한방비만학회지 제10권 제1호
Journal of Society of Korean Medicine for Obesity Research 2010:10(1):41-48

원 저

손가락 길이 비율과 남녀 체형과의 상관성

박정현 · 송미영 · 김호준 · 이명종

동국대학교의료원 한방재활의학과

Second to Fourth Digit Ratio and Sexually Dimorphic Body Composition

Jung-Hyun Park, O.M.D., Mi-Young Song, O.M.D., Ho-Jun Kim, O.M.D., Myeong-Jong Lee, O.M.D.

Department of Oriental Rehabilitation Medicine, Dongguk University Medical Center

Background

The length of the second digit (the index finger) relative to the length of the fourth digit (the ring finger) is sexually dimorphic as males have a lower second to fourth digit ratio (2D:4D). There is evidence that sex differences in 2D:4D arise from in utero concentrations of sex steroids, with a low 2D:4D (male typical ratio) being positively related to prenatal testosterone, while a high 2D:4D (female typical ratio) is positively associated with prenatal oestrogen

Objective

To investigate possible associations between 2D:4D ratio and sexually dimorphic body composition

Methods

2D:4D ratio, body mass index (BMI), waist circumference, waist-hip ratio (WHR), weight, and body fat percentage was measured from 46 men and 20 women

Results

Digit ratio was found to be significantly lower in men than in women. No significant correlation between 2D:4D ratio and body compositions was found for both men and women while digit ratio in obese men was significantly higher than normal weight men.

Conclusion

This finding dose not support the significant correlation between digit ratio and sexually dimorphic body composition. However digit ratio in obese men was significantly higher than normal weight men.

Key Words : digit ratio, sex differences, body compositions.

■ 교신저자 : 이명종, 경기 고양시 일산구 식사동 동국대학교의료원 한방재활의학과
Tel: (031) 961-9101, E-mail: chirodoc@unitel.co.kr
■ 접수: 10년 04월 29일 수정: 10년 05월 04일 채택: 10년 05월 12일

Ⅰ. 서 론

검지(second digit, 2D)와 약지(fourth digit, 4D)의 길이 비율이 남성과 여성에 따라 성적인 차이가 있다는 것이 100여 년 전에 보고되었으며[1], 최근에는 성적 이형성(dimorphism)과 성호르몬 매개 특성의 정도를 나타내는 예언 지수로서 손가락 길이 비율(2D:4D)로 설명하는 연구가 많이 이루어지고 있다.

2D:4D 비율은 태아기의 에스트로젠과 테스토스테론의 노출의 지표로 볼 수 있는데, 여성이 남성에 비해 더 높은 비율을 가지며[2], 태아기의 테스토스테론과는 부적으로, 태아기의 에스트로겐과는 정적으로 관련된다고 알려져[3], 상대적으로 긴 검지는 태아기에 에스트로젠의 과도한 노출을, 긴 약지는 테스토스테론의 과도한 노출을 받은 것으로 생각할 수 있다[4].

2D:4D 비율은 태아기 때 결정되는 것으로 보이며, 초기 테스토스테론과 안드로겐의 노출과 연관성이 있음이 여러 연구에서도 밝혀졌다[5]. 인생의 초기에 생기는 대부분의 신체적인 성차는 성호르몬 작용의 결과로 생각되며, 남성의 경우 태아가 발달하는 동안에 안드로겐이 많이 높아지고 남성의 전형적인 뇌 발달이 나타나는 시기는 수정 후 7-24주 사이이며 대략 18주에 최대치가 된다고 보고하고 있다[6].

2D:4D 비율은 임신 후 13-14주까지는 거의 고정되며[7], 출생 후 2D:4D 비율과 그 성차는 사춘기에 생기는 커다란 변화를 포함하여 출생 후의 호르몬 수준의 변화에 의해서 영향 받지 않고 지속되는 것으로 보고되었다[2].

초기 테스토스테론과 안드로겐의 노출은 생리학적, 해부학적, 그리고 행동상의 특성에서 남성화를 일으키는 원인이 된다고 알려졌는데[8], 초기 성 호르몬의 노출 지표인 2D:4D의 비율은 신체적인 특성뿐만 아니라 남성과 여성의 심리적인 특성과도 관련이 있는 것으로 보고되어진다. 남자에게서 스포츠와 운동에서 성취와 관련되는 운동 빈도와 2D:4D의 비는 부적으로 상관이 있으며[9], 태아기의 높은 테스토스테론의 지표인 낮은 2D:4D 값은 왼손 수행을 잘 하는 것과 관련이 있다고 하였다[10].

또한 악력(grip strength)으로 측정한 근력과 2D:4D의 값은 상관성이 있으며, 이는 테스토스테론의 효과 때문일 것이라고 보고하고 있다[11].

2D:4D 비율을 통하여 체형 및 비만과의 연관성을 설명하는 연구도 이루어졌는데, 여성에서 허리둘레와 엉덩이 둘레, 허리 엉덩이 둘레 비는 2D:4D와 부적인 연관성이 있었고, 남성에서는 체질량지수(body mass index, BMI)와 정적인 연관성이 있었다고 밝혀, 초기 성호르몬의 노출이 여성의 체형과 남성의 BMI 와 관련된 것으로 보고하였다[12].

목둘레와 비만 및 2D:4D 비율의 연관성을 연구한 연구에서 남성의 2D:4D 비는 목둘레와 정적인 연관성이 있었으며, 허리-둔부 둘레비율(waist-hip ratio, WHR)과도 정적인 연관성이, 엉덩이 비율과는 부적인 연관성이 있다고 밝혀 손가락 길이 비율과 비만도의 연관성을 나타내었다[13].

국내에서 2D:4D와 남녀 행동, 심리, 운동 능력과의 연관성을 밝힌 연구는 많이 수행되었으나, 남녀의 체형이나 비만과의 연관성을 다룬 연구는 찾아보기 어려운 실정이다. 비만은 심장질환의 위험성을 높이는 대사질환 중 중요한 인자로, 성별에 따라 지방 축적의 유형이 다르게 나타나게 된다. 남성과 여성의 체형은 성호르몬과 유전인자에 의해 결정되는데, 남성에서는 감소된 테스토스테론이 중심부위 내장비만과 연관성이 있고, 여성에서는 폐경기 이후 감소된 에스트로젠이 남성형 비만과 관련 있다고 알려져 있다[14].

이번 연구에서는 태아기의 성호르몬 노출 지표인 2D:4D 비율과 성별에 따른 체형과의 상관관계를 분석하였으며, 이에 따라 이른 성호르몬의 노출이 성

년의 체형에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구대상

연구대상은 동국대학교 한의과 대학에 재학 중인 66명(남=46명, 여=20명)의 학생들로서, 연구의 취지와 목적을 충분히 설명을 하고 이에 자발적으로 동의한 학생들에 한해 연구가 수행되었다.

2. 측정방법

대상자의 성별, 연령을 조사하고 체중, 허리둘레, BMI, 체지방률, WHR을 측정하였다. 체중 및 체지방률, WHR은 다주파수, 부위별 임피던스 측정법을 이용한 기기인 InBody 720 (Biospace社)을 이용하여 측정하였으며, BMI는 체중(kg)/신장^2(m^2)의 공식을 이용하여 계산된 수치를 사용하였으며, 허리둘레(cm)는 늑골 12번 하연과 장골능 상부의 중간부위를 측정하는 방법[15]을 이용하였다. 손가락 길이는 중수골 원위 끝과 수지골의 근위 끝의 중간점에서 손가락 끝까지의 길이라고 할 수 있는데, 손바닥의 복사본을 사용하여 손가락 길이는 손가락 끝(finger tip)에서 손가락의 근위주름살(the ventral proximal crease)의 최단 길이를 플라스틱 자로 mm단위로 측정을 하였고, 두 번째 손가락 길이를 네 번째 손가락 길이로 나누어 2D:4D 비율을 구하였다[16].

각 손가락 길이는 연구자가 두 번씩 측정을 하여 그 값의 평균치를 손가락 길이로 사용하였다.

3. 통계처리

통계분석은 Window용 SPSS 12.0 통계 프로그램을 이용하였으며, 수치는 mean±standard deviation으로 나타냈다. 손가락 길이 비율(2D:4D)과 신체계측의 성차를 밝히기 위해 남녀간 계측 값을 independent t-test를 사용하여 분석하였고, 신체계측과 손가락 길이 비율의 상관성을 파악하기 위해 Pearson's correlation (r)을 사용하였다.

또한 BMI 25kg/m^2 이상에 해당하는 과체중자와 25kg/m^2 미만인 대조군을 나누어, independent t-test를 사용하여 손가락 길이 비율의 차이를 비교하였다.

Ⅲ. 결과

1. 조사 대상자의 성별 분포

조사 대상자의 성별분포는 전체 66명 중 남성 46명, 여성 20명으로 남성의 비가 높았으며 평균 연령은 27.38이었다.

남성의 2D는 72.33±4.08mm, 여성의 2D는 68.3±3.33mm 이었으며, 남성의 4D는 76.44±3.59mm, 여성의 4D는 70.50±2.82mm 로 나타났다.

2D:4D 비율은 남성은 평균 0.95±0.03, 여성은 평균 0.97±0.03으로 나타나, 남성이 여성에 비해 유의하게 낮았다 ($p<.001$). 남성의 2D와 4D가 여성에 비해 유의하게 길어, 절대적인 손가락 길이의 성차를 보였다($p<.001$). (Table Ⅰ)

2. 성별에 따른 손가락 길이 비율과 연령, 신체계측과의 상관성

남성과 여성에서 2D:4D 비율은 연령, BMI, 허리둘레, 체지방률, WHR 과 유의성 있는 상관성이 없었다. 남성에서 체중은 2D:4D 비율과 정적인 상관

Table Ⅰ. Descriptive statistics, means and standard deviation, for age, body measures, and 2D:4D ratio

	Total sample (n=66)		Male (n=46)		Female (n=20)		t-test between male and female
	Mean	s.d.	Mean	s.d.	Mean	s.d.	P-value
Age (year)	27.38	3.18	27.83	3.54	26.35	1.81	.029*
2D (mm)	71.11	4.27	72.33	4.08	68.30	3.33	.000†
4D (mm)	74.65	4.34	76.44	3.59	70.50	2.82	.000†
2D:4D ratio	0.95	0.03	0.95	0.03	0.97	0.03	.005*
BMI (kg/m2)	22.43	2.95	23.54	2.65469	19.87	1.77	000†
Waist circumference (cm)	79.75	9.12	83.70	76.24	70.67	46.90	.000†
Fat (%)	21.28	5.83	19.70	5.31	24.90	5.48	.001*
Weight (kg)	65.91	12.27	71.68	9.55	52.63	5.70	.000†
WHR	0.83	0.04	0.86	0.03	0.78	0.02	.000†

*: P<0.05, † : P<0.01, 2D: 2digit, 4D: 4digit, BMI: body mass index, WHR: waist hip ratio

Table Ⅱ. Correlation of 2D:4D ratio, age, and body measures in men

		Age	2D	4D	BMI	Waist circumference	Fat	Weight	WHR
2D:4D Ratio	r	.015	.528	.013	.139	.144	.114	.238	.068
	P-value	.921	.000†	.930	.358	.338	.452	.111	.655

r: Pearson correlation, † : P<0.01, 2D: 2digit, 4D: 4digit, BMI: body mass index, WHR: waist hip ratio

Table Ⅲ. Correlation of 2D:4D ratio, age, and body measures in women

		Age	2D	4D	BMI	Waist circumference	Fat	Weight	WHR
2D:4D Ratio	r	.038	.575†	-.086	-.056	.166	-.010	.097	-.104
	P-value	.872	.008†	.717	.814	.484	.967	.685	.661

r: Pearson correlation, † : P<0.01, 2D: 2digit, 4D: 4digit, BMI: body mass index, WHR: waist hip ratio

성을 보였으나(r=0.114) 유의적인 차이는 나타나지 않았다. (Table Ⅱ)

여성에서 BMI와 체지방률, WHR 은 2D:4D 비율과 부적인 상관성을 보였으나(r=-.056, r=-0.010, r=-0.104), 유의적이지 않았다. (Table Ⅲ)

3. 비만군과 정상체중자의 손가락 길이 비율 비교

BMI 25kg/m^2 이상에 해당하는 비만군과 BMI 25 미만인 정상 체중자의 2D:4D 비율을 비교하였을 때, 남성에서 비만군의 2D:4D 비율은 0.96, 정상 체중자 0.94로 비만군이 정상 체중군에 비해 유의성 있게 높은 손가락 길이 비율을 보였다(p<0.05). (Table Ⅳ)

Table Ⅳ. Comparison of 2D:4D ratio between obese and normal subjects in men

	BMI ≥ 25kg/m2 (n=12)		BMI < 25kg/m2 (n=34)		
	Mean	s.d.	Mean.	s.d.	P-value
Age(year)	28.33	3.45	27.65	3.60	.564
2D(mm)	72.50	4.10	72.26	4.13	.866
4D(mm)	75.67	3.98	76.74	3.47	.420
2D:4D Ratio	0.96	0.02	0.94	0.03	.049*

*P<0.05, 2D: 2digit, 4D: 4digit, BMI: body mass index

두 군 간의 연령은 유의성 있는 차이가 없었다.

여성에서는 BMI 25kg/m^2 이상의 비만에 해당하는 대상자가 없어 비교 분석하지 못하였다.

Ⅳ. 고찰 및 결론

태아기의 테스토스테론의 노출은 생리학적인, 해부학적인, 행동상의 특성에서 성적인 차이를 나타내게 되고, 2D:4D 비율은 태아기의 테스토스테론 노출 지표로 연구되어져 왔다. 2D:4D 비율에 관한 연구는 다양한 방면에서 연구되어져 왔는데, 체형에 있어서도 남성과 여성은 성호르몬의 영향에 따라 체내 지방축적의 양상이 달라지므로, 성별에 따른 체형과 성호르몬의 지표인 손가락 길이 비율이 상관성을 가질 것으로 예상된다.

본 연구에서는 성별에 따른 손가락 길이 비율을 비교하고 남녀 체형과의 상관성을 분석하기 위해 신체계측과 2D:4D 비율과의 상관관계를 연구하였다.

남성은 2D:4D 비율이 0.95±0.03, 여성은 평균 0.97±0.03으로 나타나 예상대로 여성이 남성에 비해 유의적으로 높은 것을 알 수 있었다. 국외 연구[17]에서는 남성은 0.98, 여성은 1의 비율로 나타나 절대적 손가락 길이의 차이는 있지만, 여성이 남성에 비해 손가락 길이 비율이 유의적으로 높은 것은 동일하였다. 662명의 고등학생을 대상으로 한 국내 연구[18]에서도 남성은 0.95±0.03, 여성은 0.99±0.04로 여성이 유의적으로 높게 나타났다.

손가락 길이 비율과 남녀 체형의 상관성을 알아보기 위해 BMI, 체중, 체지방률, 허리둘레, WHR을 측정하여 성별에 따라 상관 분석하였다.

측정 결과 남성과 여성에서 손가락 길이 비율과 BMI, 체지방률, 허리둘레, WHR과는 유의성 있는 상관관계가 나타나지 않았다. 남성에서 체중은 2D:4D 비율과 정적인 상관성을 보였으나(r=0.114) 유의적인 차이는 나타나지 않았고, 여성에서 BMI, 체지방률, WHR은 2D:4D 비율과 부적인 상관성을 보였으나(r=-.056, r=-0.010, r=-0.104), 유의적이지 않아 손가락 길이 비율과 남녀 간 비만도의 상관성이 있을 것이라는 예상과는 다르게 나타났다.

성별에 따라 체지방 분포는 뚜렷한 차이를 보이는 것으로 알려져 있는데, 연령과 BMI를 고려하여 평가한 경우 여성이 남성보다 피하지방이 많으며, 남성에서는 복부의 내장지방 축적이 많았으며[19], 지방 축적에 관련된 호르몬에 대해서는 남성의 안드로겐 부족이 복부 중심성 비만과 관련되며[20], 여성에서는 에스트로겐이 둔부에 지방을 축적시키는 역할을 하는 것으로 알려져 있다[21].

복부 내장부위의 과도한 지방 축적은 남성형 비만, android pattern이라고 하는데, 당뇨병, 고지질혈증, 고혈압, 동맥경화증과 같은 대사질환의 발병 위험성을 높이는 반면[22]에 여성형 비만은 대퇴, 둔부의 피하부위에 지방이 축적되는 gynoid pattern이며 대사질환과의 상관성은 크지 않은 것으로 알려져 있다[23].

에스트로젠은 여성에서 대사 증후군에 대한 방어 효과를 나타내는 것으로 제시되는데, 폐경 전에는 여성이 남성에 비해 대사증후군의 발병도가 낮은 반면, 폐경 후에는 여성이 대사질환의 발병도가 증가되기 때문이다[24].

남성에서는 테스토스테론이 낮을수록 대사질환의 위험성을 증가시켜 심근경색의 위험성이 크다고 알려져 있다. 손가락 길이 비율이 낮은, 즉 태아기 테스토스테론의 노출이 컸던 남성일수록 심근경색에 걸리는 시기가 늦은 것으로 나타나[25], 이른 성호르몬 노출에 따른 손가락 길이 비율이 심장질환의 예견인자가 될 수 있음을 제시하고 있다.

하지만 본 연구에서는 손가락 길이 비율과 성별에 따른 체형의 유의적인 상관성을 찾지 못하였다. 목둘레, 허리둘레, WHR을 측정한 기존 연구에서는 남성의 2D:4D 비율은 목둘레와 정적인 연관성이 있었으며, WHR과 정적인 연관성이, 엉덩이 둘레와는 부적인 연관성이 있다고 밝혀 손가락 길이 비율과 체형의 연관성을 나타내었다[13].

다른 연구[12]에서는 여성에서 허리둘레와 엉덩이 둘레, WHR은 2D:4D 비율와 부적인 연관성이 있었고, 남성에서는 BMI와 정적인 연관성이 있었다고 밝혀, 초기 성호르몬의 노출이 여성의 체형과 남성의 BMI와 관련된 것으로 보고하였다.

본 연구에서는 대상자 수가 적었을 뿐만 아니라, 남녀의 BMI 차이가 유의하게 나타나 선정군에 있어서의 기준이 미흡한 것으로 보인다.

BMI 기준으로 비만군과 정상 체중군을 나누어[26] 손가락 길이 비율을 비교해보았을 때, 남성에서 BMI 25이상에 해당하는 비만군의 손가락 길이 비율은 0.96±0.02, 정상체중군은 0.94±0.03으로 측정되어, 비만군이 정상 체중군에 비해 손가락 길이 비율이 유의적으로 높은 것을 알 수 있었다. 여성의 경우 모두 BMI 25 미만의 정상체중에 속하여, 체중에 따른 손가락 길이 비율을 비교하지 못하였다.

피하지방형인 여성 체형과 복부지방형인 남성 체형의 차이를 알아보기 위해, 복부비만을 평가하는 도구로 허리둘레를 사용하였는데, 복부비만을 평가하는 임상적 허리둘레는 최근 임상적으로 복부비만을 평가하는 가장 의미 있는 지표로써 이용되고 있어[27], 복부비만의 정도를 간단히 평가할 수 있는 지표로 사용하였지만 남녀 간의 손가락 길이 비율에 따른 허리둘레의 유의적인 상관성은 없었다.

복부 내장지방과 피하지방의 정확한 측정값을 알기 위해 컴퓨터단층촬영(CT)을 이용하여 실측값으로 분석한다면 좀 더 정확한 결과를 얻을 것으로 보인다.

손가락 길이 비율은 태아기에 남성호르몬인 안드로겐의 노출을 반영하는 지표로 성인남녀의 체형과의 연관성을 연구했으나, 2D:4D 비율과 남녀에 따른 체형의 유의적인 상관성이 나타나지 않았으며, 다만 비만군과 정상 체중군으로 나누어 비교하였을 때, 남성 비만군이 정상 체중군에 비해 2D:4D 비율이 낮은 상관성이 있는 것으로 나타났다.

차후의 연구에서는 더 많은 대상인을 상대로 남녀의 체형을 나타내는 다양한 신체지표를 측정하여 태아 호르몬 노출의 지표인 손가락 길이와 체형과의 상관성에 대해 연구할 필요가 있다고 사료된다.

Ⅴ. 참고문헌

1. Baker F. Anthropological notes on human hand. Am. Anthro.1888.1;1:51-76.
2. Manning, J.T. Digit ratio: A pointer to fertility, Behavior and health. New Brunswick, NJ. 2002. Rutgers University Press.
3. Manning, J.T, Scutt, D, Wilson, J, & Lewis-Jones, D.I. The ratio of 2nd and 4th digit ratio length: a predictor of sperm numbers and concentrations

of testosteron hormone and oestrogen. Human Reproduction. 1998;13:3000-4.
4. Eachus. P. Finger length, digit ratio and gender differences in sensation seeking and internet self-efficacy. Issues in informing science and information technology. 2007;4:691-701.
5. Williams, T.J, Pepitone, M.E, Christensen, S.E, Cooke, B.M., Huberman, A.D, & Breedlove, N.J. Finger-length ratios and sexual orientation. Nature. 2000;404,455-6.
6. Wilson, J.D. The role of androgens in male gender role behavior. Endocrine Reviews. 1999;20:726-37.
7. Manning, J.T, Barley, L, Walton, J, Lewis-Jones, D.I, Trivers, R. L, & Singh, D. The 2nd:4th digit ratio, sexual dimorphism, population difference, and reproductive success for sexually antagonistic genes? Evolution and Human Behavior. 2000;21(3):163-83.
8. Goy, R.W, McEwen, B.S Sexual differentiation of the brain. Cambridge: MIT Press. 1980
9. Honekopp, J,T, Manning, J.T, & Muller, C. 2nd to 4th digit ratio(2D:4D) and number of sex partners: Evidence for effects of prenatal androgens in men. Psychoneuroendocrinology. 2006;31(1):30-7.
10. Fink, B, Manning, J.T, & Neave, N, & Uner Tan. Second to fourth digit ratio and hand skill in Austrian children. Biological Psychology. 2004;67: 375-84.
11. Fink, B, Thanzami, V, Seydel, H, & Manning, J.T. Digit ratio and hand-grip strength in German and Nizod men: Cross-cultural evidence for an organizing effect of prenatal testosteron on strength. Am J. Hum Biol. 2006;18(6):776-782.
12. Fink, B, Neave, N, Manning, J.T. Second to fourth digit ratio, body mass index, waist-to-hip ratio, and waist-to-chest ratio: their relationships in heterosexual men and women. Ann Hum Biol. 2003;30(6):728-38.
13. Fink, B, Manning, J.T, & Neave, N, The 2nd‐4th digit ratio (2D:4D) and neck circumference: implications for risk factors in coronary heart disease.International Journal of Obesity. 2006;30:711‐4
14. Bouchard C, Despres JP, Mauriege P. Genetic and nongenetic determinants of regional fat distribution. Endocr Rev. 1993;14(1):72-93.
15. WHO West Pacific Region. The Asia-Pacific perspective: Refining Obesity and its Treatment. 2000
16. Lippa, R. A. Finger lengths, 2D:4D ratio, and their relation to gender-related personality traits and the Big Five. Biol Psychol. 2006;71(1):116-21.
17. Brosnan, M.J. Digit ratio and faculty membership between prenatal testosterone and academia. British Journal of Psychology. 2006;97:455-66.
18. 최경호, 권선옥. 손가락 길이 비율(2D:4D)의 성차. 한국발육발달학회지. 2007;15(3):155-9.
19. Mujica,V. Leiva, E. Icaza, G. Diaz, N. Arredondo, M. et al., Evaluation of metabolic syndrome in adults of Talca city, Chile, Nutr. J. 2008;7:14.
20. Vermeulen A. Clinical review 24:Androgens in the aging male. J Clin Endocrinol Metab. 1991;73:221-4.
21. Rebuffe-Scrive M, Enk L, Crona N, Lonnroth P, Abrahamsson L, Smith U, et al. Fat cell metabolism in different regions in women:Effect

of menstrual cycle, pregnancy, and lactation. J Clin Invest. 1985;75(6):1973-6.
22. Wajchenberg, B.L. Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome, Endocr. Rev. 2000;21:697–738.
23. Bjorntorp, P. The android woman–a risky condition, J. Intern. Med. 1996;239:105–10.
24. Ford E.S, Prevalence of the metabolic syndrome defined by the international diabetes federation among adults in the US, Diabetes Care. 2008;28:2745–9.
25. Manning J.T, Bundred P.E. The ratio of 2nd to 4th digit length and age at first myocardial infarction in men: a link with testosterone? Br J Cardiol. 2001;8:720–3.
26. 대한 비만학회. 임상 비만학. 서울. 고려의학. 2001:74,157,219.
27. 대한 비만학회 편역. 비만의 진단과 치료. 서울. 도서출판호의학. 2003:1-7,23.