

한국 대학생의 신체 황금비율과 비만

최 승 회 (한국항공대학교)⁺

이 금 원 (한국항공대학교)

김 용 현 (한국항공대학교)

유 영 진 (한국항공대학교)

그리스의 수학자 에우독소스(Eudoxos, BC408~BC355)가 처음으로 사용한 '황금비율(Golden ratio)'은 건축, 예술, 사회, 자연 등 여러 분야에서 아름다움을 표현하는 도구로서 사용되고 있다. 사람의 미를 판단하는 기준으로는 황금비율과 함께 비만(Obesity)이 이용되고 있다.

본 연구에서는 H대학교에 재학중인 학생들을 대상으로 전신, 상반신, 그리고 하반신에 대한 황금비율을 조사하고, 연구에 참여한 학생들의 비만 정도를 조사하기 위하여 비만도(Obesity degree), 복부지방률(Waist-hip ratio)과 체지방률(Percent body fat)을 이용한다. 실험에 참여한 학생들의 특징에 따라 신체의 황금비율과 비만에 대한 차이를 조사하고, 신체에 대한 황금비율이 비만에 미치는 영향을 조사한다.

1. 서론

선분 위의 한 점을 이용하여 선분을 두 부분으로 나눌 때, 선분 전체 길이($s+l$), 나누어진 선분의 긴 길이(l)와 짧은 길이(s)가

$$s+l:l=l:s$$

을 만족하면 긴 길이와 짧은 길이의 비를 황금비율(golden ratio)이라고 한다. 황금비율 $l:s$ 은

$l^2 - ls - s^2 = 0$ 을 만족하므로 $l = \frac{1+\sqrt{5}}{2}s$ 이다. 따라서 황금비율은

$$l:s = \frac{1+\sqrt{5}}{2}s:s = \frac{1+\sqrt{5}}{2}:1$$

을 만족하므로 근사적으로 $1.618:1 = 1:0.618$ 와 같이 표현할 수 있다. 보통 $\frac{1+\sqrt{5}}{2}$ 을 파이(ϕ)로 나타낸다. 기원전 460-430년에 살았던 그리스의 유명한 조각가 페이디아스(Phidias)는 자신의 작

* 접수일(2010년 8월 26일), 심사(수정)일(2010년 10월 26일), 게재확정일자(2010년 11월 26일)

* ZDM 분류 : K85

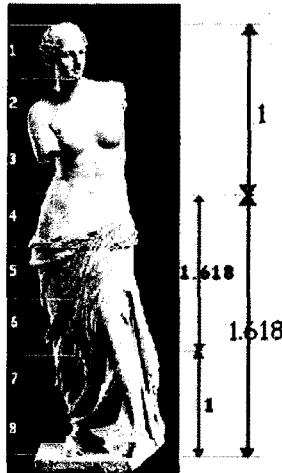
* MSC2000 분류 : 97U70

* 주제어 : 황금비율, 비만도, 복부지방률, 체지방률

⁺ 교신저자

품에 종종 황금분할을 표현하여서 이름의 첫 문자를 따서 ϕ 를 사용하였다. 나누어진 선분의 긴 길이 (major)와 짧은 길이(minor)의 비 $\phi = \frac{l}{s}$ 는 이차방정식 $\phi^2 = \phi + 1$ 을 만족한다. 자연의 패턴을 표현하는데 자주 이용되는 피보나치 수열 $\{a_n : a_1 = a_2 = 1, a_{n+2} = a_{n+1} + a_n, n \in \mathbb{N}\}$ 에서 두 인접한 항의 비를 표현한 수열 $\left\{b_n : b_n = \frac{a_{n+1}}{a_n}\right\}$ 가 수렴하는 값도 황금비 ϕ 이다.

황금비율의 근사값으로 표현된 명함, 담뱃갑, 신용카드, 컴퓨터의 와이드모니터 등에서 확인할 수 있듯이 사물의 조화는 일정한 비를 만족할 때 이루어진다. 고대 그리스 사람들은 인간에게 가장 안정감을 줄 수 있는 조화의 비를 연구하여 황금비율이 가장 아름답고 조화로운 비라는 것을 발견하였고, 고대 서양 예술가들은 그림, 조각상, 꽃병, 건물 등 각종 예술작품에서 황금비율을 적용하였다.



<그림 1> 밀로의 비너스

<그림 1>에서 소개된 밀로의 비너스 조각상에서는 머리의 길이와 어깨~배꼽의 길이 비율이 1대 1.618이다. 또 상반신(머리~배꼽)과 하반신(배꼽~발끝)의 비율, 하반신에서 무릎을 기준으로 한 양쪽 비율도 같은 수치이다. 바로 이 비율(1대 1.618)이 인간이 어떤 대상을 가장 아름답게 느끼는 비율, 즉 '황금비'이다. 또한 파르테논 신전, 석굴암 본존불, 밀로의 비너스, 이집트의 피라미드 등 세계적인 문화유산들은 제작 시기나 제작자가 다르지만 공통적으로 황금비'(1대1.618, 또는 5대8)' 구조를 가진다고 한다. 오늘날 성형외과 의사들도 문명과 인종에 관계없이 가장 아름다운 얼굴은 황금비를 따른다고 주장한다. 왼쪽 뺨 끝에서 오른쪽 뺨 끝까지의 거리를 A라고 하고 턱 끝에서 머리끝까지의 비율을 B라고 할 때 A와 B의 비율이 1대 1.618이라고 말한다. 즉, 단순하게 말하자면, 어떤 대상이 이 황금비를 구현하고 있다면 그 대상은 인종과 지역을 초월해서 아름답다는 인상을 느끼게 한다는 것이 '객관주의적 미학'이라고 할 수 있다(다이엔 에커먼).

Atalay(2004)는 미국대학생 21명을 대상으로 키/배꼽높이를 조사하여 미국 대학생들의 신체구조가 황금비율을 만족한다고 하였다(평균 1.618). 장대홍(2006)은 한국대학생 128명에 대한 키/배꼽높이를 조사한 후 실험에 참석한 학생들을 황금비율에 가까운 집단(평균 1.618)과 황금비율을 만족하지 않는 집단(평균 1.71)으로 구분하였다.

외모와 신체에 대한 태도나 느낌을 표현하는 신체상(body image)의 아름다움을 표현하는 또 다른 기준은 비만(obesity)이다(O, Brien, 1980). ‘빌렌도르프의 비너스’에서 시작되어 근대의 루벤스나 르느와르의 작품에서 소개된 풍만한 여인의 모습에서 찾아 볼 수 있듯 과거에는 풍만한 육체가 다산과 풍요의 상징으로 인식되었다. 그러나 과학기술의 발전과 풍부한 영양분을 섭취할 수 있는 환경으로 변화된 시대에는 인간의 미적 기준은 날씬한 배와 군살 없는 팔다리로 바뀌었다(이은희). 오늘날 외모 비만의 정도는 사회적인 대우와 직업의 보수와 관련되어 많은 사람들이 외모 관리에 물질과 시간을 바치고 있다(Viren). 또한 비만은 단순히 신체상의 문제를 넘어 건강과 생명을 위협하는 심각한 지경에 이르러 세계보건기구는 비만을 치료가 필요한 질병으로 규정하였다. 체형에 따라 비만은 상반신비만, 하반신비만, 복부비만 등으로 분류된다(한정미).

본 연구에서는 H대학교에 재학중인 남학생 33명과 여학생 30명 대상으로 전신황금비율, 상체황금비율, 하체황금비율을 조사하고, 신체 측정기구인 인바디(Inbody)로 측정된 비만도, 체지방률, 복부지방률을 이용하여 실험에 참여한 학생들의 비만을 측정하였다. 황금비율과 비만에 대한 차를 비교하기 위하여 t-검정(t-test)과 분산분석(Anova)을 이용하였고 회귀분석(regression analysis)을 이용하여 황금비율과 비만의 연관성을 조사하였다.

2. 연구방법

가. 연구대상

2010년 5월 13일과 20일 이틀 동안 H대학교에 재학중인 학생 63명(남자 33명, 여자 30)을 대상으로 신체측정 기구인 인바디를 이용하여 비만을 조사하고, 3명의 학생들이 비트루비우스의 신체비례에 근거하여 실험에 참석한 학생들의 황금비율을 직접 조사하였다.

나. 측정방법

비트루비우스의 신체비례에 따라 실험에 참여한 학생들의 황금비율을 세 가지로 구분하여 측정하였다. 전신황금비율은 키/배꼽높이 비를 사용하였고, 상체와 하체황금비율은 (어깨-배꼽)/(키-어깨)높이 비와 (배꼽-무릎)/무릎높이 비를 각각 이용하였다. 연구에 참여한 학생들의 비만을 측정하기 위하여 (주)바이오스페이스에서 제공한 인바디를 이용하였다. 신체측정 기구에서 제공된 자료중 비만도,

체지방률, 복부지방률을 이용하였다. 비만도(od)는 실제체중(aw)을 표준체중(sw)으로 나눈 것에 100을 곱한 것 $\left(od = \frac{aw}{sw} \times 100\right)$ 으로 비만도가 90~110은 정상, 110~120은 과체중, 120 이상은 비만으로 정의한다. 체중(w)에서 지방(f)이 차지하는 비율을 표시하는 체지방률 $\left(fr, fr = \frac{f}{w} \times 100\right)$ 이 15~20%인 남성과 20~25%인 여성은 정상이다. 허리(wc)와 엉덩이(hc)의 둘레비인 복부지방률 $\left(whr, whr = \frac{wc}{hc}\right)$ 은 0.9이상인 남성과 0.85이상인 여성을 복부비만(abdominal obesity)이라고 한다. 본 연구에서는 통계처리 프로그램인 미니탭(Minitab)을 이용하여 황금비율과 비만에 대한 자료를 통계적으로 분석하였다.

다. 분석방법

연구에 참여한 학생들의 연령분포는 19세부터 26세로서 평균 22.1(남 23.5, 여 20.6)이다. <표 1>은 남자와 여자, 전체에 대한 황금비율과 비만에 대한 측도의 평균(m)과 표준편차(sd)를 보여주고 있다. 표 1에 제시된 복부지방률, 체지방률, 그리고 비만도에서 실험에 참여한 학생들은 비만이 아님을 확인할 수 있다. 하지만 남학생들과 다르게 여학생들의 체지방률은 정상적인 범위 이상 이었다. 사실 참여 여학생 중 5명만이 체지방률의 정상범위에 속하였다.

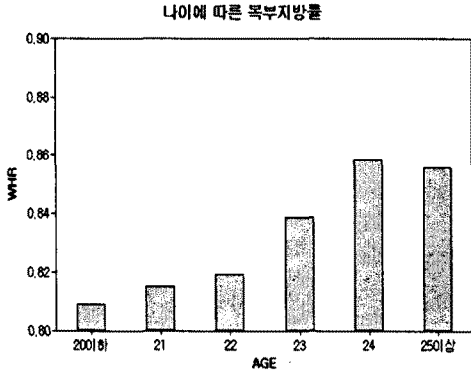
<표 1> 황금비율과 비만도의 통계량

측정변수	m ± sd		
	여성	남성	전체
복부지방률	0.804 ± 0.028	0.851 ± 0.024	0.828 ± 0.031
체지방률(%)	29.137 ± 3.815	18.836 ± 4.826	23.741 ± 6.762
비만도(%)	99.780 ± 8.590	107.560 ± 9.420	103.850 ± 9.780
상체 황금비율	1.297 ± 0.058	1.248 ± 0.090	1.271 ± 0.080
하체 황금비율	1.292 ± 0.143	1.142 ± 0.062	1.214 ± 0.131
전신 황금비율	1.325 ± 0.067	1.411 ± 0.080	1.370 ± 0.085

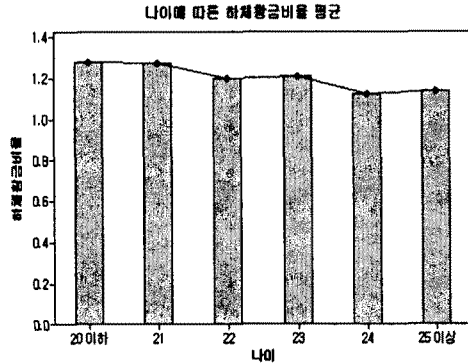
전체 학생에 대한 상체, 하체와 전신황금비율은 1.618보다 작았다. 본 연구의 결과는 Atalay(2004)와 장대홍(2006)의 결과와 차이가 있음을 알 수 있다. 여성의 상체와 하체황금비율은 남성의 황금비율보다 보다 크고(p-값=0.01), 여성의 전신황금비율은 남성의 황금비율보다 작음(p-값=0.00)을 t-검정을 통하여 알 수 있다.

실험에 참여한 학생들의 특성(가족의 신체, 연령, 혈액형)에 따라 비만을 비교하였으나 복부지방률을 제외하고는 차이가 없음을 분산분석방법을 이용하여 확인하였다. <그림 2>에서 23세 이상 학생

들의 복부지방률이 22세 이하 학생들의 복부지방률보다 더 큼을 알 수 있다(p -값=0.02).

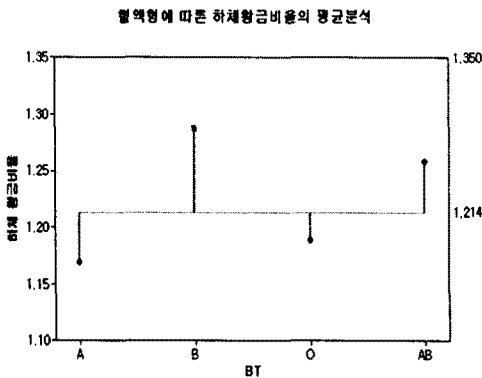


<그림 2> 나이에 따른 복부지방률

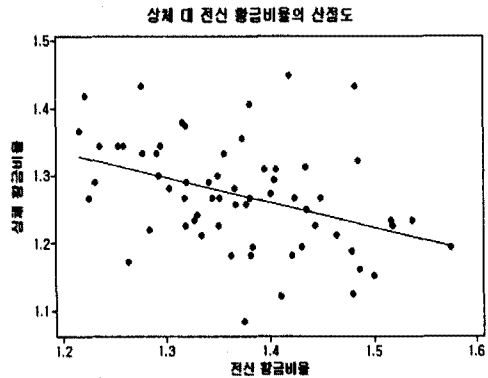


<그림 3> 나이에 따른 하체황금비율

비만과 동일하게 신체의 황금비율을 참여 학생들의 특성에 따라 비교하였다. 학생들의 특성은 전신과 상체황금비율에 영향을 주지 못하였으나, <그림 3>과 같이 하체황금비율은 학생들의 나이와 혈액형에 따라 차이가 있었다. <그림 4>는 22세 이하의 학생들과 혈액형이 B형인 학생들의 하체황금비율이 다른 학생들보다 더 큼을 보여주고 있다(p -값=0.02).



<그림 4> 혈액형에 따른 하체황금비율



<그림 5> 상체와 전신황금비율 간 산점도

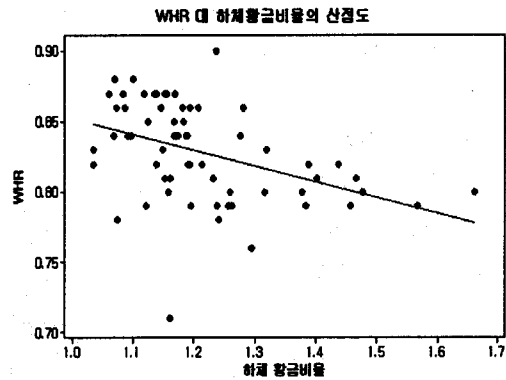
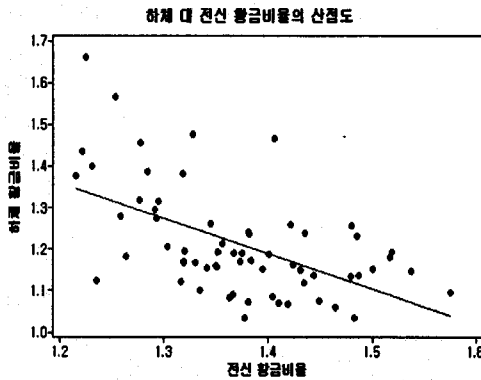
비만과 황금비율의 관계를 알아보기 위해 여학생을 비만도가 정상인 학생과 과체중인 학생을 두 그룹으로 나누어 비교하였으나 정상인 학생들의 전신황금비율(1.313)이 과체중인 학생들의 비율(1.189)보다 높았고, 남학생의 경우 정상인 학생의 비율(1.4287)이 과체중인 학생(1.3869)과 비만인 학생들의 비율(1.3904)보다 높았으나 '통계적으로 차이가 있다'고 할 수 없었다(p -값=0.3).

두 변수의 연관성을 설명하는 회귀분석을 이용하여 체중에서 지방의 수치를 표현하는 체지방률(x_1)과 복부지방률(x_2)이 표준체중에 대한 실제체중의 비를 표현하는 비만도(o_y)에 영향을 미치는 것을 확인하였고(p -값=0.00), 다음과 같은 회귀방정식을 얻었다.

$$o_y = -111.26 + 246.45x_1 + 0.46x_2 (R_{adj}^2 = 0.73) \quad (2.1)$$

여기서 R_{adj}^2 는 수정된 결정계수이다. 회귀방정식 (2.1)은 체지방률과 복부지방률이 증가하면 비만도가 증가함을 보여주고 있다.

<그림 5>와 <그림 6>은 상체와 하체황금비율은 전신황금비율과 음의 상관관계가 있음을 보여주고 있다(p -값=0.01). 그러나 상체와 하체황금비율은 서로 선형관계가 없음을 상관분석을 이용하여 확인하였다(p -값=0.19).



<그림 6> 하체와 전신 황금비율 간 산점도

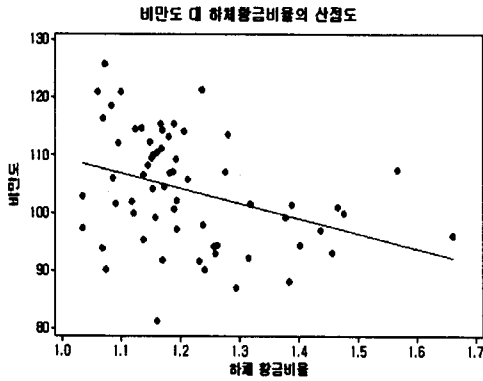
<그림 7> 복부지방률과 하체황금비율 간 산점도

회귀분석은 전신황금비율(t_g)과 상체(a_g)와 하체황금비율(b_g)의 연관성은 다음과 같음을 보여주고 있다(p -값=0.00, $R_{adj}^2=0.38$).

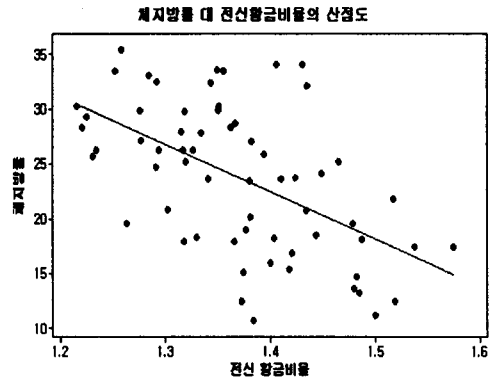
$$t_g = 2.19 - 0.33a_g - 0.326b_g \quad (2.2)$$

회귀방정식 (2.2)에서 배꼽에서 어깨까지의 높이와 무릎에서 배꼽까지의 높이에 대한 회귀계수의 부호가 같다는 것은 전신 황금비율에서 상반신과 하반신의 비가 일정하여야 함을 보여주고 있다.

신체상의 아름다움을 표현하는 두 가지 기준인 황금비율과 비만의 관계를 <그림 7>과 <그림 8> 그리고 <그림 9>는 보여준다. 다음 그림에서 하체황금비율(b_g)이 커지면 복부지방률(o_b)과 비만도(o)가 감소함을 알 수 있다.



<그림 8> 비만도와 하체황금비율 간 산점도



<그림 9> 체지방률과 전신황금비율 간 산점도

회귀분석을 통하여 유도된 두 회귀방정식

$$o_b = 0.964 - 0.112b_g (p\text{-값}=0.001, R_{adj}^2=0.16)$$

와

$$o = 136 - 26.3b_g (p\text{-값}=0.005, R_{adj}^2=0.11)$$

로부터 하체황금비율에 따라 복부지방률과 비만도를 예측할 수 있다. 복부지방률과 비만도와는 다르게 체지방(f)은 전신황금비율(t_g)로 설명할 수 있다. 두 변수 사이의 관계식은

$$f = 83.4 - 43.4t_g (p\text{-값}=0.000, R_{adj}^2=0.29)$$

과 같다.

비록 비만과 황금비율에 대한 연관성을 유도하였지만, 회귀모형에서 주어진 회귀방정식의 결정계수가 높지 않으므로 새로운 변수를 추가하여 비만도를 설명하는 것이 더 효과적일 수 있다. 비만도를 전신황금비율과 복부지방률의 함수로 표시하면

$$o = -74.9 - 1.44t_g + 229o_b (p\text{-값}=0.000, R_{adj}^2=0.64)$$

와 같으며 수정된 결정계수 값이 향상됨을 볼 수 있다. 즉, 전신 황금비율이 황금비율인 1.618에 근사하고 복부 지방률이 감소할수록 비만도는 감소함을 알 수 있다.

3. 결론

신체의 황금비율과 비만의 관계를 조사하기 위하여 본 연구에서는 H대학교에 재학중인 남학생 33명과 여학생 30명을 대상으로 전신황금비율과 상체와 하체황금비율을 조사하고, 신체 측정기체인 인바디를 이용하여 비만도, 복부지방률과 체지방률을 이들 동안 조사하였다.

전신황금비율은 기존 연구와 일치하지 않았으며, 상체와 하체황금비율도 1.618보다는 작았다. 남학

생과 여학생의 전신황금비율은 통계적으로 유의한 차이를 보였지만, 신체에 대한 황금비율은 실험에 참여한 학생들의 특성에 따라 차이가 없었다. 실험에 참여한 여학생중 5명을 제외한 여학생은 체지방률이 정상범위를 넘었고, 복부지방률은 연령이 높은 학생들이 낮은 학생들보다 높았다. 참여 학생들의 특성에 따라 비만이 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

신체의 비만도를 체지방률과 복부지방률을 이용하여 회귀방정식으로 표현할 수 있고, 신체에 대한 상체와 하체황금비율이 전신황금비율에 유사한 영향을 줄을 확인하였다. 복부지방률과 비만도는 하체황금비율이 증가하면 감소하고, 체지방률은 전신황금비율이 증가하면 감소함을 보였다. 그리고 비만도는 전신황금비율과 복부지방률을 설명변수로 사용하는 것이 더 효과적이었다.

본 연구는 20대 초반인 학생들을 대상으로 조사하였으므로 비만과 황금비율에 대한 일반적인 결과로 확대 해석할 수 없다. 청년과 장년, 그리고 노년을 대상으로 비만과 황금비율의 관계를 조사하고 연구할 필요가 있다.

참 고 문 헌

김승태 (2008). 에우독소스가 들려주는 비 이야기, 서울 : 자음과 모음.

장대홍 (2006). 황금비와 인간의 신체, 응용통계연구 19(1), 195-201.

한정미·유선미·정유석·박일환 (2001), 복부비만 측정도구로서 허리둘레의 유용성, 가정의학회지 22(2), 212-220.

이은희 (2008). 비만, 새 시대에서 길을 잃다, 사이언스물 심층기획.

A, Beutelspacher. (1995). *Der goldene schnitt*, Elsevier(2007, 한경혜 옮김).

Atalay, B. (2004). *Math and the Mona Lisa*, Smithsonian Books.

O' Brien, J. (1980). Body image, mirror, why me?. *Nursing Mirro* 150(17), 36-37.

Viren, S., & Adrian, F. (2003). *The psychology and attraction*, Taylor & Francis group. (2010, 김재홍 옮김).

Diane Ackerman. (1990). *A Natural HIstory of the Senses*. Vintage. (2004. 백영미 옮김).

Golden Ratio and Obesity of Korean University Students

Seunghoe Choi⁺

Dept. of Liberal Studies, Korea Aerospace University, Goyang, Gyeonggi, 412-791, Korea

E-mail : shchoi@kau.ac.kr

Kumwon Lee

Major in Aircraft System Engineering, Korea Aerospace University, Goyang, Gyeonggi, 412-791, Korea

E-mail : icouldcry@hotmail.com

Yeung Jin Yu

Major in Aircraft System Engineering, Korea Aerospace University, Goyang, Gyeonggi, 412-791, Korea

E-mail : yard0212@naver.com

Yong Heon Kim

Major in Aircraft System Engineering, Korea Aerospace University, Goyang, Gyeonggi, 412-791, Korea

E-mail : vravr0na@naver.com

The Golden ratio which was started to be use by Eudoxos, Greek mathematician, is being used as a tool to explain beauty in various fields like architecture, art, society, nature and so on. In addition, people not only use the golden ratio, also use obesity to consider a standard of beauty . This study's subjects are students of H university. We researched their Golden ratios of their whole body, upper body and lower body. Also, to research their obesity levels, we used Obesity degree, Waist-hip ratio and Percent body fat. According to different features of the subjects, we study differences between the golden ratio and obesity and how the golden ratio of body affects obesity.

* ZDM Classification : K85

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97U70

* Key Words : Golden ratio, Obesity degree, Waist-hip ratio, Percent body fat

⁺ Corresponding author