



주간 건강과 질병

PHWR

Public Health Weekly Report

Vol. 16, No. 15, April 20, 2023

Content

연구 논문

- 443 학교 기반의 급식·영양교육 프로그램의 개발 및 적용 효과
- 464 원숭이두창바이러스의 분리 배양과 전장유전체 정보 분석

Erratum

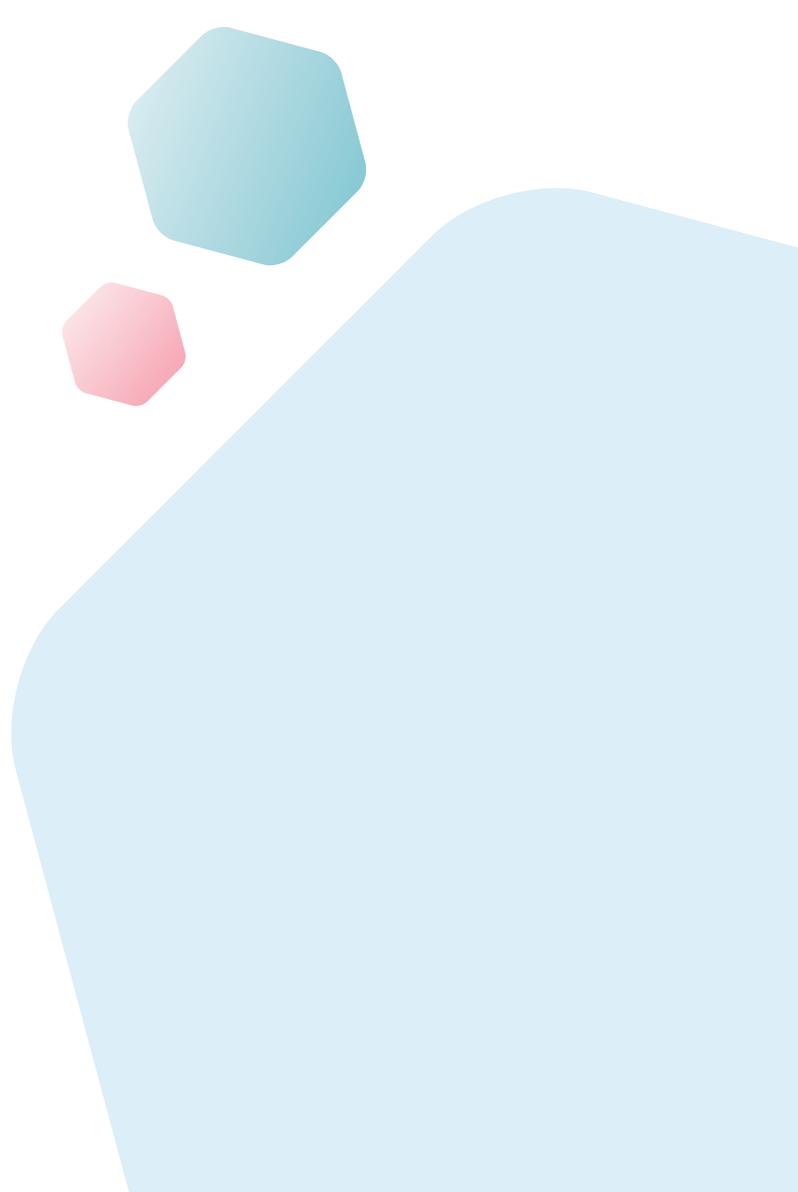
- 476 저자 오류 보고: 제16권 제11호

질병 통계

- 478 활동제한율 추이, 2012-2021년

Supplements

- 주요 감염병 통계



KDCA

Korea Disease Control and
Prevention Agency

Aims and Scope

주간 건강과 질병(*Public Health Weekly Report*) (약어명: *Public Health Wkly Rep*, PHWR)은 질병관리청의 공식 학술지이다. 주간 건강과 질병은 질병관리청의 조사·감시·연구 결과에 대한 근거 기반의 과학적 정보를 국민과 국내·외 보건의료인 등에게 신속하고 정확하게 제공하는 것을 목적으로 발간된다. 주간 건강과 질병은 감염병과 만성병, 환경기인성 질환, 손상과 중독, 건강증진 등과 관련된 연구 논문, 유행 보고, 조사/감시 보고, 현장 보고, 리뷰와 전망, 정책 보고 등의 원고를 게재한다. 주간 건강과 질병은 전문가 심사를 거쳐 매주 목요일(연 50주) 발행되는 개방형 정보열람(Open Access) 학술지로서 별도의 투고료와 이용료가 부과되지 않는다.

저자는 원고 투고 규정에 따라 원고를 작성하여야 하며, 이 규정에 적시하지 않은 내용은 국제의학학술지편집인협회(International Committee of Medical Journal Editors, ICMJE)의 Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals (<https://www.icmje.org/>) 또는 편집위원회의 결정에 따른다.

About the Journal

주간 건강과 질병(eISSN 2586-0860)은 2008년 4월 4일 창간된 질병관리청의 공식 학술지이며 국문/영문으로 매주 목요일에 발행된다. 질병관리청에서 시행되는 조사사업을 통해 생성된 감시 및 연구 자료를 기반으로 근거중심의 건강 및 질병관련 정보를 제공하고자 최선을 다할 것이며, 제공되는 정보는 질병관리청의 특정 의사와는 무관함을 알린다. 본 학술지의 전문은 주간 건강과 질병 홈페이지(<https://www.phwr.org/>)에서 추가비용 없이 자유롭게 열람할 수 있다. 학술지가 더 이상 출판되지 않을 경우 국립중앙도서관(<http://nl.go.kr>)에 보관함으로써 학술지 내용에 대한 전자적 자료 보관 및 접근을 제공한다. 주간 건강과 질병은 오픈 액세스(Open Access) 학술지로, 저작물 이용 약관(Creative Commons Attribution Non-Commercial License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>)에 따라 비상업적 목적으로 사용, 재생산, 유포할 수 있으나 상업적 목적으로 사용할 경우 편집위원회의 허가를 받아야 한다.

Submission and Subscription Information

주간 건강과 질병의 모든 논문의 접수는 온라인 투고시스템(<https://www.phwr.org/submission>)을 통해서 가능하며 논문투고 시 필요한 모든 내용은 원고 투고 규정을 참고한다. 주간 건강과 질병은 주간 단위로 홈페이지를 통해 게시되고 있으며, 정기 구독을 원하시는 분은 이메일(phwrcdc@korea.kr)로 성명, 소속, 이메일 주소를 기재하여 신청할 수 있다.

기타 모든 문의는 전화(+82-43-219-2955, 2958, 2959), 팩스(+82-43-219-2969) 또는 이메일(phwrcdc@korea.kr)을 통해 가능하다.

발행일: 2023년 4월 20일

발행인: 지영미

발행처: 질병관리청

편집사무국: 질병관리청 건강위해대응관 미래질병대비과
(28159) 충북 청주시 흥덕구 오송읍 오송생명2로 187 오송보건의료행정타운
전화. +82-43-219-2955, 2958, 2959, 팩스. +82-43-219-2969

이메일. phwrcdc@korea.kr

홈페이지. <https://www.kdca.go.kr>

편집제작: ㈜메드랑

(04521) 서울시 중구 무교로 32, 효령빌딩 2층

전화. +82-2-325-2093, 팩스. +82-2-325-2095

이메일. info@medrang.co.kr

홈페이지. <http://www.medrang.co.kr>

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency

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 noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

편집위원장

최보을

한양대학교 의과대학

부편집위원장

류소연

조선대학교 의과대학

하미나

단국대학교 의과대학

염준섭

연세대학교 의과대학

유석현

건양대학교 의과대학

편집위원

고현선

가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원

곽진

질병관리청

권동혁

질병관리청

김동현

한림대학교 의과대학

김수영

한림대학교 의과대학

김원호

질병관리청 국립보건연구원

김윤희

인하대학교 의과대학

김중곤

서울의료원

김호

서울대학교 보건대학원

박영준

질병관리청

박지혁

동국대학교 의과대학

송경준

서울대학교병원운영 서울특별시보라매병원

신다연

인하대학교 자연과학대학

안윤진

질병관리청

안정훈

이화여자대학교 신산업융합대학

엄중식

가천대학교 의과대학

오경원

질병관리청

오주환

서울대학교 의과대학

유영

고려대학교 의과대학

이경주

국립재활원

이선희

부산대학교 의과대학

이윤환

아주대학교 의과대학

이재갑

한림대학교 의과대학

이혁민

연세대학교 의과대학

전경만

삼성서울병원

정은옥

건국대학교 이과대학

정재훈

가천대학교 의과대학

최선화

국가수리과학연구소

최원석

고려대학교 의과대학

최은화

서울대학교어린이병원

허미나

건국대학교 의과대학

사무국

박희빈

질병관리청

안은숙

질병관리청

이희재

질병관리청

원고편집인

구해미

(주)메드랑



학교 기반의 급식·영양교육 프로그램의 개발 및 적용 효과

손금희^{1,2}, 강민지¹, 박정원¹, 이해림¹, 박경희³, 윤단규⁴, 구수경⁴, 임현정^{1,2*}

¹경희대학교 동서의학대학원 의학영양학과, ²경희대학교 임상영양연구소, ³한림대학교 성심병원 가정의학과,

⁴국립보건연구원 만성질환응복합연구부 내분비·신장질환연구과

초 록

소아·청소년의 성장에는 가정, 학교, 지역사회 등 사회·환경적 요소가 복합적으로 관여한다. 학교는 학생들이 하루 중 많은 시간 동안 생활하며 다양한 신체활동과 급식 섭취를 통해 건강한 생활습관이 형성될 수 있는 장소이므로 가장 좋은 중재 장소 중 하나이다. 따라서 본 연구는 학교 기반의 급식·영양교육 모델을 구축한 후 그 효과를 과학적으로 검증하고자 하였다. 초등학교 2, 3학년 478명을 대상으로 6개월 동안 급식 중재와 영양교육으로 구성된 프로그램을 진행하였고 체중 상태에 따라 세 그룹으로 구분하여 프로그램의 효과를 평가하였다. 중재 후 비만도의 분포에 유의미한 변화가 있었다. 저체중군과 정상체중군의 체질량지수 표준점수와 체지방률이 증가하였으나 과체중 이상군에서는 유의적인 변화가 나타나지 않았다. 급식 섭취율은 세 군 모두 유의하게 증가하였고, 식습관 측면에서는 간식 선택 항목이 일부 개선되었다. 본 프로그램을 통해 소아·청소년의 올바른 식습관 형성 및 성장을 위한 체계를 마련하고 추후 현장에서 확산·적용하기 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

주요 검색어: 초등학교; 비만; 급식; 영양교육

서 론

우리나라 소아·청소년의 과체중·비만 유병률은 꾸준히 증가하고 있으며, 2020년 교육부 발표 자료에 따르면 소아·청소년 4명 중 1명이 과체중 이상인 것으로 나타났다[1]. 특히 코로나바이러스감염증-19(코로나19) 팬데믹의 장기화로 인해 2021년 소아·청소년의 비만 진료 건수가 급격하게 증가하였다. 2019년 비만 진료 건수는 9세 이하 1,671건, 10대 2,141건이었으나 2021년에는 9세 이상 3,102건, 10대

4,457건으로 나타나 각각 85.6%, 108.2% 증가하였다[2]. 소아·청소년기 비만은 성인기 비만으로 이행될 수 있고 만성질환 및 합병증 발생의 주요 원인으로 작용하므로 비만 예방 및 관리에 대한 대책이 중요한 상황이다.

교육부에서 시행한 학생건강검사 표본조사 결과, 지난 5년간 초등학교에서 아침식사 결식률(2015년 3.9% → 2019년 5.6%)과 패스트푸드 섭취율(2015년 62.9% → 2019년 68.6%), 음료수 섭취율(2015년 74.6% → 2019년 80.9%) 등 부정적 식습관이 증가하고, 채소 매일 섭취율(2015년 31.9%

Received February 13, 2023 Revised March 16, 2023 Accepted March 20, 2023

*Corresponding author: 임현정, Tel: +82-2-969-7715, E-mail: hjlim@khu.ac.kr

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



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.



KDCA
Korea Disease Control and Prevention Agency

핵심요약

① 이전에 알려진 내용은?

국내 소아·청소년의 과체중 및 비만 유병률은 매년 증가하고 이는 성인 비만으로의 이행뿐 아니라, 적절한 성장에도 영향을 미칠 수 있다. 학교는 학생들이 많은 시간을 보내고 급식과 신체활동을 통해 바람직한 생활습관이 형성될 수 있으므로 비만 예방을 위한 중재에 가장 적합한 장소이다. 하지만 현재 우리나라에서 이를 고려한 연구는 취약하다.

② 새로이 알게 된 내용은?

학교 기반의 급식·영양교육 프로그램을 통해 1) 급식 섭취와 건강한 식습관에 대한 인식의 긍정적 변화를 보였고, 2) 정상체중의 비율이 증가하여 올바른 성장에 효과가 있는 것으로 관찰되었다.

③ 시사점은?

국내에서 최초로 대상자의 특성을 고려한 학교 기반의 급식·영양교육 프로그램을 개발하고 효과를 파악할 수 있었다. 향후 소아·청소년의 올바른 식습관 형성 및 성장을 위한 정책 수립에 기초자료로 활용될 수 있다.

→ 2019년 27.9%), 우유 및 유제품의 매일 섭취율(2015년 51% → 2019년 45%) 등 긍정적 식습관은 감소하였다[1]. 또한 코로나19 팬데믹으로 인해 야외활동이 제한되어 신체활동도 감소하였다. 부정적인 식습관과 불충분한 신체활동은 비만의 위험 요인일 뿐 아니라, 정상적인 성장과 발달에도 영향을 미칠 수 있으므로 성장기의 올바른 식습관 및 생활습관에 대한 체계적인 관리가 필수적이다.

학교는 소아·청소년이 하루 중 가장 많은 시간을 보내며 급식과 신체활동을 통해 바람직한 생활습관이 형성될 수 있는 장소이다. 비만 관리를 비롯한 소아·청소년의 성장은 가정, 학교, 지역사회 등 사회·환경적 요소가 복합적으로 영향을 미치므로 위험 요인의 관리를 위해 학교 기반의 프로그램이 매우 중요하다. 실제 선행연구에 따르면 학교 기반의 소아·청소년 비만 예방 프로그램이 비만 예방과 더불어 건강한 생활 형성에도 효과적인 것으로 나타났다[3]. 그러나 현재 우

리나라는 학교 기반의 급식·영양 관련 프로그램이 부족하고 학교 기반의 식습관 및 생활습관 중재 연구도 부족한 상황이다.

이에 본 연구진은 1) 소아·청소년에 적용할 수 있는 학교 기반의 건강증진 급식·영양교육 프로그램을 개발하여 구축하고, 2) 개발된 프로그램의 효과를 검증한 후, 3) 프로그램을 확산·적용할 수 있는 프로토콜을 제안하고자 하였다.

방 법

1. 연구 대상

수도권 소재의 초등학교를 대상으로 본 연구의 취지를 설명하고 참여 학교를 모집하였다. 참여 의사를 밝힌 서울 강동구 M 초등학교의 2, 3학년 학생 중 학생과 보호자가 자발적으로 참여 동의서를 제출한 478명을 대상으로 프로그램을 진행하였다.

2. 급식·영양교육 프로그램

프로그램은 급식과 영양교육으로 구성하여 6개월 동안 진행하였다(그림 1). 급식 중재는 학교급식의 비만 위험성 평가, 건강 메뉴 개발, 급식 섭취량 모니터링 등으로 구성하였다(표 1). 영양교육은 학생들의 흥미 유발을 위해 카드 뉴스, 웹툰, 동영상 등의 다양한 매체를 사용하여 올바른 식습관을 형성하기 위한 주제로 구성하였다(표 2).

1) 급식 중재

(1) 급식의 비만 위험도 평가 도구 개발

우리나라 학교급식은 학교급식법에 따라 운영되고 있다[4]. 학교급식법의 영양관리기준은 연령·성별에 따른 에너지와 단백질, 비타민, 무기질 등 영양소 제공 기준을 제시하고, 식단관리기준은 튀김류 제공 횟수, 당류·나트륨 저감화 계획에 대한 기준을 제시한다[5]. 따라서 본 연구진은 문헌고찰



그림 1. 학교 기반의 소아·청소년 비만 예방 프로그램 기본 구조

표 1. 학교 기반의 소아·청소년 비만 예방 급식 프로그램

프로그램	방법
급식의 비만 위험도 평가 도구 개발	- 급식 식단의 비만 위험도 평가 도구 개발 - 학교급식 식단 점검 및 개선
급식 섭취량 모니터링	- 인공지능 푸드스캐너를 이용한 학교급식 섭취량 측정 및 분석
건강 메뉴 개발 및 제공	- 메뉴 선호도 및 비만 위험도 평가 결과를 반영한 건강 메뉴 6종을 개발하여 급식으로 제공
급식 정보 통신문 배포	- 비만 예방을 위한 건강한 식습관의 중요성과 실생활에서 실천 가능한 식사요령, 학교에서 제공되는 건강 메뉴 소개 등 비만 예방과 올바른 성장을 위한 급식 정보 통신문을 매월 1회 가정에 배포
급식 환경 개선	- 학생들의 영양 정보에 대한 노출 및 접근성 향상을 위해 급식실 게시판에 식품구성자전거, 이달의 식단표와 같은 영양 정보 등을 게시하여 급식실 환경을 개선

을 통해 비만 발생에 영향을 미치는 영양적 요인과 학교급식법에 제시된 기준을 활용하여 비만 위험도 평가 도구(Obesity Related Risk Ranger, ORRR)를 개발하였다[6-9]. 평가 항목은 비만 관련 고위험 식재료 사용 여부[6], 첨가당 총 함유량[7], 나트륨 총 함유량[8], 지방 총 함유량[9]으로 총 4가지로 구성되었다. ‘비만 관련 고위험군 식재료 사용 여부’ 항목은 2가지 이상 사용 시 5점, 1가지 사용 시 3점의 점수가 부여되

었으며, ‘첨가당’, ‘나트륨’, ‘지방’은 기준 함량 이상 사용된 경우 5점이 부여되었다. 급식 제공 전에 일일 급식 메뉴에 대한 비만 위험도를 평가하여 점수화 한 후 일주일 단위로 합산하여 식단의 비만 위험도를 평가하였다(저위험 <30점, 보통 30-60점, 고위험 ≥60점) (표 3). 이 도구로 평가된 식단 중 고위험에 해당되는 식단은 영양교사와 협의하여 급식 제공 전에 조정되었다.

표 2. 학교 기반의 소아·청소년 비만 예방 영양교육 프로그램

프로그램	방법
건강한 식생활 눈높이 교육	- 올바른 식생활 형성을 위한 초등학교 저학년용 눈높이 맞춤 교육 시행(총 6회) - 교육 주제: 올바른 식습관 형성, 건강한 식품 선택, 비만 예방 - 웹툰, 애니메이션, 카드 뉴스 등 다양한 디지털 매체를 활용하여 학생들의 흥미 유발 및 가정에서의 반복 학습을 유도
온라인 쿠킹클래스	- 가정에서 활용 가능한 건강 메뉴 개발 - 조리전문가가 진행하는 쿠킹클래스 영상 제작 및 가정 배포(총 6회) - 메뉴별 레시피와 영양성분에 대한 정보 제공
미각교육	- 학생들의 선호도가 낮은 채소와 과일에 대한 친밀감을 높이기 위한 미각교육 시행(총 6회) - 가정에서 '새싹 채소 키우기' 활동을 통해 학생들이 직접 채소 성장 관찰일지를 작성함 - 학교에서 '오감으로 표현하는 과일과 채소' 활동을 통해 채소와 과일에 친밀감을 높이고 실제 섭취가 증가될 수 있도록 함
올바른 정보 습득 교육	- 미디어에서 무분별하게 제공하는 정보에 대한 분별력 습득을 위해 미디어 리터러시 개념을 적용한 교육 시행(총 2회) - '미디어 속 올바른 영양정보 찾기'와 '미디어리터러시 실천해보기'를 주제로 카드 뉴스로 제작하여 활용
마음챙김 식사 교육	- 음식의 색깔과 냄새, 질감을 충분히 감상하고 즐기면서 식사에만 집중할 수 있도록 마음챙김 식사 교육 시행(총 2회) - 폭식, 과식 등의 부정적인 식습관을 예방할 수 있는 5가지 식사방법에 대해 교육
가족과 함께하는 영양교육	- 가정에서의 활동 연계를 위해 가족 구성원을 대상으로 세미나 진행(총 2회) - 주제: '우리 아이의 기질 파악하기', '올바른 성장을 위한 식사방법'

표 3. 비만 위험도 평가 도구

항목	기준	점수
고위험군 식재료 사용	≥고위험군 2가지 이상 사용	+5
	고위험군 1가지 사용	+3
	고위험군 사용하지 않음	0
첨가당 총 함유량	≥총 칼로리의 10%	+5
	<총 칼로리의 10%	0
나트륨 총 함유량(mg)	>700	+5
	≤700	0
지방 총 함유량(g)	>20	+5
	≤20	0
결과 ^{a)}	Low: <30, Medium: 30-60, High: >60	

^{a)}일일 학교급식에 대한 비만 위험도 점수를 산정 후 일주일 단위로 합산치를 계산하여 평가함.

(2) 급식 섭취량 모니터링

인공지능 푸드스캐너로 학생들의 급식 섭취량을 매일 측정하였다(그림 2). 본 연구에 사용된 푸드스캐너는 Ai Nuvi Scanner (Nuvi Lab, Seoul, Korea)로 인공지능 기술을 통해 식판에 담긴 음식의 양을 부피로 측정 후 배식량과 잔반량을

활용하여 섭취량을 산출하는 방식이다. 푸드스캐너의 음식 구분 정확도와 부피 측정 정확도는 한국정보통신기술협회에서 사전 검증받았다.

배식 전, 표준 레시피대로 조리된 표준식단을 식판에 담아 스캔한 후 이에 포함된 영양소 정보를 입력하여 모든 급식 메뉴의 부피별 영양성분 데이터베이스를 구축하였다. 식사 전과 후에 학생들이 직접 식판을 스캔하였고, 스캔 시 개인정보가 입력된 전자태그 팔찌를 사용하였다. 푸드스캐너로 측정한 배식량에서 잔반량을 제외하여 섭취량을 산출한 뒤, 구축된 데이터베이스로 학생들이 섭취한 영양소의 양을 환산하였다.

학교급식 섭취의 적정성은 한국인 영양소 섭취 기준에서 제시한 필요 추정량 또는 권장섭취량을 기준으로 실제 섭취량을 백분율로 평가하였다[7]. 분석된 결과는 푸드스캐너의 앱을 통해 학부모와 학생이 실시간으로 직접 확인할 수 있었고, 개인별 종합 분석 결과를 매일 가정으로 배포하였다.

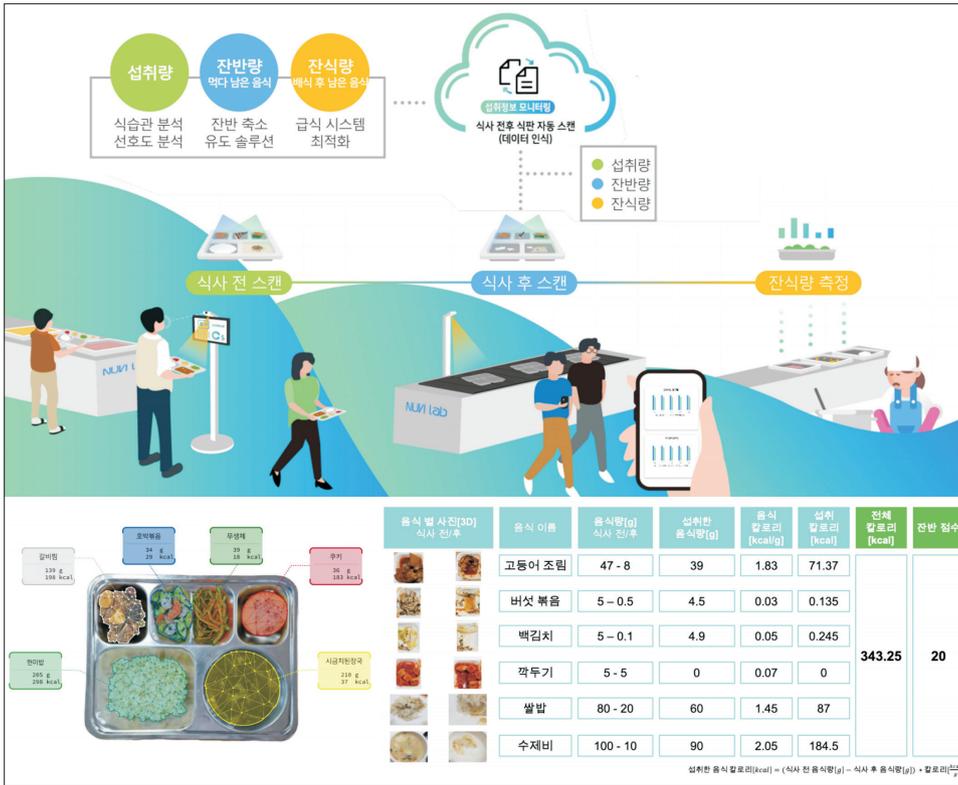


그림 2. 인공지능 푸드스캐너를 이용한 음식 및 열량 섭취량 측정

(3) 건강 메뉴 개발 및 제공

기존 학교 급식 메뉴에 대한 선호도 조사 결과와 비만 위험도 평가 도구를 활용하여 건강 메뉴 6종을 개발하여 급식으로 제공하였다.

(4) 급식 정보 통신문 배포

비만 예방을 위한 건강한 식습관의 중요성과 실생활에서 실천 가능한 식사요령, 학교에서 제공되는 건강 메뉴 소개 등 비만 예방과 올바른 성장을 위한 급식 정보 통신문을 매월 1회 가정에 배포하였다.

(5) 급식 환경 개선

학생들의 영양 정보에 대한 노출 및 접근성 향상을 위해 급식실 게시판에 식품구성사전거, 이달의 식단표와 같은 영양 정보 등을 게시하여 급식 환경을 개선하였다.

2) 영양교육 분야

국내의 문헌고찰을 통해 이론적 근거기반의 영양교육 프로토콜을 수립하였다. 학생들의 행동변화를 위해 '사회인지론(social cognitive theory)'에 근거한 개인·환경적 요인을 제공하고 마인드풀 이팅(mindful eating), 미디어 리터러시(media literacy)와 같은 새로운 개념 중심의 교육 모델을 도입하였다. 교육 주제는 올바른 식습관 형성, 건강한 식품 선택, 비만 예방, 채소와 과일에 대한 선호도 증진과 같은 초등학교에게 중요한 식습관 형성을 목표로 구성하였다. 또한, 교육의 효과를 최대화하기 위해 웹툰, 애니메이션, 카드뉴스, 동영상 등 대상자 눈높이에 맞는 다양한 교육자료를 제작하여 제공하였다. 웹툰, 애니메이션과 같은 미디어 기반의 영양교육은 매월 2회 이상 시행되었으며 학교 수업시간을 이용한 대면 수업이 총 2회 진행되었다.

(1) 건강한 식생활 눈높이 교육

올바른 식생활 형성을 위해 초등학교 저학년용 눈높이 맞

춤 교육 콘텐츠를 개발하여 총 6회 교육하였다. 교육 주제는 올바른 식습관 형성, 건강한 식품 선택, 비만 예방으로 구성하였으며, 학생들의 흥미 유발 및 가정에서의 반복 학습을 위해 웹툰, 애니메이션, 카드 뉴스 등 다양한 디지털 매체를 활용하였다.

(2) 온라인 쿠킹클래스

가정에서 활용 가능한 건강 메뉴를 개발한 후 쿠킹클래스 영상으로 제작하여 총 6회 가정에 배포하였다. 쿠킹클래스는 조리전문가가 진행하였으며, 메뉴별 레시피와 영양성분에 대한 정보를 함께 제공하였다.

(3) 미각교육

학생들의 선호도가 낮은 채소와 과일에 대한 친밀감을 높이기 위해 미각교육을 총 6회 진행하였다. 가정에서 '새싹 채소 키우기' 활동을 통해 학생들이 직접 채소 성장 관찰일지를 작성하였고, 학교에서 '오감으로 표현하는 과일과 채소' 활동을 통해 채소와 과일에 친밀감을 높이고 실제 섭취가 증가될 수 있도록 하였다.

(4) 올바른 정보 습득 교육

미디어에서 무분별하게 제공하는 정보에 대한 분별력을 가질 수 있도록 미디어 리터러시 개념을 적용하여 총 2회 교육하였다. '미디어 속 올바른 영양정보 찾기'와 '미디어리터러시 실천해보기'를 주제로 카드 뉴스를 제작하여 활용하였다.

(5) 마음챙김 식사 교육

음식의 색깔과 냄새, 질감을 충분히 감상하고 즐기면서 식사에만 집중할 수 있도록 마음챙김 식사에 대해 교육하였다. 이 과정을 통해 폭식, 과식 등의 부정적인 식습관을 예방할 수 있는 5가지 식사방법을 총 2회 교육하였다.

(6) 가족과 함께하는 영양교육

가정에서의 활동 연계를 위해 가족 구성원을 대상으로 '우리 아이의 기질 파악하기'와 '올바른 성장을 위한 식사방법'에 대한 세미나를 2회 진행하였다.

3. 프로그램 효과 평가

프로그램의 효과를 평가하기 위해 키와 체중을 포함한 신체측측과 설문지를 통한 평소 식습관 및 생활습관 조사를 중재 전후로 시행하였으며, 학교급식 섭취율 및 영양소 섭취량을 매일 측정 후 월 평균값으로 평가하였다.

4. 통계분석

본 연구에서 수집된 자료의 통계처리는 IBM SPSS Statistics 26.0 for Windows (IBM Corp., Armonk, NY, USA) 프로그램을 사용하여 분석하였다. 대상자의 비만도 분포는 McNemar-Bowker test를 통해 전후 비만도 분포의 유의적인 차이를 검정하였다. 대상자의 BMI z-score, 체지방률, 학교급식 섭취율 및 영양소 섭취량은 평균과 표준편차로 나타냈으며, paired t-test를 통해 전후 유의적인 차이를 검정하였다. 세 군 간의 변화량 차이는 one-way ANOVA를 통해 유의적인 차이를 검정하였으며, 사후분석은 Games-Howell method를 사용하였다. 대상자의 월 평균 급식 섭취율 변화는 repeated measures ANOVA를 통해 시간에 따른 변화가 군 간에 유의한 차이가 있는지 검정하였다. 대상자의 간식 선호도는 응답 비율을 퍼센트로 나타냈으며, McNemar-Bowker test를 통해 전후 응답 분포의 유의적인 차이를 검정하였다. 모든 통계량의 유의수준은 $p < 0.05$ 수준에서 검정하였다.

결 과

연구에 동의한 478명 중 중도 탈락한 23명을 제외한 455명의 데이터를 분석하였다. 최종 대상자 중 신체측측 450명

표 4. 프로그램 전후 비만도 관련 지표의 변화

변수	전체(n=450)			저체중(n=44)			정상체중(n=331)			과체중 및 비만(n=75)		
	전	후	p-value	전	후	p-value	전	후	p-value	전	후	p-value
비만도 ^{a)}			0.001 ^{b)}			N/A ^{d)}			N/A			N/A
저체중	44 (9.8)	27 (6.0)		44 (100.0)	24 (54.5)		0 (0.0)	3 (0.9)		0 (0.0)	0 (0.0)	
정상체중	331 (73.6)	344 (76.4)		0 (0.0)	20 (45.5)		331 (100.0)	315 (95.2)		0 (0.0)	9 (12.0)	
과체중 및 비만	75 (16.7)	79 (17.6)		0 (0.0)	0 (0.0)		0 (0.0)	13 (3.9)		75 (100.0)	66 (88.0)	
체질량지수 표준점수	-0.1±1.2	0.0±1.1	<0.001 ^{c)}	-1.95±0.27	-1.74±0.36	<0.001	-0.25±0.67	-0.16±0.71	<0.001	1.75±0.60	1.74±0.67	0.741
체지방률(%)	21.5±7.8	22.9±7.6	<0.001 ^{c)}	12.78±3.32	14.47±3.85	<0.001	19.95±5.60	21.47±5.69	<0.001	33.49±4.22	33.96±4.84	0.160

단위: 빈도(%), 평균값±표준편차. ^{a)}비만도는 2017 소아청소년 성장도표에 따라 성별-연령별 체질량지수에 따라 분류되었다(저체중, 체질량지수 <5 백분위수; 정상체중, 체질량지수 5-84백분위수; 과체중, 체질량지수 85-94백분위수; 비만, 체질량지수 ≥95백분위수). ^{b)}그룹 내 비교는 McNemar-Bowker test를 이용하여 분석됨(p-value <0.05). ^{c)}그룹 내 비교는 paired t-test를 이용하여 분석됨(p-value <0.05). ^{d)}Not applicable: 빈도에 0을 포함하고 있어 분석이 불가함.

(99%), 학교급식 섭취량 363명(80%), 식습관 364명(80%)이 분석에 포함되었다. 대상자는 중재 시작점의 체중을 기준으로 2017년 소아청소년 성장도표의 성별-연령별 체질량지수 백분위수에 따라 저체중군(5 백분위수 미만), 정상체중군(5 백분위수 이상, 85 백분위수 미만), 과체중 이상군(85 백분위수 이상)으로 분류하였다.

1. 비만도 관련 지표 변화

프로그램 전후 비만도 관련 지표의 결과 비교는 표 4와 같다.

1) 비만도 분포

중재 전 저체중군은 44명(9.8%), 정상체중군 331명(73.6%), 과체중 이상군 75명(16.7%)이었으나, 중재 후에는 저체중군 27명(6.0%), 정상체중군 344명(76.4%), 과체중 이상군 79명(17.6%)로 나타나 중재 전후 비만도 분포가 유의하게 변화하였다(p=0.001).

2) 체질량지수 표준점수(BMI z-score)

체질량지수 표준점수는 중재 후 저체중군(-1.95±0.27 → -1.74±0.36, p<0.001)과 정상체중군(-0.25±0.67 → -0.16±0.71, p<0.001)에서 증가하였으나, 과체중 이상군(1.75±0.6 → 1.74±0.67, p=0.741)에서는 유의한 변화가 없었다.

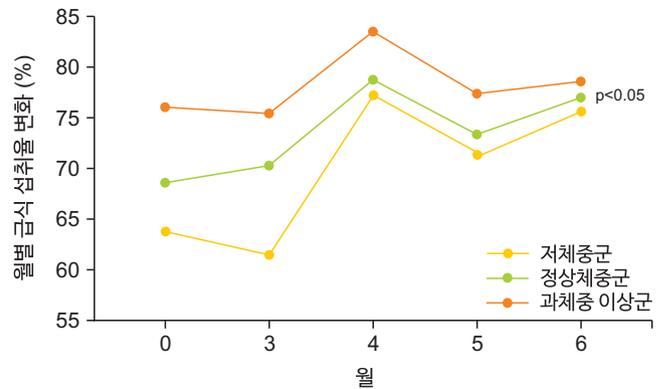


그림 3. 월별 급식 섭취율 변화

3) 체지방률

체지방률은 중재 후 저체중군(12.78±3.32% → 14.47±3.85%, p<0.001)과 정상체중군(19.95±5.60% → 21.47±5.69%, p<0.001)에서 증가한 반면, 과체중 이상군(33.49±4.22% → 33.96±4.84%, p=0.160)에서는 증가하지 않았다.

2. 학교급식 섭취량 및 식습관

1) 학교급식 섭취량

개인별 배식량 대비 실제 섭취량을 계산하여 월 평균 급식 섭취율을 중재 전후로 비교한 결과, 중재 후 세 군 모두 유의하게 증가하였다(그림 3). 저체중군은 63.7±10.0%에서 75.6±5.1% (p<0.001)로, 정상체중군은 68.8±11.7%에서 76.8±6.0% (p<0.001)로, 과체중 이상군은 75.2±10.9%에

서 78.5±6.2% (p=0.011)로 증가하였다. 급식 섭취율 증가는 저체중군 11.9±7.7%, 정상체중군 8.0±10.6%, 과체중 이상군 3.3±9.5%로 저체중군이 가장 많이 증가하고 과체중 이상군이 가장 적게 증가하였다(p<0.001).

급식 섭취량이 증가함에 따라 세 군 모두 대부분의 영양소 섭취량이 증가하였다(표 5). 중재 전후 비교 시, 에너지 섭취량은 저체중군이 333.2±64.4 kcal에서 424.8±38.1 kcal (p<0.001)로, 정상체중군은 352.9±65.1 kcal에서 438.0±49.5 kcal (p<0.001)로, 과체중 이상군은 403.0±59.2 kcal에서 464.6±51.2 kcal (p<0.001)로 증가하였으며, 증가율은 저체중군이 31.1±21.8%로 나타나 과체중 이상군의 17.9±22.7%보다 더 크게 나타났다(p=0.007). 중재 전후 비교 시, 지방 섭취량은 저체중군(9.4±2.1 g → 11.2±1.6 g, p<0.001)과 정상체중군(10.2±2.2 g → 11.2±2.0 g, p<0.001)에서만 유의적으로 증가하였으며 과체중 이상군(12.1±2.0 g → 12.2±1.8 g, p=0.810)에서는 유의적인 변화가 없었다.

2) 간식 선호도

중재 후 정상체중군과 과체중 이상군에서 과일, 우유 및 유제품과 같은 자연식품에 대한 선호도가 증가하고(정상 체

중군: 27.8% → 31.7%, p<0.001; 과체중 이상군: 23.1% → 34.2%, p=0.048), 가당 식품에 대한 선호도는 감소하였다(정상체중군: 24.1% → 19.6%, p<0.001; 과체중 이상군: 25.6% → 22.2%, p=0.048). 특히 과체중 이상군에서 인스턴트 식품 및 패스트푸드, 분식류의 선호도가 20.5%에서 12.8%로 감소하였다(p=0.048).

논 의

본 연구는 영양학적, 임상적 근거를 토대로 학교 기반의 급식·영양교육 프로그램을 개발하여 초등학교의 올바른 성장에 대한 효과를 평가하였다. 급식 중재와 영양교육을 함께 구성하여 6개월 동안 눈높이 맞춤 프로그램을 진행한 결과 급식 섭취가 긍정적으로 변화였고, 간식 선택에 대한 식습관이 개선됨을 확인하였다. 중재 후 정상 체중인 학생의 비율이 증가하였으며, 저체중과 정상 체중인 학생들에서 체질량지수 표준점수와 체지방률이 증가한 반면 과체중 이상인 학생들에서는 변화가 없었다. 이는 본 프로그램이 정상체중으로의 회복에 긍정적인 영향을 준 것으로 볼 수 있다.

프로그램 시행 전 대상자들의 비만도를 분석한 결과, 과체중 이상인 학생들의 비율이 16.7%로 '2019 학생 건강검사

표 5. 프로그램 전후 학교급식 섭취량의 비교

항목	전체(n=363)			저체중 ^a (n=36)			정상체중 ^b (n=271)			과체중 및 비만 ^c (n=56)			p-value ^{b)}
	Before	After	p-value ^{a)}	Before	After	p-value ^{a)}	Before	After	p-value ^{a)}	Before	After	p-value ^{a)}	
급식 섭취율(%)	69.3±11.7	76.9±5.9	<0.001	63.7±10.0	75.6±5.1	<0.001	68.8±11.7	76.8±6.0	<0.001	75.2±10.9	78.5±6.2	0.011	<0.001 (c<a,c<b)
에너지 (kcal)	358.6±67.0	440.8±49.8	<0.001	333.2±64.4	424.8±38.1	<0.001	352.9±65.1	438.0±49.5	<0.001	403.0±59.2	464.6±51.2	<0.001	0.007 (c<a,c<b)
탄수화물 (g)	52.7±9.7	68.9±7.7	<0.001	49.7±9.5	65.9±6.0	<0.001	51.9±9.5	68.6±7.6	0.001	58.3±8.6	72.3±8.0	<0.001	0.046 (c<b)
단백질(g)	14.8±3.0	17.7±2.7	<0.001	13.6±2.7	16.8±1.8	<0.001	14.6±2.9	17.6±2.8	<0.001	16.8±2.7	18.6±2.5	<0.001	0.018 (c<a,c<b)
지방(g)	10.4±2.3	11.4±2.0	<0.001	9.4±2.1	11.2±1.6	<0.001	10.2±2.2	11.2±2.0	<0.001	12.1±2.0	12.2±1.8	0.810	0.005 (c<a)
칼슘(mg)	88.1±19.5	96.8±21.4	<0.001	81.2±13.8	93.0±15.4	0.001	86.6±19.2	97.2±21.6	<0.001	99.7±19.6	97.6±23.5	0.562	0.002 (c<a,c<b)

단위: 평균값±표준편차. ^{a)}그룹 내 비교는 paired t-test를 이용하여 분석됨(p-value <0.05). ^{b)}그룹의 변화량 차이는 one-way ANOVA를 이용하여 분석됨 (p-value <0.05). ^{a,b,c}사후분석은 Games-Howell method를 이용함.

표본통계' [1]에 제시된 국내 초등학생의 과체중 이상 비율인 24.7%에 비해 다소 낮았고, 저체중인 학생들의 비율은 9.8%로 국내 초등학생의 저체중 비율인 5.5%에 비해 높게 나타났다. 따라서, 비만 증재보다 초등학생의 올바른 성장과 건강한 식생활 형성을 위한 내용으로 프로그램을 구성하였다.

학생들은 프로그램 시작 전 시행된 신체계측을 통해 자신의 성장 정도와 비만도를 정확하게 알 수 있었기 때문에, 6개월 동안 진행된 눈높이 맞춤 영양교육에서 비만도에 따라 자신에게 적합한 정보를 선택적으로 습득할 수 있었던 것으로 생각된다. 특히, 학교에서 비만도에 따라 급식 메뉴를 다르게 제공할 수는 없었지만 인공지능 푸드스캐너로 자신의 급식 섭취량을 매일 모니터링하면서 교육을 통해 습득한 지식이 실제적인 행동 변화로 이어질 수 있었던 것으로 생각된다. 또한, 본 프로그램은 6개월 동안 학생과 주양육자에게 미디어 기반의 영양교육자료를 제공하거나 학교 수업 중 영양교육을 시행하여 영양교육에 반복적으로 노출시켰고, 가족 참여세미나를 개최하는 등 가정과의 연계를 통해 다인성 개입을 시도함으로써 학생들의 건강 식생활 형성을 목적으로 한 프로그램 효과를 최대화할 수 있었던 것으로 사료된다.

본 연구에서 개발한 학교 기반의 급식·영양교육 프로그램은 건강한 성장을 목표로 다양한 비만도를 가진 학생들이 함께 모인 초등학교에서 효과적일 수 있음이 입증되었다. 그러나, 더 많은 기관으로의 확산을 위해서는 사회적·경제적·제도적 정책 마련이 뒷받침되어야 할 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서 도출된 결과는 향후 소아·청소년의 건강한 식습관 형성 및 올바른 성장을 위한 제도 및 정책 마련에 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

Declarations

Ethics Statement: The study was approved by the Institutional Review Board of the Kyung Hee University (IRB no.

KHGIRB-21-281). The informed consent was waived.

Funding Source: This research was supported by a fund (No. 2020ER640102) by Research of Korea Disease Control and Prevention Agency.

Acknowledgments: None.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Author Contributions: Conceptualization: KHP, HL. Data curation: JP. Formal analysis: JP. Investigation: KS, JP. Methodology: KS, MK, JP, HLL. Project administration: KS, KHP, HL. Supervision: KHP, HL. Writing – original draft: KS, MK, HLL. Writing – review & editing: KS, MK, HLL, DY, SK, HL.

References

1. Korea Ministry of Education Press Release [Internet]. Ministry of Culture, Sports and Tourism; 2020 [cited 2022 Oct 25]. Available from: <https://url.kr/pqm3aj>
2. Health Insurance Review & Assessment Service [Internet]. Health Insurance Review & Assessment Service; 2022 [cited 2022 Oct 25]. Available from: <https://www.hira.or.kr/bbsDummy.do?pgmid=HIRAA020041000100&brdScnBltno=4&brdBltno=10575&pageIndex=1>
3. Moon KJ, Kim HY. Effects of brown rice-vegetable school meal program on subjective health status, BMI and hematological parameters among high school students. *J Korea Acad Ind Cooper Soc* 2015;16:7385-93.
4. Ministry of Education. Enforcement Decree of the School Meals Act [Internet]. Korea Ministry of Government Legislation; 2021 [cited 2022 Oct 25]. Available from: <https://url.kr/trm918>
5. Ministry of Education. Enforcement Rule of the School Meals Act [Internet]. Korea Ministry of Government Legislation; 2021 [cited 2022 Oct 25]. Available from: <https://url.kr/6dbucl>
6. Schlesinger S, Neuenschwander M, Schwedhelm C, et al. Food groups and risk of overweight, obesity, and weight

- gain: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *Adv Nutr* 2019;10:205-18.
7. Ministry of Health and Welfare, The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans 2020. Ministry of Health and Welfare; 2020.
 8. Moosavian SP, Haghghatdoost F, Surkan PJ, Azadbakht L. Salt and obesity: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Int J Food Sci Nutr* 2017;68:265-77.
 9. Hooper L, Abdelhamid A, Moore HJ, Douthwaite W, Skeaff CM, Summerbell CD. Effect of reducing total fat intake on body weight: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials and cohort studies. *BMJ* 2012;345:e7666.

Development and Effectiveness Evaluation of School-based Program Combined School Meal and Nutrition Education

Kumhee Son^{1,2}, Minji Kang¹, Jungwon Park¹, Haelim Lee¹, Kyung Hee Park³, Dankyu Yoon⁴, Soo Kyung Koo⁴, Hyunjung Lim^{1,2*}

¹Department of Medical Nutrition, Graduate School of East-West Medical Science, Kyung Hee University, Yongin, Korea

²Research Institute of Medical Nutrition Nutrition, Kyung Hee University, Seoul, Korea

³Department of Family Medicine, Hallym University Sacred Heart Hospital, Anyang, Korea

⁴Division of Endocrine and Kidney Disease Research, Department of Chronic Disease Convergence Research, National Institute of Health, Osong, Korea

ABSTRACT

Social and environmental factors such as families, schools, and communities are complexly involved in the growth of children and adolescents. School is one of the best places to mediate because it is a place where students live for many hours of the day and healthy lifestyles can be formed through various physical activities and school meals. Therefore, this study aimed to scientifically the effect after establishing a school-based meal intervention and nutrition education model. A program consisting of meal intervention and nutrition education was conducted for 6 months for 478 second and third graders of elementary school. The effectiveness of the program was evaluated by dividing it into three groups according to weight status. After intervention, there was a significant change in the distribution of obesity. The BMI z-score and body fat rates in the underweight and normal weight groups increased, and there was no significant change in the overweight group. The school meal intake rate increased significantly in all three groups, and some snack choices improved in terms of eating habits. Through this program, it can be used as basic data for establishing a system for the formation and growth of proper eating habits of children and adolescents and spreading and applying them in the field in the future.

Key words: Primary school; Obesity; School meal; Nutrition education

*Corresponding author: Hyunjung Lim, Tel: +82-2-969-7715, E-mail: hylim@khu.ac.kr

Introduction

The prevalence of overweight and obesity in children and adolescents in the Republic of Korea (ROK) has been on a steady increase. According to the data released by the Ministry of Education in 2020, one in four children and adolescents is overweight [1]. Due to the prolonged COVID-19 pandemic,

obesity treatments for children and adolescents increased rapidly in 2021. In 2019, the number of obesity treatments was 1,671 among children under the age of 9 and 2,141 among teenagers. Moreover, in 2021, there were 3,102 cases under the age of 9 and 4,457 cases among teenagers, corresponding to an increase of 85.6% and 108.2%, respectively [2]. Obesity in childhood and adolescence can persist into adulthood,

Key messages

① What is known previously?

The prevalence of overweight and obesity among Korean children and adolescents is increasing. Schools are the most suitable places for intervention because they form desirable lifestyles through meals and physical activities. However, such research is insufficient in Korea.

② What new information is presented?

Through school-based meal service and nutrition education intervention, it showed a positive change in perception of school meals and healthy eating habits, and increased the proportion of normal weight, proving that it is effective for proper growth.

③ What are implications?

In Korea, school-based meal and nutrition education programs were developed and the effects were identified, which can be used as basic data for policy establishment.

and it is a major cause of chronic diseases and complications. Therefore, it is important to develop strategies for the prevention and management of obesity.

The result of the student health examination sample survey conducted by the Ministry of Education showed that in the past 5 years, negative eating habits among elementary school students, such as skipping of breakfast (3.9% in 2015 to 5.6% in 2019), fast food intake (62.9% in 2015 to 68.6% in 2019), and beverage intake (74.6% in 2015 to 80.9% in 2019) have increased, whereas positive eating habits, such as daily intake of vegetables (31.9% in 2015 to 27.9% in 2019) and daily intake of milk and dairy products (51% to 45% in 2015) have decreased [1]. In addition, outdoor activities were restricted because of the COVID-19 pandemic, which decreased physical activity. Negative eating habits and insufficient physical activity are not only risk factors for obesity, but can also affect normal

growth and development; hence, systematic management of proper eating and lifestyle habits during the growing period is essential.

A school is where children and adolescents spend most of their time during the day, and a desirable lifestyle can be formed through meals and physical activities. School-based programs are very important for managing risk factors because social and environmental factors, such as family, school, and community, have a complex effect on proper growth. According to a previous study, the school-based obesity prevention program for children and adolescents was found to be effective not only in preventing obesity but also in forming a healthy diet [3]. However, currently, there is a lack of school-based food service and nutrition-related programs in the ROK, and studies on school-based dietary and lifestyle interventions are also lacking.

Therefore, this study aimed to (1) develop and implement a school-based health promotion meal and nutrition education program that can be applied to children and adolescents, (2) verify the effect of the developed program, and (3) suggest a protocol for expanding and applying the developed program.

Methods

1. Study subjects

The purpose of this study was explained to elementary schools in the metropolitan area, and students were recruited from the participating schools. Among 2nd and 3rd grade students at M Elementary School in Gangdong-gu, Seoul, who expressed their intention to participate, 478 students were enrolled in the program after the students and their parents/guardians voluntarily completed a consent form.

2. Meals and nutrition education program

The program involved 6 months of meal service and nutrition education (Figure 1). The meal service intervention comprised obesity risk assessment of school lunches, healthy menu development, and meal intake monitoring (Table 1). The nutrition education included topics to form good eating habits using various media, such as card news, webtoons, and videos to increase students' interest (Table 2).

1) Meal service intervention

(1) Development of an obesity risk assessment tool for meal service

School meal services in the ROK are operated according to the School Meals Act [4]. The School Meals Act's Nutrition Management Standards outline the requirements for providing adequate nutrition in terms of energy, protein, vitamins, and minerals, taking into account age and gender. The Diet

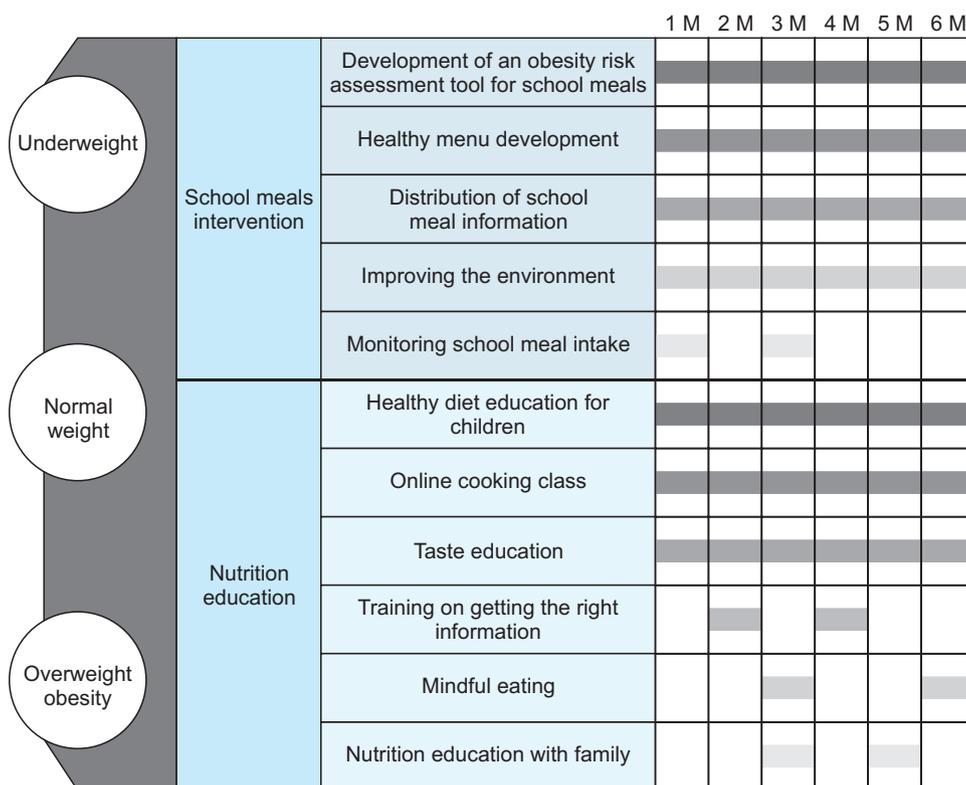


Figure 1. Overview of school-based program for preventing obesity in children and adolescents

Table 1. The school meal intervention program for preventing obesity in children and adolescents

Program	Contents
Development of an obesity risk assessment tool for school meals	- Development of a tool for evaluating obesity risk in school meals - Inspection and improvement of school meals
Monitoring school meal intake	- Measurement and analysis of school meal intake using artificial intelligence food scanner
Healthy menu development	- Development of 6 health menus reflecting the results of menu preference and obesity risk assessment
Distribution of school meal information	- Dissemination of school meal information on obesity prevention and proper growth to households
Improving the environment	- Post nutritional information such as food composition bicycles and this month's menu on the cafeteria bulletin board

Table 2. The nutrition education program for preventing obesity in children and adolescents

Program	Contents
Healthy diet education for children	<ul style="list-style-type: none"> - Implementation of customized education for the lower grades of elementary school to form a proper diet (6 times) - Topics: forming proper eating habits, choosing healthy food, and preventing obesity. - Utilizing various digital media such as webtoons and animations to induce students' interest and repeat learning at home.
Online cooking class	<ul style="list-style-type: none"> - Develop a health menu that can be practiced at home - Cooking class video production and home distribution (6 times) - Providing information on recipes and nutritional ingredients by menu
Taste education	<ul style="list-style-type: none"> - Implementation of taste education to increase students' intimacy with vegetables and fruits with low preference (6 times) - Complete a diary of the growth of sprout vegetables at home - Implementation of fruit and vegetable education expressed with five senses in schools
Training on getting the right information	<ul style="list-style-type: none"> - Implementation of media literacy education to acquire information discernment (2 times) - Topics: finding the right nutrition information in the media, practicing media literacy
Mindful eating	<ul style="list-style-type: none"> - Provide mindfulness meal education to focus on meals (2 times) - Training on five ways to eat to prevent negative eating habits such as binge eating and overeating
Nutrition education with family	<ul style="list-style-type: none"> - Conducting seminars for family members for family-linked education (2 times) - Topic: understanding my child's temperament, eating method for proper growth

Management Standards specify the recommended frequency of serving fried foods and strategies for reducing sugar and sodium intake [5]. Therefore, the researchers in this study developed an obesity risk assessment tool (Obesity Related Risk Ranger, ORRR) using the nutritional factors that affect obesity and the criteria presented in the School Meals Act through a literature review [6-9]. Four items were evaluated, which included the use of high-risk food ingredients related to obesity [6], the total amount of added sugars [7], the total amount of sodium [8], and the total amount of fat [9]. For the item 'Use of high-risk food ingredients related to obesity,' 5 points were given when two or more ingredients were used and 3 points were given when one ingredient was used. Before providing meals, the risk of obesity for daily meal menus was evaluated and scored and then added up weekly to evaluate the risk of obesity in the diet (low risk <30 points, normal 30-60 points,

high risk ≥60 points) (Table 3). Among the diets evaluated by this tool, the high-risk diets were adjusted before providing meals in consultation with nutrition teachers.

(2) Monitoring of meal intake

The meal intake of the students was measured daily with an artificial intelligence food scanner (Figure 2). The food scanner used in this study was the AI Nuvi Scanner (Nuvi Lab, Seoul, Korea), which measured the amount of food on a plate by volume through artificial intelligence technology and then calculated the amount of food intake by using the amount of food served and leftovers. The accuracy of food classification and volume measurement by the food scanner has been verified by the Korea Telecommunications Technology Association.

Before serving, a standard diet prepared according to the standard recipe was put on a plate and scanned. Next, the

Table 3. Obesity Related Risk Ranger (ORRR)

Category	Standard	Score
Use of high-risk food ingredients	≥Use more than two high-risk groups	+5
	Use one high-risk groups	+3
	No use high-risk groups	0
Total added sugar contents	≥10% of total calories	+5
	<10% of total calories	0
Total sodium contents (mg)	>700	+5
	≤700	0
Total fat contents (g)	>20	+5
	≤20	0
Results ^{a)}	Low: <30, Medium: 30-60, High: >60	

^{a)}The obesity risk score for school meals per day is calculated, and the combined value is calculated and evaluated on a weekly basis.

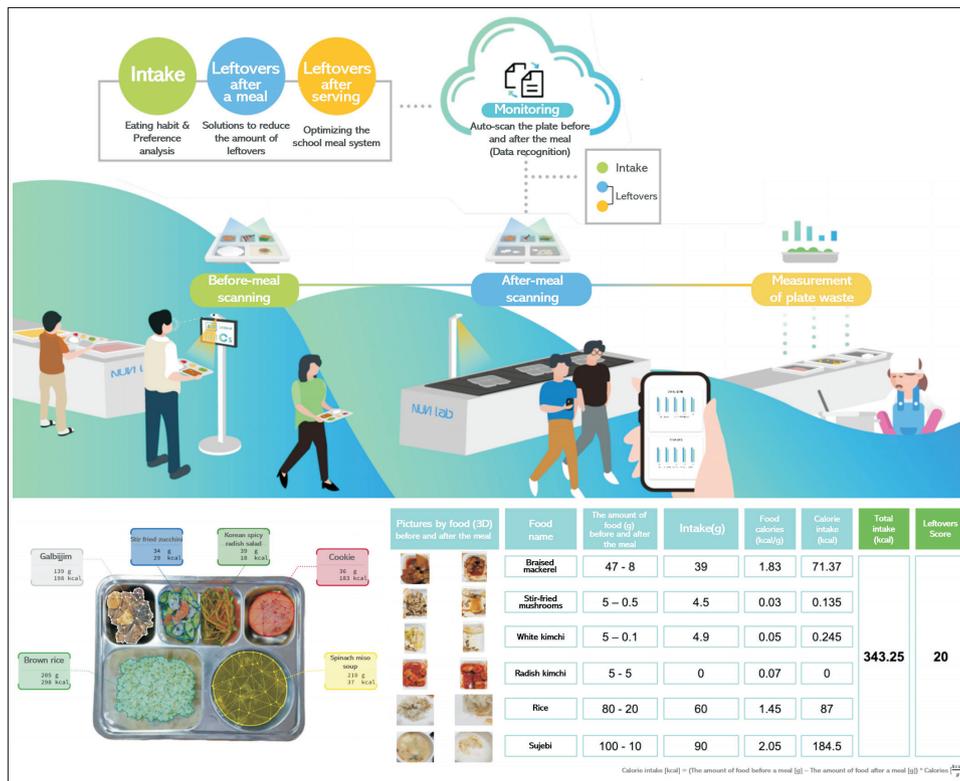


Figure 2. Measurement of food and energy intakes using an artificial intelligence food scanner

nutrient information was entered to establish a database of nutritional components by volume of all meal menus. Before and after meals, students scanned the food trays themselves and used electronic tag bracelets with personal information. After calculating the amount of intake by excluding leftovers from the amount of food measured with a food scanner, the

amounts of nutrients consumed by the students were recorded into a database.

The adequacy of school lunch intake was evaluated as a percentage of the actual intake based on the estimated or recommended intake presented in the Nutrient Intake Standards for Koreans [7]. Parents and students directly checked the

analyzed results in real-time through the food scanner app, and the individual comprehensive analysis results were distributed to households every month.

(3) Development and provision of a healthy menu

Six healthy menus were developed and provided as school lunches using the results of a preference survey on existing school meal menus and an obesity risk assessment tool.

(4) Distribution of letters on meal information

Letters containing meal information for obesity prevention and proper growth, such as the importance of healthy eating habits to prevent obesity, dietary tips that can be practiced in real life, and the introduction of healthy menus provided at schools, were distributed to households once a month.

(5) Improvement of the meal service environment

To improve the exposure and accessibility of students to nutrition information, the meal service environment was improved by posting nutrition information, such as food composition and monthly menus, on the cafeteria bulletin board.

2) Nutrition education

A theoretical evidence-based nutrition education protocol was established through a literature review of studies in the ROK and other countries. To change the behavior of the students towards food, the 'social cognitive theory' was adopted to explore the personal and environmental factors. New concept-oriented education models, such as mindful eating and media literacy, were introduced. The educational topics were organized to address important eating habits for elementary school students, such as forming good eating habits, selecting healthy

food, preventing obesity, and promoting a preference for vegetables and fruits. In addition, to maximize the effect of education, various educational materials, such as webtoons, animations, card news, and videos that suited the target audience, were provided. Media-based nutrition education using different resources, such as webtoons and animations, was conducted more than twice a month, and in-person classes were conducted twice.

(1) Education on healthy eating to suit the target audience

To form a healthy eating life, educational content tailored to the level of the students at the lower grades in elementary schools was developed and taught a total of six times. The educational topics comprised good eating habits, selection of healthy food, and obesity prevention. Various digital media, such as webtoons, animations, and card news, were produced to stimulate students' interest and for repeated learning at home.

(2) Online cooking class

After developing a healthy menu that can be used at home, a cooking class video was produced and distributed to households. A culinary expert conducted the cooking class, providing information on recipes and nutritional information for each menu.

(3) Taste education

Vegetables and fruits are less preferred by students; hence, a total of six sessions of taste education were conducted to increase students' interest in this class of food. Students kept diaries on vegetable growth observation through the 'Growing

Sprout Vegetables' activity at home and the 'Fruits and Vegetables Expressed with the Five Senses' activity at school, which improved their familiarity with vegetables and fruits and increased actual intake.

(4) Training to acquire correct information

Two training sessions on media literacy were conducted to educate students on how to discern information indiscriminately provided by the media. Card news was produced and used under the themes of 'Finding the right nutrition information in the media' and 'Practice media literacy.'

(5) Education on mindful eating

The students were educated on mindful eating to teach them how to fully appreciate and savor the color, smell, and texture of food while eating. Through this process, five eating methods that can prevent negative eating habits, such as binge eating and overeating, were taught twice.

(6) Nutrition education with family

To link with activities at home, two seminars were held for family members on 'Understanding my child's temperament' and 'How to eat for proper growth.'

3. Evaluation of program effectiveness

To evaluate the program's effectiveness, body measurements, including height and weight, eating habits, and lifestyle surveys through questionnaires were conducted before and after the intervention. School lunch and nutrient intake were measured daily and evaluated as monthly averages.

4. Statistical analysis

Statistical analysis of the data collected in this study was conducted using the IBM SPSS Statistics 26.0 for Windows (IBM Corp., Armonk, NY, USA). The obesity distribution was tested for significant differences in before and after using the McNemar–Bowker test. The BMI z-score, body fat percentage, school meal intake rate, and nutrient intake were calculated and expressed as mean±standard deviation, and significant differences before and after the intervention were tested through paired t-tests. The significant differences among the three groups were tested by one-way ANOVA, and the Games–Howell method was used for post-hoc analysis. Changes in the average monthly meal intake of the subjects were tested through repeated measures ANOVA to see if there were significant differences between the groups over time. The snack preference was described as a percentage of the response, and the significant difference in response distribution before and after the intervention was tested through the McNemar–Bowker test. The significance level of all statistics was tested at the $p < 0.05$ level.

Results

Of the 478 students who agreed to participate in the study, 455 subjects were included in the analysis, excluding 23 who dropped out. Among the final subjects, 450 students (99%) were included for the analysis of body measurements, 363 students (80%) for the analysis of school meal intake, and 364 students (80%) for the analysis of eating habits. Based on the weight at the start of the intervention, the subjects were classified as underweight (<5th percentile), normal weight (5th percentile, <85th percentile), or overweight (≥ 85 th percentile)

Table 4. Changes in obesity related variables before and after program

Variable	All (n=450)			Underweight group (n=44)			Normal weight group (n=331)			Overweight and obese group (n=75)		
	Before	After	p-value	Before	After	p-value	Before	After	p-value	Before	After	p-value
Obesity degree ^{a)}			0.001 ^{b)}			N/A ^{d)}			N/A			N/A
Underweight	44 (9.8)	27 (6.0)		44 (100.0)	24 (54.5)		0 (0.0)	3 (0.9)		0 (0.0)	0 (0.0)	
Normal weight	331 (73.6)	344 (76.4)		0 (0.0)	20 (45.5)		331 (100.0)	315 (95.2)		0 (0.0)	9 (12.0)	
Overweight and Obesity	75 (16.7)	79 (17.6)		0 (0.0)	0 (0.0)		0 (0.0)	13 (3.9)		75 (100.0)	66 (88.0)	
BMI z-score	-0.1±1.2	0.0±1.1	<0.001 ^{c)}	-1.95±0.27	-1.74±0.36	<0.001	-0.25±0.67	-0.16±0.71	<0.001	1.75±0.60	1.74±0.67	0.741
Body fat mass (%)	21.5±7.8	22.9±7.6	<0.001 ^{c)}	12.78±3.32	14.47±3.85	<0.001	19.95±5.60	21.47±5.69	<0.001	33.49±4.22	33.96±4.84	0.160

Values are presented as number (% or mean ± standard deviation. ^{a)}Obesity degree was classified according to the percentile by gender and age in the 2017 Children and Adolescent Growth Chart of the Korea Disease Control and Prevention Agency (underweight, body mass index [BMI] <5th percentile; normal weight, BMI 5–84th percentile; overweight, BMI 85–94th percentile; obesity, BMI ≥95th percentile). ^{b)}Significant difference within the groups by McNemar–Bowker test at p-value <0.05. ^{c)}Significant difference within the groups by paired t-test at p-value <0.05. ^{d)}Not applicable: not analyzed because frequency contains zero.

according to the percentile of BMI by gender and age in the 2017 Pediatric Growth Chart.

1. Changes in the obesity-related indicators

Table 4 shows the comparison of the obesity-related indicators before and after the program.

1) Obesity distribution

Before the intervention, 44 (9.8%) were in the underweight group, 331 (73.6%) in the normal weight group, and 75 (16.7%) in the overweight group. After the intervention, 27 (6.0%) were in the underweight group, 344 (76.4%) in the normal weight group, and 79 (17.6%) in the overweight group, and the distribution of obesity before and after intervention changed significantly (p=0.001).

2) BMI z-score

The BMI z-score increased after the intervention in the underweight group (-1.95±0.27 → -1.74±0.36, p<0.001) and normal weight group (-0.25±0.67 → -0.16±0.71, p<0.001),

but not significantly in the overweight group (1.75±0.6 → 1.74±0.67, p=0.741).

3) Body fat percentage

After the intervention, body fat percentage increased in the underweight group (12.78±3.32% → 14.47±3.85%, p<0.001) and normal weight group (19.95±5.60% → 21.47±5.69%, p<0.001), but not in the overweight group (33.49±4.22% → 33.96±4.84%, p=0.160).

2. School meal intake and eating habits

1) School meal intake

The average monthly food intake rate before and after the intervention were compared, and the results showed that there were significant increases in all the three groups after the intervention (Figure 3). Food intake in the underweight group increased from 63.7±10.0% to 75.6±5.1% (p<0.001), in the normal weight group, it increased from 68.8±11.7% to 76.8±6.0% (p<0.001), and in the overweight group, it increased from 75.2±10.9% to 78.5±6.2% (p=0.011). The meal

intake increased by $11.9 \pm 7.7\%$ in the underweight group, $8.0 \pm 10.6\%$ in the normal weight group, and $3.3 \pm 9.5\%$ in the overweight group ($p < 0.001$).

As the food intake increased, the intake of most nutrients also increased in all the three groups (Table 5). Comparing before and after the intervention, energy intake increased from 333.2 ± 64.4 kcal to 424.8 ± 38.1 kcal ($p < 0.001$) in the underweight group, from 352.9 ± 65.1 kcal to 438.0 ± 49.5 kcal ($p < 0.001$) in the normal weight group, and from 403.0 ± 59.2 kcal to 464.6 ± 51.2 kcal ($p < 0.001$) in the overweight group. The increase rate was $31.1 \pm 21.8\%$ in the underweight group,

which was larger than that of $17.9 \pm 22.7\%$ in the overweight group ($p = 0.007$). Comparing before and after the intervention, fat intake was significantly increased in the underweight group (9.4 ± 2.1 g \rightarrow 11.2 ± 1.6 g, $p < 0.001$) and the normal weight group (10.2 ± 2.2 g \rightarrow 11.2 ± 2.0 g, $p < 0.001$), but not in the overweight group (12.1 ± 2.0 g \rightarrow 12.2 ± 1.8 g, $p = 0.810$).

2) Snack preference

After the intervention, preference for natural foods, such as fruit, milk, and dairy products, increased in both the normal weight group and the overweight group (normal weight group: $27.8\% \rightarrow 31.7\%$, $p < 0.001$; overweight group: $23.1\% \rightarrow 34.2\%$, $p = 0.048$). Moreover, the preference for sugary foods decreased in the two groups (normal weight group: $24.1\% \rightarrow 19.6\%$, $p < 0.001$; overweight group: $25.6\% \rightarrow 22.2\%$, $p = 0.048$). In particular, the preference for instant, fast, and snack food in the overweight group decreased from 20.5% to 12.8% ($p = 0.048$).

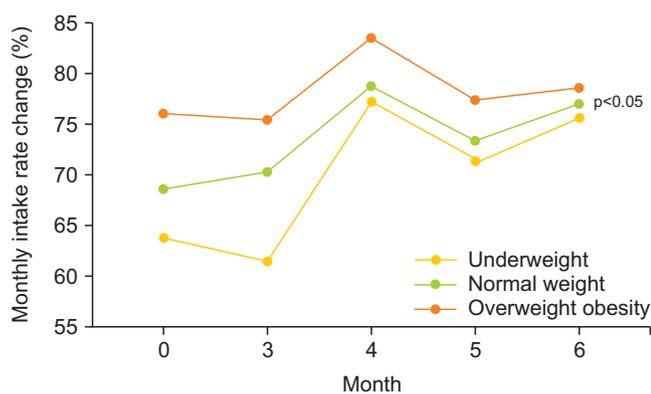


Figure 3. Change of monthly intake rate

Variable	All (n=363)			Underweight group ^a (n=36)			Normal weight group ^b (n=271)			Overweight and Obese group ^c (n=56)			p-value ^{b)}
	Before	After	p-value ^{a)}	Before	After	p-value ^{a)}	Before	After	p-value ^{a)}	Before	After	p-value ^{a)}	
School meal (%)	69.3±11.7	76.9±5.9	<0.001	63.7±10.0	75.6±5.1	<0.001	68.8±11.7	76.8±6.0	<0.001	75.2±10.9	78.5±6.2	0.011	<0.001 (c<a,c<b)
Energy (kcal)	358.6±67.0	440.8±49.8	<0.001	333.2±64.4	424.8±38.1	<0.001	352.9±65.1	438.0±49.5	<0.001	403.0±59.2	464.6±51.2	<0.001	0.007 (c<a,c<b)
Carbohydrate (g)	52.7±9.7	68.9±7.7	<0.001	49.7±9.5	65.9±6.0	<0.001	51.9±9.5	68.6±7.6	0.001	58.3±8.6	72.3±8.0	<0.001	0.046 (c<b)
Protein (g)	14.8±3.0	17.7±2.7	<0.001	13.6±2.7	16.8±1.8	<0.001	14.6±2.9	17.6±2.8	<0.001	16.8±2.7	18.6±2.5	<0.001	0.018 (c<a,c<b)
Fat (g)	10.4±2.3	11.4±2.0	<0.001	9.4±2.1	11.2±1.6	<0.001	10.2±2.2	11.2±2.0	<0.001	12.1±2.0	12.2±1.8	0.810	0.005 (c<a)
Calcium (mg)	88.1±19.5	96.8±21.4	<0.001	81.2±13.8	93.0±15.4	0.001	86.6±19.2	97.2±21.6	<0.001	99.7±19.6	97.6±23.5	0.562	0.002 (c<a,c<b)

Values are presented as mean±standard deviation. ^{a)}Significant difference within the groups by paired t-test at p-value <0.05. ^{b)}Significant difference in the rate of change between the groups by one-way ANOVA at p-value <0.05. ^{a,b,c)}Post-hoc analysis results by Games-Howell method.

Discussion

This study developed a school-based meal service and nutrition education program based on nutritional and clinical evidence and evaluated the effects on the proper growth of elementary school students. The program, which comprised meal service and nutrition education, was tailored to the level of the students, and the results showed that their meal intake and eating habits in terms of snack preference improved. After the intervention, the proportion of normal-weight students increased, and the BMI z-score and body fat percentage increased in the underweight and normal-weight students, whereas there was no change in the overweight students. This suggested that the program improved the weight of the students.

The analysis of the obesity rate of the subjects before the program showed that 16.7% of the students were overweight, which was slightly lower than the overweight rate of elementary school students in the ROK (24.7%) presented in the '2019 Student Health Examination Sample Statistics' [1]. The percentage of underweight students was 9.8% in this study, which was higher than the previously reported underweight rate of elementary school students in the ROK (5.5%). Therefore, the program involved trainings and activities for improved growth and healthy eating habits in elementary school students rather than obesity intervention.

Because the students were able to know actual their growth rate and obesity level through body measurements conducted before the program, they were able to selectively acquire information suitable for them according to their obesity level during the 6-month tailored nutrition education. Although the school could not provide different meal menus based on the degree of obesity, it appears that the knowledge acquired through

education while monitoring their meal intake daily with an artificial intelligence food scanner could lead to actual behavioral change. In addition, this program provided media-based nutrition education materials to students and their main caregivers for 6 months, conducted nutrition education during school classes, and repeatedly organized nutrition education and seminars for the families of the students. The effect of the program on students' eating habits could be maximized by multifactorial intervention.

The school-based meal service and nutrition education program developed in this study can facilitate healthy growth of children in elementary schools. However, social, economic, and policies should be formulated to expand the program to more institutions. The results derived from this study can be used as primary data for establishing systems and policies for the formation of healthy eating habits to facilitate proper growth of children and adolescents in the future.

Declarations

Ethics Statement: The study was approved by the Institutional Review Board of the Kyung Hee University (IRB no. KHGIRB-21-281). The informed consent was waived.

Funding Source: This research was supported by a fund (No. 2020ER640102) by Research of Korea Disease Control and Prevention Agency.

Acknowledgments: None.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Author Contributions: Conceptualization: KHP, HL. Data curation: JP. Formal analysis: JP. Investigation: KS, JP. Methodology: KS, MK, JP, HLL. Project administration: KS,

KHP, HL. Supervision: KHP, HL. Writing – original draft: KS, MK, HLL. Writing – review & editing: KS, MK, HLL, DY, SK, HL.

References

1. Korea Ministry of Education Press Release [Internet]. Ministry of Culture, Sports and Tourism; 2020 [cited 2022 Oct 25]. Available from: <https://url.kr/pqm3aj>
2. Health Insurance Review & Assessment Service [Internet]. Health Insurance Review & Assessment Service; 2022 [cited 2022 Oct 25]. Available from: <https://www.hira.or.kr/bbsDummy.do?pgmid=HIRAA020041000100&brdScnBltno=4&brdBltNo=10575&pageIndex=1>
3. Moon KJ, Kim HY. Effects of brown rice-vegetable school meal program on subjective health status, BMI and hematological parameters among high school students. *J Korea Acad Ind Cooper Soc* 2015;16:7385-93.
4. Ministry of Education. Enforcement Decree of the School Meals Act [Internet]. Korea Ministry of Government Legislation; 2021 [cited 2022 Oct 25]. Available from: <https://url.kr/trm918>
5. Ministry of Education. Enforcement Rule of the School Meals Act [Internet]. Korea Ministry of Government Legislation; 2021 [cited 2022 Oct 25]. Available from: <https://url.kr/6dbuc1>
6. Schlesinger S, Neuenschwander M, Schwedhelm C, et al. Food groups and risk of overweight, obesity, and weight gain: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *Adv Nutr* 2019;10:205-18.
7. Ministry of Health and Welfare, The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans 2020. Ministry of Health and Welfare; 2020.
8. Moosavian SP, Haghghatdoost F, Surkan PJ, Azadbakht L. Salt and obesity: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Int J Food Sci Nutr* 2017;68:265-77.
9. Hooper L, Abdelhamid A, Moore HJ, Douthwaite W, Skeaff CM, Summerbell CD. Effect of reducing total fat intake on body weight: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials and cohort studies. *BMJ* 2012;345:e7666.



원숭이두창바이러스의 분리 배양과 전장유전체 정보 분석

이민지, 김진원, 최치환, 신화철, 최명민, 이상은, 이화중, 정윤석*

질병관리청 감염병진단분석국 고위험병원체분석과

초 록

엠폍스(원숭이두창)는 서아프리카와 중앙아프리카 지역의 풍토병으로 알려져 왔으나, 2022년 5월부터 유럽, 북미 등 비풍토병 지역에 환자가 발생하고 전세계적으로 확산되었다. 이에 질병관리청은 엠폍스의 국내 유입과 환자 발생에 대비하기 위하여 이전에 개발된 유전자검출검사법을 재검증하고 전국적인 진단검사체계를 구축·운영하였다. 이를 통해 2022년 6월, 유럽을 방문한 내국인의 검체에서 원숭이두창바이러스 특이 유전자를 검출하여 국내 첫 엠폍스 환자의 발생을 확인하였다. 또한, 첫 환자의 검체에서 원숭이두창바이러스를 분리·배양하여 원인 병원체를 확보하고, 전자현미경을 통한 바이러스의 형태학적 특성(mulberry-shape)을 확인하였으며 차세대염기서열 분석을 통하여 전장유전체 정보를 분석하였다. 전장유전체 분석 결과, 국내 첫 환자의 원숭이두창바이러스는 최근 유행하고 있는 서아프리카 계통의 클레이드 IIb 리니지 B.1.1에 속함을 확인하였다. 이러한 엠폍스의 유행 상황에서 바이러스의 특성 및 병원성 등을 규명하기 위해서는 바이러스의 확보 및 유전정보의 분석이 지속적으로 필요하다. 또한 이렇게 확보된 바이러스와 유전정보는 향후 엠폍스에 대한 진단제, 백신 및 치료제의 개발에도 유용하게 활용할 수 있을 것으로 보인다.

주요 검색어: 엠폍스; 원숭이두창바이러스; 병원체; 전장유전체 정보

서 론

엠폍스는 인수공통감염병으로 원숭이두창바이러스(*Monkeypox virus*, MPXV)에 의해 유발된다. 사람에서의 MPXV 감염은 1970년 처음으로 확인된 이후, 아프리카 지역에서 산발적으로 유행하였고, 2022년 5월부터 비풍토병 지역에 확산되면서 유럽과 미국을 포함한 총 92개국에서 확진자 84,000명 이상이 보고되었으며, 아시아에서는 19개국(인도, 싱가포르, 일본, 태국, 필리핀, 대만, 한국, 중국[홍콩 포

함], 베트남, 스리랑카, 인도네시아, 중동 8개국)에서 확진자가 발생하였다(2023년 2월 15일, 미국질병통제예방센터[US Center for Disease Control and Prevention, CDC] 발표 기준). MPXV는 콩고-바신 계통과 서아프리카 계통으로 나뉘는데 2022년 전세계에 유행한 엠폍스의 원숭이두창바이러스는 서아프리카 계통이다. 이전까지 서아프리카 계통 바이러스는 콩고-바신 계통 바이러스에 비해 감염성과 치명률이 낮은 것으로 알려졌으며, 엠폍스는 일반적으로 기초감염재생산지수(basic reproduction number, R_0)가 1보다 낮은 것으로 평가

Received March 17, 2023 Accepted March 21, 2023

*Corresponding author: 정윤석, Tel: +82-43-719-8270, E-mail: rollstone93@korea.kr

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



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.



KDCA
Korea Disease Control and Prevention Agency

핵심 요약

① 이전에 알려진 내용은?

엠펙스(원숭이두창)는 2022년 5월부터 유럽과 북미 등에서 유행이 지속되고 있다. 국내에서는 엠펙스를 법정감염병 제 2급 및 검역 감염병으로 지정하였고, 실시간유전자증폭검사법을 활용한 실험실 진단검사를 통하여 2022년 6월 22일, 국내 첫 환자 발생을 확인하였다.

② 새로이 알게 된 내용은?

국내 첫 엠펙스 환자의 검체로부터 분리한 바이러스는 2022년 이후 전세계에 유행하고 있는 서아프리카 계통 바이러스인 클레이드 IIb의 리니지 B.1.1에 속함을 확인하였다.

③ 시사점은?

유행하고 있는 엠펙스의 원숭이두창바이러스 특성 및 변이 분석을 위해 바이러스의 분리배양 및 유전체 정보를 지속적으로 확보하는 것이 필요하다.

되었다. 그러나 2022년 엠펙스의 경우 남성 간 성관계를 갖는 집단에서는 R_0 가 1보다 크다는 보고가 있다[1]. 또한, 2022년 유행 엠펙스의 경우, 일부 환자에서 기존에 알려진 엠펙스 임상증상과 다소 상이한 경우가 보고되고 있다[2,3]. 이러한 2022년 엠펙스에서 나타나는 상이한 특성과 관련된 원인은 바이러스의 유전정보 및 특성 분석을 통해 파악이 가능할 것으로 판단된다. 한편 감염병 위기 상황에 대한 실험실 대응방안을 마련하기 위하여 원인 병원체를 확보하고 이에 대한 유전체 정보를 비롯한 특성 분석이 필요하다. 이에 질병관리청에서는 국내 첫 엠펙스 환자의 검체로부터 바이러스를 분리·배양하여 원인 병원체를 확보하였고, 전자현미경 관찰 및 전장유전체정보 분석을 통하여 분리된 MPXV의 특성을 분석하였다.

방 법

세계보건기구(World Health Organization), CDC에서 발

표한 자료와 질병관리청에서 출간한 지침, 보도자료 및 관련 논문들을 활용하였다.

질병관리청 고위험병원체분석과에서는 자체 개발한 실시간유전자증폭검사(real-time polymerase chain reaction [PCR])를 이용한 유전자검출검사를 수행하여 국내 엠펙스 첫 환자를 확인하였고, 환자의 검체를 Vero E6 세포에 접종하여 MPXV를 분리·배양하였다. 분리 배양된 MPXV를 전자현미경(Libra120; Carl Zeiss)을 통해 관찰하여, 폭스 바이러스의 형태학적 특징인 ‘mulberry-shape’을 확인하였으며, 차세대염기서열분석법(Illumina MiSeq System; Illumina)을 통하여 전장유전자염기서열을 확보하였고 이로써 MPXV임을 확인하였다.

결 과

1. 실시간유전자증폭검사를 이용한 국내 첫 엠펙스 환자 확인

엠펙스의 임상 증상은 발진을 유발하는 다른 감염병의 증상과 유사하므로 임상 증상만으로 엠펙스를 구별하기 어렵기 때문에 정확한 진단을 위해서는 실험실 진단검사가 필요하다. 또한 2022년 엠펙스의 경우에는 이전에 알려진 엠펙스의 특징적인 발진이 일부 환자에게서 나타나지 않는 경우가 있다. 국내 첫 환자의 경우에도 엠펙스의 특징적인 발진 없이 생식기에 병변이 관찰되었으며, 역학적 연관성으로 엠펙스 의사환자로 분류되어 진단검사를 실시하였다[2-4]. 진단검사를 위해서 피부병변액과 가피, 구인두도말, 혈액이 검체로 채취되었으며, 검체로부터 핵산을 추출하여 실시간유전자증폭검사를 실시한 결과, MPXV 특이 유전자(F3L)가 증폭 및 검출되어 엠펙스 환자로 판정되었다(그림 1). 또한, 검체에서 추출한 핵산으로부터 MPXV 유전자(ATI, B2R)를 중합효소연쇄반응(PCR)을 이용하여 증폭한 후 얻은 산물을 염기서열 분석법으로 분석하였다(그림 2). 분석 결과 이들 증폭산물은 MPXV 유

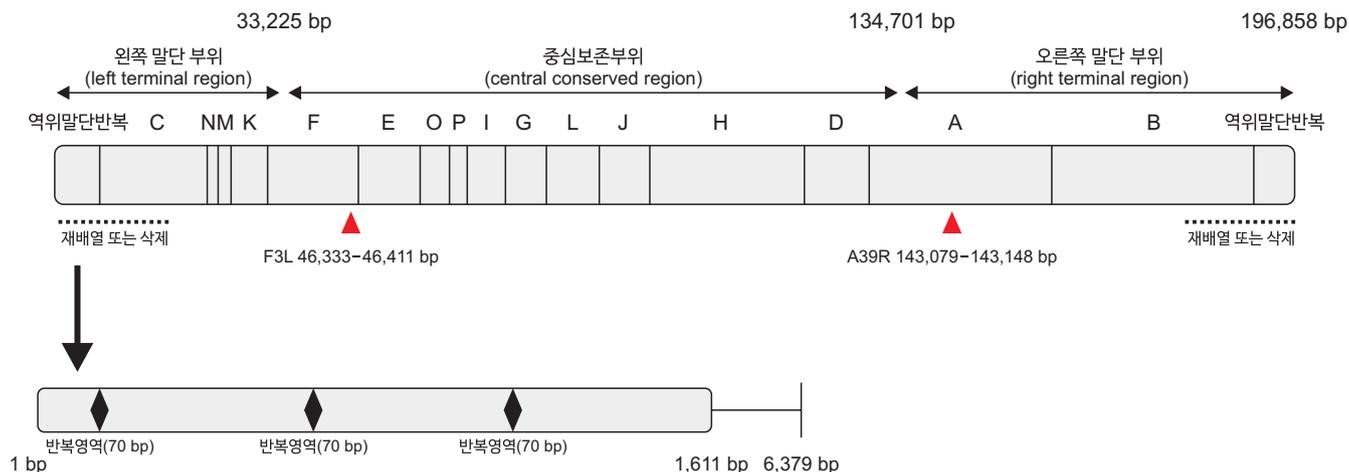


그림 1. MPXV 유전자 구조와 실험실 진단검사 실시간유전자증폭검사의 타겟 부위

MPXV는 이중 가닥의 선형 DNA 게놈(약 197kb 크기)을 갖는 바이러스이며, 엠폭스 실시간유전자증폭검사의 타겟 유전자(F3L, A39R)의 위치를 붉은색 삼각형으로 표시함(중심보존부위, 바이러스 복제와 비리온 조립과 같은 기본 기능을 담당; 양쪽말단부위, 바이러스의 독성과 면역 회피에 관여한다고 알려짐; 역위말단반복, 레플리콘의 안정화 및 복제에 관여하는 유전자 구조). MPXV=Monkeypox virus.

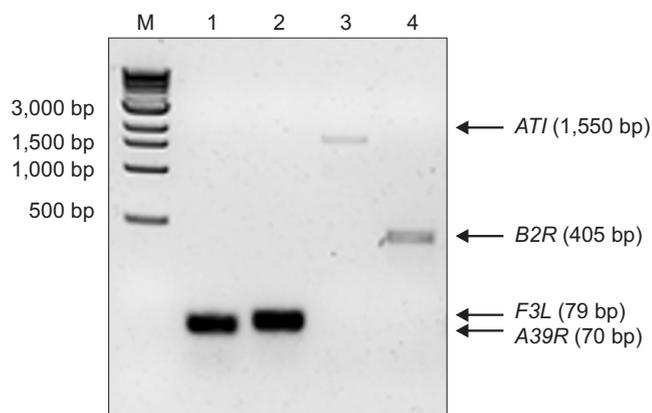


그림 2. MPXV 유전자 증합효소연쇄반응(PCR)

검체에서 추출한 핵산으로부터 증폭된 MPXV 유전자(1.A39R, 2.F3L, 3.ATI, 4.B2R) 증폭산물의 전기영동 결과. MPXV=Monkeypox virus; PCR=polymerase chain reaction.

전자 염기서열과 99% 이상 일치하는 것을 확인하여 환자의 검체에는 MPXV가 존재함을 재확인하였다[3].

2. MPXV 분리 및 배양

질병관리청에서는 국내 첫 엠폭스 환자의 피부병변 검체를 이용한 세포배양을 통해 MPXV를 분리·배양하였다. 바이러스 분리·배양을 위해서 Vero E6 세포주를 사용하였고, 바이러스수송배지(virus transport medium)에 채취된 검체에 세

균 및 진균의 오염을 배제하기 위하여 항생제 카테일(penicillin/streptomycin/nystadine)을 4:1의 비율로 혼합한 후 4℃에서 30분간 반응하고, 반응액과 2% Fetal bovine serum이 포함된 배양액을 3:1의 비율로 혼합하여 세포에 접종하였다. 접종은 1시간 동안 37℃, 5% CO₂가 유지되는 배양기에서 정지함으로써 이루어졌다. 이러한 세포 배양 기술을 이용한 바이러스의 분리·배양 여부는 세포주의 바이러스 감염에 의해 나타나는 세포병변효과(cytopathic effect)를 관찰함으로써 확인할 수 있으며, 국내 첫 엠폭스 환자의 검체를 접종한 Vero E6 세포는 접종 후 약 36시간에 세포병변효과를 보였다(그림 3). 세포병변효과가 관찰된 세포를 반복적으로 동결·해동하여 바이러스를 수확한 후, 단일 플라크(single plaque) 분리배양 실험을 통하여 바이러스를 순수 분리하였다. 순수 분리된 MPXV를 Vero E6 세포에 감염한 후 추출한 핵산을 이용하여 실시간유전자증폭검사를 통해 MPXV 특이 유전자(F3L)를 검출하였고, MPXV 표적 유전자(B2R, ATI)를 PCR을 통해 증폭시켜 얻은 산물을 염기서열 분석한 결과 MPXV 유전자 염기서열(OP022170.1, OP022171.1, OP018607.1)과 99% 이상의 상동이 있음을 확인하였다. 이렇게 분리배양하여 확보한 국내 MPXV를 MPXV-ROK-P1-2022로 명명하였다[5].

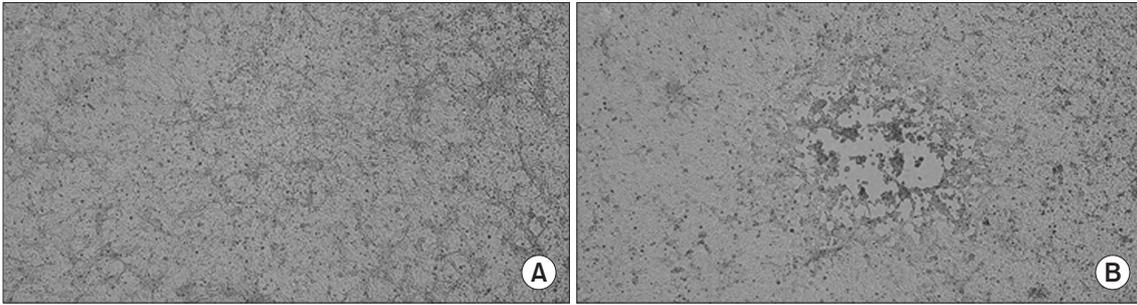


그림 3. MPXV 감염에 의한 세포병변효과

MPXV 감염 36시간 이후, Vero E6 세포에서 세포병변효과 관찰됨. (A)정상세포(10×). (B)바이러스 감염 세포(10×). MPXV=Monkeypox virus.

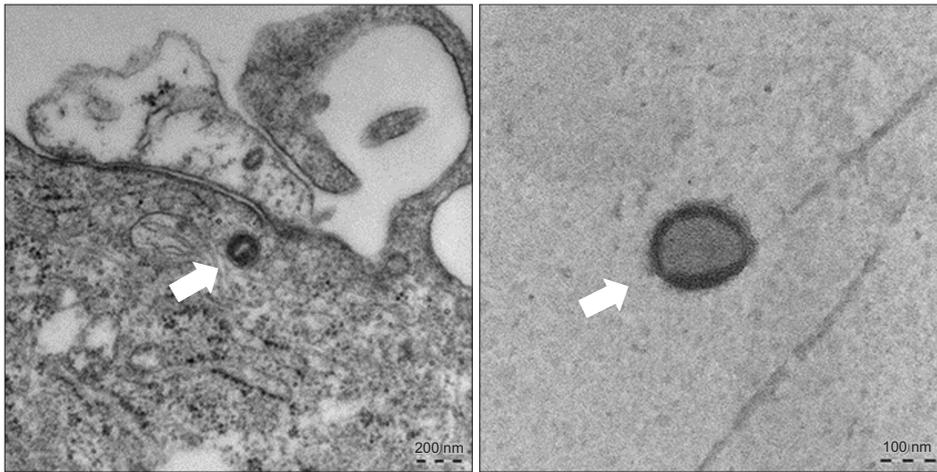


그림 4. MPXV의 전자현미경 관찰

MPXV가 감염된 Vero E6 세포를 파라포름알데히드가 포함된 인산염 완충액으로 고정하고 아세트산우라닐 용액을 이용하여 염색한 후 전자현미경을 통해 관찰한 결과, 딸베리-형태(mulberry-shape)의 바이러스 입자 확인(화살표). MPXV=Monkeypox virus. Reused from the article of Kim et al. (Osong Public Health Res Perspect 2022;13:308-11) [5].

3. 전자현미경을 통한 MPXV의 형태학적 분석

MPXV 입자는 약 200×250 nm 크기의 타원형 또는 벽돌 모양으로, 전자현미경을 통한 형태학적 분석이 가능하다 [6]. 전자현미경을 통한 형태학적 분석법은 고전적인 병원체 동정법으로 진단의 보조적인 수단으로 사용될 수 있으나 형태학적으로 유사한 다른 바이러스들과 감별이 어려워 형태학적 분석만으로 확진하기는 어렵다. MPXV 또한 형태학적으로 다른 올소폭스바이러스와 유사하며, 전자현미경을 통한 바이러스의 관찰은 진단검사의 보조적인 수단으로 사용할 수 있다. 국내 첫 환자 검체에서 분리한 MPXV를 Vero E6 세포에 감염시킨 후 고정용액으로 고정하고 전자현미경을 통해 관찰한 결

과, 폭스바이러스의 전형적인 형태인 딸베리-형태(mulberry-shape)의 바이러스 입자가 확인되었다(그림 4) [5].

4. MPXV 유전체 염기서열 분석

국내 첫 환자 검체로부터 분리한 MPXV를 Illumina MiSeq 장비 기반의 차세대염기서열분석법으로 분석하여 전장유전자염기서열(Genbank accession number: OP204857)을 확보하였다. 생산된 염기서열 리드(paired-end read)는 참조유전체(reference genome, Genbank: NC_063383)와 매핑(mapping) 후 유전체를 완성하는 ‘reference-based assembly’ 방법과 오버랩된 리드를 이용하여 유전체를 분석하는 ‘de novo

assembly' 방법을 통해 확보하였다. 확보된 유전체 염기서열은 197,000 bp의 길이와 397X 시퀀싱 깊이(sequencing depth)를 가지며, 특이적인 유전체 구조변이는 발견되지 않았다.

MPXV는 3개의 클레이드로 나뉘는데, 중앙아프리카 지역에서 유행한 콩고-바신 계열의 바이러스를 클레이드 I, 서아프리카 계열의 바이러스를 클레이드 IIa와 IIb로 분류한다[7]. 2017년부터 최근까지 유행하고 있는 바이러스는 클레이드 IIb에 속하며, 대부분의 사례가 클레이드 IIb의 리니지 B.1로 확인되었으나 2022년 미국 등에서 발생한 몇 건의 사례의 경우, 클레이드 IIa의 리니지 A.2로 확인되었다[6]. 국내 첫 엡폭스 환자 검체에서 분리된 바이러스를 Nextstrain을 이용한 유전체 계통분석결과, 클레이드 IIb의 리니지 B.1.1에 속함을 확인하였고, 이는 2022년 유럽에서 발생한 엡폭스의 MPXV와 최근연 관계에 있음을 확인하였다[8].

논 의

2022년 5월 이후 엡폭스의 이례적인 전세계 유행에 따라 국내에서는 엡폭스를 법정감염병 제2급 및 검역감염병으로 지정하고, 실시간유전자증폭검사법을 활용한 실험실 진단 검사체계를 구축하여 국내 엡폭스 유입·발생 및 확산에 대비하였다. 2022년 6월, 유럽을 방문한 내국인의 피부병변 등에서 MPXV 특이 유전자가 검출되면서 첫 엡폭스 확진자가 발생하였다[3]. 이에 첫 환자의 검체로부터 MPXV를 분리·배양하여 원인 병원체를 확보하고[5], 차세대염기서열 분석법을 통하여 분리된 바이러스의 전장유전체를 분석하였다. 분석결과, 국내 첫 번째 확진자로부터 분리된 MPXV는 최근 유행을 주도하고 있는 서아프리카 계통의 클레이드IIb의 리니지 B.1.1에 속하는 바이러스임을 확인하였다[8]. 방문한 유럽 국가는 2022년 엡폭스 발생이 보고된 국가로, 국내 첫 번째 확진자로부터 분리된 MPXV 또한 유럽국가에서 유행한 엡폭스

의 MPXV와 같은 클레이드에 속하고, 염기서열 간 높은 상동성(99.87-99.99%)을 보임을 확인하였다.

최근 유행하고 있는 클레이드 IIb는 일부 집단에서 사람 간 비교적 높은 감염률, 변이, 적응 등의 측면에서 이전에 풍토병 지역에서 유행하던 바이러스와 구분되는 특징을 나타내는 것으로 보고되고 있어[7], 유행 바이러스의 병원성 및 특성을 정확하게 분석하기 위해 지속적으로 병원체를 확보하고 유전체적 정보를 확보·분석하는 것이 필요하다. 또한 다른 나라에서 발생한 엡폭스의 MPXV 유전체정보를 모니터링하여 국내 발생 엡폭스의 MPXV와 비교·분석함으로써 유전자 변이의 양상을 확인하고, 진단제, 백신 및 치료제 개발을 위한 자원으로 활용하기 위해 MPXV의 분리 배양 및 전장유전체 분석이 지속적으로 필요하다.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: None.

Acknowledgments: None.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Author Contributions: Conceptualization: YSC, HY, ML. Data curation: ML, JWK, CHC, HS. Formal analysis: ML, CHC, HY. Investigation: ML, JWK, CHC, HS, MMC. Methodology: SEL, MMC. Project administration: HY. Resources: ML, JWK, CHC, HS. Supervision: YSC, HY. Visualization: ML. Writing - original draft: ML, HY. Writing - review & editing: all authors.

References

1. Endo A, Murayama H, Abbott S, et al. Heavy-tailed sex-

- ual contact networks and monkeypox epidemiology in the global outbreak, 2022. *Science* 2022;378:90-4.
2. Lee SY, Park YJ, Lee HM. Government measures against monkeypox. *Public Health Wkly Rep* 2022;15:2410-2417.
 3. Jang YR, Lee M, Shin H, et al. The first case of monkeypox in the Republic of Korea. *J Korean Med Sci* 2022;37:e224.
 4. Korea Disease Control and Prevention Agency, Korean Society for Laboratory Medicine. Guidelines for the laboratory diagnosis of monkeypox. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2022. p. 8-10.
 5. Kim JW, Lee M, Shin H, et al. Isolation and identification of monkeypox virus MPXV-ROK-P1-2022 from the first case in the Republic of Korea. *Osong Public Health Res Perspect* 2022;13:308-11.
 6. Isidro J, Borges V, Pinto M, et al. Phylogenomic characterization and signs of microevolution in the 2022 multi-country outbreak of monkeypox virus. *Nat Med* 2022;28:1569-72. Erratum in: *Nat Med* 2022;28:2220-1.
 7. Adnan N, Haq ZU, Malik A, et al. Human monkeypox virus: an updated review. *Medicine (Baltimore)* 2022;101:e30406.
 8. Choi CH, No JS, Kim JW, et al. Complete genome sequence of monkeypox virus strain MPXV-ROK-P1-2022 isolated from the first monkeypox patient in the Republic of Korea. *Microbiol Resour Announc* 2022;11:e0085322.
 9. Shchelkunov SN, Totmenin AV, Safronov PF, et al. Analysis of the monkeypox virus genome. *Virology* 2002;297:172-94.

Isolation and Whole Genome Analysis of *Monkeypox virus* from a Patient with Mpox

Minji Lee, Jin-Won Kim, Chi-Hwan Choi, Hwachul Shin, Myung-Min Choi, Sang Eun Lee, Hwajung Yi, Yoon-Seok Chung*

Division of High-Risk Pathogens, Bureau of Infections Disease Diagnosis Control,
Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea

ABSTRACT

Monkeypox virus (MPXV), a zoonotic pathogen that causes mpox (monkeypox), was endemic to Africa with sporadic outbreaks. However, since May 2022, outbreaks of mpox have occurred in non-endemic regions, including the USA and Asian countries. Between May and June 2022, the mpox test (developed in 2016 by Korea Disease Control and Prevention Agency) was precisely reevaluated for provision against the import and outbreak of MPXV-2022. Furthermore, on 11 July 2022, we completed the expansion of laboratory capacity for the diagnosis of mpox to 18 regional laboratories through education regarding the mpox test protocol and distribution of test reagents. The first case of mpox in the Republic of Korea was confirmed on 22 June 2022 using the mpox test, and the virus was isolated from the specimens of the first identified patient with mpox for electron microscopic imaging and whole genome analysis. Electron microscopic images revealed that the isolated virus had a mulberry-like appearance, which is the typical morphology of poxviruses. Moreover, whole genome sequencing confirmed that the isolated virus belonged to clade IIb lineage B.1.1 of West African origin, the currently prevalent MPXV. The isolated viruses and their genetic information may be useful not only in understanding the pathogenesis of mpox but also in developing vaccines, therapeutic reagents, and diagnostic tools against it.

Key words: Mpox; Monkeypox virus; Pathogen; Whole genome sequencing

*Corresponding author: Yoon-Seok Chung, Tel: +82-43-719-8270, E-mail: rollstone93@korea.kr

Introduction

Mpox, previously known as monkeypox, is a zoonotic disease caused by the *Monkeypox virus* (MPXV). Since its first identification in humans in 1970, MPXV infections have sporadically occurred in Africa. However, since May 2022, the disease has spread to nonendemic areas, resulting in over 84,000 confirmed cases in 92 countries, including Europe, the

United States, and 19 Asian countries (India, Singapore, Japan, Thailand, the Philippines, Taiwan, the Republic of Korea [ROK], China [including Hong Kong], Vietnam, Sri Lanka, Indonesia, and eight Middle Eastern countries) as of February 15, 2023, according to the US Center for Disease Control and Prevention (CDC). MPXV is divided into two clades: Congo Basin and West African clades. The West African clade is responsible for the global outbreak in 2022.

Key messages

① What is known previously?

Since May 2022, the outbreak and spread of mpox have occurred in non-endemic regions, such as the USA, Europe, and Asian countries. On 22 June 2022, the first case of mpox in the Republic of Korea was confirmed using the mpox test developed by KDCA.

② What new information is presented?

Using whole genome analysis, we elucidated that the MPXV isolated from the first identified patient in the Republic of Korea belonged to clade IIb lineage B.1.1 of West African origin, which is the currently prevalent MPXV.

③ What are implications?

To understand the precise pathogenesis of MPXV-2022, monitoring and analyzing the genetic information of viruses isolated from patients with mpox is necessary.

Previously, the West African clade was known to have lower infection and fatality rates than the Congo Basin clade, and MPXV was generally evaluated to have a basic reproduction number (R_0) lower than 1. However, epidemiological reports revealed that the R_0 for MPXV-2022 is greater than 1 among men who have sex with men [1]. In addition, some cases of mpox outbreaks that occurred after 2022 have shown slightly different clinical symptoms compared to those of mpox outbreaks that occurred before 2022 [2,3]. The cause of these unusual characteristics observed in the post-2022 mpox outbreaks is expected to be determined through an analysis of the viral genetic information and characteristics. To prepare for epidemiological crises, it is necessary to secure the causative agent and conduct genetic and other characteristic analyses. The Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA)

obtained the causative pathogen by culturing the MPXV isolated from specimens from the first Korean patient with mpox and analyzed the characteristics of the isolated MPXV using electron microscopy and whole genome analysis.

Methods

Data released by the World Health Organization and CDC, as well as the guidelines and reports from the KDCA, were utilized in this study.

Division of High-Risk Pathogens in the KDCA performed real-time polymerase chain reaction (PCR) to identify the first confirmed case of mpox in the ROK. Then, the sample from the patient was inoculated into Vero E6 cells for isolation and cultivation of MPXV. The isolated and cultured MPXV had a mulberry-shape, a morphological characteristic of poxvirus, observed using electron microscopy (Libra120; Carl Zeiss). Additionally, the full-length gene sequence was obtained using next-generation sequencing (Illumina MiSeq System; Illumina) technology, which confirmed the presence of MPXV.

Results

1. Confirmation of the first patient with mpox in the Republic of Korea using RT-PCR

Given that the clinical symptoms of mpox are similar to those of other rash-causing infectious diseases, distinguishing mpox by clinical symptoms alone is difficult, and laboratory diagnostic tests are necessary for accurate diagnosis. In addition, in post-2022 outbreaks, some patients do not manifest rashes, a characteristic of mpox. In the first confirmed case in the ROK, lesions without mpox-specific rashes were observed

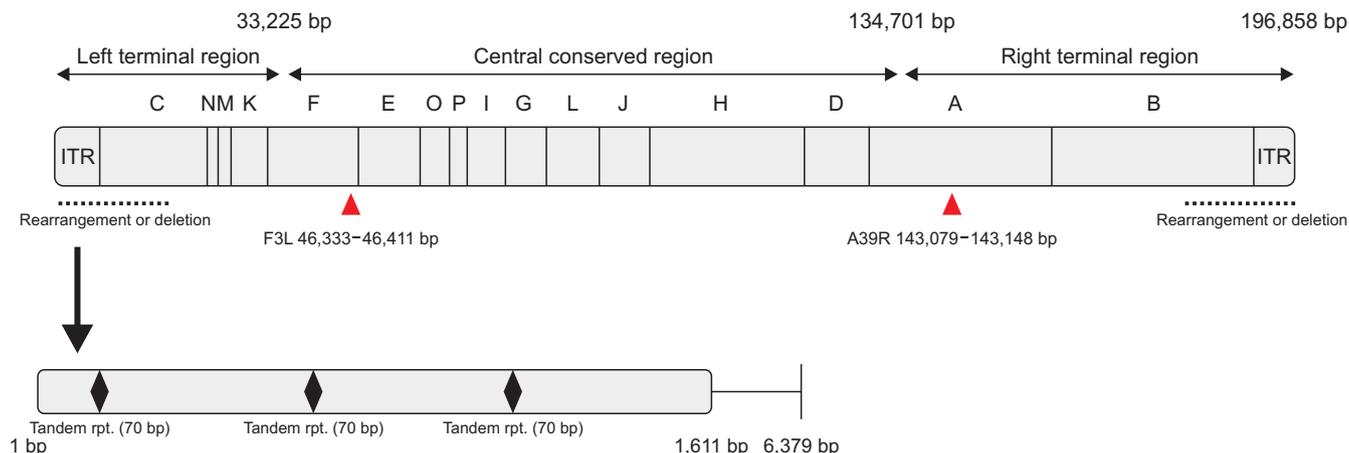


Figure 1. The target regions of the mpox diagnostic test developed by KDCA on the MPXV genome
MPXV has a linear DNA genome (about 197 kbs) of double strand. The diagnostic target regions of the mpox test (real-time PCR) developed by KDCA are shown in red arrows (central conserved region, genome region involved in basic functions such as replication and assembly of virion; terminal regions, genome regions involved in virus virulence and immune evasion; ITR, DNA structure found at the end of some replicons and essential for the stability and replication of the replicon). ITR=inverted terminal repeat; KDCA=Korea Disease Control and Prevention Agency; MPXV=Monkeypox virus; PCR=polymerase chain reaction.

on the genital tract, thereby classifying the patient as a suspected mpox case based on epidemiological relevance [2-4]. Skin lesion fluid, crusts, oropharyngeal smear, and blood specimens were collected for diagnostic testing. Nucleic acids were extracted from the collected specimens, and RT-PCR was performed. With the MPXV-specific gene (F3L) amplified and detected, the patient was confirmed to have mpox (Figure 1). In addition, the MPXV genes (ATI and B2R) were amplified from the PCR products and sequenced (Figure 2). Sequencing revealed that these PCR products matched the MPXV gene sequence by more than 99%, confirming the presence of MPXV in the patient's specimens [3].

2. MPXV isolation and cultivation

The KDCA isolated and cultivated MPXV using the skin lesion fluid specimen from the first patient with mpox in the ROK. To isolate and cultivate the virus, the Vero E6 cell line was utilized, and an antibiotic cocktail (penicillin, streptomycin, and nystatin) at a 4:1 ratio was added to prevent bacterial

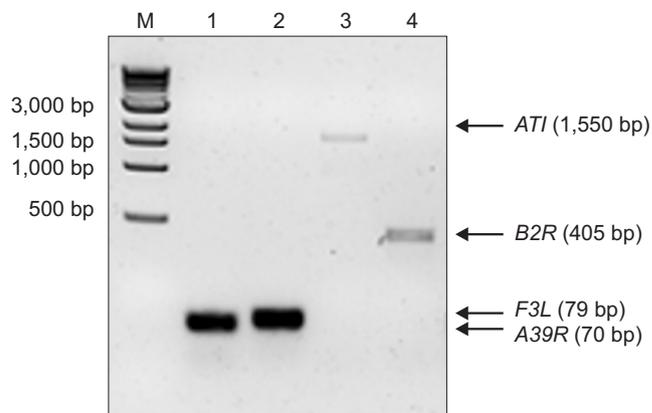


Figure 2. Conventional polymerase chain reaction (cPCR) products of specimen
Agarose gel electrophoresis after cPCR. M, size maker; Lane 1, A39R; lane 2, F3L; lane 3, ATI; lane 4, B2R.

and fungal contamination in the specimens collected from the virus transport medium (VTM). After allowing the contents of the mixture to react for 30 minutes at 4°C, the reaction and culture solutions containing 2% fetal bovine serum were mixed at a ratio of 3:1 and then inoculated into the cells. The cells were incubated at 37°C and 5% CO₂ for 1 hour. The success of virus isolation and cultivation using this cell culture technology

was confirmed by observing the cytopathic effect (CPE) caused by viral infection. Vero E6 cells inoculated with the specimens from the first Korean patient with mpox showed CPE after approximately 36 hours of inoculation (Figure 3). Viruses were harvested by repeatedly freeze thawing the cells in which CPE was observed. The pure lines of viruses were isolated using single plaque isolation technique. Then, Vero E6 cells were infected with the pure lines of MPXV, and RT-PCR was performed on the infected cells to detect MPXV-specific genes (F3L) using nucleic acids extracted from the patient's specimens. Finally, the PCR products obtained by amplifying MPXV target genes (*B2R*, *ATI*) were sequenced, and the analysis confirmed more than 99% homology with the MPXV gene nucleotide sequence (OP022170.1, OP022171.1, and OP018607.1). This MPXV obtained through isolation and cultivation in the ROK was named MPXV-ROK-P1-2022 [5].

3. Morphological analysis of MPXV using electron microscopy

MPXV particles are oval- or brick-shaped and approximately 200 by 250 nm in size, and electron microscopy can be performed for the morphological analysis of MPXV [6]. Although morphological analysis through electron microscopy is a classical pathogen identification method and can be used

as an auxiliary means of diagnosis, differentiating morphologically similar viruses is difficult, making it difficult to confirm the diagnosis through morphological analysis alone. MPXV is morphologically similar to other orthopox viruses, and electron microscopy can be used as an auxiliary means of diagnostic testing. Vero E6 cells, which were infected with MPXV isolated from the first patient with mpox in the ROK, were fixed with a fixative solution and observed under an electron microscope. Results confirmed the presence of mulberry-shaped virus particles, which are a typical form of poxvirus (Figure 4) [5].

4. MPXV genome sequencing

MPXV isolated from the first Korean patient with mpox was analyzed using next-generation sequencing technology based on the Illumina MiSeq sequencing platform to obtain a full-length gene sequence (Genbank assessment number: OP204857). The resultant paired-end reads were used to obtain the genome sequence using two methods: reference-based and de novo assembly. In reference-based assembly, the paired-end reads were mapped to the reference genome (Genbank: NC_063383) to reconstruct the genome sequence. In de novo assembly, the overlapping paired-end reads were stitched together to complete the genome sequence. The obtained genome sequence had a length of 197,000 bp and a sequencing

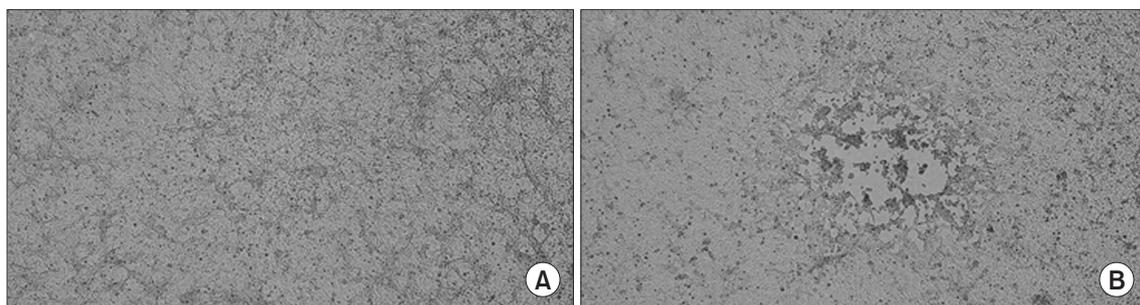


Figure 3. Cytopathic effects in Vero E6 cells infected with MPXV
The cytopathic effects were detected in MPXV-infected Vero E6 cells 36 hours after infection with the specimen of an Mpox patient. (A) Normal (10×). (B) MPXV-infected (10×). MPXV=Monkeypox virus.

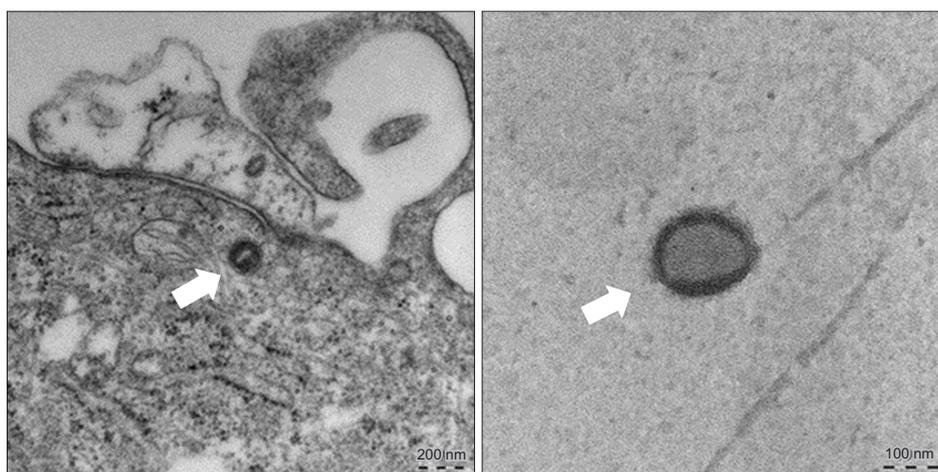


Figure 4. Electron microscopic images of the MPXV isolated from the first patient with mpox

The viral particle of mulberry-shape is indicated in white arrow in the infected cell. In order to observe virus particles, cells were fixed with 0.1M phosphate buffer containing paraformaldehyde, and then fixed samples were stained with uranyl acetate solution. MPXV=Monkeypox virus. Reused from the article of Kim et al. (Osong Public Health Res Perspect 2022;13:308-11) [5].

depth of 397X, and no specific genetic structural variations were found.

MPXV is classified into three clades: Congo-Basin strains (Clade I) and West African strains (Clades IIa and IIb) that are prevalent in the central and western regions of Africa, respectively [7]. MPXV prevalent from 2017 until recently is classified as clade IIb, of which most cases have been identified as B.1 lineage of clade IIb, with some cases that occurred in the US in 2022 confirmed as A.2 lineage of clade IIa [6]. Phylogenetic analysis using Nextstrain revealed that the MPXV from the first patient with mpox in the ROK belongs to B.1.1 lineage of clade IIb and confirmed that it is most homologous to the strain of mpox that occurred in Europe in 2022 [8].

Discussion

After the unprecedented global spread of mpox in May 2022, mpox was designated as a statutory infectious disease class 2 in the ROK. To prevent its influx, occurrence, and spread in the ROK, an RT-PCR-based laboratory diagnostic

test system was implemented. In June 2022, the first mpox case was confirmed in a Korean who had returned from a visit to Europe [3]. The causative pathogen was obtained by culturing the MPXV isolated from specimens from the patient with mpox [5], and full-length genome analysis of the isolated strain was performed using next-generation sequencing technology. The analysis revealed that the MPXV isolated from the first confirmed case in the ROK belongs to lineage B.1.1 of clade IIb (West African MPXV) responsible for the current mpox outbreaks [8]. The European country visited was experiencing mpox outbreaks in 2022, and the MPXV isolated from the first confirmed case in the ROK displayed 99.87–99.99% genomic sequence homology with the MPXV causing the outbreaks in the European country, indicating that they belong to the same clade.

The clade IIb, which is currently circulating, is reported to have unique characteristics compared to the previously prevalent MPXV strains in endemic regions, including higher infection rates among certain human populations, mutations, and adaptations [7]. This underscores the importance of

continuously acquiring and analyzing pathogen and genomic information to accurately assess the pathogenicity and characteristics of the epidemic. To identify mutation patterns, it is necessary to monitor MPXV genome information generated in other countries and compare and analyze them with those of the MPXV prevalent in the ROK. Continuous isolation and culturing of MPXV strains and their full-length genome analysis are also needed to generate resources necessary for the development of diagnostic tools, vaccines, and treatments.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: None.

Acknowledgments: None.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Author Contributions: Conceptualization: YSC, HY, ML. Data curation: ML, JWK, CHC, HS. Formal analysis: ML, CHC, HY. Investigation: ML, JWK, CHC, HS, MMC. Methodology: SEL, MMC. Project administration: HY. Resources: ML, JWK, CHC, HS. Supervision: YSC, HY. Visualization: ML. Writing – original draft: ML, HY. Writing – review & editing: all authors.

References

1. Endo A, Murayama H, Abbott S, et al. Heavy-tailed sexual contact networks and monkeypox epidemiology in the global outbreak, 2022. *Science* 2022;378:90-4.
2. Lee SY, Park YJ, Lee HM. Government measures against monkeypox. *Public Health Wkly Rep* 2022;15:2410-2417.
3. Jang YR, Lee M, Shin H, et al. The first case of monkeypox in the Republic of Korea. *J Korean Med Sci* 2022;37:e224.
4. Korea Disease Control and Prevention Agency, Korean Society for Laboratory Medicine. Guidelines for the laboratory diagnosis of monkeypox. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2022. p. 8-10.
5. Kim JW, Lee M, Shin H, et al. Isolation and identification of monkeypox virus MPXV-ROK-P1-2022 from the first case in the Republic of Korea. *Osong Public Health Res Perspect* 2022;13:308-11.
6. Isidro J, Borges V, Pinto M, et al. Phylogenomic characterization and signs of microevolution in the 2022 multi-country outbreak of monkeypox virus. *Nat Med* 2022;28:1569-72. Erratum in: *Nat Med* 2022;28:2220-1.
7. Adnan N, Haq ZU, Malik A, et al. Human monkeypox virus: an updated review. *Medicine (Baltimore)* 2022;101:e30406.
8. Choi CH, No JS, Kim JW, et al. Complete genome sequence of monkeypox virus strain MPXV-ROK-P1-2022 isolated from the first monkeypox patient in the Republic of Korea. *Microbiol Resour Announc* 2022;11:e0085322.
9. Shchelkunov SN, Totmenin AV, Safronov PF, et al. Analysis of the monkeypox virus genome. *Virology* 2002;297:172-94.

저자 오류 보고: 제16권 제11호

<https://doi.org/10.56786/PHWR.2023.16.11.1>

Public Health Wkly Rep 2023;16(11):305-320

주간 건강과 질병 제16권 제11호의 '[조사/감시 보고] 국내 소아폐렴환자의 호흡기 검체에서 분리된 폐렴구균의 혈청형 분포 현황, 2018-2022년' 논문의 그림에서 편집 오류가 있어 다음과 같이 수정합니다.

1. 그림 2 (p. 310)

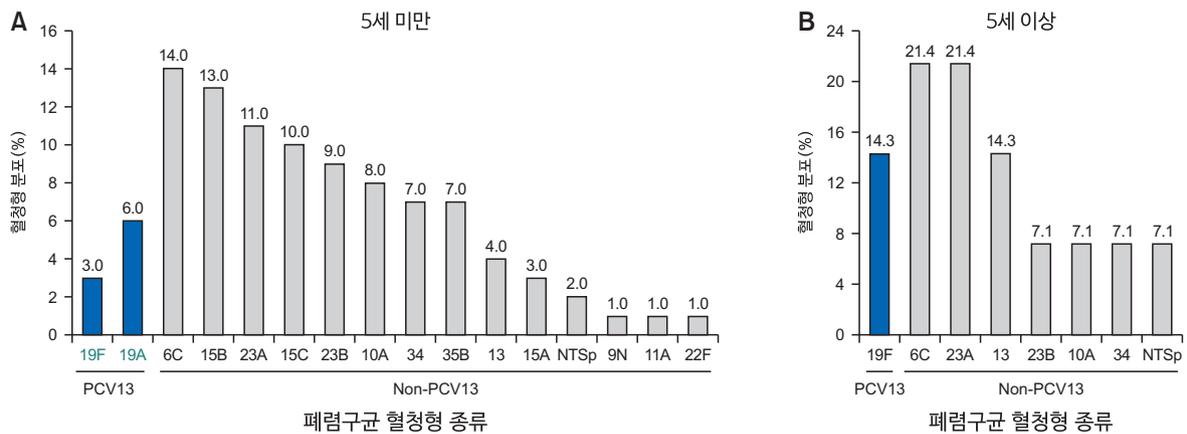


그림 2. 연령별 소아폐렴환자의 호흡기 검체에서 분리된 폐렴구균의 혈청형 분포

(A) 5세 미만 연령, (B) 5세 이상 연령. NTSp=non-typeable *Streptococcus pneumoniae*; PCV13=13-valent pneumococcal conjugate vaccine.

2. Figure 2 (p. 318)

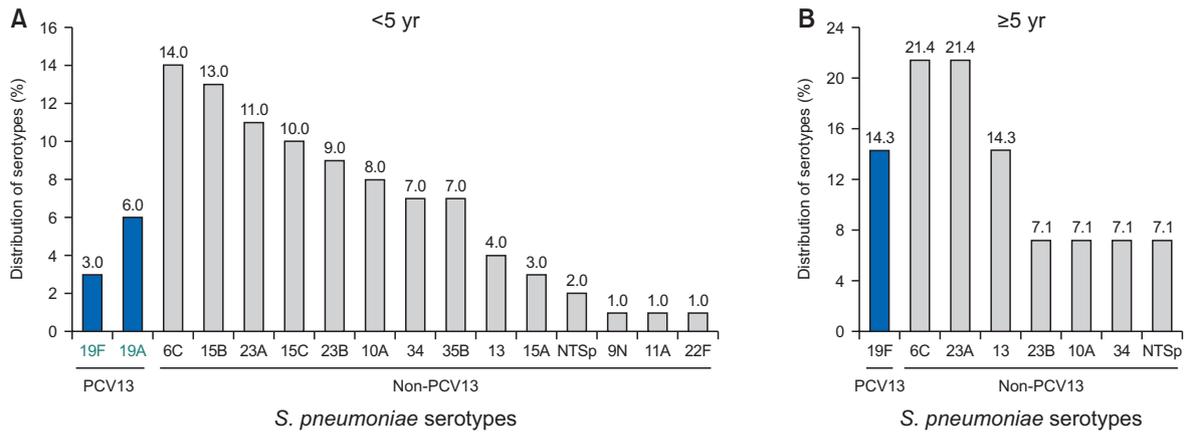


Figure 2. Distribution of *S. pneumoniae* serotypes isolated from respiratory specimen of children with pneumonia by age. (A) Under 5 years old, (B) 5 years of age or older. PCV13=13-valent pneumococcal conjugate vaccine; NTSp=non-typeable *Streptococcus pneumoniae*.

활동제한율 추이, 2012-2021년

만 19세 이상 성인의 활동제한율은 2021년 기준 5.7%였다(그림 1). 남자는 5.8%, 여자는 5.5%로 성별에 따른 차이는 없었고, 연령대가 높을수록 활동제한율은 높아져 70대에서(15.4%) 가장 높았다(그림 2).

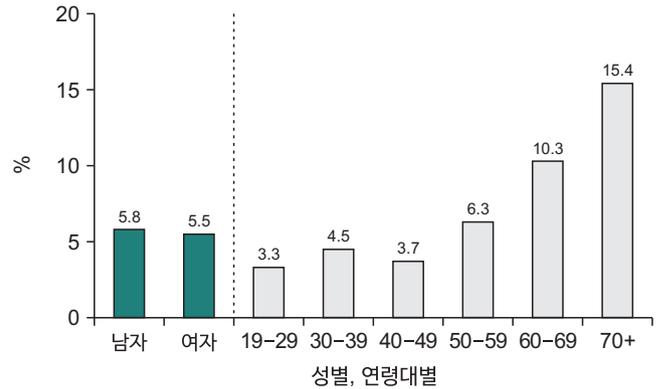
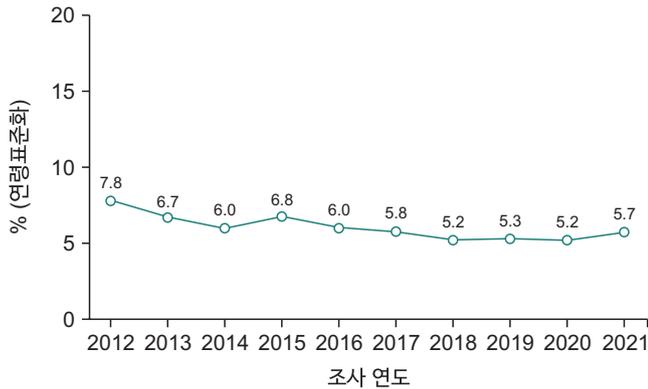


그림 1. 활동제한율 추이, 2012-2021년

*활동제한율: 현재 건강상의 문제나 신체 혹은 정신적 장애로 일상생활 및 사회활동에 제한을 받은 분을

※그림 1에 제시된 통계치는 2005년 추계인구로 연령표준화

그림 2. 연령별 활동제한율, 2021년

출처: 2021 국민건강통계, <https://knhanes.kdca.go.kr/>

작성부서: 질병관리청 만성질환관리국 건강영양조사분석과

QuickStats

Trends in the Prevalence of Limitations in Activities of Daily Living Among People, 2012–2021

The prevalence of limitations in activities of daily living (ADL) among adults aged ≥ 19 years was reported to be 5.7% in 2021 (Figure 1). ADL had no gender difference (Men: 5.8%, Women: 5.5%). From the age group of 40s (age 40–49) to higher, ADL is increased and it was highest in the age group of 70s and above (aged ≥ 70 years) (Figure 2).

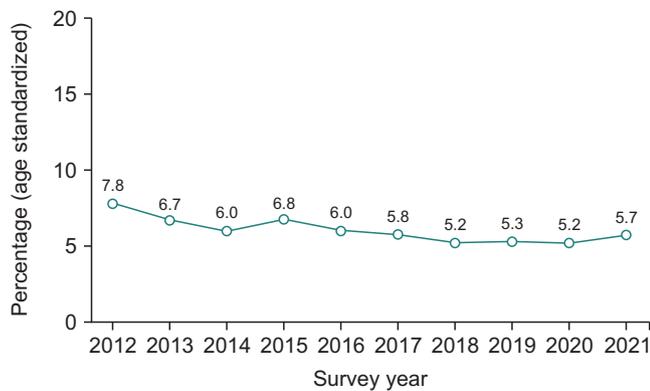


Figure 1. Trends in the prevalence (age standardized) of people with limitations in activities of daily living, 2012–2021

*Prevalence of people with limitations in activities of daily living (ADL): proportion of people with limitations in activities of daily living due to physical or, psychological disabilities, or other health related issues.

[†]The mean value of Figure 1 was calculated using the direct standardization method based on population projections in 2005.

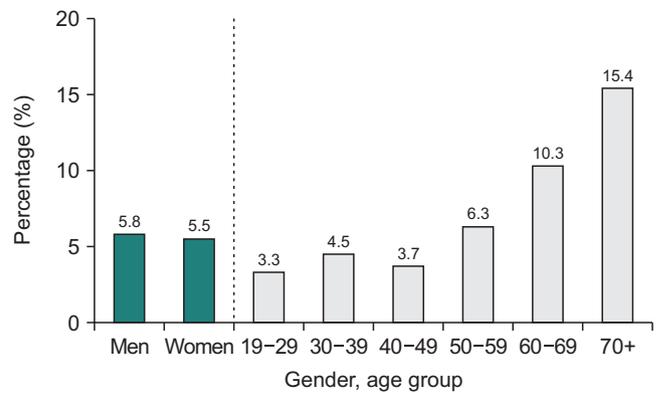


Figure 2. Prevalence of people with limitations in activities of daily living in each age group, 2021

Source: Korea Health Statistics 2021, Korea National Health and Nutrition Examination Survey, <https://knhanes.kdca.go.kr/>

Reported by: Division of Health and Nutrition Survey and Analysis, Bureau of Chronic Disease Prevention and Control, Korea Disease Control and Prevention Agency