44 \pm 1.06$
30-39		$9.79 \pm 0.74$	$9.16 \pm 1.85$	$9.46 \pm 1.43$
40-49		$9.89 \pm 1.35$	$9.29 \pm 1.60$	$9.67 \pm 1.44$
50-59		$9.41 \pm 1.56$	$9.58 \pm 1.14$	$9.49 \pm 1.36$
≥60		$8.38 \pm 1.42$	$8.68 \pm 1.49$	$8.55 \pm 1.39$
Total		$9.39 \pm 1.33$	$9.25 \pm 1.46$	$9.32 \pm 1.39$

\* Mean±standard deviation in centimeters

\* The breadth of the spleen was measured at splenic hilum level.

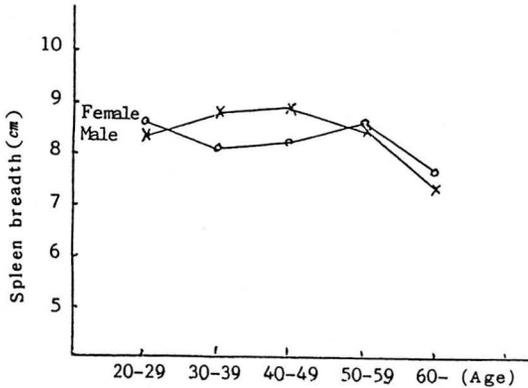


Fig. 5. The breadth of the spleen at splenic hilum level.

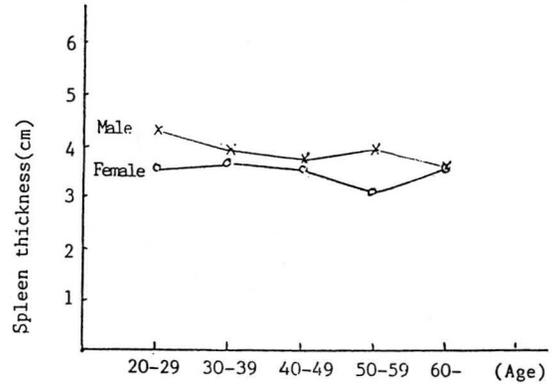


Fig. 6. The thickness of the spleen at splenic hilum level.

그러나 각 연령군간의 유의적 차이는 없었다( $P > 0.05$ ).

여자는 30대가  $3.80 \pm 0.61$  cm로 가장 컸고, 50대가  $3.71 \pm 0.60$  cm로 가장 작게 나타났으나 유의성은 없었다( $P > 0.05$ ).

남자가 여자보다 큰 것으로 나타났으나 유의성은 찾아 볼 수 없었다( $P > 0.05$ ).

전체적인 두께의 평균치는  $3.70 \pm 0.69$  cm이었고, 대상자의 95%는 3.57 cm에서 3.83 cm 사이에 속해 있었다(Table 3, Fig. 6)

### ③ 높이(Height)

남자는 30대에서  $8.44 \pm 0.99$  cm으로 가장 컸고, 20대 연령군에서  $7.50 \pm 1.65$  cm으로 가장 작았으나, 각 연령군간의 통계적 유의성은 없었다( $P > 0.05$ ).

여자는 40대에서 가장 컸고 60세 이상 연령군에서 가장 작았으나 역시 유의성은 없었다( $P > 0.05$ ).

Table 3. The Thickness of the Spleen(M±SD)

Age \ Sex	Male	Female	Total
20-29	$4.29 \pm 0.35$	$3.58 \pm 0.70$	$3.89 \pm 0.72$
30-39	$3.96 \pm 0.76$	$3.80 \pm 0.61$	$3.87 \pm 0.77$
40-49	$3.74 \pm 0.61$	$3.60 \pm 0.44$	$3.69 \pm 0.55$
50-59	$3.99 \pm 0.91$	$3.17 \pm 0.60$	$3.61 \pm 0.87$
≥60	$3.52 \pm 0.40$	$3.53 \pm 0.65$	$3.52 \pm 0.54$
Total	$3.88 \pm 0.69$	$3.51 \pm 0.65$	$3.70 \pm 0.69$

\* Mean±standard deviation in centimeters.

\* The thickness of the spleen was measured at splenic hilum level.

전체적인 높이의 평균치는  $8.01 \pm 1.39$  cm이고 최소 4.8 cm 최대 11.2 cm이었다(Table 4, Fig. 7).

### (2) 비장의 체적

성인 비장의 체적 평균치는  $166.98 \pm 60.41$  cm<sup>3</sup>이고, 남자는  $173.17 \pm 59.02$  cm<sup>3</sup>, 여자는  $160.43 \pm 61.72$

Table 4. The Height of the Spleen(M±SD)

Age \ Sex	Male	Female	Total
20-29	$7.50 \pm 1.65$	$8.48 \pm 0.77$	$8.04 \pm 1.30$
30-39	$8.44 \pm 0.99$	$7.68 \pm 1.42$	$8.04 \pm 1.26$
40-49	$7.83 \pm 1.37$	$8.50 \pm 1.48$	$8.07 \pm 1.42$
50-59	$8.16 \pm 1.79$	$8.12 \pm 1.75$	$8.14 \pm 1.74$
≥60	$7.84 \pm 1.12$	$7.60 \pm 1.05$	$7.71 \pm 1.06$
Total	$7.97 \pm 1.43$	$8.05 \pm 1.35$	$8.01 \pm 1.39$

\* Mean±standard deviation in centimeters

\* The Height=Slice number x Slice thickness

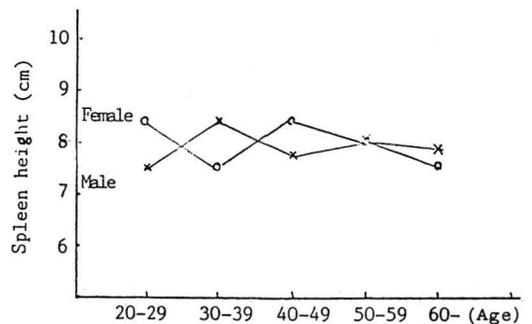
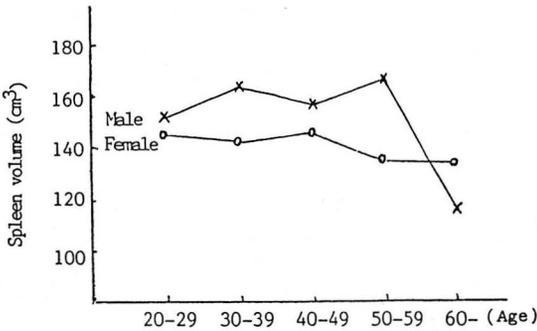


Fig. 7. The height of the spleen

**Table 5.** The Volume of the Spleen(M±SD)

Age \ Sex	Male	Female	Total
20-29	171.10±37.82	165.91±56.42	168.22±47.77
30-39	184.86±24.16	163.68±76.52	173.71±57.49
40-49	178.14±67.69	166.61±65.82	173.95±65.67
50-59	187.33±80.19	155.18±48.99	172.41±68.32
≥60	136.11±31.52	154.71±71.66	146.26±56.49
Total	173.17±59.02	160.43±61.72	166.98±60.41

\* Mean±standard deviation in cubic centimeters



**Fig. 8.** The volume of the spleen

cm<sup>3</sup> 이었으며, 남자가 일반적으로 높았으나 남녀 사이의 통계적 유의성은 없었다(P>0.05)(Table 5, Fig. 8).

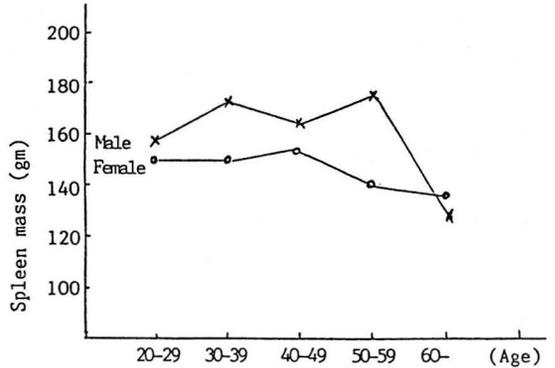
**(3) 비장의 질량**

성인의 질량 평균치는 174.16±63.0 gm이고, 남자는 181.20±61.16 gm, 여자는 166.44±64.68 gm이었다.

성별 연령별 분류에 따른 통계적 유의성은 없었다(P>0.05)(Table 6, Fig. 9).

**Table 6.** The Mass of the Spleen(M±SD)

Age \ Sex	Male	Female	Total
20-29	178.46±39.45	173.04±58.85	175.45±49.82
30-39	192.80±25.19	170.72±79.81	181.18±59.96
40-49	185.80±70.60	173.78±68.65	181.43±68.50
50-59	195.39±83.64	161.86±51.10	179.82±17.26
≥60	148.49±37.96	156.61±76.24	152.55±58.92
Total	181.20±61.16	166.44±64.68	174.16±63.00



**Fig. 9.** The mass of the spleen

**IV. 고 찰**

비장의 정상크기와 비종대의 판정을 정하기 위한 노력은 오랜동안 이루어져 왔는 바, 이학적 소견, 단순 복부 X-선촬영, 방사성 동위원소주사법, 초음파 검사 및 CT 등을 이용한 여러 측정 방법들이 보고 되어 왔다. 그러나 비장의 대부분이 늑골에 싸여 있으므로 임상적으로 널리 사용되는 촉진이나 타진은 전체적인 장기의 크기를 인지할 수 없어 비종대를 평가하는 방법으로는 부정확하다<sup>9,10,12-16</sup>).

방사성 동위원소주사법은 비장의 전체 윤곽을 관찰할 수 있어 비장의 모양, 크기 및 종양 등의 관찰에 보편적으로 사용되는 방법이나, 해상력이 떨어지고 체위에 따라 그 모양이 달라지며 호흡의 영향으로 실제의 윤곽을 정확히 나타내지 못하고 타장기의 방사능과 겹쳐 비장의 경계를 알기 어려운 경우도 있다<sup>6,8,17-21</sup>).

초음파 검사는 비장의 단면적인 촬영으로 크기, 단면적 및 체적 측정이 가능하며 비교적 간단해서 시간이 걸리지 않을 뿐만 아니라, 방사능 피폭이 없어 손쉽게 실시할 수 있는 방법이다<sup>4,22-24</sup>). 그러나 늑골, 장내공기 혹은 폐등에 의해 주사범위가 제약을 받아 비장의 완전한 윤곽을 나타내지 못하는 경우가 많고 기계를 수동으로 조작함에 따라 정확한 간격으로 연속적으로 주사할 수 없으며, 시술자에 따라 상당한 오차를 나타내는 단점이 있다<sup>6,12,19,26</sup>).

반면 CT는 횡단면상의 모든 장기를 전장에 걸쳐 정확히 묘사할 수 있기 때문에 각 장기 혹은 종양의 크기, 단면적 및 주위장기와의 상관관계를 알 수 있어

가장 정확하고 객관적인 평가방법일 뿐만 아니라 일정한 간격으로 연속 촬영하고 부분체적합산법을 이용하면 정확한 체적을 산출할 수 있다<sup>6,7,27,28,29</sup>. 이러한 체적 측정방법의 정확도는 Heymsfield등<sup>7</sup>에 의하면 사체를 이용한 인체 각장기의 체적 측정에서 CT계측은  $\pm 3.25\%$ 의 근소한 오차를, Breiman등<sup>6</sup>은 인체의 비장에서 1 cm 절편 두께이면 3.59%, 2 cm 절편 두께이면 3.65% 정도의 작은 오차를 나타낸다고 보고 하였다. 따라서 부분체적 합산법에 의한 체적 측정이 매우 정확함을 알 수 있으며, 다소의 오차는 측정하고자 하는 장기의 경계면을 정확히 인지하는 능력, 장기의 경계를 따라 CT의 cursor로 수동추적하는 능력, 연속촬영상 체적측정의 정확한 수학적 계산방법, 환자의 호흡과 움직임에 의한 영향 및 CT의 부분 체적 효과(Partial volume effect)에 기인 할 수 있다고 한다<sup>6</sup>.

Gray<sup>30</sup>와 Robbins등<sup>31</sup>에 의하면, 정상 성인의 비장의 길이는 12 cm, 폭이 7 cm, 두께 3 cm라고 기술하고 있다. 이 연구의 결과와 비교해 보면 높이 8.01  $\pm$  1.39cm, 폭 9.32  $\pm$  1.39 cm, 두께 3.70  $\pm$  0.69 cm로서 두께는 근사치를 보였으나, 폭은 조금 높고 높이는 낮은 수치를 보였다. 이는 비장이 인체내에서 좌상복부에 사위로 위치하고 있기 때문에 비장의 실제 길이보다 훨씬 낮은 측정치를 보인다고 할 수 있으며, 이러한 결과는 성등<sup>8</sup>의 보고와 비슷하였다.

그러나 Henderson등<sup>27</sup>이 CT를 이용한 비장 체적 측정에서 평균 219  $\pm$  76 cm<sup>3</sup>이라고 보고하였는데 이 연구에서는 166  $\pm$  60 cm<sup>3</sup>이었다. 따라서 평균 체적이 큰 서구인보다 한국인에서 비장의 체적은 적다고 하였다.

이 연구에서 한국 성인의 비장의 질량은 174.16  $\pm$  63.0 gm으로써 동일한 방법으로 계측한 Heymsfield등<sup>7</sup>의 228.4 gm보다 가벼워서 체적과 같이 평균 체적이 작은 한국인에서 비장의 질량은 가벼운 것으로 사료된다.

## V. 결 론

계명대학교 의과대학 방사선과학 교실에서 한국 정상 성인 남자 56명, 여자 53명, 총 109명을 대상으로 CT검사하여 비장의 크기, 체적 및 질량을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

### (1) 비장의 크기

폭, 두께, 높이의 평균치가 남자에서 각각 9.39  $\pm$  1.33 cm, 3.88  $\pm$  0.69 cm, 7.97  $\pm$  1.43 cm 이었으며, 여자에서는 9.25  $\pm$  1.46 cm, 3.51  $\pm$  0.65 cm, 8.05  $\pm$  1.35 cm 이었고, 전체적인 평균은 각각 9.32  $\pm$  1.39 cm, 3.70  $\pm$  0.69 cm, 8.01  $\pm$  1.39 cm 이었다.

성별 연령별 분류에 따른 검사성적은 다양하였으나, 통계적 유의성은 없었다(P>0.05).

### (2) 비장의 체적

성인의 체적 평균치는 166.98  $\pm$  60.41 cm<sup>3</sup>이고 남자는 173.167  $\pm$  59.02 cm<sup>3</sup>, 여자는 160.43  $\pm$  61.72 cm<sup>3</sup> 이었다. 성별 연령별 분류에 따른 통계적 유의성은 없었다(P>0.05).

### (3) 비장의 질량

성인의 질량 평균치는 174.16  $\pm$  63.00 gm이고, 남자는 181.20  $\pm$  61.16 gm, 여자는 166.44  $\pm$  64.8 gm 이었다. 성별 연령별 분류에 따른 통계적 유의성은 없었다(P> 0.05).

## REFERENCES

1. Petersdorf RG, Adams RD, Braunwald E et al: *Harrison's principles of internal medicine, 10th Ed: 301-304, McGraw-Hill, New York, 1983*
2. Koga T, Morikawa Y: *Ultrasonographic determination of the splenic size and its clinical usefulness in various liver disease. Radiology 115:157-161, 1975*
3. Robinson PJ, Bullen AW, Hall R et al: *Splenic size and function in adult coeliac disease. Br J Radiol 53:532-537, 1980*
4. Rasmussen AN, Christensen BE, Holm HH et al: *Splenic volume determination by ultrasonic scanning. Scan J Haematol 10:198-304, 1973*
5. Kardel T, Holm HH, Rasmussen SN et al: *Ultrasonic determination of liver and spleen volumes. Scan J Clin Lab Invest 27:123-128, 1971*
6. Breiman RS, Beck JW, Korobkin M et al: *Volume determination using computed tomography. AJR 138:329-333, 1982*
7. Heymsfield SB, Fulenwider TF, Nordinger et al:

- Accurate measurement of liver, kidney and spleen volume and mass by computed axial tomography. Ann Intern Med 90:185-187, 1987*
8. Sung NK, Woo SK, Ko YT et al: *Computed tomography measurement of splenic size in normal Korean adults. J Korean Radiol Society 19:570-574, 1983*
  9. Nixon RK: *The determination of splenomegaly by percussion. New Engl J Med 250:166, 1954*
  10. Riemenschneider PA, Whalen JP: *The relative accuracy of estimation of enlargement of the liver and spleen by radiologist and clinical method. AJR 94:462-468, 1965*
  11. Zelman S, Pickard CM: *Roentgen and autopsy evaluation of percussion of the liver and spleen. Gastroenterology 29:1937-1945, 1955*
  12. Aito H: *The estimation of the size of the spleen by radiological methods. Ann Clin Res 15:3-46, 1974*
  13. Blendis LM, Williams R, Kreel L: *Radiological determination of spleen size. Gut 10:433-435, 1969*
  14. Brogdon BG, Crow NE: *Observations on the normal spleen. Radiology 72:411-414, 1959*
  15. Whitley JE, Maynard CD, Rhyne AL: *A computed approach to the prediction of spleen weight from routine films. Radiology 86:73-76, 1966*
  16. Zelman S: *Liver and spleen visualization by a simple roentgen contrast method. Ann Int Med 34:466-478, 1951*
  17. Chiles JT, Minteser RA, Hoffer PB et al: *Splenic motility and its effect on estimates of splenic mass. Radiology 114:407-410, 1975*
  18. Lason SM, Tuell SH, Moores KD et al: *Dimension of the normal adult spleen scan and prediction of spleen weight. J Nucl Med 12:116-123, 1971*
  19. Rollo FD, Deland FH: *The determination of spleen from radionuclide images. Radiology 97:583-587, 1970*
  20. Spencer RP: *Determination of organ volumes by scintillation scanning. J Nucl Med 5:444-452, 1964*
  21. Sigel RM, Becker DV, Hurley JR et al: *Evaluation of spleen size during routine liver imaging with  $^{99m}\text{Tc}$  and the scintillation camera. J Nucl Med 11:689-692, 1970*
  22. Kega T: *Correlation between sectional area of the spleen by ultrasonic tomography and actual volume of the removed spleen. JCU 7:119-120, 1976*
  23. Spencer RP: *Relationship of surface area on roentgenograms and radioisotope scans to organ volumes. J Nucl Med 8:785-791, 1967*
  24. Koga T, Tomoe J, Moriyama M et al: *Ultrasonic tomography of the spleen. Med Ultrason 10:2-14, 1972*
  25. Chernak ES, Antunez AR, Jelden GL et al: *The use of computed tomography of radiation therapy treatment planning. Radiology 117:613-614, 1975*
  26. Tolbert DD, Zagzebski JA, Banjavic RA et al: *Quantitation of tumor volumes and response to therapy with ultrasound B-scans. Radiology 113:705-708, 1974*
  27. Henderson JM, Heymsfield SB, Horowitz J et al: *Measurement of liver and spleen volume by computed tomography. Radiology 141:525-527, 1981*
  28. Koehler PR, Anderson RE, Baxter B: *The effect of computed tomography viewer controls on anatomical measurement. Radiology 130:180-194, 1979*
  29. Moss AA, Friedman MA, Brito AC: *Determination of liver, kidney and spleen volumes by computed tomography; an experimental study in dogs. J Comput Assist Tomogr 5:12-14, 1981*
  30. Gray H: *Anatomy of the Human Body, 29th Ed: 768-772, Lea & Febiger, Philadelphia, 1973*
  31. Robbins SL, Cotran RS, Kumar V: *Pathologic basis of disease, 3rd Ed: 697-699, W.B. Saunders, Philadelphia, 1984*