

비만과 개인 건강문제가 미치는 국가 경제의 상관관계 분석

배성경^o, 백제순^{*}, 김성진(교신저자)^{*}

^o명지전문대학교 ICT융합공학과,

^{*}명지전문대학교 ICT융합공학과

e-mail: joe2619@mjc.ac.kr^o, {hisoon99, ict214548}@mjc.ac.kr^{*}

Analysis of the Correlation between Obesity and Individual Health issues and their impact on the National Economy

Seong-Kyung Bae^o, Jai-Soon Baek^{*}, Sung-Jin Kim(Corresponding Author)^{*}

^oDept. of ICT Convergence Engineering, Myongji College,

^{*}Dept. of ICT Convergence Engineering, Myongji College

● 요약 ●

비만은 단순히 개인의 게으름의 문제가 아니라 하나의 위험한 질병으로서 치료를 위해 전문가의 도움이 전적으로 필요로 한다. 개인만의 극복해야 하는 문제가 아니라 사회적 문제로 거론되어 국가 차원에서의 규제와 같은 적극적인 도움이 필요하다. 비만으로 생기는 경제적 손실 또한 무시할 수 없다. 의료비용, 생산성 감소, 사회 보건 문제, 질병 예방 비용 등이 있다. 이 연구는 전 연령층을 대상으로 하되 아시아, 북아메리카, 남아메리카와 같이 대륙별로 근처 나라들의 2009년에서 2019년까지 10년의 비만 지수와 경제지표를 R을 활용한 회귀분석, 상관관계 분석, Pearson 회귀분석으로 비교하여 가치 있는 결과를 찾는 데 있다. 비만의 해결은 개인의 행복뿐만 아니라 국가의 경제 성장 그리고 회복에 큰 핵심적 요소가 된다는 걸 검증하는 연구이다.

키워드: 비만(Obesity), 국가경제(National Economy), 선형 회귀분석(Linear Regression Analysis), 상관관계 분석(Correlation Analysis), 피어슨 회귀분석(Pearson Regression Analysis)

I. Introduction

비만은 신체의 지방 조직이 정상 범위를 넘어선 정도로 축적되어 건강에 부정적인 영향을 미치는 상태로 사전적 그 의미를 나타낼 수 있다. 하지만 정량적으로는 (체질량지수(Body Mass Index, BMI))는 몸무게를 키의 제곱으로 나눈 값으로 아시아인 기준 25kg/m³ 이상을 미국에서는 30kg/m³ 이상을 비만으로 진단한다[1]. 각 사람의 개인의 BMI 수치로 비만을 나누지만, 이것은 결코 개인만의 문제로 치부할 수 없다. 세계적으로 지난 10년간 비만율을 계속 높아지고 있고 그 속도가 7명 중 한 명이 비만으로 추정될 정도로 점점 더 가속화되는 상황이다[2]. 의학적인 시점에서만 보아도 비만이 있는 참여자들이 비만이 아닌 경우보다 정신장애 발생률이 6%나 높은 결과가 있다[3]. 경제적 부분에서는 2016년 한국 기준 비만으로 인한 사회적 비용은 11조 4679억 원이 소비되었다[4].

본 논문에서는 비만이 개인의 건강뿐 아니라 국가 경제에 미치는 영향을 상관 관계분석과 회귀분석을 통해서 데이터를 분석하고자 한다. 이를 위한 기설은 아래와 같다.

첫째, 비만율이 높은 기간일수록 국가 차원에서 경제적으로 어려운 시기를 보낸다.

둘째, BMI와 GDP는 반비례 관계에 있다.

II. Preliminaries

1. 비만과 만성 질환 관리를 위한 비만 지표 비교

한국 보건사회연구원(박은지 외 3명)이 작성한 논문에는 노인 인구에서 비만 수준과 주요 만성 질환 간의 관련성을 조사하는 것을 목적으로 한 연구이다. 방문 간호사를 통해서 514명의 63.6세~9.8세를 대상으로 진행한 연구이다. 유병률은 의사가 진단한 8가지 특정 질환의 병력으로 정의되었으며 BMI, WC 및 체지방량으로 측정된 비만은 대한민국의 노인 인구에서 질병 위험 증가에 중대한 영향을 미치고 있음을 강조한 내용을 담고 있다. BMI와 유병률에 관계에 대해서 다루고 있다.

2. 국립건강·영양조사(NHNS) 일본, 2019 요약

2019년 삶의 전반적인 조건 종합 조사(약 11,000 지역에서 720,000 가족 구성원 참여)에서 참가자들 기준으로 조사하였다. 논문에 따르면 남성의 비만은 33% 여성은 22.3%로 나타났다. 당노 환자의 경우 남성이 19.7% 여성이 10.8%로 연관성을 보였다. 모든 유병자가 BMI로 인해서 유병률이 높다고 인과관계를 설명할 수 없지만, BMI와 당노의 상관성이 유의미하다는 것을 요약을 통해서 알 수 있다.

3. 체질량지수와 미국의 연령 및 성별에 따른 의료 지출의 연관성

의료 지출 패널 조사(MEPS) 2011-2016 자료를 활용하여 175,726 명의 응답자에 대한 연속적인 체질량지수(BMI)와 관련된 의료 지출을 추정한 논문에서, BMI에 따른 의료 지출의 J-형태 곡선을 발견했고 여성에게는 높은 비용이 발생으로 BMI와 의료 지출의 관계성을 확인할 수 있다.

4. World Obesity Atlas

2023년 기준으로 제5차가 발견되었고 지난 10년 동안 세계적으로 비만에 영향을 받고 있지만, 그중에서도 저소득 국가에서 가장 많이 증가하는 것을 보인다. 그뿐만 아니라 2035년 기준으로 비만 수치는 무려 50%가 될 것으로 추정하고 있다.

한국과 일본의 선행 연구는 질병과 BMI의 연관성, 미국의 경우 BMI와 의료 지출 비용에 연관성 마지막으로 세계적인 통계를 통해서 비만의 영향력에 관한 내용을 다루고 있다. 비만은 계속해서 관심을 받아온 분야이지만 가깝지만 다른 환경을 가진 국가 간에서의 상관관계와 정반대인 경제조건을 갖춘 국가 간에도 BMI, GDP 그리고 사회적 비용을 통해서 같은 연관성을 보이는지에 대해서 조사하게 되었다.

III. The Proposed Scheme

1. 한국 데이터 분석

1.1 회귀분석

한국의 BMI 상승 수치 또는 사회적 비용들을 보았을 때 세계적으로 비만율이 많이 상승하는 대표적인 나라로 볼 수 있다. 급격하게 기적적 성장을 이룬 나라이지만 그만큼 부수적으로 많은 요소를 한 번에 받아들였기 때문에 환경적인 부분들도 과거와 비교하면 많이 바뀌고 있는 모습을 확인해 볼 수 있다. 한국의 BMI와 GDP를 회귀분석을 통해 Fig. 1과 같은 결과를 얻을 수 있었다. GDP와 BMI는 약한 음의 관계를 띄고 있는 것을 확인할 수 있다. 그 양이 매우 적어서 Pearson 상관관계 분석을 통해서 인과관계를 입증할 필요가 있다.

```
> print(correlation_matrix_korea)
          bmi_male bmi_female Social GDP
bmi_male 1.000000000 -0.09456974 0.93105683 -0.008325024
bmi_female -0.094569736 1.000000000 -0.07694387 0.175433219
Social 0.931056833 -0.07694387 1.000000000 -0.046227484
GDP -0.008325024 0.17543322 -0.04622748 1.000000000
```

Fig. 1. Correlation Analysis

1.2 상관관계 분석 및 전처리

한국도 상관관계와 회귀분석을 했을 때 미국과 비슷한 결과로 GDP와 BMI가 양의 값을 띄고 있었다. 이유는 GDP의 상승이 BMI가 미치는 양보다 높으므로 결론적으로 양의 결과를 보이게 되는 것이다. 따라서 Pearson 상관관계를 통해 두 변수 간의 연관성을 찾았다. Fig. 2와 같이 사회적 비용이 증가하면 GDP가 감소하고 사회적 비용이 증가하면, BMI도 증가한다는 결론을 도출해 내었다.

```
Pearson's product-moment correlation
data: data_korea$Social and data_korea$bmi_male
t = 7.6552, df = 9, p-value = 3.142e-05
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 0.7501588 0.9822999
sample estimates:
cor
0.9310568
```

Fig. 2. Pearson Correlation Analysis

2. 일본 데이터 분석

2.1 일본 상관관계 분석

일본은 한국과 거리가 가깝지만 다른 문화 환경을 가지고 있어서 한국과 비교 하였을 때 얼마나 큰 차이가 있으며 그 이유는 무엇인지에 대해서 연구하고 자 하였다. 2009~2019 일본 BMI 지수와 GDP, GNI를 R로 상관관계를 입증한 결과는 Fig. 3과 같다[5]. 남성 BMI는 GDP와 -0.1334, GNI는 -0.1939로 음의 상관관계를 띄고 있다. 일본의 경우 남성의 BMI는 2013부터 계속 성장세를 띄지만, 여성의 경우 큰 차이를 보이지 않았다. 남성이 대부분 더 경제활동을 많이 하는 문화로 BMI와 경제지표는 반비례적 상관관계를 확인할 수 있었다[6].

	male	female	GDP.Billions.of.US..	Per.Capita.US..	Annual.Change	Billions.of.US..	US..	Annual.Growth
male	1.0000000	0.6609062	-0.1334147	-0.11802780	-0.11808153	-0.1231300	-0.512495	-0.2309036
female	0.6609062	1.0000000	-0.1434645	-0.03707385	-0.1300965	-0.2168373	-0.2275244	-0.1169891
GDP.Billions.of.US..	-0.1334147	-0.1434645	1.0000000	0.9995964	0.0576001	0.722822	0.701211	0.0370057
Per.Capita.US..	-0.1180278	-0.03707385	0.9995964	1.0000000	0.0635587	0.7246237	0.7116969	0.0421615
Annual.Change	-0.1180815	-0.1300965	0.0576001	0.0635587	1.0000000	0.2905907	0.2994983	0.9946746
Billions.of.US..	-0.5123330	-0.2275244	0.722822	0.7246238	0.2905907	1.0000000	0.9993810	0.3195244
US..	-0.5122495	-0.2275244	0.70912107	0.7116966	0.2949426	0.9993810	1.0000000	0.3288299
Annual.Growth	-0.230904	-0.1169891	0.0370057	0.0421615	0.9946746	0.3195241	0.3288294	1.0000000

Fig. 3. Correlation Analysis

2.2 회귀분석

하지만 상관관계만으로 인과관계를 명확히 설명하지 못한다. 다시 말해 두 변수 간에 상관성이 높다고 해서 한 변수가 다른 변수를 원인으로 하는 것은 아닐 수 있다. 따라서, 회귀분석을 Fig. 4와 같이 진행하였다. 남성의 계수 (X_poly1.0 -0.5927):남성이 한 단위

증가할 때 달러가 약 0.59 감소한다는 것을 의미하고, 여성의 계수 (X_poly0.1 -0.1643):여성의 계수는 여성이 한 단위 증가할 때 달러가 약 0.16 감소 하는 걸 의미한다(달러의 단위는 billions). 위의 결과로 반 비례적인 인과관계를 증명할 수 있었다.

```
Call:
lm(formula = y ~ X_poly)

Residuals:
    1      2      3      4      5 
-5.194e-06 -5.587e-02  3.459e-01  3.561e-01 -6.461e-01 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.5678      0.3104   1.830  0.209
X_poly1.0    -0.5927      1.1844  -0.500  0.666
X_poly0.1    -0.1643      1.2830  -0.128  0.910

Residual standard error: 0.5775 on 2 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4929,    Adjusted R-squared:  -0.01419 
F-statistic: 24.09 on 4 and 5 DF,  p-value: 0.001825
```

Fig. 4. Linear Regression Analysis

3. 미국 데이터 분석

3.1 미국 상관관계 분석

아시아와 정 반대에 있는 대륙으로서 모든 문화에서 다름을 보여주고, 많은 문화를 포함하고 있는 나라이기에 다양성은 물론, 경제적으로 선진국에 속하는 미국이 비만으로 인한 사회적 비용의 위험성이 어느 정도 영향력이 있는지를 판단하기 위해 선택하였다.

일본과 같은 분석방식으로 Fig. 5와 같은 분석 결과가 나왔다. BMI와 GDP, GNI 간에 강한 양의 상관관계가 나왔다. 그 이유를 확인해 보니 GDP = 소비+투자+정부지출+(수출-수입)로 구성되어 있다. GDP는 단순히 총생산을 나타내는 것이며 사회적 소비 비용이나 환경비용과 같은 외부성(externalities)은 직접 반영되지 않았다. 미국과 같이 GDP가 매우 높은 나라의 경우 GDP 자체의 값이 크기 때문에 BMI로 인한 감소가 있다 하더라도 결국 양의 값이 나왔다.

```
> print(correlation_matrix3)
          obesity GDP...Billions.of.US...
obesity   1.0000000      0.9730605
GDP...Billions.of.US... 0.9730605      1.0000000
Per.Capita..US...      0.9734993      0.9998999
Annual...Change        0.4790621      0.5503732
Billions.of.US...      0.9773352      0.9959852
US...                  0.9762769      0.9923222
Annual...Growth        0.4538626      0.5227742
          Per.Capita..US... Annual...Change
obesity   0.9734993      0.4790621
GDP...Billions.of.US... 0.9998999      0.5503732
Per.Capita..US...      1.0000000      0.5527610
Annual...Change        0.5527610      1.0000000
Billions.of.US...      0.9970796      0.5628729
US...                  0.9938937      0.5663532
Annual...Growth        0.5244246      0.9951711
          Billions.of.US... US.. Annual...Growth
obesity   0.9773352 0.9762769 0.4538626
GDP...Billions.of.US... 0.9959852 0.9923222 0.5227742
Per.Capita..US...      0.9970796 0.9938937 0.5244246
Annual...Change        0.5628729 0.5663532 0.9951711
Billions.of.US...      1.0000000 0.9994015 0.5308338
US...                  0.9994015 1.0000000 0.5326228
Annual...Growth        0.5308338 0.5326228 1.0000000
> view(bmi_usa_data)
> |
```

Fig. 5. Correlation Analysis

3.2 전처리

매년 성장하는 GDP(A년도 GDP - B년도 GDP)에 사회적 비용을 뺀 값을 BMI와 비교분석 할 필요가 있다. 2009년에는 사회적 비용은 \$38.25 billion dollars에서 2020년에는 \$150 billion dollars

까지 상승했으며 10년간 약 4배(3.92) 증가하였다[8]. 2030년에는 20년 전 비교대비 증가비율이 18.004배로 상승할 것으로 추측하고 있다[9]. 위의 이론으로 다시 상관관계 분석을 Fig. 6과 같이 진행하였다. 사회적 비용과 BMI는 0.739로 높고, GDP와 사회적 비용은 양을 띄기는 했지만 0.094로 낮게 나왔다. 사회적 비용으로 인해서 BMI가 상승할 때 GDP는 상승은 하지만 덜 상승하는 것으로 확인할 수 있었는데 그 이유는 사회적 비용과 GDP의 상관관계가 -0.491로 나와 있기 때문이다. 인과관계를 증명하기 위해서 Fig. 7과 같은 결과가 나왔다 : 사회적 비용이 1단위 증가할 때마다 GDP가 약 \$48.78 billions 감소한 것을 확인할 수 있다.

	Obesity	Social	GDP
Obesity	1.00000000	0.7390478	0.09481372
Social	0.73904778	1.00000000	-0.49161822
GDP	0.09481372	-0.4916182	1.00000000

Fig. 6. Correlation Analysis

```
Call:
lm(formula = GDP ~ Obesity + Social, data = data)

Residuals:
    1      2      3      4      5      6      7 
-17.360 -18.117  36.529 -62.987  61.911  -5.341   5.364 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -189.09      364.22  -0.519  0.6310
Obesity       2738.26     1094.90   2.501  0.0667
Social       -48.78       15.91  -3.066  0.0374 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 49.55 on 4 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7042,    Adjusted R-squared:  0.5563 
F-statistic: 4.762 on 2 and 4 DF,  p-value: 0.08749
```

Fig. 7. Linear Regression Analysis

4. 칠레 데이터 분석

4.1 상관관계 분석

남아메리카와 북아메리카로 나뉘어 있듯이 두 개의 대륙은 너무나도 다른 환경과 특성을 띠고 있다. 앞에서 북아메리카를 대표해 미국을 분석해 보았기 때문에 또 다른 특성이 있는 칠레의 사회적 비용을 찾아보기로 하였다. 칠레는 남미에 있는 저소득 국가로서 낮은 GDP에 비해 많은 사회적 비용이 들어가기 때문에 상관관계만으로도 충분한 입증할 수 있었다. BMI와 사회적 비용이 0.739로 높은 관계성을 띄지만 GDP는 사회적 비용과 -0.491로 반비례적 성향을 띄었다.

4.2 회귀분석

사회적 비용변수는 BMI를 예측하는데 유의미하게 이바지하고, GDP 변수는 통계적으로 유의미하지 않지만, Adjusted R-squared 값은 Fig. 8처럼 상당히 잘 설명하고 있는 것을 알 수 있다.

```
Call:
lm(formula = bmi ~ Social + GDP, data = data_chile)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.8802 -0.3687 -0.2081  0.5312  0.7581

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 54.935222   1.558388   35.251 4.59e-10 ***
Social       0.015076   0.002165    6.964 0.000117 ***
GDP          0.012365   0.007283    1.698 0.127982
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.6207 on 8 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9273,    Adjusted R-squared:  0.9091
F-statistic: 51.01 on 2 and 8 DF,  p-value: 2.795e-05
```

Fig. 8. Correlation Analysis

저소득 국가와 같이 GDP가 상대적으로 낮은 국가는 GDP가 BMI에 미치는 영향이 적다. 이는 부족한 영양소로 인해 BMI가 낮은 수치를 보이기 때문이다.

IV. Conclusions

체질량지수(Body Mass Index, BMI)와 사회적 비용 증가 간에는 상관관계가 있으며, BMI가 증가할수록 사회적 비용도 커지는 경향이 있다. 그러나 국내총생산(Gross Domestic Product, GDP)과 BMI 간의 관계가 단순한 반비례나 아닌 모습을 볼 수 있었다. 실제로 GDP는 국가의 상태에 따라 양의 또는 음의 관계를 보이는데, 이는 국가의 GDP의 범위에 따라서 결과적으로 양으로 또는 음으로 보이지만 그 안에 실질적인 인과관계를 세부 분석을 통해서 확인해야 그 데이터를 이해할 수 있다. 모든 상황에서 BMI가 높다는 것이 반드시 사회적 비용의 상승과 직결되는 것은 아니다. 그리고 단일한 인자나 상관관계만으로 원인과 결과를 단정 짓는 것은 피할 필요가 있다. 오히려 높은 GDP 숫자에 가려진 현실을 파악하고, 빠르게 증가하는 비만 문제를 다루기 위해서는 개인뿐만 아니라 국가 차원에서의 효과적인 관리가 필요하다.

BMI와 사회적 비용 간의 관계는 높은 상관성을 보이지만, GDP와의 관계는 더 복잡하게 나타날 수 있으며, 이러한 요인들을 종합적으로 고려하여 국가의 상태를 이해하는 것이 중요하다.

REFERENCES

[1] Chun, H., Park, E.-J., Kim, I.-H., & Cho, S.-I. (2014). Comparisons of obesity indicators for obesity and chronic diseases management among older adults. *Korean Journal of Health Education and Promotion*, 31(5), 109-120.

[2] World Obesity Federation. (2023, March). *World Obesity Atlas 2023*.

[3] Leutner, M., et al. (2023). Obesity as pleiotropic risk state for metabolic and mental health throughout life.

[4] National Health Insurance Service, Health Insurance Review & Assessment Service. (2017). *Statistics yearbook*

of the national health insurance of 2016.

[5] The National Health and Nutrition Survey 2019, Health Japan 21. (n.d.). Retrieved from nibiohn.go.jp, pp. 18-19.

[6] OECD. (n.d.). Labor Force Participation Rate by Gender. <https://gsis.kwdi.re.kr>

[7] OECD Health Statistics, <https://www.index.go.kr>

[8] Ward, Z. J., Bleich, S. N., Long, M. W., & Gortmaker, S. L. (2021). Association of body mass index with health care expenditures in the United States by age and sex. *PLoS ONE*, 16(3), e0247307. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247307>

[9] Wang, C. Y., McPherson, K., Marsh, T., Gortmaker, S., & Brown, M. (2011). Health and economic burden of the projected obesity trends in the USA and the UK. *The Lancet*, 378, 815-25