

## Physical activities due to the social distancing could change the serum lipid levels between the pre-and post-COVID-19 pandemic on Jeju Island

Oh-Sung Kwon\*, Young-Kyu Kim\*\*

\*Manager, Dept. of Medical Information, Jeju National University Hospital, Jeju-do, Korea

\*\*Professor, Dept. of Surgery, Jeju National University Hospital, Jeju-do, Korea

### [Abstract]

The coronavirus disease-2019 (COVID-19) pandemic has changed physical activities due to social distancing to prevent the spread of infectious disease. The restriction could affect physical activities and serum lipid levels. The purpose of this study is to investigate changes of serum lipid levels and physical activities due to the social distancing between the pre-and-post COVID-19 pandemic on Jeju Island. A total of 5,373 subjects who underwent medical examination at a medical center located on Jeju Island, between May 2018 and December 2021 was enrolled. They were divided into two groups (the pre-COVID-19 vs. the post-COVID-19) based on their medical checkup dates and analyzed about clinical variables between them. Among the clinical variables, the mean age ( $P<0.014$ ) and the mean levels of high-density lipoprotein-cholesterol ( $P=0.001$ ), low-density lipoprotein-cholesterol ( $P=0.039$ ) and total-cholesterol ( $P<0.001$ ) and the proportions of subjects with abdominal obesity ( $P<0.001$ ), aerobic exercise ( $P=0.003$ ) and physical activity ( $P=0.008$ ) were significantly higher in the post-COVID pandemic than those in the pre-COVID-19 pandemic. Even though the proportions of subjects with physical activity and aerobic exercise were statistically greater in the post-COVID-19 pandemic, those with central obesity and dyslipidemia were significantly higher in the period than before on Jeju Island.

▶ **Key words:** abdominal obesity, physical activity, serum lipid level, COVID-19 pandemic, Jeju Island

### [요 약]

코로나바이러스질병-2019 (COVID-19) 대유행은 감염병의 확산을 예방하기 위하여 사회적 거리 두기로 인해서 신체적 활동들을 변화시켜 왔다. 그러한 제한으로 인해서 신체활동과 혈청의 지질 수치들을 변화시킬 수 있다. 이 연구의 목적은 제주도 내에서 COVID-19 대유행 전과 후에 사회적 거리 두기로 인해서 혈청 내의 지질 수치들과 신체적 활동의 변화들에 대해서 연구해 보고자 하였다. 이 연구는 2018년 5월부터 2021년 12월까지 제주도에 소재한 단일 건강검진센터에서 검진을 시행한 총 5,373명의 대상자들이 포함되었다. 그들이 검진한 날짜를 기준으로 두 군(COVID-19 전과 COVID-19 후)으로 나누어서 임상 변수들에 대해서 분석하였다. 임상적 변수들 중에서 평균연령 ( $P<0.014$ ), HDL-콜레스테롤 ( $P=0.001$ ), LDL-콜레스테롤 ( $P=0.039$ ), 총콜레스테롤 ( $P<0.001$ )의 평균 수치들, 복부 비만 ( $P<0.001$ ), 유산소 운동 ( $P=0.003$ ), 신체활동 ( $P=0.008$ )을 가진 대상자들의 비율들이 코로나 대유행 전과 비교해서 더 높았다. 비록 제주도 내의 코로나 대유행 시기에 신체활동이나 유산소 운동을 하는 대상자들의 비율이 통계적으로 증가했음에도 불구하고, 복부비만이나 이상지질혈증을 가진 대상자들의 비율이 COVID-19 대유행 이전에 비해서 통계적으로 그 시기에 높았다.

▶ **주제어:** 복부비만, 신체활동, 혈청 지질 수치, COVID-19 대유행, 제주도

- First Author: Oh-Sung Kwon, Corresponding Author: Young-Kyu Kim
- \*Oh-Sung Kwon (ohsungspd@gmail.com), Dept. of Medical Information, Jeju National University Hospital
- \*\*Young-Kyu Kim (ykismine@naver.com), Dept. of Surgery, Jeju National University Hospital
- Received: 2023. 12. 29, Revised: 2024. 03. 04, Accepted: 2024. 03. 12.

## I. Introduction

Coronavirus disease-2019 (COVID-19) 대유행으로 인해 전 세계적으로 1억 명이 넘는 감염자가 발생하고 300만 명이 넘는 사망자가 발생하였다. 2019년 12월 중국 우한에서 처음 보고된 COVID-19 바이러스는 급속한 확산과 높은 사망률로 인하여 세계적으로 심각한 혼란을 가져와 2020년 3월 11일 세계보건기구(World Health Organization, WHO)에서는 COVID-19 대유행으로 인한 비상사태를 선언하였다[1]. 대한민국에서는 2020년 1월 20일 중국 우한에서 온 관광객이 첫 감염자로 보고된 이후에 같은 해 2월에 발생한 신천지 대구교회에서 COVID-19 집단감염과 수개의 지역 병원에서도 집단 감염이 발생하여 대한민국정부는 2월 23일 위기경보 수준의 경계에서 심각단계로 격상시켜 학교폐쇄와 개학을 연기하기에 이르렀다. 그러함에도 불구하고 높은 감염력으로 인해서 3월 31까지 9,786건이 확진되었다[2]. WHO에서 COVID-19 대유행을 선언한 이후 대한민국 정부는 확산을 줄이기 위해서 비대면 수업이나 화상 회의로 강제하였고, 다수의 회사도 재택근무로 전환하는 등 일상이 많이 변화 되었다[2]. COVID-19 대유행 동안에 대한민국 정부는 감염 확산을 예방하기 위해 사회적 거리 두기 조치들(재택근무 권고, 실내 체육시설 또는 식당운영 이용의 제한 등)을 강화 하였고 그로 인해 국민들은 예상하지 못한 정신적이나 신체적으로 고통에 시달리게 되었다[3]. 사회적 거리 두기 단계가 상향되어 대형할인매장이나 음식점 등 공공이용시설 영업시간의 제한으로 인해 포장 또는 배달 음식이나 가공식품과 같은 지방과 탄수화물 많이 포함된 불균형적인 식사를 하게 되는 경우가 증가하였다[4].

WHO에서는 건강을 위해서 18세 이상의 성인에서 유산소 운동(aerobic exercise)과 근력 운동(muscle-strengthening exercise)을 포함하는 신체적 활동을 권장하였다. 그것은 유산소 운동인 경우, 일주일에 150분 이상의 중등도 유산소 활동이나 또는 일주일에 적어도 75분 이상의 격렬한 유산소 운동을 하거나, 아니면 동등한 양의 중등도 내지 격렬한 운동을 함께 실시하도록 하는 것이며, 근육 운동의 경우, 주요 근육을 포함하여 일주일에 2일 이상해야 한다는 것이다. 예외적으로 65세의 노인에서 건강 상태로 인해 권장량만큼의 신체활동을 할 수없는 경우, 자기 컨디션에 맞게 신체활동을 해야 한다는 것이다[5].

고밀도지질단백질(high density lipoprotein, HDL)-콜레스테롤은 혈관 안에서 순환하면서 말초혈관에 침착

된 콜레스테롤과 결합하여 간으로 이동시킨다. 이와 반대로 저밀도지질단백질(low density lipoprotein, LDL)-콜레스테롤은 혈관 내피에 침투하여 염증을 유발시켜 혈관 내피세포가 증식하여 죽종판(athromatous plague)을 형성하게 되어 혈관이 좁아지거나 경화하게 한다. 근력운동과 유산소운동을 포함하는 신체활동은 HDL-콜레스테롤을 증가시키고, LDL-콜레스테롤이나 중성지방을 감소시킨다. 비만한 경우에는 인슐린에 대한 민감도가 감소하기 때문에 인슐린이 증가하여 신장에서 나트륨의 흡수가 늘어나게 되어 체액이 증가하고 교감신경이 항진되어서 심박출량이 증가한다. 또한 혈관 저항이 상승하게 되어 결과적으로 혈압은 올라가게 된다[6].

신체활동의 제한과 탄수화물이나 지방이 많이 포함된 불균형적인 식이는 혈청 내의 지질대사에 영향을 주어서 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤과 중성지방을 증가시키고, HDL-콜레스테롤을 감소시킨다. 또한 과체중 또는 비만은 혈압을 상승시킨다[3]. 이러한 상태가 장기간 이루어지게 되면 심혈관계 질환의 위험도가 증가하게 된다.

COVID-19가 전 세계적으로 대유행되어서, 그것의 확산을 줄이기 위한 사회적 거리 두기 조치 등으로 인해서 신체활동의 변화나 불균형적인 식이로 인해 이상지질혈증이나 비만 등이 발생하게 되어 전 세계적인 감염병의 대유행이 종식 되어도 장기적으로 건강에 위협이 될 수 있다[4].

## II. Preliminaries

### 1. Related works

COVID-19 확산 방지를 위해서 사회적 거리 두기가 국내뿐만 아니라 세계적으로 시행되었고 그로 인하여 신체활동이 감소함으로 인해서 이상지질혈증과 과체중 또는 비만을 일으킬 수가 있을 것이라는 국내외의 연구들이 있었다. Karabulut 등[7]은 건강검진 대상자들에서 COVID-19 대유행 전과 후의 1년간 지질 수치들의 연구 결과에서 공복혈당(fasting blood glucose)과 중성지방의 평균 수치들이 증가하였고, HDL-콜레스테롤의 평균 수치가 COVID-19 대유행 이후에 감소했다고 보고하였다. 그러나 이 논문은 단순한 혈청 내의 지질 수치들만을 비교한 것으로 비만과 관련된 체질량지수나 복부비만, 대사증후군에 관한 결과는 없었다. 이것을 보완할 연구가 국내에서 있었다. Sohn 등[8]은 COVID-19 대유행 전과 후의 3년 동안의 기간에서 6개월에 한 번씩 병원을 방문하여 신체

검진과 혈액검사 등을 받은 1,485명을 대상으로 얻은 연구 결과에서 COVID-19 대유행 시기에 혈청 내의 모든 지질 수치들(총콜레스테롤, 중성지방, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤)이 악화되었고, 체질량지수가 증가하거나 대사증후군을 가진 대상자의 비율이 이전 시기에 비해 유의하게 증가했다고 하였다. 또한 심혈관 위험이 이전에 비해 약 6% 증가하였기 때문에 COVID-19 대유행이 종식된 이후에 심혈관 위험이 증가한 것에 대한 중재가 필요하다고 하였다[8]. 그러나 이 연구도 신체활동에 대한 조사가 없어서 COVID-19 대유행 전과 후에 신체활동 변화와의 연관성을 알 수가 없다는 한계를 가진다.

Manent 등[9]은 건강검진을 한 6,236 명의 대상자들에서 COVID-19 대유행 시기에 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 공복혈당의 수치들이 증가하였고 체질량지수와 허리둘레 등 대사와 관련된 요소들의 수치가 악화되었다. 또한 신체활동이 있는 대상자의 비율이 남녀 모두에서 감소하여서 결과적으로 심혈관 위험을 증가시켰다고 하였다. 그러나 Kwon 등[10]은 건강검진을 시행한 43,639명 대상자들의 COVID-19 대유행 전과 후의 1년간 연구에서 대유행 시기에 유산소운동을 하는 대상자의 비율이 남성에서는 40-69세에서 증가하였고, 여성에서는 40세 이상에서 이전 시기에 비해 증가하였으며, 근력 운동은 여성에서 20-69세에서 증가하였다고 하였다. 이것과 연관되어 COVID-19 대유행 시기에 50세 미만의 남성 대상자들에서만 복부비만이나 대사증후군, HDL-콜레스테롤이 정상 이하인 대상자의 비율이 증가하여서 COVID-19 대유행 시기에 유산소나 근력 운동의 부족과 비만이나 대사증후군의 관련성을 보고하였다. 그러나 두 개의 국내외의 논문은 대도시에서 시행된 연구여서 농어촌 지역의 사회적 거리 두기에 의한 신체활동의 감소를 반영하지 못하는 한계를 가진다.

제주도는 제주 시내와 시외, 서귀포 시내와 시외로 구성되어 시외 지역은 농업과 어업에 종사 하는 경제활동 인구 비율이 높다(Figure 1). 농업과 어업에 종사하게 되면 사무직이나 서비스직에 종사 하는 경우에 비해서 육체적 활동을 많이 하게 된다[11]. 그로 인해서 농어촌 지역의 대상자들은 COVID-19 대유행 이후에 사회적 거리두기에 의한 신체활동의 감소가 상대적으로 작을 수가 있다.

## 2. Purpose of this study

도시화 및 교통수단의 발달과 정보통신기술의 발전으로 인해 성인들의 신체활동은 감소하였다. 신체활동 감소는 지질대사의 불균형을 야기해서 심혈관 위험을 증가시킨다

[6, 12]. COVID-19 대유행으로 인해 신체활동은 증가[9] 또는 감소하였다는 보고가 있다[10]. 제주도는 육지에서 약 50 km 떨어진 고립된 섬으로 도시[시내; 동(洞)지역]과 농어촌(시외; 읍·면 지역)이 복합된 시로서 COVID-19 대유행 이후에 사회적 거리 두기에 의한 신체활동과 대사 요소들의 변화를 축소해서 알아보기 적합하다.

따라서 연구자들은 COVID-19 대유행 전과 후에 혈청의 지질 수치, 대사와 관련된 요소 등과 신체활동의 관계를 도시와 농어촌이 복합된 대한민국에서 가장 큰 섬인 제주도에서 확인해 보고자 하였다.

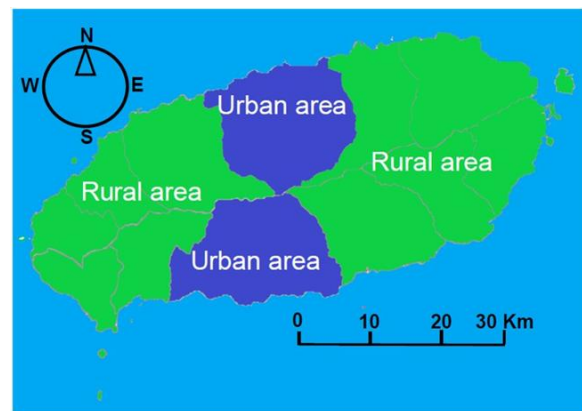


Fig. 1. Jeju Island consists of two regions [urban area (blue color) versus rural area (green color)]. The proportion of economically active population who are engaged in agriculture or fishing is significantly higher in the rural area than those in the urban area on Jeju Island. They tend to have higher physical activities in the rural area than those in the urban area[11].

## III. Study Methods

### 1. Subjects and definition of the pre-and post-COVID-19 pandemic

이 연구는 2018년 5월 22일부터 2021년 12월 31일까지 제주에 위치한 단일 건강검진센터를 방문하여 검진을 받은 대상자들 중에서 지질대사의 영향을 받을 수 있는 위장관 절제술 또는 담낭절제술을 받은 자들과 설문을 거부한 자들을 제외하여 총 5,373 명을 대상으로 연구가 진행되었다. 이 연구는 제주대학교병원 기관생명윤리위원회(Institutional Review Board)에서 연구 승인을 받았다(IRB File No. JNUH 2022-05-017).

이 연구에서 COVID-19 대유행의 전과 후에 대한 정의는 2020년 3월 11일 세계보건기구가 COVID-19 대유행을 선언한 2020년 3월 11일 기준으로 하여, 2018년 5

월 22일 ~ 2020년 3월 11일(660일)을 COVID-19 대유행 이전으로 2020년 3월 12일 ~ 2021년 12월 31일(660일)을 COVID-19 대유행 이후로 하였다.

## 2. Questionnaire

연구자들은 건강검진센터 방문한 대상자들에게 나이, 성별, 거주지와 병력(구체적으로 고지혈증 및 관련 약물 복용 병력, 당뇨병 및 관련 약물 복용 병력, 고혈압 및 관련 약물 복용 병력), 주당 음주 횟수 및 양, 현재 흡연 여부를 조사하였다. 회상 편향(recall bias)을 최소화하기 위해 연구자에 대한 정보는 제공하지 않았다.

## 3. Blood biochemical test

최소 8-10시간 이상 금식한 후에 채혈하여, 실온에서 30분간 세워두어 응고되어 층화 시킨다. 원심분리기로 7분간 3000 rpm으로 적용하여 혈청을 분리시킨다. 분리된 혈청에서 공복혈당, 총콜레스테롤, 중성지방, HDL-콜레스테롤을 TBA-FX8 (Toshiba Medical Systems, Tokyo, Japan) 자동 화학 분석기를 이용하여 측정하였다. LDL-콜레스테롤 수치는 Friedewald 공식(LDL-콜레스테롤 = 총콜레스테롤 - HDL-콜레스테롤 - 중성지방/5)을 이용하여 계산하였다.

## 4. Anthropometry and blood pressure

체중과 신장은 신발과 양말을 벗고 최대한 가벼운 옷차림을 한 상태에서 측정되었다. 체질량지수는 체중을 신장의 제곱으로 나누어 계산하였다 ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). 허리둘레는 상의를 탈의한 이후 선 자세로 숨을 내쉬 상태에서 늑골의 아래 골반 중간 부위를 줄자를 이용해 측정하였다. 혈압은 최소 3분 이상 안정 상태를 유지한 이후에 자동혈압계를 이용하여 측정하였다.

## 5. Definitions of metabolic syndrome and high-risk alcohol drinker

Metabolic Syndrome(대사증후군)은 개정된 국립 콜레스테롤 교육 프로그램에 따라 정의되었다[13]. 연구 대상자들은 다음 기준 중 이상을 충족하는 경우 대사증후군으로 진단하였다. 5 가지 항목은 ① 허리둘레: 남성 90 cm 이상, 여성 80 cm 이상; ② 중성지방 수치 150 mg/dL 이상 또는 고지혈증 약물 복용; ③ HDL-콜레스테롤: 50 mg/dL 미만 (남성) 또는 40 mg/dL 미만 (여성) 또는 이상지질혈증 약물 사용; ④ 고혈압: 130/85

mmHg 또는 항고혈압 사용; ⑤ 공복혈당 100 mg/dL 이나 이상 또는 당뇨병 약물 복용 등이다.

고위험 음주자(high-risk alcohol drinker)의 정의는 한국인 간질환 백서에 따라 남성의 경우 술을 7잔 이상 (여성은 5잔 이상) 마시고, 술잔의 종류와 상관없이 주당 2회 이상 음주하는 경우를 고위험 음주자로 정의하였다[14].

## 6. Definition of physical activity, aerobic exercise and muscle-strengthening exercise

수정된 세계보건기구 신체활동 지침[15]에 따라 신체활동(physical activity)은 유산소 운동(aerobic exercise)과 근력 운동(muscle-strengthening exercise)으로 구성된다. 유산소 운동 일주일 내내 고강도 유산소 신체활동을 75분 이상 하거나 또는 일주일 내내 중강도 유산소 신체활동을 150분 이상을 하는 경우이고, 근력 운동은 근육 강화 활동을 일주일에 2일 이상 하는 경우로 어떤 운동이든 지 적어도 연속적으로 10분 이상 지속해야만 한다. 둘 중의 하나 또는 양쪽의 조건을 만족시키는 경우에 신체활동으로 정의하였다.

## 7. Statistical analysis

모든 변수들의 통계적 분석은 SPSS Version 18.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였다.  $P < 0.05$ 는 통계적으로 유의한 것으로 하였다. COVID-19 대유행 전과 후의 두 군으로 나누어 임상적 변수들을 분석하였다. 범주 변수들은 카이제곱검정, 연속 변수들은 스튜던트 t-검정으로 분석하였다. 스튜던트 t-검정은 모수검정으로 정규성, 등분산성, 독립성을 만족하는 경우에 적용하며, 이 연구의 자료들은 정확하게 정상적으로 분포되었다. 따라서 스튜던트 t-검정의 통계적 가정을 위반하지 않았다.

## IV. Results

### 1. Comparisons of demographics between the pre-and post-COVID-19 pandemic

연구 대상자는 총 5,373명이었고 성별은 남성 2,750명(51.2%), 여성 2,623명(48.8%)이었다. 대상자들의 평균 나이는  $54.1 \pm 11.7$ 세였다. 제주시와 서귀포시에 거주하는 대상자들은 각각 4,116명(76.6%)과 1,257명(23.4%)이었다. (Table 1-A).

Table 1. Comparisons of clinical variables between the pre-and post-COVID-19 pandemic in subjects who underwent medical examination

Clinical variables	Pre-COVID-19 pandemic (n=2,291)	Post-COVID-19 pandemic (n=3,082)	Study period (n=5,373)	*P value
<b>A. Demographics</b>				
Gender (n, %)	1,201 (52.4)	1,549 (50.3)	2,750 (51.2)	0.117
Age (years)	54.6 ± 11.3	53.8 ± 12.0	54.1 ± 11.7	0.014
Jeju citizen (n, %)	1,809 (79.0)	2,307 (74.9)	4,116 (76.6)	<0.001
<b>B. Metabolic components</b>				
Abdominal obesity <sup>a</sup> (n, %)	992 (43.3)	1,601 (51.9)	2,593 (48.3)	<0.001
High blood pressure <sup>b</sup> (n, %)	534 (23.3)	781 (25.4)	1,315 (24.5)	0.083
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	24.9 ± 3.4	24.8 ± 3.6	24.8 ± 3.5	0.652
Metabolic syndrome (n, %)	626 (27.3)	908 (29.5)	1,534 (28.6)	0.086
Fasting blood glucose (mg/dL)	103.1 ± 27.7	102.2 ± 28.0	102.6 ± 27.8	0.214
Total cholesterol (mg/dL)	200.1 ± 38.1	204.2 ± 40.0	202.4 ± 39.2	<0.001
LDL-cholesterol (mg/dL)	119.5 ± 35.7	121.7 ± 37.6	120.7 ± 36.8	0.039
HDL-cholesterol (mg/dL)	56.8 ± 15.3	58.6 ± 16.3	57.9 ± 15.9	<0.001
Triglycerides (mg/dL)	118.6 ± 89.8	119.1 ± 94.6	118.9 ± 92.6	0.870
<b>C. Health behaviors</b>				
Physical activity (n, %)	893 (40.8)	1,292 (44.5)	2,185 (42.9)	0.008
Aerobic exercise (n, %)	751 (34.8)	1,118 (38.8)	1,869 (37.1)	0.003
Muscle-strengthening exercise (n, %)	433 (18.9)	607 (19.7)	1,040 (19.4)	0.466
High-risk alcohol drinker <sup>c</sup> (n, %)	723 (31.6)	910 (29.5)	1,633 (30.4)	0.109
Current smoker (n, %)	463 (20.2)	579 (18.8)	1,042 (19.4)	0.204
Values are expressed as n (%) or mean ± standard deviation. COVID-19 = coronavirus disease 2019, HDL = high-density lipoprotein, LDL = low-density lipoprotein <sup>a</sup> Abdominal obesity = Defined as waist circumference ≥90cm in male and ≥80cm in female <sup>b</sup> High blood pressure = ≥130/85 mmHg <sup>c</sup> For male, a high-risk alcohol drinker was defined as a subject consuming 7 or more glasses of alcohol (5 or more glasses for female) and drinking 2 or more times per week irrespective of the glass size *A P value of <.05 was considered statistically significant				

## 2. Comparison of metabolic components between the pre-and post-COVID-19 pandemic

COVID-19 대유행에 복부 비만자의 비율 ( $P<0.001$ ), 총콜레스테롤 ( $P<0.001$ ), LDL-콜레스테롤 ( $P=0.039$ ), 그리고, HDL-콜레스테롤의 평균 수치 ( $P<0.001$ )가 높았다. 그러나 평균 체질량지수 수치의 차이는 두 시기 간에 차이가 없었다. 대사증후군을 가진 대상자의 비율은 COVID-19 대유행 시기에 통계학적으로 유의하지는 않았지만, 높아지는 경향을 보였다( $P=0.086$ )(Table 1-B).

## 3. Comparison of metabolic components between the pre-and post-COVID-19 pandemic

COVID-19 대유행 시기에 신체활동 ( $P=0.008$ )과 유산소 운동 ( $P=0.003$ )을 하는 대상자의 비율이 높았다. 그러나 고위험 음주자나 현재 흡연자의 비율에서는 두 군 간의 차이가 없었다(Table 1-C).

## V. Discussion

### 1. Clinical interpretation

COVID-19 대유행 시기에 신체활동이 증가했거나 감소 또는 유지했다는 상반된 연구결과가 있다[8, 9, 16]. 이 연구에서는 COVID-19 대유행 시기에 전체적인 신체활동과 유산소 운동의 비율은 증가하였지만 근력 운동을 하는 대상자들의 비율은 차이가 없었다. COVID-19 대유행이 되면서 실내체육시설 이용을 제한하여 근력 운동을 하는 대상자의 비율이 현저하게 감소할 것이라고 예상되었으나 그러하지 않았다.

COVID-19 대유행 초기에 신체활동이 면역력을 상승 시켜서 바이러스감염 예방에 도움이 되고[17], 고령이나 만성 질환자에게 신체활동이 더욱 중요하다는 전문가들의 견해가 많았다[18]. Benzing 등[19]은 13,881 명을 대상으로 시행된 설문조사 연구에서 COVID-19 대유행 시

기에 사회적 거리두기 정책과는 관계없이 운동의 욕구는 증가하였고, 다양한 운동이나 근력운동 수행 등은 이전에 비해 주당 횟수가 증가하였다 보고하였다. 또한 온라인 동영상[20, 21]이나 트레이닝 앱[22]을 활용하여 홈트레닝 (home workout)을 한다고 대답한 대상자의 비율이 COVID-19 대유행 시기에 증가했다는 연구결과들이나 신문기사를 볼 수 있다. 이 연구에서 신체활동이나 유산소 운동을 하는 대상자들의 비율이 예상과는 다르게 유의하게 증가한 것은 이전 연구결과들을 고려하여 다음과 같이 추론해 볼 수 있겠다. COVID-19 대유행으로 인하여 건강에 대한 관심이나 운동욕구가 증가하였고, 그로인하여 정부의 실내운동시설 사용제한에도 불구하고 비록 근력 운동을 하는 대상자의 비율에서는 차이가 나진 않았지만 신체활동이나 유산소운동을 하는 대상자의 비율을 증가했을 것이다.

이 연구에서 COVID-19 대유행 시기에 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 평균 수치들과 복부 비만자의 비율이 높았다. Jo 등[23]은 COVID-19 대유행 시기인 2020년 9월에서 10월 사이의 기간 동안 서울에 사는 3,833명의 18세 이상의 성인에서 식이 행태에 대한 설문조사 연구결과를 보고하였다. 그들의 연구결과는 COVID-19 대유행 시기에 외식보다는 집에서 식사, 배달이나 포장, 인스턴트식품 또는 가공식품을 이전보다 더 소비한다고 응답한 비율이 통계적으로 유의하게 높았다. Jo 등[23]의 연구결과로 판단해 보면 탄수화물이나 지방이 많이 포함된 가공식품이나 인스턴트식품을 COVID-19 대유행에 이전에 비하여 더 많은 비율로 소비하였기 때문에 총콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 평균 수치가 상승하고, 복부 비만자들의 비율이 증가했을 것이라고 이 연구결과를 해석할 수 있다.

COVID-19 대유행 시기에 비만 또는 체중의 변화에 관한 논문들[4, 24]에서 모임제한이나 이동제한으로 인해서 집에서 탄수화물과 지방의 함량이 높은 포장 또는 배달 음식이나 가공 식품의 섭취 기회가 증가하여 과체중이나 비만, 중심비만자의 비율이나 체질량지수가 유의하게 증가한다고 하였다. 이 연구에서는 내장지방의 정도를 나타내는 복부비만을 가진 대상자의 비율은 의미 있게 증가하였으나 신체 전체의 비만 정도를 나타내는 평균 체질량지수는 차이가 없었다. 이러한 모순된 결과들을 보인 이유는 불균형한 식단으로 인해서 내장지방은 축적되면서 복부비만자의 비율이 증가하였으나 어느 정도 유산소 운동을 하면서 체중은 유지했기 때문일 것이라고 생각해 볼 수가 있으나, 이를 뒷받침 할 수 있는 객관적인 증거가

없어서 반드시 이러한 결과를 보인 것에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

이 연구에서 특이한 점은 COVID-19 대유행 시기에 상대적으로 거리가 먼 서귀포시의 대상자들의 비율이 유의하게 증가하였고, 그 시기에 평균 연령은 통계적으로 감소하였다. 이것은 COVID-19 대유행으로 인해서 건강에 대한 관심[4]이 증가하였기 때문에 거리가 멀지만 서귀포시에서 제주시까지 대형기관에서 검진을 하고자 하였을 것이다. 또한 COVID-19는 고령층에서 더 높은 사망률을 보인다[18]고 잘 알려졌기 때문에 고령자들이 의료기관을 방문하여 건강검진을 받는 것을 피했기 때문에 이 연구와 같은 결과를 보였을 것이다.

이상지질혈증은 혈청 내의 LDL-콜레스테롤, 총콜레스테롤, 중성지방의 수치들이 증가하고 HDL-콜레스테롤 수치가 감소하여 뇌혈관이나 심장혈관에 지질들이 축적되어 동맥경화를 일으키는 만성질환중의 하나로서 나이와 비례하여 증가하는 것으로 잘 알려져 있다[24, 25]. 이 연구에서는 COVID-19 대유행 시기에 대상자들의 평균 나이가 이전 시기에 비해서 적은데도 불구하고 지질대사 이상과 관련된 총콜레스테롤이나 LDL-콜레스테롤의 평균 수치들이 증가 하였다. COVID-19 대유행 시기에 평균연령은 감소하였고 신체활동 대상자들의 비율이 증가 하였음에도 불구하고 지질대사이상과 관련된 수치들이 역설적으로 증가한 것은 전 세계적인 감염병 대유행 시기에 여러 사회적 거리 두기 조치들의 결과들로 인해서 이상지질혈증이 증가할 수 있음을 보여주는 것이라 하겠다.

## 2. Limitations of this study

이 연구는 세 개의 한계를 가지고 있다. 첫 번째 한계는 제주시에 위치한 한 건강검진센터에서 건강검진을 받은 자들을 대상으로 하였다는 점이다. 즉, 제주시에 위치하는 한 대학병원 검진센터에서 검진을 받은 대상자에서만 진행된 연구로서 서귀포시에 거주하는 거주민들이 쉽게 방문하지 못했을 수 있다. 그러나 2018년-2021년도 제주도에서 발간하는 주민등록인구통계보고서에서 제주시와 서귀포시의 등록 인구수는 제주시 485,946명(73%), 서귀포시 181,245명(27%)으로 이 연구에서 보이는 지역별 인구 분포[제주시 거주 대상자(4,116명(76.6%)과 1,257명(23.4%)]와 유사한 것으로 보아 접근성에 의한 차이는 없었을 것이다[26]. 두 번째 한계는 단일기관에서 후향적으로 시행된 연구라는 점이다. 그러나 연구의 성격상 특정 감염질환의 전 세계적인 발병을 예측하여, 전향적으로 시행할 수는 없기 때문에 이후에도 전향적 연구는

어려울 것이다. 세 번째 단계는 이 연구에서 신체 활동에 대한 결과들은 국민영양조사에서 제시된 신체활동의 문항 가지들에 대한 답변만으로 얻었기 때문에 COVID-19 대유행 시기에 어떤 방법으로 유산소 운동과 근력 운동을 하였는지에 대해서는 구체적으로 알 수가 없었다. 향후 연계 연구에서는 근력 운동과 유산소 운동을 COVID-19 시기에 어떻게 행해졌는지 반드시 알아보아야 할 것이다.

## VI. Conclusion

이 연구는 농어촌과 도시가 같이 존재하는 대한민국에서 가장 큰 섬인 제주도에서 육지의 대도시에서 이전에 보고된 결과와 같이 COVID-19 대유행 시기에 사회적 거리 두기로 인해서 이상지질혈증과 복부 비만을 가진 대상자의 비율이 높은 것을 확인하였다. 그러나 예상과 달리 제주도에서는 COVID-19 대유행 시기에 유산소 운동을 포함한 신체활동 대상자의 비율은 유의하게 증가하였다는 것을 알았다.

이 연구는 단일기관에서 시행된 후향적 연구라는 한계점을 가지고 있다. 그럼에도 불구하고 COVID-19 대유행 시기에 심혈관질환과 관련된 주요 위험인자인 이상지질혈증과 복부 비만을 가진 대상자의 비율이 증가하여서 COVID-19가 종식된 이후에 그에 대한 관리가 필요하다.

## ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by a research grant from the Jeju National University Hospital in 2022 (2022-13).

## REFERENCES

- [1] A. Rezaei, S. Neshat, K. H. Ghahdarjani, "Alterations of lipid profile in COVID-19: a narrative review," *Current Problems in Cardiology*, Vol. 47, No. 3, pp. 100907, March 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2021.100907>
- [2] J. Y. Choi, "COVID-19 South Korea," *Postgraduate Medical Journal*, Vol. 96, No. 1137, pp. 309-402, July 2020. DOI: <https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2020-137738>
- [3] J. H. Lee, K. Min, "Health Behavior Changes of young adults before and during the COVID-19 pandemic: Gender Analysis by using the 2019-2020 Korea Community Health Survey," *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 34, No. 3, pp. 179-189, December 2021. DOI: <https://doi.org/10.15434/kssh.2021.34.3.179>
- [4] T. Y. Nour, and K. H. Altintas, "Effect of the COVID-19 pandemic on obesity and its risk factors: a systematic review," *BMC Public Health*, Vol. 23, No. 1, pp. 1018, May 2023. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-023-15833-2>
- [5] World Health Organization, "Global Recommendations on Physical Activity for Health," 2010.
- [6] H. H. Wang, G. Caruti, M. Liu et al "Cholesterol and lipoprotein metabolism and atherosclerosis: Recent advances in reverse cholesterol transport," *Annals of Hepatology*, Vol. 16, S1, pp. 27-42, November 2017. DOI: 10.5604/01.3001.0010.5495
- [7] A. Karabulut, M. Sahin, "The effect of the COVID-19 pandemic on the increase of hyperlipidemia and metabolic syndrome in the Turkish population: a retrospective study," *Journal of Health Sciences and Medicine*, Vol. 5, No. 2, pp. 607-613, March 2022. DOI: 10.32322/jhsm.1062633
- [8] M. Sohn, B. K. Koo, H. I. Yoon et al "Impact of COVID-19 and associated preventive measures on cardiometabolic risk factors in South Korea," *Journal of Obesity and Metabolic Syndrome*, Vol. 30, No. 3, pp. 248-260, September 2021. DOI: 10.7570/jomes21046.
- [9] J. I. R. Manent, B. A. Jane, P. S. Cortes et al "Impact of COVID-19 lockdown on anthropometric variables, blood pressure, and glucose and lipid profile in healthy adult: A before and after pandemic lockdown longitudinal study," *Nutrient*, Vol. 14, No. 6, pp. 1237, March 2022. DOI: 10.3390/nu14061237
- [10] E. J. Kwon, E. H. Nah, S. Y. Kim, "Associated factors with chances of metabolic abnormalities among general population in COVID-19 pandemic," Vol. 23, No. 2 pp. 55-64, June 2023. DOI: <https://doi.org/10.15384/kjhp.2023.23.2.55>
- [11] R. Patterson, E. McNamara, M. Tainio et al "Sedentary behaviour and risk of all-cause, cardiovascular and cancer mortality, and incident type 2 diabetes: a systematic review and dose response meta-analysis," *European Journal of Epidemiology*, Vol. 33, No. 9, pp. 811-829, March 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10654-018-0380-1>
- [12] O. S. Kwon, Y. K. Kim, "Comparisons of the prevalence of gallbladder polyps and clinical variables among residents between the urban and rural area on Jeju Island," *Journal of The Korean Society of Computer and Information*, Vol. 27, No. 2, pp. 195-201, 2022. DOI: <https://doi.org/10.9708/jksci.2022.27.02.195>
- [13] Y. S. Yoon, E. S. Lee, C. Park et al "The new definition of metabolic syndrome by the international diabetes federation is less likely to identify metabolically abnormal but no-obese individuals than the definition by the revised national cholesterol

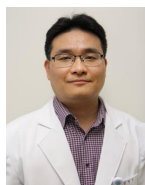
- education program: The Korean NHANES study,” *International Journal of Obesity*, Vol. 31, No. 3, pp. 528-34, March 2007. DOI: 10.1038/sj.ijo.0803442
- [14] Korean Association for the Study of the Liver, “White paper on liver disease Korea 2021,” *YDNP*, Vol. 1, pp. 146, 2021.
- [15] World Health Organization, “World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour,” January 2020
- [16] C. Romero-Blanco, J. Rodríguez-Almagro, MD. Onieva-Zafra, et al “Physical activity and sedentary lifestyle in university students: changes during confinement due to the COVID-19 pandemic,” *International journal of environmental research and public health*, Vol. 17, No. 48, pp. 6567, September 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17186567>
- [17] J. A. Woods, N. T. Hutchinson, S. K. Powers, et al “The COVID-19 pandemic and physical activity,” *Sports Medical Health Science*, Vol. 2, No. 2, pp. 55-64, Jun 2020. DOI: 10.1016/j.smhs.2020.05.006
- [18] A. Damiot, A. J. Pinto, J. E. Turner, and B. Gualano, “Immunological implications of physical inactivity among older adults during the COVID-19 pandemic,” *Gerontology*, Vol. 66, No. 5, pp. 431-438, Jun 2020. DOI: <https://doi.org/10.1159/000509216>
- [19] V. Benzing, S. Nosrat, A. Aghababa, V. Barkoukis, et al “Staying active under restriction: change in type of physical exercise during the initial COVID-19 lockdown,” *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 18, No. 22, pp. 12015, Nov. 2021. DOI: 10.3390/ijerph182212015
- [20] D. H. Choi, A. H. Hyun, “The Effect of 8 Weeks of Online High-Intensity Interval Training on Body Composition, Blood Lipids, Cytokines, and Quality of Life in Overweight Men during the COVID-19 Era,” *The Korean Society of Exercise Physiology*, Vol. 31, No. 1, pp. 62-71, February 2022. DOI: <https://doi.org/10.15857/ksep.2022.00052>
- [21] A. H. Hyun, “Effects of Participation in On-line Exercise during COVID-19 on Body Composition, Physical Self-effectiveness, Self-esteem and Quality of Life for Obese Women,” *The Korean Society of Exercise Physiology*, Vol. 39, No. 2, pp. 175-181, August 2021. DOI: <http://doi.org/10.46394/ISS.39.2.19>
- [22] Newstap. “This is also exercise? With Corona, pay attention to sports apps,” <http://m.newstap.co.kr/news/articleView.html?idxno=146937>. October 2021.
- [23] E. B. Jo, H. L. Yoo, K. R. Kim, S. U. Kim et al “Who has experienced better or worse health conditions since the outbreak of COVID-19?: results from a representative cross-sectional survey in Seoul,” *Nutrition Research and Practice*, Vol. 17, No. 1, pp. 103-121, Feb 2023. DOI: <https://doi.org/10.4162/nrp.2023.17.1.103>
- [24] H. H. Liu, J. J. Li, “Aging and dyslipidemia: A review of potential mechanisms,” *Ageing Research Reviews*, Vol. 19, No. 1, pp. 43-52 Jan 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.arr.2014.12.001>
- [25] J. S. Son, N. Galit, S. T. West et al “Promoting older adults’ physical activity and social well-being during COVID-19,” *Leisure Sciences*, Vol. 43, No. 1-2, pp. 287-294, Jun 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/01490400.2020.1774015>
- [26] Jeju Special Self-Governing Province. “<https://jumin.mois.go.kr/>”. 2023.

## Authors



Oh-Sung Kwon received the Ph.D. degree in the Interdisciplinary Postgraduate Program in Biomedical Engineering from Jeju National University in 2018. He is currently a Manager in the Department of

Medical Information at Jeju National University Hospital and Instructor in Department of Medicine at Jeju National University. He is interested in Back-end Development, Medical Informatics, Big data, Data mining and AI.



Young-Kyu Kim received the Ph.D. degree at Kangwon National University in 2016. He is currently an associate professor in Department of Surgery at Jeju National University and a clinician in Division of

Hepatobiliary Pancreatic Surgery at Jeju National University Hospital. He is interested in Clinical Decision Support System, Healthcare Information and Surgery for Hepatobiliary Pancreatic Cancer.