



Original Article

# Classification of Physical Fitness Levels in Adults Using National Fitness 100 Data: Cluster and Discriminant Analysis

Sae-Hyung Kim\*

Department of Physical Education, Chungbuk National University

## Article Info

**Received** 2026. 05. 17.

**Revised** 2026. 07. 04.

**Accepted** 2026. 07. 29.

## Correspondence\*

Sae-Hyung Kim

ksme@cbnu.ac.kr

## Key Words

Adults, Cluster analysis,  
Discriminant analysis,  
National Fitness 100,  
Physical fitness level

**PURPOSE** This study classified and analyzed adult fitness levels using National Fitness 100 data. Sequential cluster and discriminant analyses were used to typify physical fitness structures that were based on gender. **METHODS** Data from 12,042 adults (8,769 men and 3,273 women) were obtained from the Culture Big Data Platform (2025) for the analysis. First, hierarchical and non-hierarchical K-means cluster analyses were sequentially performed to explore the clustering structure of fitness items and participants. Second, one-way ANOVA was conducted to verify intercluster differences and to calculate effect sizes. Third, discriminant analysis was performed with the use of validated clusters as the dependent variable and, as independent variables, the following six fitness items, namely, (A) 20 m shuttle run, (B) relative grip strength, (C) cross situps, (D) seated forward bend, (E) 10-meter four shuttle run, and (F) standing long jump. The significance level was set to .05. **RESULTS** First, fitness items were categorized into three clusters for men (Cluster 1: E, F; Cluster 2: A, C; Cluster 3: B, D) and two clusters for women (Cluster 1: E, F; Cluster 2: A, B, C, D). Second, the participants were typified into distinct fitness levels having large effect sizes ( $\eta_p^2 \geq .14$ ), dividing men into three groups (High: 4,637; Medium: 3,831; Low: 301) and women into two groups (High: 1,744; Low: 1,529). Third, all of the independent variables were found to significantly contribute to group differentiation. The relative order of importance for men was agility, cardiorespiratory endurance, muscular endurance, power, flexibility, and muscular strength, and for women, it was muscular endurance, power, cardiorespiratory endurance, muscular strength, flexibility, and agility for women. **CONCLUSIONS** These findings form a foundational reference for future research drawing on National Fitness 100 data for tailored fitness classification. Furthermore, the refinement of this scientific system could serve as a valuable resource for the establishment of efficient, personalized fitness management and for exercise prescription indicators in terms of practical settings.

## 서론

우리나라는 국민체력100 체력인증센터를 통해 국민들의 체력을 측정하고 있다. 구체적으로 정부는 국민 체력 및 건강증진을 목적으로 현재 전국 74개의 국민체력100 체력인증센터를 통해 유아기(48개월~83개월), 청소년기(만 11세~12세), 청소년기(만 13세~18세), 성

인기(만 19세~64세), 어르신기(만 65세 이상)의 체력을 측정하고 있다. 따라서 우리나라 국민은 국민체력100 사이트(nfa.kspo.or.kr/beforeReserve.kspo)를 통해 예약하고 자신의 체력을 측정받을 수 있다. 이렇게 측정된 데이터(자료)는 문화 빅데이터 플랫폼 사이트(bigdata-culture.kr/bigdata/user/main.do)에 접속하여, '체력측정 항목별 데이터'를 검색하면 엑셀 파일을 무료로 다운로드할 수 있다.

이렇게 공개되는 엑셀 파일 자료 중에서 상대적으로 참여율이 높은 성인의 체력측정 항목은 크게 건강체력과 운동체력으로 분류된다. 구체적으로 건강체력은 심폐지구력(20미터 왕복오래달리기), 근력(상대약력), 근지구력(교차윗몸일으키기), 유연성(앉아윗몸앞으로굽히

© This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

기)으로 구성되며, 운동체력은 민첩성(10미터 4회 왕복달리기)과 순발력(제자리멀리뛰기)으로 구성된다. 최근 이처럼 구성된 성인 체력 측정 항목을 활용한 선행연구들이 활발히 이루어지고 있다. 구체적으로 살펴보면, Lee(2025)는 2024년 자료에 공분산분석을 적용하여 성별 및 지역별 성인 체력의 불균형을 규명하였고, Yun and Lee(2025)는 2018년부터 2023년까지의 자료를 바탕으로 패턴 분석을 실시하여 성인 건강체력 수준에 따른 개인 맞춤형 운동처방 시스템의 필요성을 제기하였다. 또한 Choi et al.(2025)은 9년간(2014~2022년)의 자료를 활용한 시계열 분석을 통해 성별에 따른 성인 건강체력의 중단적 변화 추세를 파악하였으며, Lee and Song(2025)은 2024년 12개월간의 자료를 토대로 대응표본 t검정을 실시하여 운동처방 전후의 유의미한 체력 향상 효과를 검증하였다.

이처럼 국가에서 제공하는 국민체력100 측정 자료를 이용하여 다양한 추리통계 방법으로 유의미한 정보가 도출되어 왔다. 그러나 이들 선행연구는 주로 특정 변인에 따른 집단 간의 평균치 비교(Lee, 2025; Lee & Song, 2025)나, 시간 흐름에 따른 전반적인 추세 파악(Choi et al., 2025)에 치중하였다는 한계를 지닌다. 비록 최근 대규모 자료의 특성을 반영하여 성인 체력의 수준별 패턴을 파악하고자 한 시도(Yun & Lee, 2025)가 있었으나, 이는 주로 단변량적 지표의 단순 분포나 개별 기준에 기반한 현황 파악에 머물렀다. 성인의 체력은 심폐지구력, 근력, 민첩성, 순발력 등 다차원적인 요인들이 복합적으로 상호작용하여 형성되므로, 동일한 성별이나 연령대 내에서도 개인의 체력적 강약점 조합에 따라 매우 상이한 구조를 가진 하위집단들이 존재할 수 있다. 기존의 평균 중심 비교나 단편적인 패턴 분석 방법으로는 이처럼 대규모 데이터 내에 숨겨진 성인 체력 특성 구조의 다변량적 다양성 및 이질성을 설명할 수 없다.

더욱이 국민체력100에서 정의하는 성인기는 만 19세부터 64세까지로, 신체적 성숙의 정점부터 생물학적 노화가 시작되는 시기까지 포괄하므로 연령 범위가 넓다. 이처럼 광범위한 연령대 내에서는 개인의 신체 활동량이나 노화 속도에 따라 체력 저하 양상이 다르게 나타날 수 있다. 따라서 성인기 전체를 아우르는 실효성 있는 지표를 개발하기 위해서는, 이 넓은 연령층 내에 잠재된 다차원적인 체력 특성을 통합적으로 파악하는 작업이 선행되어야 한다. 즉, 생애주기별 연령 효과를 세부적으로 규명하기에 앞서, 일차적으로는 성인기 전체(19~64세)를 관통하는 성별 고유의 기준 체력 특성 구조를 명확히 분류분석하는 것이 중요하다. 결과적으로, 넓은 연령 범위를 지닌 성인층 전체를 대상으로 성별에 따라 개개인의 다면적인 체력 특성 조합을 반영한 분류분석을 제시하는 데는 여전히 명확한 연구 공백이 존재한다.

따라서 본 연구는 기존 선행연구의 한계를 보완하고 이러한 연구 공백을 메우고자 한다. 이를 위해 집단 간 비교나 단변량적 추세 파악을 넘어 대상자의 다차원적 체력 특성 구조를 동시에 반영하여 동질적 하위 집단을 식별하고, 변인들의 상대적 중요도를 규명할 수 있는 분류분석(classification analysis) 방법을 적용하고자 한다. 분류분석은 측정된 자료를 통계적 기준에 따라 집단으로 구분하는 기법으로, 다변량 자료를 기반으로 한 분류분석은 크게 두 가지로 구분할 수 있다(Rencher & Christensen, 2012). 첫째는 명확한 분류 기준이 없는 상태에서 다양한 특성의 변인들을 통해 대상자를 동질적인 체력 수준 집단으로 분류하는 군집분석(cluster analysis)이다. 둘째는 명확한 분류 기준이 있는 상태에서 다양한 특성이 있는 변인들의 상대

적 중요도를 결정하는 판별분석(discriminant analysis)이다(Huh, 2012; Anderson, 2003; Johnson & Wichern, 2019).

본 연구에서 사용되는 국민체력100 체력인증센터의 측정자료는 건강체력과 운동체력 항목 내에 다양한 특성의 변인들이 내재되어 있으며, 이들 변인 간에 긴밀한 상호 연관성(상관관계)을 지니고 있는 대표적인 다변량 자료(multivariate data)이다. 이처럼 복잡한 다변량 자료를 기반으로 한 군집분석과 판별분석은 데이터 본연의 정보 손실을 최소화하면서 대규모 대상자를 동질적인 하위집단으로 분류하고, 각 집단을 예측하는 데 가장 효율적인 분류분석 기법이다(Haughton et al., 2011; Kent et al., 2014). 특히 본 연구에서 시도하는 성별에 따른 성인 체력 수준 분류분석은 기존의 체력 기준을 단순히 검증하는 데 그치지 않고, 국가 빅데이터에 잠재된 성인의 고유한 체력 특성 조합을 발굴하여 새로운 다변량적 체력 특성 구조를 제안하고자 한다. 이는 대규모 국민 체력 데이터를 활용하여 실제 현장에서 적용 가능한 유형별 맞춤형 건강증진 프로그램의 학술적이고 실무적인 토대를 마련한다는 점에서 선행연구와 분명한 차별성을 가진다.

따라서 본 연구는 국민체력100 측정 자료에 군집분석과 판별분석을 적용하여 최적의 집단으로 분류하고 체력 항목의 상대적 중요도를 분석하고자 한다. 구체적으로 군집분석을 사용하여 국민체력100 체력인증센터에 참가한 대상자들을 성별로 구분한 후, 체력 항목(건강체력 항목, 운동체력 항목)이 몇 개의 군집(집단)으로 분류되는지를 탐색한다. 그리고 분류된 대상자 군집에 따라 건강체력 항목과 운동체력 항목이 명확히 구별되는지를 효과크기로 분석한다. 마지막으로 판별분석을 적용하여 어떤 체력 항목이 분류된 군집을 잘 설명할 수 있는지, 즉 체력 항목들의 상대적 중요도를 분석한 정보를 제공하고자 한다. 이 목적을 위해 성별로 나누어 검증하는 연구 문제는 다음과 같다. 첫째, 체력 측정 항목과 대상자는 어떻게 군집화되는가? 둘째, 대상자 군집 간의 체력 항목별 차이의 효과크기는 어떠한가? 셋째, 대상자 군집을 판별하는 데 영향을 미치는 체력 항목의 상대적 중요도 순위는 어떠한가?

## 연구방법

### 연구자료

본 연구는 국가 운영 문화 빅데이터 플랫폼 사이트(bigdata-culture.kr/bigdata/user/data\_market/detail.do?id=ace0aea7-5eee-48b9-b616-637365d665c1)에서 제공하는 국민체육진흥공단의 최근 체력 항목별 측정 자료를 사용하였다. 분석에 사용된 데이터는 2025년 8월 9일에 등록된 9개의 엑셀 파일로, 2024년 8월부터 2025년 4월까지 전국 국민체력100 체력인증센터에서 측정된 자료이다.

구체적으로 이 기간에 측정된 건강체력 항목(심폐지구력: 20미터 왕복오래달리기, 근력: 상대악력, 근지구력: 교차윗몸일으키기, 유연성: 앉아윗몸앞으로굽히기)과 운동체력 항목(민첩성: 10미터 4회 왕복달리기, 순발력: 제자리멀리뛰기) 측정에 모두 결측치 없이 참여한 성인들의 자료만 최종 분석에 활용하였다. 이 과정에서 각 항목별 이상치(outlier)를 나타낸 자료는 사전에 제외하여 분석의 왜곡을 방지하였다. 성별에 따른 연구 대상의 빈도와 비율은 <Table 1>과 같다.

**Table 1.** Frequency of research subjects by gender

| Gender | N      | %     |
|--------|--------|-------|
| Male   | 8,769  | 72.8  |
| Female | 3,273  | 27.2  |
| Total  | 12,042 | 100.0 |

## 측정방법

본 연구에서 활용한 체력 측정 항목별 측정 방법은 국민체력100 공식 홈페이지에서 제공하는 성인기 측정 지침 및 표준 영상 매뉴얼에 근거하여 정리하였으며, 구체적인 내용은 다음과 같다.

### 1. 건강체력

#### 1) 심폐지구력: 20미터 왕복오래달리기

20미터 왕복오래달리기는 심폐지구력을 측정하는 항목으로, 측정 절차는 다음과 같다. 먼저 실내 체육관 바닥에 테이프를 출발선을 표시하고, 20미터 직선 거리의 맞은편에 반환선을 표시한다. 피검자는 출발선을 밟지 않은 상태로 대기하다가 시작 신호음에 맞춰 20미터 전방으로 달려가며, 다음 신호음이 울리기 전에 양발이 반환선을 완전히 통과하여야 한다. 이후 신호음에 따라 동일한 동작을 반복한다. 이동 중 신호음이 울린 경우, 반환점(18.5미터)을 통과한 피검자는 신속히 방향을 전환하여 달려며 해당 횟수를 세모(△)로 표시한다. 연속으로 두 번 반환선 통과에 실패한 경우 측정이 종료되며, 마지막 엑스(x) 표시 직전까지의 횟수를 최종 기록으로 산정한다.

#### 2) 근력: 상대악력

상대악력은 근력을 측정하는 항목으로, 측정 절차는 다음과 같다. 피검자는 양발을 어깨너비로 벌리고 체중을 균등하게 분배하여 바르게 선다. 왼손으로 악력계를 조정하여 피검자가 손잡이를 손가락 둘째 마디로 잡도록 하며, 측정하는 팔은 곧게 펴고 몸통과 15도 각도를 유지한 상태에서 5초간 최대로 잡아당긴다. 이때 반대편 팔과 허리는 차렷 자세를 유지하여야 한다. 측정값은 kg 단위로 소수 첫째 자리까지 기록된다. 좌우 각각 2회씩, 총 4회 측정된 값 중 최고치를 선정하며, 상대악력 공식(최고치 ÷ 체중 × 100)에 따라 퍼센트(%) 단위로 환산하여 기록한다.

#### 3) 근지구력: 교차윗몸일으키기

교차윗몸일으키기는 근지구력을 측정하는 항목으로, 측정 절차는 다음과 같다. 피검자는 윗몸일으키기 장비에 양발을 고정하고 등과 어깨를 바닥에 밀착하여 눕는다. 양팔은 십자 모양으로 교차하여 가슴 앞에 모으고, 두 손은 어깨 위에 올린다. 시작 신호에 따라 상체를 일으켜 양 팔꿈치가 허벅지에 닿도록 하고, 이후 등과 양쪽 어깨가 바닥에 완전히 닿도록 한다. 양쪽 팔꿈치가 허벅지에 닿은 경우 1회로 인정하며, 1분 동안 수행하여 성공한 총 횟수를 기록한다.

#### 4) 유연성: 앉아윗몸앞으로굽히기

앉아윗몸앞으로굽히기는 유연성을 측정하는 항목으로, 측정 절차는 다음과 같다. 피검자는 신발을 벗고 양 발바닥을 측정기 전면

전에 밀착한 상태로 무릎을 편 채 앉는다. 이때 양발은 11자 형태를 유지하고, 발 사이의 간격은 5 cm를 초과하지 않도록 한다. 양손을 앞으로 곧게 뻗어 손끝이 측정기에 닿도록 한 후 상체를 천천히 앞으로 굽히면서 측정기를 최대한 밀며, 최대 도달 지점에서 3초 이상 정지하여야 한다. 측정 시 무릎이 굽혀지거나 반동을 이용하는 것은 허용되지 않는다. 2회 실시하여 더 우수한 기록을 0.1 cm 단위로 기록한다.

## 2. 운동체력

### 1) 민첩성: 10미터 4회 왕복달리기

10미터 4회 왕복달리기는 민첩성을 측정하는 항목으로, 측정 절차는 다음과 같다. 검사자는 출발선을 표시하고, 10미터 거리의 맞은편에 출발선과 수평이 되도록 반환선을 그은 후, 양쪽 선 바깥 바닥에 버튼 도구를 설치한다. 피검자는 출발선을 밟지 않은 상태로 대기하다가 출발 신호에 따라 전방으로 달려가 반대편 버튼을 누르고 방향을 전환하여 출발선 버튼을 누른다. 이후 다시 반대편 버튼을 누른 후 출발선 방향으로 달려 선을 통과함으로써 측정이 완료된다. 마지막 통과 시에는 버튼을 누르지 않는다. 1회 측정하며 0.1초 단위로 기록한다. 측정값이 낮을수록 우수한 민첩성을 의미하는 역방향 변수이므로, 통계 분석 시 원점수(초)를 표준점수(Z점수)로 환산한 후 부호를 역전하는 역산 처리를 적용하였다.

### 2) 순발력: 제자리멀리뛰기

제자리멀리뛰기는 순발력을 측정하는 항목으로, 측정 절차는 다음과 같다. 피검자는 제자리멀리뛰기 측정기 위에 출발선을 밟지 않도록 주의하여 선다. 팔, 몸통, 다리를 충분히 활용하여 반동을 준 후 최대한 멀리 뛰며, 이때 반동 동작 중 발바닥이 지면에서 떨어지지 않아야 하고 양발로 동시에 도약하여야 하며 발구름은 1회에 한한다. 출발선에서 신체의 가장 가까운 착지 지점까지의 직선거리를 측정하며, 2회 실시하여 더 우수한 기록을 cm 단위(소수점 없이)로 기록한다.

## 통계 처리

본 연구는 국민체력100 체력인증센터에서 제공하는 측정 자료를 활용하여 군집분석과 판별분석을 적용함으로써, 성별에 따른 성인 체력 수준의 분류분석 특성에 관한 정보를 제공하는 데 목적이 있다. 이를 위한 자료처리 방법은 다음과 같다.

첫째, '체력 측정 항목과 대상자는 어떻게 군집화되는가?'를 규명하기 위해, 우선 6개의 체력 측정 항목을 대상으로 계층적 군집분석(hierarchical clustering)을 실시하여 군집 수를 결정하였다. 구체적으로 계층적 군집분석의 군집방법은 와드 방법(Ward's method)으로 설정하였고, 척도 구간은 제곱 유클리디언 거리(squared euclidean distance) 방법으로 설정하여 체력 측정 항목이 몇 개의 군집 수로 이루어지는지 결정하였다. 이렇게 결정된 군집 수를 기반으로 대상자는 비계층적 군집분석(non-hierarchical clustering)인 K-평균 군집분석(K-means cluster analysis)을 실시하여 분류하였다. 즉 계층적 군집분석으로 결정된 군집 수(K)를 기반으로 K-평균 군집분석을 실시하여 같은 K개의 집단(군집)으로 대상자를 분류할 수 있고, 이때 측정 척도가 다른 경우 표준점수(Z점수)로 환산하여 분류해야 한다(Douglas, 2008; Huh, 2012; Johnson & Wichern, 2002; So,

2025). 대상자를 분류하는 K-평균 군집분석의 초기 중심값은 무작위로 관측치를 선택하는 방식을 적용하였으며, 중심점 최적화를 위한 최대 반복 횟수는 10회, 수렴 기준은 0.02로 설정하여 분석을 수행하였다.

둘째, '대상자 군집 간의 체력 항목별 차이의 효과크기는 어떠한가?'를 검토하기 위해 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하여, 도출된 대상자 군집이 체력 항목별로 의미 있게 구별되는지 검증하였다. 군집 수가 3개 이상으로 분류되는 경우에는 본페로니(Bonferroni) 사후검정을 적용하였다. 특히 본 연구에서는 사례수에 큰 영향을 받지 않고 실질적인 차이 정도를 나타내는 효과크기 중 부분에타제곱(partial eta-square:  $\eta_p^2$ )을 적용하여 해석하였다. 즉 효과크기의 정도로 분류된 군집 간의 차이가 어떠한지를 최종 확인하였다.  $\eta_p^2$ 의 판정기준은 0.06 미만은 작은 효과(small effect)이고, 0.06 이상 0.14 미만은 중간 효과(medium effect)이고, 0.14 이상은 큰 효과(large effect)이다(Cohen, 1988).

셋째, 대상자 군집을 판별하는 데 영향을 미치는 체력 항목의 상대적 중요도 순위는 어떠한가를 검토하기 위해 판별분석을 실시하였다. 판별분석은 선행단계에서 시행된 K-평균 군집분석의 결과로 생성된 집단을 기반으로 하는 것이 타당하다는 선행 연구(Chae & Warde, 1991; Min, 2015; Chae, 2002)를 근거로, 본 연구에서 검증된 집단(군집)을 종속변수로 설정하고, 체력 항목들을 독립변수로 설정하여 판별분석을 실시하였다. 구체적으로 본 연구는 성별로 나누어 결정된 군집에 어떠한 체력 항목(20미터 왕복오래달리기, 상대악력, 교차윗몸일으키기, 앉아윗몸앞으로굽히기, 10미터 4회 왕복달리기, 제자리멀리뛰기) 순으로 유의한 영향을 주는지를 검증하였다. 체력 항목은 모두 중요한 변수이기 때문에 모든 변수 입력(enter independents together) 방법을 적용하여 판별분석을 실시하였다. 따라서 각 독립변수가 종속변수에 미치는 유의확률은 산출되지 않고, 변수들이 통합된 판별함수의 유의성만 산출된다(Huh, 2012; So, 2025). 본 연구는 판별함수의 유의성과 표준화 정준 판별함수 계수를 통해 어떤 체력 항목 순으로 분류된 군집에 영향을 주는지를 분석하였다. 자료 분석을 위해 SPSS 31 프로그램을 사용하였고, 통계적 유의수준( $\alpha$ )은 .05로 설정하였다.

## 연구결과

### 계층적 군집분석

남성을 대상으로 계층적 군집분석을 실시한 결과는 <Table 2>와 <Fig. 1>과 같다. 구체적으로 <Table 2>는 군집화 일정표(Agglomeration schedule)로 단계는 5단계로 나타났다. 단계(Stage)는 군집화되는 순서를 나타낸다. 그리고 결합 군집(Cluster Combined)에 나타난 군집 1(Cluster 1)과 군집 2(Cluster 2)는 본 연구의 6개의 체력 항목 번호이다.

분석 시 프로그램 셀의 열을 기준으로 좌에서 우로 코딩된 순서에 따라 번호가 자동으로 설정된다(1=20미터 왕복오래달리기, 2=상대악력, 3=교차윗몸일으키기, 4=앉아윗몸앞으로굽히기, 5=10미터 4회 왕복달리기, 6=제자리멀리뛰기). 계수(Coefficients)는 군집 1과 군집 2의 거리를 계산한 지수다. 따라서 이 지수가 작게 나타날수록 우

**Table 2.** Agglomeration schedule (Male)

| Stage | Cluster Combined |           | Coefficients |
|-------|------------------|-----------|--------------|
|       | Cluster 1        | Cluster 2 |              |
| 1     | 5                | 6         | 2630.35      |
| 2     | 1                | 3         | 6119.20      |
| 3     | 1                | 5         | 10534.67     |
| 4     | 2                | 4         | 16418.91     |
| 5     | 1                | 2         | 23677.92     |

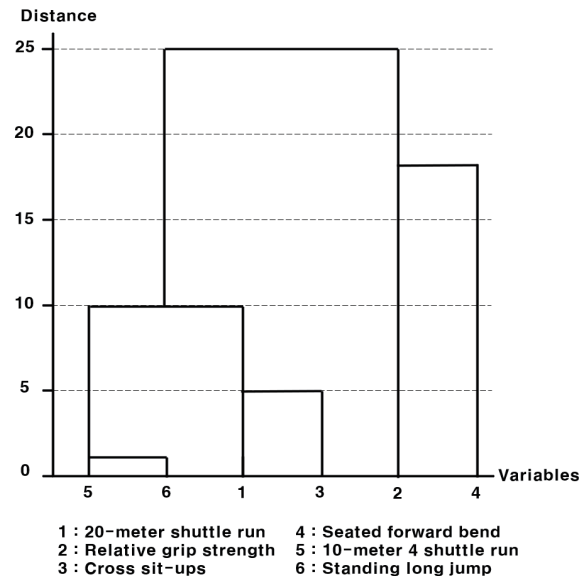


**Fig. 1.** Dendrogram (Male)

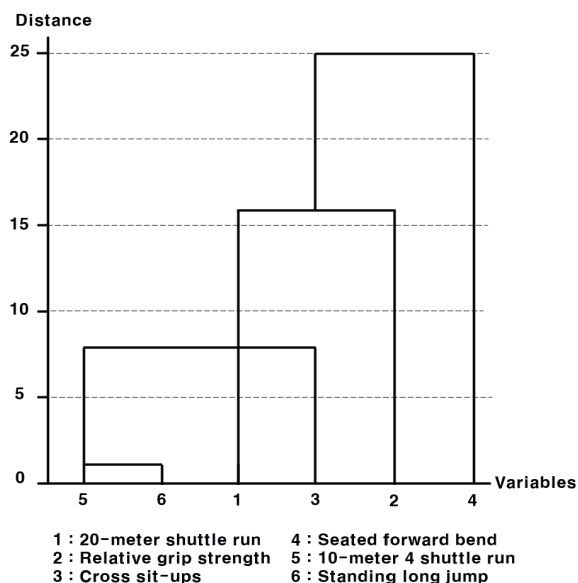
선적으로 군집화된다. <Fig. 1>은 군집화 일정표인 <Table 2>를 근거로 어떻게 군집 수를 설정하는 것이 타당한지 보기 쉽게 나타내는 덴드로그램이다. 가로축은 본 연구의 6개 체력 항목을 나타내고, 세로축은 <Table 2>의 계수를 0에서 25로 조정한 표준화 지수다. 따라서 이 지수가 낮은 높이에서 결합된 군집일수록 우선적으로 선택된 군집이 된다.

결과를 살펴보면, 항목 번호 5와 6이 가장 낮은 높이에서 1단계로 결합되었고, 다음으로 2단계는 1과 3, 다음으로 3단계는 1과 5, 다음으로 4단계는 2와 4, 그리고 마지막 5단계는 1과 2가 결합된 것을 볼 수 있다. 따라서 겹치지 않는 군집 수는 3개 군집(군집 1: 10미터 4회 왕복달리기, 제자리멀리뛰기; 군집 2: 20미터 왕복오래달리기, 교차윗몸일으키기; 군집 3: 상대악력, 앉아윗몸앞으로굽히기)이 적합한 것을 알 수 있다.

여성을 대상으로 계층적 군집분석을 실시한 결과는 <Table 3>과 <Fig. 2>와 같다. 결과를 살펴보면, 체력 항목 번호 5와 6이 가장 낮은 높이에서 1단계로 결합되었고, 다음으로 2단계는 1과 5, 다음으로 3단계는 1과 3, 다음으로 4단계는 1과 2, 그리고 마지막 5단계는 1과 4로 나타났다. 따라서 겹치지 않는 군집 수는 2개 군집(군집 1: 10미터 4회 왕복달리기, 제자리멀리뛰기; 군집 2: 20미터 왕복오래달리기, 교차윗몸일으키기, 상대악력, 앉아윗몸앞으로굽히기)이 적합한 것을 알 수 있다.

**Table 3.** Agglomeration schedule (Female)

| Stage | Cluster Combined |           | Coefficients |
|-------|------------------|-----------|--------------|
|       | Cluster 1        | Cluster 2 |              |
| 1     | 5                | 6         | 1722.09      |
| 2     | 1                | 5         | 2531.51      |
| 3     | 1                | 3         | 2593.93      |
| 4     | 1                | 2         | 3516.73      |
| 5     | 1                | 4         | 4602.48      |

**Fig. 2.** Dendrogram (Female)

### 비계층적 군집분석 및 효과크기

남성을 대상으로 계층적 군집분석으로 결정된 3개의 군집을 토대로 비계층적 군집분석인 3-평균 군집분석을 실시하였다. 그 결과 대상자 군집 1은 4,637명, 군집 2는 3,831명, 군집 3은 301명으로 나타났다. 3개의 군집 간의 체력 항목(A: 20미터 왕복오래달리기, B: 상대악력, C: 교차윗몸일으키기, D: 앉아윗몸앞으로굽히기, E: 10미터 4회 왕복달리기, F: 제자리멀리뛰기) 별로 유의한 차이와 실질적 차이가 있는지 일원분산분석을 실시한 결과는 <Table 4>와 같다.

모든 체력 항목에서 3개의 군집 간에  $p < .001$  수준에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 구체적으로 본페로니(Bonferroni: Bonf.) 사후검정 결과를 살펴보면, 모든 항목에서 군집 1(G1)의 표준점수(Z점수) 평균이 군집 2(G2)의 표준점수 평균보다 높게 나타났고, 군집 1(G1)의 표준점수 평균이 군집 3(G3)의 표준점수 평균보다 높게 나타났다. 그리고 군집 2(G2)의 표준점수 평균이 군집 3(G3)의 표준점수 평균보다 높게 나타났다. 따라서 상대적으로 군집 1(G1)에 속한 사람들은 체력이 높은 집단, 군집 2(G2)에 속한 사람들은 체력이 중간 집단, 그리고 군집 3(G3)에 속한 사람들은 체력이 낮은 집단인 것을 알 수 있다. 또한 실제 차이 정도를 나타내는 효과크기( $\eta_p^2$ ) 결과를 살펴보면 모든 항목이 0.14 이상으로 군집 간의 실제 차이 정도가 모두 큰 것을 알 수 있다.

**Table 4.** 3-mean cluster analysis and effect size (Male)

| No. | Cluster | N    | M     | SD   | F          | $\eta_p^2$ | Bonf.  |
|-----|---------|------|-------|------|------------|------------|--------|
| A   | G1      | 4637 | .62   | .80  | 3768.04*** | .46        | G1>G2, |
|     | G2      | 3831 | -.63  | .65  |            |            | G1>G3, |
|     | G3      | 301  | -1.53 | .51  |            |            | G2>G3  |
| B   | G1      | 4637 | .47   | .85  | 1601.72*** | .27        | G1>G2, |
|     | G2      | 3831 | -.48  | .84  |            |            | G1>G3, |
|     | G3      | 301  | -1.16 | 1.05 |            |            | G2>G3  |
| C   | G1      | 4637 | .62   | .69  | 3954.01*** | .47        | G1>G2, |
|     | G2      | 3831 | -.63  | .73  |            |            | G1>G3, |
|     | G3      | 301  | -1.63 | .98  |            |            | G2>G3  |
| D   | G1      | 4637 | .44   | .74  | 1319.13*** | .23        | G1>G2, |
|     | G2      | 3831 | -.47  | .99  |            |            | G1>G3, |
|     | G3      | 301  | -.87  | 1.02 |            |            | G2>G3  |
| E   | G1      | 4637 | .53   | .49  | 5117.59*** | .54        | G1>G2, |
|     | G2      | 3831 | -.40  | .64  |            |            | G1>G3, |
|     | G3      | 301  | -3.03 | 2.11 |            |            | G2>G3  |
| F   | G1      | 4637 | .64   | .65  | 5200.13*** | .53        | G1>G2, |
|     | G2      | 3831 | -.61  | .67  |            |            | G1>G3, |
|     | G3      | 301  | -2.15 | .95  |            |            | G2>G3  |

**Note.** A: 20-meter shuttle run, B: Relative grip strength, C: Cross sit-ups, D: Seated forward bend, E: 10-meter 4 shuttle run, F: Standing long jump.

\*\*\*  $p < .001$

여성을 대상으로 계층적 군집분석으로 결정된 2개의 군집을 토대로 2-평균 군집분석을 실시하였다. 그 결과 대상자 군집 1은 1,744명, 군집 2는 1,529명으로 나타났다. 2개의 군집 간의 체력 항목(A: 20미터 왕복오래달리기, B: 상대악력, C: 교차윗몸일으키기, D: 앉아윗몸앞으로굽히기, E: 10미터 4회 왕복달리기, F: 제자리멀리뛰기) 별로 유의한 차이와 실질적 차이가 있는지 일원분산분석을 실시한 결과는 <Table 5>와 같다.

모든 체력 항목에서 2개의 군집 간에  $p < .001$  수준에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 구체적으로 살펴보면, 모든 항목에서 군집 1(G1)의 표준점수(Z점수) 평균이 군집 2(G2)의 표준점수 평균보다 높게 나타났다. 따라서 상대적으로 군집 1(G1)이 체력이 높은 집단, 군집 2(G2)가 체력이 낮은 집단인 것을 알 수 있다. 또한 효과크기인 부분에타제곱( $\eta_p^2$ ) 값을 살펴보면, 모든 항목이 0.14 이상으로 군집 간의 실제 차이 정도는 모두 큰 효과로 나타났다.

### 판별분석

남성을 대상으로 한 군집분석에서 최종 결정된 3개의 군집을 종속변수로 설정하고, 체력 측정 자료를 독립변수로 설정하여 실시한 판별분석의 결과는 <Table 6>과 같다.

우선 <Table 6>의 항목(variables) A는 20미터 왕복오래달리기, B는 상대악력, C는 교차윗몸일으키기, D는 앉아윗몸앞으로굽히기, E는 10미터 4회 왕복달리기, F는 제자리멀리뛰기를 의미한다. 그리고 제시된 D1은 판별함수 1을 의미하고, D2는 판별함수 2를 의미한다. 판별함수 1은 비표준화 정준 판별함수(Unstandardized Canonical Discriminant Function: CDF) 계수(coefficients) 1에 의해 구성되고, 판별함수 2는 비표준화 정준 판별함수 계수 2에 의해 구성된다.

**Table 5.** 2-mean cluster analysis and effect size (Female)

| No. | Cluster | N    | M    | SD   | F          | $\eta_p^2$ |
|-----|---------|------|------|------|------------|------------|
| A   | G1      | 1744 | .60  | .91  | 2373.98*** | .42        |
|     | G2      | 1529 | -.69 | .53  |            |            |
| B   | G1      | 1744 | .51  | .82  | 1407.06*** | .30        |
|     | G2      | 1529 | -.58 | .84  |            |            |
| C   | G1      | 1744 | .63  | .77  | 2784.59*** | .46        |
|     | G2      | 1529 | -.72 | .69  |            |            |
| D   | G1      | 1744 | .37  | .80  | 614.49***  | .16        |
|     | G2      | 1529 | -.42 | 1.02 |            |            |
| E   | G1      | 1744 | .57  | .48  | 1249.04*** | .38        |
|     | G2      | 1529 | -.65 | 1.02 |            |            |
| F   | G1      | 1744 | .65  | .68  | 1620.53*** | .50        |
|     | G2      | 1529 | -.75 | .74  |            |            |

**Note.** A: 20-meter shuttle run, B: Relative grip strength, C: Cross sit-ups, D: Seated forward bend, E: 10-meter 4 shuttle run, F: Standing long jump.

\*\*\*  $p < .001$

**Table 6.** Discriminant analysis (Male)

| Variables                                      | Unstandardized CDF coefficients |         | Standardized CDF coefficients |          |
|------------------------------------------------|---------------------------------|---------|-------------------------------|----------|
|                                                | 1                               | 2       | 1                             | 2        |
| A                                              | .027                            | .035    | .327                          | .424     |
| B                                              | .029                            | .014    | .254                          | .127     |
| C                                              | .037                            | .024    | .325                          | .211     |
| D                                              | .032                            | .023    | .257                          | .185     |
| E                                              | -.414                           | 1.033   | -.391                         | .974     |
| F                                              | .016                            | .011    | .310                          | .219     |
| Constant                                       | -3.629                          | -17.233 |                               |          |
| D1=.027A+.029B+.037C+.032D-.414E+.016F-3.629   |                                 |         |                               |          |
| D2=.035A+.014B+.024C+.023D+1.033E+.011F-17.233 |                                 |         |                               |          |
| Eigen.                                         | Var.                            | C.cor.  | Wilks' $\lambda$              | $\chi^2$ |
| D1                                             | 2.677                           | 93.4    | .853                          | .299     |
| D2                                             | .189                            | 6.6     | .398                          | .841     |

**Note.** A: 20-meter shuttle run, B: Relative grip strength, C: Cross sit-ups, D: Seated forward bend, E: 10-meter 4 shuttle run, F: Standing long jump.

이렇게 구성된 두 함수에 개인별로 측정된 값을 대입하면 최종적으로 세 군집(집단 1, 집단 2, 집단 3) 중 어느 군집으로 판별되는지가 추정된다.

또한 추정된 두 판별함수의 영향력을 나타내는 값은 고유값(Eigenvalue: Eigen.), 설명분산비율(% of Variance: Var.), 정준상관(Canonical correlation: C.cor.)계수이다. 이 값들이 상대적으로 높게 나오는 판별함수가 판별력이 더 높다고 할 수 있다. 그리고 Wilks'  $\lambda$ (람다) 검정은 판별함수 정보의 설명력이 유의하지 않다는 영가설을 검정한다. 그 결과를 살펴보면, 두 판별함수 모두  $p < .001$  수준에서 정보의 설명력이 유의미하게 나타났다. 그러나 고유값, 설명분산, 정준상관 계수를 비교해 보면 판별함수1이 판별함수2에 비해 영향력이 높은 것

을 알 수 있다.

따라서 상대적으로 체력 항목이 세 군집을 판별하는 영향력(상대적 중요도)을 알 수 있는 표준화 정준 판별함수(Standardized Canonical Discriminant Function: CDF) 계수 1의 값을 살펴보면, 10미터 4회 왕복달리기(-.391) 중요도가 가장 높게 나타났고, 다음으로 20미터 왕복오래달리기(.327), 교차윗몸일으키기(.325), 제자리멀리뛰기(.310), 앉아윗몸앞으로굽히기(.257), 그리고 상대악력(.254) 순으로 나타났다.

〈Table 7〉은 판별함수 모형에 의해 분류된 세 개의 예측(predicted) 군집과 판별분석의 종속변수인 세 개의 실제(actual) 군집이 얼마나 일치하는지를 나타낸다. 산출된 판별함수에 의해 군집 1은 97.8%, 군집 2는 97.4%, 군집 3은 97.7%가 정확히 분류되어 전체적으로 정확도(overall classification accuracy)는 97.6%로 나타났다.

다음으로 여성을 대상으로 한 군집분석에서 최종 결정된 2개의 군집을 종속변수로 설정하고, 체력 측정 자료를 독립변수로 설정하여 실시한 판별분석 결과는 〈Table 8〉과 같다.

우선 〈Table 8〉의 항목은 〈Table 6〉과 동일하게 A는 20미터 왕복 오래달리기, B는 상대악력, C는 교차윗몸일으키기, D는 앉아윗몸앞으로굽히기, E는 10미터 4회 왕복달리기, F는 제자리멀리뛰기를 의미한다. 그리고 D1은 추정된 판별함수1을 나타낸다. 그 결과 고유값은 1.862, 설명분산은 100.0%, 정준상관은 .807로 나타났다. 그리고

**Table 7.** Classification by discriminant function (Male)

| Actual                                  | Predicted             |                       |                      | Coefficients    |
|-----------------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|
|                                         | Cluster1              | Cluster2              | Cluster3             |                 |
| Cluster1                                | <b>4633</b><br>(97.8) | 102<br>(2.2)          | 2<br>(0.0)           | 4637<br>(100.0) |
| Cluster2                                | 10<br>(0.3)           | <b>3732</b><br>(97.4) | 89<br>(2.3)          | 3831<br>(100.0) |
| Cluster3                                | 0<br>(0.0)            | 7<br>(2.3)            | <b>294</b><br>(97.7) | 301<br>(100.0)  |
| Overall Classification Accuracy : 97.6% |                       |                       |                      |                 |

**Table 8.** Discriminant analysis (Female)

| Variables                                    | Unstandardized CDF coefficients |        | Standardized CDF coefficients |          |
|----------------------------------------------|---------------------------------|--------|-------------------------------|----------|
|                                              | 1                               | 2      | 1                             | 2        |
| A                                            | .037                            |        | .275                          |          |
| B                                            | .036                            |        | .273                          |          |
| C                                            | .043                            |        | .411                          |          |
| D                                            | .029                            |        | .233                          |          |
| E                                            | -.084                           |        | -.126                         |          |
| F                                            | .020                            |        | .375                          |          |
| Constant                                     | -6.113                          |        |                               |          |
| D1=.037A+.036B+.043C+.029D-.084E+.020F-6.113 |                                 |        |                               |          |
| Eigen.                                       | Var.                            | C.cor. | Wilks' $\lambda$              | $\chi^2$ |
| D1                                           | 1.862                           | 100.0  | .807                          | .349     |

**Note.** A: 20-meter shuttle run, B: Relative grip strength, C: Cross sit-ups, D: Seated forward bend, E: 10-meter 4 shuttle run, F: Standing long jump.

**Table 9.** Classification by discriminant function (Female)

| Actual                                  | Predicted                    |                              | Coefficients                  |
|-----------------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|                                         | Cluster1                     | Cluster2                     |                               |
| Cluster1                                | <b>1664</b><br><b>(95.4)</b> | 80<br>(4.6)                  | <b>1744</b><br><b>(100.0)</b> |
| Cluster2                                | 16<br>(1.0)                  | <b>1513</b><br><b>(99.0)</b> | 1529<br>(100.0)               |
| Overall Classification Accuracy : 97.1% |                              |                              |                               |

Wilks'  $\lambda$ (람다) = .349,  $\chi^2 = 3436.49$ ,  $p < .001$  수준에서 판별함수 1 정보의 설명력이 유의하게 나타났다.

또한 체력 항목이 두 군집을 판별하는 상대적 중요도를 알 수 있는 표준화 정준 판별함수 계수를 살펴보면, 교차윗몸일으키기(.411)가 가장 높게 나타났고, 다음으로 제자리멀리뛰기(.375), 20미터 왕복오래달리기(.275), 상대악력(.273), 앉아윗몸앞으로굽히기(.233), 그리고 10미터 4회 왕복달리기(-.126) 순으로 나타났다.

〈Table 9〉는 판별함수 모형에 의해 분류된 두 개의 예측 군집과 판별분석의 종속변수인 두 개의 실제 군집이 얼마나 일치하는지를 나타낸다. 산출된 판별함수에 의해 군집 1은 95.4%, 군집 2는 99.0%가 정확히 분류되어 전체적으로 정확도는 97.1%로 나타났다.

## 논 의

본 연구는 최근 국민체육진흥공단에서 다양한 연구를 위해 제공하는 국민체력100 측정 자료를 이용하여 분류분석을 실시하였다. 구체적으로 성별을 구분하여 군집분석과 판별분석을 연계 적용하였다. 이처럼 성별에 따른 독립적 분류분석을 수행한 이유는 원칙적으로 체력 기준이 성별에 따라 생리학적, 신체 운동학적으로 상이하기 때문이다.

최근 분류분석 연구에서는 확률 모형에 기반한 잠재계층분석과 로지스틱 회귀분석의 적용이 증가하는 추세이다. 그러나 본 연구에서는 연구 목적과 데이터의 속성을 고려하여 군집분석과 판별분석을 연계하여 적용하였다. 그 이유는 첫째, 본 연구의 주요 분석 변수들은 연속형 척도로 구성되어 있어, 범주형 데이터에 최적화된 잠재계층분석보다 대상 간의 기하학적 거리를 기반으로 유형화하는 군집분석이 데이터의 변량을 왜곡 없이 반영하는 데 더 적합하다(Brusco et al., 2017). 둘째, 군집분석을 통해 도출된 다중 집단 간의 격차를 규명하고 예측 모형을 구축함에 있어 기존 집단과의 반복 비교에 그치는 로지스틱 회귀분석보다는 다차원적 판별함수를 통해 집단 간 분리에 기여하는 핵심 변수를 종합적으로 간명하게 프로파일링할 수 있는 판별분석이 더 효율적이기 때문이다(Hair et al., 2019; Pohar et al., 2004). 따라서 본 연구는 군집분석과 판별분석의 연계 기법을 적용함으로써 데이터 고유의 구조를 보다 간명하고 의미 있게 제시하고자 하였다.

남성을 대상으로 한 계층적 군집분석 결과는 세 개의 군집으로 분류되었다(Table 2, Fig. 1). 우선 본 연구에서 실시한 군집분석은 크게 두 가지 방법으로 분석하였다. 첫 번째 실시한 계층적 군집분석은 본 연구의 6개의 국민체력100 측정 항목(측정 변인)이 몇 개의 군집(집단)으로 묶이는지를 분석한 것이다. 즉 어떤 문항끼리 비슷한 지를 묶어주는 탐색적 요인분석과 같은 맥락에 변인(변수) 군집화하

다(Huh, 2012). 두 번째 실시한 비계층적 군집분석은 일반적인 군집분석 방법으로 유사한 대상자들을 묶어주는 잠재계층분석과 같은 맥락의 분석이다. 즉 군집분석은 유사성(similarity) 또는 비유사성(dissimilarity) 정도를 측정하여 가까운 대상자들을 순서대로 집단화하는 분류분석 방법이다(Everitt et al., 2011; Everitt, 1993; Hong, 2019).

따라서 본 연구는 계층적 군집분석을 통해 6개 측정 항목(20미터 왕복오래달리기, 상대악력, 교차윗몸일으키기, 앉아윗몸앞으로굽히기, 10미터 4회 왕복달리기, 제자리멀리뛰기)들 간의 수학적으로 가까운 거리의 측정 항목을 군집화한 것이다. 그 결과 10미터 4회 왕복달리기와 제자리멀리뛰기가 유사한 항목으로 묶였고, 다음으로 20미터 왕복오래달리기와 교차윗몸일으키기가 유사한 항목으로 묶였고, 마지막으로 상대악력과 앉아윗몸앞으로굽히기가 유사한 항목으로 묶였다. 국민체력100 측정 항목 설정에 따르면 10미터 4회 왕복달리기와 제자리멀리뛰기는 동일하게 운동체력 항목에 설정되어 있는 것으로 볼 때 통계적인 결과가 두 항목 설정의 적합성을 뒷받침한다고 할 수 있다.

또한 4가지 건강체력 항목 중 20미터 왕복오래달리기와 교차윗몸일으키기가 유사한 항목이라는 것은 심폐지구력과 근지구력이 유사한 항목이라고 할 수 있다. 즉 본 연구에서 심폐지구력이 높은 대상자는 근지구력도 높을 가능성이 있다는 것을 의미한다. 이 결과는 선행 연구들(Kim, 2022; Park & Lee, 2025; Kwon et al., 2023)이 뒷받침한다. 그리고 상대악력과 앉아윗몸앞으로굽히기가 유사한 항목이라는 것은 근력과 유연성에 관련이 높다고 할 수 있다. 이 결과는 체력 항목 중에서 유연성과 근력을 동시 측정한 연구들(Song, 2023; Han & Kim, 2016)이 지지한다. 이렇게 유사 항목을 텐드로그램 결과(Fig. 1)에서 쉽게 볼 수 있다. 텐드로그램은 단계별로 군집화되는 과정을 나무 그림으로 표현한 것이다. 높이가 낮게 묶여진 항목일수록 유사한 항목임을 의미한다. 군집화 단계를 정량화된 척도에 맞추어 시각적으로 쉽게 볼 수 있다. 따라서 상대적으로 높이를 보면, 10미터 4회 왕복달리기와 제자리멀리뛰기가 1단계, 20미터 왕복오래달리기와 교차윗몸일으키기가 2단계, 그리고 상대악력과 앉아윗몸앞으로굽히기가 3단계인 것을 쉽게 파악할 수 있다.

본 연구에서 여성을 대상으로 한 계층적 군집분석 결과는 남성과 다르게 두 개의 군집으로 분류되었다(Table 3, Fig. 2). 남성 결과보다 더 명확하게 국민체력100 측정 항목 설정과 일치하였다. 즉 2개의 운동체력 항목인 10미터 4회 왕복달리기와 제자리멀리뛰기가 1단계로 묶였고, 다음으로 4개의 건강체력 항목인 20미터 오래달리기, 상대악력, 교차윗몸일으키기, 앉아윗몸앞으로굽히기가 2단계로 묶였다. 텐드로그램 결과에서 체력 항목 간의 묶임 높이를 살펴보면 10미터 4회 왕복달리기와 제자리멀리뛰기는 명확히 낮게 묶였고, 다음으로 10미터 4회 왕복달리기와 20미터 왕복오래달리기, 교차윗몸일으키기가 같은 높이로 묶인 것을 볼 수 있다. 따라서 10미터 4회 왕복달리기와 제자리멀리뛰기를 1단계, 20미터 왕복오래달리기와 교차윗몸일으키기를 2단계, 다음으로 남은 측정 항목 변인들을 3단계로 묶는 것도 문제가 없어 보인다. 그러나 〈Table 3〉의 단계 계수를 보면, 1단계는 명확하고, 나머지 항목은 모두 20미터 왕복달리기를 중심으로 군집화되는 것이 더 적합한 것을 알 수 있다. 이처럼 변수를 군집화할 때는 텐드로그램과 군집화 일정표 결과를 매칭시켜 판단하는 것이 적절하다(Huh, 2012).

본 연구의 계층적 군집분석 결과, 성인의 6개 체력 측정 항목이 남

성은 3개, 여성은 2개의 하위 군집으로 구조화된 것은 성별에 따라 신체 기능의 구조와 특성이 다르게 나타난 결과로 해석할 수 있다. 국민체력100의 제도적 분류 기준은 체력 항목을 건강체력과 운동체력의 두 가지 틀로 구분하고 있으나, 실제 데이터에 기반한 분석 결과는 성별에 따라 체력 항목 간의 관계 구조가 다르게 형성될 수 있음을 보여준다.

남녀 모두에서 공통적으로 10미터 4회 왕복달리기(민첩성)와 제자리멀리뛰기(순발력)가 하나의 군집(남성의 군집 1, 여성의 군집 1)으로 묶인 것은 적합한 결과로 볼 수 있다. 이 두 항목은 모두 짧은 시간에 폭발적인 힘을 발휘하는 능력, 즉 하체 근육의 순간적인 수축 능력을 필요로 한다는 공통점을 지니기 때문이다(Markovic, 2007). 한편 본 연구에서 주목할 만한 결과는 나머지 건강체력 항목들의 군집화 양상에서 나타난다. 남성의 경우 건강체력 항목들이 군집 2(20미터 왕복오래달리기, 교차윗몸일으키기)와 군집 3(상대야력, 앉아윗몸앞으로굽히기)으로 나뉘었다. 이는 남성의 경우 생활 습관이나 직업적 환경에 따라 지구력 관련 체력과 근력 및 유연성 관련 체력이 서로 독립적으로 발달하거나 저하될 수 있음을 시사한다.

반면 여성의 경우 20미터 왕복오래달리기, 교차윗몸일으키기, 상대야력, 앉아윗몸앞으로굽히기의 4개 건강체력 항목 전체가 하나의 군집으로 묶인 것은 타당한 결과로 볼 수 있다. 성인 여성은 남성에 비해 근육량이 적고 체지방률이 높기 때문에, 특정 건강체력 요인 하나가 다른 요인과 독립적으로 발달하거나 저하되기 어려운 신체적 특성을 지닌다(Malina et al., 2004). 즉 여성의 경우 여러 건강체력 요인들이 서로 밀접하게 연관되어 함께 작용하는 경향이 있다. 따라서 여성 데이터에서 4개의 건강체력 항목이 하나의 군집으로 통합된 것은 체력 요인들이 충분히 분화되지 못한 결과가 아니라, 여성 고유의 신체적 특성이 반영된 적합한 결과로 해석할 수 있다.

다음으로 남성을 대상으로 비계층적 군집분석인 K-평균 군집분석을 실시하였다(Table 4). 앞서 6개 측정 항목이 3개의 군집으로 형성되었기 때문에 3-평균 군집분석 방법이 되었고, 측정된 남성 8,769명이 세 집단, 즉 세 군집(군집 1=4,637명, 군집 2=3,831명, 군집 3=301명)으로 분류되었다. 군집 3의 사례 수가 상대적으로 적으나, 중심극한정리(central limit theorem)에서 요구하는 최소 표본 크기를 충족하므로 분산분석 및 판별분석을 수행하기에 통계적으로 적합한 규모에 해당한다. 더욱이 표본 규모가 상대적으로 소수일지라도 고유한 특성을 지닌 하위집단을 데이터 내에서 식별하고 분류하는 것이 군집분석의 본질적 목적임을 고려할 때(Everitt et al., 2011), 군집 3의 도출은 방법론적 타당성을 지닌다고 할 수 있다.

구체적으로 <Table 4>의 항목별로 분류된 세 집단 간에 평균치를 살펴보면, 모든 항목의 단위가 다르기 때문에 표준점수로 환산하여 분석하였다. 분석 프로그램에서 표준점수 중 Z점수로 표준화 시켜준다. 또한 본 연구에서 초 단위로 측정된 10미터 4회 왕복달리기의 경우는 낮은 값이 우수한 값이기 때문에 역으로 환산하여 계산하였다. 모든 항목에서 세 개의 집단 간에 유의한 차이가 나타났고, 사후검정 결과에서 군집 1이 높은 집단, 다음으로 군집 2, 다음으로 군집 3으로 명확히 순서대로 분류된 것을 알 수 있다. 따라서 군집 1이 '체력 상위 집단', 군집 2가 '체력 중위 집단', 그리고 군집 3이 '체력 하위 집단'이라고 명명할 수 있다.

여성도 남성과 달리 6개의 측정 항목이 2개의 군집으로 형성되었기 때문에 2-평균 군집분석 방법을 실시하였다(Table 5). 그 결과 측정된 여성 3,273명이 두 군집(군집 1=1,744명, 군집 2=1,529명)으

로 분류되었다. 구체적으로 <Table 5>의 결과를 살펴보면, 모든 항목에서 군집 1이 군집 2보다 유의하게 높은 집단으로 분류되었다. 따라서 상대적으로 군집 1이 '체력 상위 집단', 군집 2가 '체력 하위 집단'이라고 명명할 수 있다. 특히 남녀 모두 결과 표에 제시한 효과크기에 정도가 모든 항목에서 큰 효과(large effect)로 나타났다는 것은 분류된 군집이 명확히 분류된 것을 지지한다. 효과크기는 사례수에 영향을 크게 받지 않고 실제 차이정도를 나타낸다. 분산분석의 유의확률은 사례수가 많을수록 수학적 공식에 따라 0에 가깝게 추정된다. 따라서 효과크기로 최종 연구 결과를 해석하는 것이 적합하다(Cohen, 1988; Kim, 2023; Larsson & Reynisdóttir, 2008). 분류된 군집 간의 차이가 남녀 모두 실제 명확한 것을 보여주는 결과다.

본 연구에서 활용한 국민체력100 데이터는 대규모 표본으로 구성되어 있어, 단순 유의도 검증만 실시할 경우 표본 크기에 과도하게 영향을 받아 모든 항목에서 유의한 차이가 나타날 가능성이 매우 높다. 이에 따라 집단 간 실질적인 차이의 정도를 객관적으로 파악하고자 표본 크기에 영향을 받지 않는 효과크기를 중심으로 집단 간 차이를 분석하였다. 두 번째 연구 문제를 간명하게 '대상자 군집 간의 체력 항목별 차이의 효과크기는 어떠한가?'로 설정한 이유도 바로 이 때문이다. 본 연구에서 특히 주목할 만한 결과는 성인기 전체를 관통하는 체력 특성 구조의 하위 군집 수가 남성은 3개, 여성은 2개로 성별에 따라 다르게 도출되었다는 점이다. 이러한 차이는 남녀에 따라 체지방이나 근육량 같은 신체 구성이 변화하는 과정이 다르고, 나이가 들면서 신체활동에 참여하는 방식이나 패턴 역시 서로 차이가 있음을 보여주는 결과로 해석할 수 있다.

이처럼 분류된 군집 수를 종속변수로 설정하고, 6개의 체력측정 항목을 독립변수로 설정하여 판별분석을 실시하였다. 군집분석과 판별분석의 연계 기법에 기본적인 순서라고 할 수 있다(Huh, 2012; So, 2025). 결과를 살펴보면, 남성의 경우는 10미터 4회 왕복달리기가 세 군집을 판별하는 데 가장 큰 역할을 하는 것을 알 수 있다. 즉 남성의 경우는 민첩성이 군집 1(체력 상위 집단)에 속하도록 하는 데 가장 큰 역할을 한다고 할 수 있다. 반면 여성의 경우는 교차윗몸일으키기가 두 군집을 판별하는 데 가장 큰 역할을 하는 것을 알 수 있다. 즉 남성과는 달리 복근의 근지구력이 군집 1(체력 상위 집단)에 속하는 데 가장 큰 역할을 하는 것이다. 이 결과는 남녀 모두 97% 이상의 매우 높은 정확도를 지니고 있다(Table 7, Table 9). 즉 실제 종속변수의 군집 수(남성 3군집, 여성 2군집)와 예측된 군집 수의 일치도가 높은 것이다. 이 정확도 지수는 회귀분석의 결정계수와 비유되며 판별함수가 관측 대상을 얼마나 잘 판별하는가를 의미한다(Kim & Huh, 2016; Lee & Lim, 2022).

한편, 판별분석 결과에서 남녀 모두 97% 이상의 매우 높은 분류 정확도(classification accuracy)가 도출된 점은 통계학적 및 연구 설계적 특성을 고려하여 신중하게 해석할 필요도 있다. 일반적으로 군집분석을 통해 사전에 분류된 집단을 종속변수로 설정하고, 해당 군집을 형성하는 데 사용된 동일한 체력 변수들을 다시 독립변수로 투입하여 판별분석을 실시할 경우, 수학적 알고리즘의 특성상 판별함수의 분류 정확도가 인위적으로 높게 산출되는 경향이 존재한다(Johnson & Wichern, 2019; Klecka, 1980). 즉, 97%라는 매우 높은 정확도는 본 연구 모형의 절대적인 우수성만을 입증하기보다는 동일 데이터를 재사용하여 집단 간의 이질성을 극대화한 연구 체계적 설계의 특성이 반영된 결과일 가능성도 인지해야 한다.

본 연구에서 군집분석에 이어 판별분석을 연계하여 적용한 본질적

인 목적은, 대상자들을 특정 집단으로 분류하기 위한 새로운 예측 모형을 개발하는 것이 아니었다. 그보다는 국민체력100의 6개 변수들이 함께 작용할 때, 성별로 분류된 하위 집단 간의 경계를 구분 짓는데 어떤 체력 항목이 상대적으로 더 크게 기여하는지 그 구체적인 정보를 도출하는 데 초점이 있었다. 따라서 판별분석 결과의 높은 분류 정확도 자체에 과도한 의미를 부여하기보다는, 판별함수의 통계적 유의성을 바탕으로 개별 항목의 표준화 정준 판별함수 계수와 상대적 중요도 순위를 파악하는 도구로서 결과를 해석하는 것이 타당하다 (Huberty & Olejnik, 2006).

구체적으로 연구 결과를 살펴보면, 남성과 여성은 매우 다른 결과인 것을 알 수 있다. 남성은 10미터 4회 왕복달리기, 20미터 왕복오래달리기, 교차윗몸일으키기, 제자리멀리뛰기, 앉아윗몸앞으로굽히기, 상대악력 순으로 체력이 높은 집단에 속하게 하는 역할을 한다. 반면 여성은 교차윗몸일으키기, 제자리멀리뛰기, 20미터 왕복오래달리기, 상대악력, 앉아윗몸앞으로굽히기, 10미터 4회 왕복달리기 순으로 체력이 높은 집단에 속하게 하는 역할을 한다. 전반적으로 해석하면, 남성은 민첩성이 체력 수준으로 판별하는 데 가장 큰 역할을 하는데 비해, 여성은 민첩성이 체력 수준을 판별하는 데 가장 작은 역할을 한다고 할 수 있다. 이 결과는 성인 남녀 간 체력의 유의한 차이를 보여준 연구들(Kim & Kong, 2019; Oh et al., 2017; Lee, 2023)이 뒷받침한다.

본 연구는 성인기 전체(19~64세)를 대상으로 성별에 따른 다면적 체력 특성 조합을 반영한 분류분석을 실시함으로써, 기존 선행연구와 차별화된 관점에서 성인 체력 분류 특성에 관한 새로운 정보를 제공하였다. 다만 본 연구에서 활용한 공공 데이터의 특성상 남성과 여성의 표본 규모에 차이가 존재하며, 이로 인해 표본 규모가 상대적으로 큰 남성 집단에서 통계적 검정력이 높아져 하위 군집 구조가 여성(2개)보다 더 세분화(3개)되어 도출되었을 가능성을 완전히 배제하기는 어렵다. 그러나 성별을 구분하여 독립적인 분류분석을 수행함으로써 집단 간 통계적 왜곡을 최소화하였으며, 무엇보다 남녀 모두 모든 체력 항목에서 큰 효과크기(large effect)가 확인된 점은 표본 규모와 무관하게 분류된 군집 간의 실질적 차이가 명확함을 뒷받침한다. 따라서 성별에 따라 상이하게 도출된 하위 군집의 수는 표본 구성의 통계적 특성이 일부 반영되었을 가능성을 고려하더라도, 성별 고유의 체력 특성 구조를 반영한 의미 있는 결과로 해석할 수 있다.

아울러 성인기는 연령 범위가 매우 넓으므로, 동일한 성별 내에서도 연령대별 신체 활동량과 노화 속도에 따라 체력 특성이 다르게 나타날 수 있다. 본 연구가 연령대별로 세분화하여 분석하지 못하였다는 제한점이 있으나, 국가 공인 빅데이터를 활용하여 성인 전체를 대상으로 한 통합적 체력 특성 구조를 규명하였다는 점에서 의의를 지닌다. 본 연구의 결과가 향후 국민체력100 체력인증센터 측정자료를 활용하여 성인의 연령대별 체력 수준을 보다 세분화하여 분류분석하는 후속 연구의 출발점이 되기를 기대한다.

## 결론 및 제언

본 연구는 국민체력100 측정 자료를 활용하여 군집분석과 판별분석을 순차적으로 연계 적용함으로써, 성별로 구분한 성인의 체력 분류 특성을 분석하였다. 각 연구 문제에 대한 결론은 다음과 같다.

첫째, 체력 측정 항목 분류를 위한 계층적 군집분석 결과, 남성의 체력 측정 항목은 3개의 군집(군집 1: 10미터 4회 왕복달리기, 제자리멀리뛰기; 군집 2: 20미터 왕복오래달리기, 교차윗몸일으키기; 군집 3: 상대악력, 앉아윗몸앞으로굽히기)으로 구조화되었고, 여성의 체력 측정 항목은 2개의 군집(군집 1: 10미터 4회 왕복달리기, 제자리멀리뛰기; 군집 2: 20미터 왕복오래달리기, 교차윗몸일으키기, 상대악력, 앉아윗몸앞으로굽히기)으로 구조화되었다. 그리고 대상자 분류를 위한 비계층적 군집분석 결과, 남성 8,769명은 체력 상위 집단(4,637명), 체력 중위 집단(3,831명), 체력 하위 집단(301명)의 세 군집으로 분류되었으며, 여성 3,273명은 체력 상위 집단(1,744명)과 체력 하위 집단(1,529명)의 두 군집으로 분류되었다.

둘째, 남성의 경우 세 군집 간 모든 체력 항목에서 유의한 차이가 확인되었으며, 효과크기는 모든 항목에서 큰 효과(large effect)로 산출되었다. 여성의 경우에도 두 군집 간 모든 체력 항목에서 유의한 차이가 확인되었으며, 효과크기 또한 모든 항목에서 큰 효과로 산출되었다.

셋째, 판별분석 결과 남성의 경우 민첩성, 심폐지구력, 근지구력, 순발력, 유연성, 근력의 순으로 군집 판별에 기여하는 것으로 확인되었다. 반면 여성의 경우에는 근지구력, 순발력, 심폐지구력, 근력, 유연성, 민첩성의 순으로 군집 판별에 기여하는 것으로 확인되었다. 이는 체력 수준 집단을 판별하는 핵심 체력 항목이 성별에 따라 상이함을 보여주었다.

본 연구는 군집분석과 판별분석을 연계 적용하여 성별에 따른 성인 체력 수준의 분류분석 특성을 규명하였다는 점에서 학술적 의의를 지닌다. 본 연구가 향후 국민체력100 체력인증센터에서 공개하는 신뢰성 높은 자료를 활용하여 체력 유형을 분류분석하는 후속 연구의 참고 지표가 되기를 바란다. 아울러 이와 같은 과학적 체력 분류 체계의 정교화가 현장에서 맞춤형 체력 관리 프로그램을 수립하는 데 기여하기를 기대한다.

## CONFLICT OF INTEREST

논문 작성에 있어서 어떠한 조직으로부터 재정을 포함한 일체의 지원을 받지 않았으며 논문에 영향을 미칠 수 있는 어떠한 관계도 없음을 밝힌다.

## AUTHOR CONTRIBUTION

Conceptualization: S.-H. Kim, Data curation: S.-H. Kim, Formal analysis: S.-H. Kim, Methodology: S.-H. Kim, Projectadministration: S.-H. Kim, Visualization: S.-H. Kim, Writing-original draft: S.-H. Kim, Writing-review & editing: S.-H. Kim

## 참고문헌

- Anderson, T. W. (2003). *An introduction to multivariate statistical analysis* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Brusco, M. J., Shireman, E., & Steinley, D. (2017). A comparison of latent class, K-means, and K-median methods for clustering dichotomous data. *Psychological Methods*, 22(3), 563–580.
- Chae, S. S. (2002). Results of discriminant analysis with respect to cluster analysis under dimensional reduction. *Journal of the Korean Statistical Society*, 9(2), 543–553.
- Chae, S. S., & Warde, W. D. (1991). A method to predict the number of clusters. *Journal of the Korean Statistical Society*, 20(2), 162–176.
- Choi, J. A., Kim, Y. W., Kwon, Y. M., & Oh, S. H. (2025). An analysis of health-related physical fitness status according to the life cycle of Korean people. *Asian Journal of Physical Education and Sport Science*, 13(6), 91–105.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Routledge.
- Douglas, E. P. (2008). *Clustering datasets with singular value decomposition* [Master's thesis, College of Charleston]. College of Charleston Repository.
- Everitt, B. S. (1993). *Cluster analysis* (3rd ed.). Edward Arnold.
- Everitt, B. S., Landau, S., Leese, M., & Stahl, D. (2011). *Hierarchical clustering*. In *Cluster analysis* (5th ed., pp. 71–110). John Wiley & Sons.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage Learning.
- Han, H.-N., & Kim, J.-O. (2016). Effects of recreational exercise program on bone mineral density, grip strength and flexibility of elderly women. *The Korean Journal of Sport*, 14(8), 59–65.
- Haughton, L. A., Darby, J., Morgan, S., & Done, R. (2011). Classification techniques for sport performance analysis. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 11(3), 388–406.
- Hong, S. H. (2019). *Latent class, latent transition, and growth mixture modeling* [Unpublished workshop materials]. Korea University.
- Huberty, C. J., & Olejnik, S. (2006). *Applied MANOVA and discriminant analysis* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Huh, M. H. (2012). *SPSS statistics classification analysis*. Data Solution.
- Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2002). *Applied multivariate statistical analysis* (5th ed.). Prentice Hall.
- Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2019). *Applied multivariate statistical analysis* (6th ed., Pearson New International ed.). Pearson.
- Kent, P., Jensen, R. K., & Kongsted, A. (2014). A comparison of three clustering methods for finding subgroups in MRI, SMS or clinical data: SPSS TwoStep Cluster analysis, Latent Gold and SNOB. *BMC Medical Research Methodology*, 14(1), Article 113.
- Kim, B. G., & Kong, S. (2019). Analysis of gait patterns according to physique, physical fitness, and physical activity among healthy adults. *Journal of Coaching Development*, 21(3), 111–118.
- Kim, G. H. (2022). *The effects of CrossFit training on muscular endurance and cardiorespiratory endurance in men in their 20s* [Unpublished master's thesis]. Sejong University.
- Kim, H. J., & Huh, J. (2016). *SPSS 23 statistical analysis and commentary*. Topbooks.
- Kim, S. H. (2023). Review of high school students emotional problem measurement scale utilizing Rasch model and validation according to differences in exercise time between groups. *The Korea Journal of Sports Science*, 32(3), 799–811.
- Klecka, W. R. (1980). *Discriminant analysis*. Sage.
- Kwon, H. S., Yang, I. M., Yoon, S. W., Park, J. Y., & Kang, H. J. (2023). The effects of moderate-intensity continuous training and high-intensity interval training on body composition and cardiorespiratory endurance in university students aged 20 or older. *Soonchunhyang Journal of Natural Sciences*, 29(1), 49–54.
- Larsson, U. E., & Reynisdóttir, S. (2008). The six-minute walk test in outpatients with obesity: Reproducibility and known group validity. *Physiotherapy Research International*, 13(2), 84–93.
- Lee, H. S., & Lim, J. H. (2022). *SPSS 28 manual*. Jihyeonjae.
- Lee, M. Y. (2025). Regional differences in physical fitness among adults: A fitness map visualization using the national fitness award 100 data. *Journal of Industrial Convergence*, 23(8), 35–43.
- Lee, S. H., & Song, J. H. (2025). Changes in physical fitness before and after personalized exercise prescription in adults and older adults: Evidence from the Korea National Fitness Award. *The Korean Journal of Measurement and Evaluation in Physical Education and Sport Science*, 27(4), 37–45.
- Lee, W. Y. (2023). Differences in physical fitness according to grip strength of Korean adult males and females aged 19 to 64. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 91, 203–213.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity* (2nd ed.). Human Kinetics.
- Markovic, G. (2007). Poor relationship between strength and power qualities and vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 541–547.
- Min, Y. J. (2015). *Comparison of statistical methods for subgroup classification: Cluster analysis, discriminant analysis, and latent profile analysis* [Unpublished master's thesis]. Sejong University.
- Oh, E. T., Lee, H. H., & Lee, S. A. (2017). The effects of adults' participation on life satisfaction shows and physical strength level shows in health status. *The Korean Journal of Sport*, 15(2), 1–11.
- Park, S. I., & Lee, W. I. (2025). The effects of 8-week combined training on improving cardiopulmonary and muscular endurance and reducing back pain in office workers. *Interdisciplinary Research in Arts and Culture*, 5(4), 141–154.
- Pohar, M., Blas, M., & Turk, S. (2004). Comparison of logistic regression and discriminant analysis: A simulation study. *Metodološki Zvezki*, 1(1), 143–161.
- Rencher, A. C., & Christensen, W. F. (2012). *Multivariate regression*.

In A. C. Rencher & W. F. Christensen, *Methods of multivariate analysis* (3rd ed.). Wiley.

**So, J. H. (2025).** *Social research analyst level 1 practical task performance*. Books.

**Song, Y. E. (2023).** Effects of fall prevention elastic band exercise on physical function test, grasp power, flexibility, and muscle volume in older women. *Journal of Korean Association of Physical Education for Girls and Women*, 37(1), 37–51.

**Yun, H. J., & Lee, O. (2025).** Analysis of exercise prescription status and patterns by health and physical fitness level of Korean adults: Applying Korea national fitness award data. *Korean Journal of Sport Science*, 36(3), 288–297.

# 국민체력100 체력인증센터 측정 자료를 활용한 성인 체력 수준 분류분석: 군집 및 판별분석 적용

김세형\*

충북대학교 체육교육과 교수

\*교신저자: 김세형(ksme@cbnu.ac.kr)

[목적] 본 연구는 국민체력100 체력인증센터 측정 자료를 활용하여 성인의 체력 수준을 분류분석하는 데 목적이 있었다. 구체적으로, 성별에 따른 성인의 체력 수준을 유형화하기 위해 군집분석과 판별분석을 연계 적용하였다.

[방법] 문화빅데이터플랫폼(2025)에서 수집된 성인 12,042명(남성 8,769명, 여성 3,273명)의 자료를 최종 분석 대상으로 하였다. 설정한 세 가지 연구문제를 해결하기 위해 첫째, 체력 측정 항목과 대상자의 군집화 구조를 탐색하고자 계층적 군집분석과 K-평균 비계층적 군집분석을 순차적으로 실시하였다. 둘째, 도출된 대상자 군집 간의 체력 항목별 차이와 실질적 격차를 검증하고자 일원분산분석을 통해 효과크기를 산출하였다. 셋째, 대상자 군집을 판별하는 체력 항목의 상대적 중요도 순위를 규명하고자 군집 결과를 종속변수로, 6개 체력 항목[(A) 20m 왕복오래달리기, (B) 상대악력, (C) 교차윗몸일으키기, (D) 앉아윗몸앞으로굽히기, (E) 10미터 4회 왕복달리기, (F) 제자리멀리뛰기]를 독립변수로 설계하여 판별분석을 실시하였다. 통계적 유의수준은 .05로 설정하였다.

[결과] 첫째, 남성의 경우 체력 항목은 3개의 군집(군집 1: E, F; 군집 2: A, C; 군집 3: B, D)으로 분류되었으며, 여성의 경우 체력 항목은 2개의 군집(군집 1: E, F; 군집 2: A, B, C, D)으로 분류되었다. 둘째, 군집 간 격차의 효과크기( $\eta_p^2$ )를 분석한 결과 남성은 3개 집단(체력 상위 집단: 4,637명, 체력 중위 집단: 3,831명, 체력 하위 집단: 301명), 여성은 2개 집단(체력 상위 집단: 1,744명, 체력 하위 집단: 1,529명)으로 명확히 유형화되었으며, 모든 체력 항목에서 군집 간 격차의 실제 차이 정도가 큰 효과크기( $\eta_p^2 \geq .14$ ) 기준을 충족하였다. 셋째, 체력 항목의 상대적 중요도를 분석한 결과, 남성은 모든 독립변수가 집단 구분에 유의하게 영향을 미쳤다. 그 순서는 민첩성, 심폐지구력, 근지구력, 순발력, 유연성, 근력 순이었다. 여성도 모든 독립변수가 집단 구분에 유의하게 영향을 미쳤다. 그 순서는 남성과 다르게 근지구력, 순발력, 심폐지구력, 근력, 유연성, 민첩성 순이었다.

[결론] 본 연구가 향후 국민체력100 측정자료를 활용하여 체력 수준을 분류분석하는 후속 연구의 참고 지표로 활용되기를 바란다. 아울러 이와 같은 체력 분류 체계의 정교화가 현장에서 맞춤형 체력 관리 프로그램을 수립하는 데 기여하기를 기대한다.

## 주요어

군집분석, 국민체력100, 성인, 체력 수준, 판별분석