

Original Article



OPEN ACCESS

Received: Apr 3, 2023
Revised: Nov 8, 2023
Accepted: Jan 11, 2024
Published online: Jan 26, 2024

Correspondence to

Mi Young Kim

Division of Infectious Disease Response,
Capital Regional Center for Disease Control
and Prevention, Korea Disease Control
and Prevention Agency, 36 Chungjeong-ro,
Seodaemun-gu, Seoul 03741, the Republic of
Korea.

Email: km1209@korea.kr

© 2024 The Korean Society of Pediatric
Infectious Diseases

This is an Open Access article distributed
under the terms of the Creative Commons
Attribution Non-Commercial License (<https://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.

ORCID iDs

Hyosug Choi
<https://orcid.org/0009-0000-1693-6928>
Mi Young Kim
<https://orcid.org/0000-0003-0441-3948>
Shinyoung Lee
<https://orcid.org/0000-0002-3986-9956>
Eunmi Kim
<https://orcid.org/0000-0002-9127-8141>
Yeo Jin Kim
<https://orcid.org/0000-0002-6831-1046>

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this
article was reported.

<https://piv.or.kr>

강원도내 교육시설관련 코로나바이러스감염증19 집단발생의 역학적특성과 위험요인 (2020.12.10–2021.9.23)

최효숙 ¹, 김미영 ¹, 이신영 ¹, 김은미 ², 김여진 ²

¹질병관리청 수도권질병대응센터 감염병 대응과

²강원도 감염병 관리 지원단

Epidemiological Characteristic and Risk Factor of COVID-19 Cluster Related to Educational Facilities in Gangwon-do, Korea (December 10, 2020–September 23, 2021)

Hyosug Choi ¹, Mi Young Kim ¹, Shinyoung Lee ¹, Eunmi Kim ², Yeo Jin Kim ²

¹Division of Infectious Disease Response, Capital Regional Center for Disease Control and Prevention, Korea
Disease Control and Prevention Agency, Seoul, the Republic of Korea

²Gangwon Center for infectious Disease, Chuncheon, the Republic of Korea

ABSTRACT

Purpose: To identify the epidemiological characteristics and risk factors of coronavirus
disease 19 (COVID-19) outbreaks depending on the type of educational facility by analyzing
the COVID-19 cluster associated with educational facilities.

Methods: This study is based on epidemiological investigation of COVID-19 cluster in
Gangwon-do, Korea from December 10, 2020 to September 23, 2021 reported to the Korea
Disease Control and Prevention Agency's Integrated Disease and Health Management
System. Four hundred seven patients in 19 facilities, classified as cluster related to
educational facilities, were the study population. The result of preliminary epidemiology
survey report, in-depth epidemiological survey by phone and the result of risk assessment
derived from the field epidemiology investigation were retrospectively analyzed to evaluate
infectivity and the characteristics of the risk factors.

Results: There were total of 407 confirmed patients related to 19 educational facilities, with
204 students under the age of 19 (50.1%). One hundred fifty-five preceding spreaders were
from families (38.1%) and 125 were the teachers (30.7%). The place exposed to confirmed
patients was the highest with 139 people (34.2%) at home.

Author Contributions

Conceptualization: Choi H, Lee S; Data curation: Choi H, Kim YJ; Formal analysis: Kim YJ; Investigation: Choi H, Lee S, Kim E, Kim YJ; Methodology: Choi H, Lee S; Project administration: Choi H, Lee S; Resources: Choi H, Lee S, Kim E; Software: Choi H; Supervision: Kim MY; Validation: Kim MY, Lee S; Visualization: Choi H, Kim YJ; Writing - original draft: Choi H; Writing - review & editing: Choi H, Kim MY.

Conclusions: It was confirmed that the cause of the occurrence of clusters related to educational facilities was higher due to family transmission than the risk of facilities in schools. Nevertheless, continuous efforts should be made to control infection in educational facilities, and that teachers' implementation of principles for prevention of COVID-19 personal hygiene in their daily lives should be strengthened.

Keywords: Outbreaks; Schools; COVID-19; Korea

서론

세계보건기구에서 coronavirus disease 2019 (COVID-19) 범유행을 선언한 이후 세계적으로 학교내에서의 학생과 교사의 severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2)의 확산 예방을 위해 학교 개학을 연기하거나 일시적으로 학교를 폐쇄하였다.¹⁾ 그러나 Campeau 등²⁾은 2020년 9월부터 학교 수업을 재개한 이후 3개월간 9.1%가 학교에서 확진되었고, 학교 수업을 재개하더라도 일반 지역사회에 비해 교내 전파가 낮다고 보고하였다. COVID-19 범유행이 지속됨에도 점차 각 나라에서는 학교 수업을 재개하기 시작하였다. 우리나라도 2020년 4월 9일부터 단계적 온라인 개학을 시작으로,³⁾ 2020년 5월 이후 순차적으로 등교 수업을 병행하였으며⁴⁾ 확진자 발생 시 학교, 교육부 및 보건 당국이 협의하여 휴교 및 수업재개일을 결정하도록 하였다.⁵⁾

우리나라의 학교교육시설은 유치원, 초중고, 대학교가 있으며, 그 외 영·유아들이 이용하는 어린이집, 방과 후 학생들이 이용하는 예·체능 관련 및 돌봄 센터를 포함하는 사교육시설이 있다. 본 연구에서는 2020년 12월10일부터 2021년 9월23일까지 우리나라 강원도에서 신고된 COVID-19 확진자 중 어린이집, 학교 및 사교육시설 관련 집단 사례의 역학적 특성과 위험요인을 기술하고자 한다.

방법

1. 정의 및 대상

본 연구의 조사기간은 강원도에서 처음으로 교육시설 관련 코로나19 집단감염 사례가 보고된 2020년12월10일부터 2021년 9월23일까지로 이 기간에는 확진 사례의 개별 동선 추적 및 심층 조사가 가능하였다. 그러나 2021년 4월(22주) 강원도에서 처음 델타 변이 사례가 보고된 후 전국적으로 델타 변이 유행 확산으로 조사기간 이후에는 확진 사례의 개별 추적 및 심층 역학조사에 한계가 있었다 (**Fig. 1**). 본 연구의 대상자는 강원도에서 질병보건통합관리 시스템에 신고한 COVID-19 전체 확진자 중 어린이집, 유치원, 공교육 시설(초중고)과 보습학원 및 예체능 사교육시설을 이용하는 원아, 학생, 학원생, 교사, 교직원, 강사 중에서 최소5명 이상이 발생한 집단 발생 대상자와 각 교육 시설에서 확진자 발생이 처음으로 확인된 후 가족과 지인에게 추가로 전파가 확산된 사례를 교육시설 관련 집단발생으로 정의하였다.⁶⁾ 지표 환자는 집단감염 사례에서 가장 먼저 인지된 확진자, 근원 환자는 집단 감염의 원인(감염원)으로 추정되는 확진자(증상발생일이 가장 빠른 환자)로 정의한다.⁷⁾

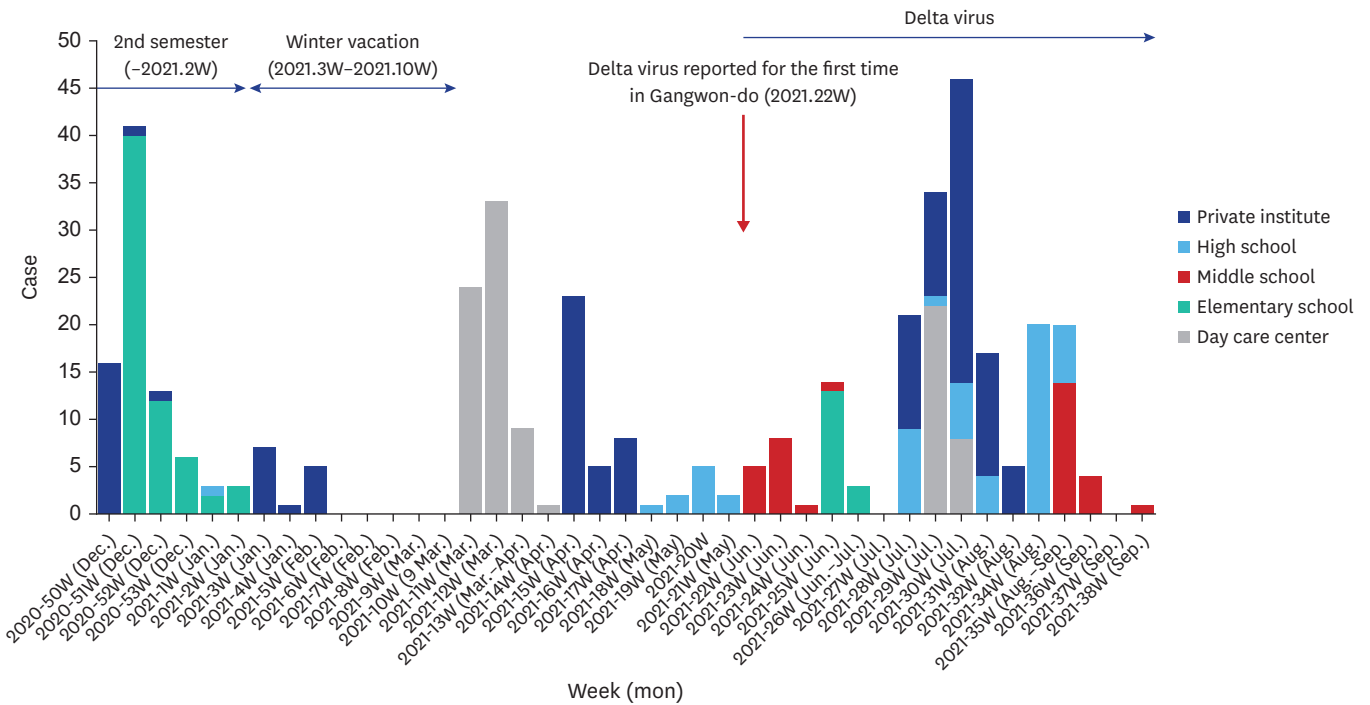


Fig. 1. Confirmed cases by week in Gangwon-do, Korea from December 10, 2020 to September 23, 2021.

대상자 분류는 어린이집 이용 중 확진 된 원아, 초·중·고교 내에서 확진 된 학생, 사교육시설을 이용 중 확진 된 학원 생들은 학생으로, 교사·교직원. 어린이집 교사·학원강사는 교사로서 정하였다. 교육시설 외에서 추가로 확진 된 사례는 선행 확진자와의 관계에 따라 가족, 직장 동료, 지인으로 분류하였다.

2. 자료수집 및 분석

기초역학조사 및 심층역학조사는 유선 면담을 통해 증상 발현일, 증상, 동거가족, 기저질환을 조사하였고, 유 증상 확진자는 증상 발생 2일 전⁸⁾부터, 무증상 확진자는 SARS-CoV-2의 평균 잠복기인 5일을 적용하여 접촉자 조사를 시행하였다.⁸⁾ 확진자의 감염경로 조사는 확진 전 14일 동안 확진자의 이동 동선을 추적하였으며 효율적인 추적조사를 위해 확진자로부터 개인정보 활용에 대한 동의를 받은 후 역학조사지원시스템, 신용카드 사용 추적, 휴대전화의 위성항법시스템 신호 기록 검색, 방문 장소에 설치된 폐쇄회로 텔레비전 카메라 영상 관찰을 통해 이동경로를 확인하였다.⁸⁾ 초등학생 이하 확진자들의 이동 동선 파악은 부모님과의 전화 면담으로 대신하였다.

자가격리자의 주기적 검사는 지역 보건소의 검사 인력 가용성을 고려하여 3일에서 5일 간격 또는 격리 중 증상이 있을 시는 즉시 SARS-CoV-2 polymerase chain reaction 검사를 시행하였으며, 능동 감시 대상자는 보건당국이 1일 2회 전화 모니터링 하였다.

확산의 규모와 노출 위험요인 확인을 위해 코로나바이러스감염증-19 대응지침에서 제시한 위험도 평가 양식을 사용하여 교육시설의 위험도를 평가하였다.⁸⁾

위험도 평가 항목은 감염 공간 환경의 자연 환기와 관련된 밀폐도, 이용자 간 거리 두기 여부에 따른 밀집도, 시설에 체류하는 시간과 관련된 지속도, 시설내 동시 이용 인원의 규모 관련 군집도, 비말을 발생하는 정도 관련 활동도, 방역 지침 마련, 손 위생 수행 관련 시설 및 물품 비치, 마스크 착용, 마스크 착용 안내 게시 및 독려, 환경 표면 소독, 이용자 명부 작성 및 코로나19 증상 확인 여부의 세부 항목으로 구성된 관리도 총 6개 항목으로 구성되어 있으며, 각 항목 당 2점으로 배정되어 있다 (**Supplementary Table 1**). 위험도 종합 평가 결과는 각 6항목의 점수를 합산하여 총점이 6점 이하인 경우 위험도 낮음, 7-9점은 위험도 중간, 10점 이상은 위험도 높음으로 평가하였다.

각 집단 사례에서 근원 환자(추정)에 따른 교육시설의 감염력을 확인하기 위해 각 집단의 발병률 (attack rate)과 2차 발병률 (secondary attack rate)을 산출하여 비교하였다. 발병률은 집단의 전체 인원 중 확진된 총 인원의 비율, 2차 발병률은 지표 환자 및 근원 환자(추정)에게 감염되어 확진된 자에게 추가 노출된 인원 중 2차 이상 확진된 자의 비율로, Microsoft Excel 2018 (Microsoft, Redmond, WA, USA)을 이용하여 발병률과 2차 발병률을 산출하였다.

3. 연구윤리

이 연구는 보건복지부지정 공용 윤리위원회에서 심의를 면제받았다(IRB No: P01-202212-01-018).

결과

조사기간 중 강원도내 확진자는 총 5,381명이었고 교육시설 관련 집단감염 사례는 총 19개의 교육시설에서 407명(7.6%)이 발생하였다 (**Fig. 2**). 교육시설 유형별 발생은 어린이집5건, 초등학교2건, 중학교3건, 고등학교4건, 사교육시설 5건의 집단 감염이 있었으며 19세 미만 확진자는 총 204명(50.1%)이었다. 직업에 따른 분류로는 교사 34명(8.4%), 학생 204명(49.9%)

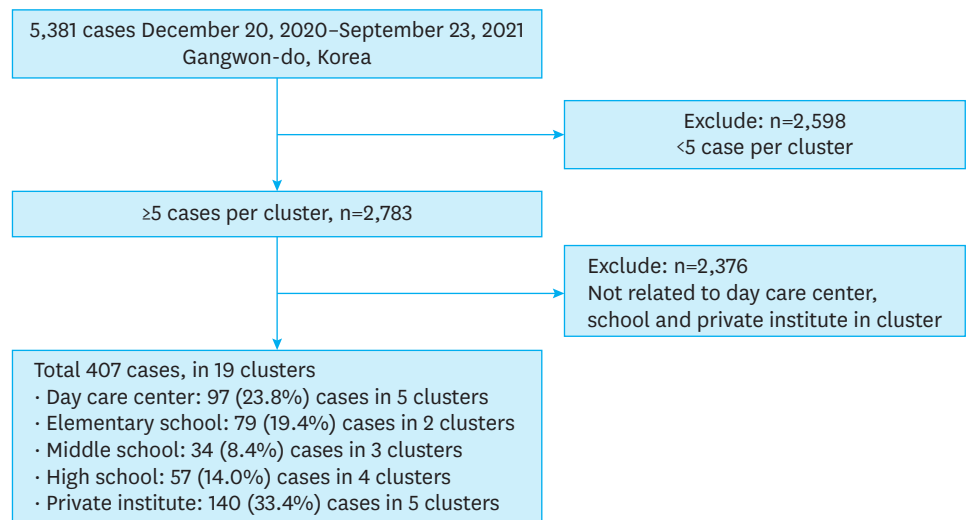


Fig. 2. A flow diagram showing the process of selecting educational facility related cluster cases among 5,381 polymerase chain reaction confirmed cases in Gangwon-do, Korea from December 10, 2020 to September 23, 2021.

이었고, 초등학생 71명(17.5%), 고등학생 57명(14.0%), 원아 44명(10.8%), 중학생 32명(7.9%)이었다. 성별로는 여성이 230명(56.5%)으로 남성 177명(43.5%)보다 많았고, 유 증상 확진자는 272명(66.8%)이었다. 증상은 인후통 112명(27.5%), 발열 100명(24.6%), 기침 95명(23.3%) 순으로 많이 나타났다. 선행 전파자는 가족이 155명(38.1%), 교사 125명(30.7%), 친구 74명(18.2%) 순으로 확인되었고, 선행전파자로부터 노출된 장소는 집 139명(34.2%), 어린이집·학원 등의 사교육시설 118명(29.0%), 학교(교실, 기숙사) 91명(22.4%)이었다 (Table 1).

19개의 집단 사례 중 교사가 지표환자이면서 근원 환자(추정)인 사례는 어린이집1, 2, 3, 초등학교1 이었다. 어린이집과 초등학교에서 19세 이상 성인 확진자가 많은 이유는 어린이집 교

Table 1. General characteristics of the coronavirus disease 19 patients in clusters by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 at educational facilities in Gangwon-do, from December 10, 2020 to September 23, 2021

Characteristics	No. (%)
Age (yr)	407 (100.0)
0-6 (Infant and preschool)	44 (10.8)
7-12 (Elementary school)	71 (17.4)
13-15 (Middle school)	32 (7.9)
16-18 (High school)	57 (14.0)
≥19 (Adult)	203 (49.9)
Occupation	
Teacher	34 (8.4)
Student	203 (49.9)
Sex	
Female	230 (56.5)
With clinical symptom*	272 (66.8)
Sore throat	112 (27.5)
Fever	100 (24.6)
Cough	95 (23.3)
Sputum	54 (13.3)
Muscle pain	39 (9.6)
chill	33 (8.1)
Rhinorrhea	17 (4.2)
Nasal obstruction	19 (4.7)
Loss of taste	7 (1.7)
Loss of smell	13 (3.2)
Fatigue	6 (1.5)
Anorexia	5 (1.2)
Diarrhea	5 (1.2)
Cases without pre-existing comorbidity	350 (86.0)
Preceding infector	
Family member	155 (38.1)
Teacher	125 (30.7)
Friend	74 (18.2)
Colleague	13 (3.2)
Acquaintance	17 (4.2)
Other	6 (1.5)
Unknown	17 (4.2)
Exposed place to prior confirmed cases	
Household	139 (34.2)
Day care center/Private institute	118 (29.0)
Classroom/School/Dormitory	91 (22.4)
Public place	26 (6.4)
Workplace	13 (3.2)
Other	4 (1.0)
Unknown	16 (3.9)

*Included those with multiple symptoms.

사와 아이를 돌보는 부모들이 어린이와 함께 격리된 후 추가 확진 되었기 때문이었다. 중학교 2곳은 각 집단에서 학생이 지표 환자이면서 근원 환자(추정)이었고 고등학교에서의 지표 환자는 학생, 교사, 지인이었고 근원 환자(추정)는 학생, 가족으로 지표 환자와 근원 환자가 각각 일치하지 않았다 (Table 2).

근원 환자(추정)에 따른 발병률은 교사가 추정감염원인 전체 집단의 평균 발병률은 2.4%, 2차 발병률은 2.0% 이었다. 학생이 근원 환자(추정)인 전체 집단의 평균 발병률은 1.5%, 2차 발병률은 1.3%, 가족이 추정근원환자인 집단 전체의 평균 발병률은 3.2%, 2차 발병률은 2.4%, 지인이 추정 감염원인 집단 전체의 평균 발병률은 1.8%, 2차 발병률은 1.0%이었다. 교육시설 별로는 고등학교(3.0%)와 사교육시설(2.8%)의 발병률이 평균 발병률(1.5%)보다 높았고, 고등학교의 2차 발병률(5.1%)은 평균 발병률(3.0%)보다 높게 나타났다 (Table 3).

Table 2. Characteristics of the coronavirus disease 19 clusters by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 at educational facilities in Gangwon-do, from December 10, 2020 to September 23, 2021

Cluster	Identity of index case	Presumed source infector	No. of exposed	No. of confirmed case	Age (yr), No. (%)				
					0-6	7-12	13-15	16-18	≥19
Day care center									
1	Teacher	Teacher	488	35	14 (3.4)	-	-	-	21 (5.2)
2	Teacher	Teacher	235	12	5 (1.2)	-	-	-	7 (1.7)
3	Teacher	Teacher	255	5	-	-	1 (0.2)	-	4 (1.0)
4	Family	Student	885	15	8 (2.0)	-	-	-	7 (1.7)
5	Family	Student	524	30	10 (2.5)	1 (0.2)	1 (0.2)	-	20 (4.9)
Elementary school									
1	Teacher	Teacher	3,030	63	2 (0.5)	29 (7.1)	2 (0.5)	-	30 (7.4)
2	Teacher	Student	1,186	16	1 (0.2)	13 (3.2)	-	-	2 (0.5)
Middle school									
1	Student	Student	1,894	8	-	-	5 (1.2)	-	3 (0.7)
2	Student	Student	432	7	-	1 (0.2)	2 (0.5)	-	5 (0.5)
3	Student	Student	2,295	19	1 (0.2)	6 (1.5)	-	-	12 (2.9)
High school									
1	Acquaintance	Student	612	10	1 (0.2)	1 (0.2)	-	3 (0.7)	5 (1.2)
2	Student	Student	870	12	-	-	-	10 (2.5)	2 (0.5)
3	Teacher	Family	633	8	-	-	-	3 (0.7)	5 (1.2)
4	Student	Student	444	27	-	1 (0.2)	-	24 (5.9)	2 (0.5)
Private institute									
1	Student	Student	1,286	36	-	3 (0.7)	6 (1.5)	5 (1.2)	22 (5.4)
2	Teacher	Student	969	18	-	1 (0.2)	2 (0.5)	6 (1.5)	9 (2.2)
3	Acquaintance	Teacher	650	13	1 (0.2)	-	-	-	12 (2.9)
4	Teacher	Teacher	1,700	21	-	8 (2.0)	5 (1.2)	2 (0.5)	6 (1.5)
5	Teacher	Teacher	1,047	52	2 (0.5)	13 (3.2)	1 (0.2)	1 (0.2)	35 (8.6)

Table 3. Attack rate and secondary attack rate by presumptive source of infection in clusters related to educational facilities in Gangwon-do from December 10, 2020 to September 23, 2021

Cluster	Presumed infector							
	Teacher		Student		Family member		Acquaintance	
	AR (%)	SAR (%)	AR (%)	SAR (%)	AR (%)	SAR (%)	AR (%)	SAR (%)
Total	2.4 (230/9,543)	2.0 (124/6,275)	1.5 (109/7,221)	1.3 (54/4,239)	3.2 (45/1,409)	2.4 (25/1,057)	1.8 (23/1,262)	1.0 (10/970)
Day care center	5.3 (52/978)	3.4 (23/671)	-	-	3.2 (45/1,409)	2.4 (25/1,057)	-	-
Elementary school	1.9 (79/4,216)	1.2 (33/2,788)	-	-	-	-	-	-
Middle school	-	-	0.7 (34/4,621)	0.6 (17/2,669)	-	-	-	-
High school	1.3 (8/633)	0.3 (1/345)	3.0 (39/1,314)	5.1 (19/375)	-	-	1.6 (10/612)	1.9 (7/368)
Private institute	2.5 (91/3,716)	2.7 (67/2,471)	2.8 (36/1,286)	1.5 (18/1,195)	-	-	2.0 (13/650)	0.5 (3/602)

AR=The Number of Confirmed Cases/The Number of People Exposed to Total Confirmed Cases in a Cluster the Presumed Source of Infection×100.
 SAR=The Number of Secondary Infectee in the Cluster Among Confirmed Cases/The Number of People Exposed to Secondary Infectee in a Cluster the Presumed Source of Infection is a Teacher Among Confirmed Cases×100.
 Abbreviations: AR, attack rate; SAR, secondary attack rate.

교육시설별 위험도 평가 결과와 발병률의 관계를 확인하기 위해 교육시설 내 발병률과 가족 내 발병률을 산출하여 위험도 평가 결과와 비교하였다 (Table 4). 총 19개 집단 중 위험도 종합 평가 점수가 높은 집단은 7곳(36.8%), 12곳은(63.2%) 위험도 종합 평가 중간 수준이었다. 위험도 종합 평가 결과가 높은 7개 집단 중 초등학교 1개를 제외한 6개는 어린이집과 보습학원, 지역 돌봄 센터와 같은 사교육시설이었다. 위험도 종합평가 점수가 높은 집단 7개 중 4곳(어린이집1, 사교육시설1, 4, 5)에서 교육시설 내 발병률(40.4%, 67.7%, 21.7%, 43.2%)이 가족 내 발병률(29.4%, 10.0%, 12.5%, 28.2%)보다 높게 나타났다. 위험도 종합평가 점수가 중간인 12개 집단에서는 2곳(고등학교 4, 사교육시설 2)에서 교육시설내 발병률이 가족 내 발병률보다 높았다.

공공교육 시설에 해당되는 초중고9개의 집단 중 8개의 교육시설 위험도 평가는 중간 수준이었고 교육시설내 발병률이 가족 내 발병률보다 낮았다. 다만 고등학교 4의 경우 교육시설내 발병률(12.6%)이 가족 내 발병률(2.9%)보다 높았는데, 확진자들은 운동부 소속으로 교내 기숙사에서 거주하고 있어 가족과 유사한 환경이었다. 위험도 종합평가 점수가 중간인 사교육 시설2의 교육시설 내 발병률(40.9%)이 가족 내 발병률(35.3%)보다 높았는데, 지표 환자가 시설원장으로 교육 시설을 이용하는 학생과 강사 다수가 감염되었다. 어린이집은 5곳 중 3곳(어린이집 1, 2, 3)의 위험도 종합평가 높음 수준에 해당되었고, 이 중 어린이집 1은 시설 내 발병률이 40.4%로 가족 내 발병률 29.4%보다 높았으나 어린이집 2와 3은 시설 내 발병률이 가족 내 발병률보다 낮았는데, 어린이집 2, 3의 지표환자들은 확진 되기 전 타 환자의 밀접접촉자로 분류되어 증상 발현 이전에 격리를 시작하였다 (Table 4).

Table 4. Comparison of risk assessment result and attack rate of educational facilities in Gangwon-do, Korea from December 10, 2020 to September 23, 2021

Cluster	Risk factor evaluation*	Risk factor score	Tightness	Density	Persistence	Crowdedness	Activity	Compliance	AR on family (%)	AR on school (%)
Day care center										
1	High	10	1	2	2	1	2	2	29.4	40.4
2	High	10	1	2	2	2	2	1	17.6	11.8
3	High	10	1	2	2	2	2	1	33.3	0.9
4	Medium	9	1	2	2	1	2	1	31.6	10.2
5	Medium	8	1	2	2	1	2	0	56.4	7.0
Elementary school										
1	Medium	9	1	2	2	2	1	1	28.6	3.5
2	High	10	2	1	2	1	2	2	4.3	3.6
Middle school										
1	Medium	7	1	2	2	1	1	1	23.1	0.7
2	Medium	7	1	2	2	1	1	0	50.0	1.5
3	Medium	7	1	1	2	1	1	1	23.1	0.8
High school										
1	Medium	9	1	1	2	1	2	2	23.5	1.8
2	Medium	9	1	1	2	1	2	2	6.7	1.5
3	Medium	8	2	1	1	1	1	2	6.7	2.6
4	Medium	9	2	1	2	1	1	2	2.9	12.6
Private institute										
1	High	11	2	2	2	1	2	2	10.0	67.7
2	Medium	9	2	1	2	1	1	2	35.3	40.9
3	Medium	8	1	1	1	1	2	2	33.3	13.9
4	High	10	2	2	2	1	1	2	12.5	21.7
5	High	10	2	2	2	1	1	2	28.2	43.2

AR=The Number of Confirmed Case of Cluster/The Number of People Exposed to Total Confirmed Case×100.

Abbreviation: AR, attack rate.

*High: ≥10, Medium: 7-9, Low: ≤6.

Table 5. Risk assessment result per each factors of educational facilities in Gangwon-do, Korea from December 10, 2020 to September 23, 2021

Risk factor evaluation	Tightness	Density	Persistence	Crowdedness	Activity	Compliance
Total	19 (100.0)	19 (100.0)	19 (100.0)	19 (100.0)	19 (100.0)	19 (100.0)
Low (≤ 6)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (10.5)
Medium (7-9)	12 (63.2)	8 (42.1)	2 (10.5)	16 (84.2)	9 (47.4)	6 (31.6)
High (≥ 10)	7 (36.8)	11 (57.9)	17 (89.5)	3 (15.8)	10 (52.6)	11 (57.9)

Values are presented as number (%).

19개 교육시설 위험도 평가결과 12개의 교육시설에서 일 2회이상 환기가 가능하여 밀폐도가 중간인 교육 시설은 12개(63.2%), 이용자간 거리 두기가 1m를 유지하기가 불가능 한 밀집도가 높은 교육시설은 11곳(57.9%), 시설내 체류시간이 1시간 이상으로 높은 기관은 17개(89.5%), 동시 인원 규모가 10명이상 100명 미만으로 군집도가 중간 수준인 교육시설은 16곳(84.2%), 적극적 침방울이 발생하는 활동도가 높은 교육 시설은 10곳(52.6%), 지속적 마스크 착용, 손 위생시설과 손 소독제 비치, 표면 청소 이행 등의 관리도가 잘 지켜지지 않아 위험도가 높은 교육시설은 11곳(57.9%)이었다 (Table 5).

관리도 중 마스크 착용 이행도는 어린이집 어린이들을 제외한 14개 교육시설에서 지켜지고 있었으나 표면 청소나 손 소독제 비치 손 위생 물품 등의 관리는 대부분의 교육 시설에서 이행되지 않는 것으로 나타났다.

고찰

2020년 12월 10일부터 2021년 9월 23일까지, 강원도내 교육시설 관련 코로나바이러스19 감염증 집단 사례는 총 19개의 집단에서 407명이었고, 그 중 204명(50.1%)이 학생이었다. 전파 유형을 고려해 보았을 때 선행 확진자가 가족(38.1%)인 사례가 교사(30.7%)나 친구(18.2%)인 사례보다 많았고 이 결과는 기존에 알려진 교내 전파보다 가족 간 전파가 더 크다는 내용과⁹⁾ 일치함을 알 수 있었다.

본 연구 결과 근원 환자(추정)가 교사인 집단이 학생인 집단보다 발병률과 2차 발병률이 모두 높은 것으로 확인되었다, 원인으로서는 교사들이 동료 교사들 및 학생들과 식사 및 모임, 유증상 시 검사 지연, 수업 중 실기 시연 등으로 마스크를 벗는 경우가 있었던 것으로 심층조사에서 확인되었다. Campeau 등²⁾의 연구에서는 교직원이 학교에 COVID-19를 도입할 가능성이 높다고 보고하였고, 이는 교사들이 직무를 수행하는 동안 어린이들과 신체적으로 거리 두기를 유지하는데 어려움이 있었을 것이라는 가설을 설명한다.²⁾ 이러한 결과는 학생들에게 방역 수칙 준수를 강조하는 것 이외에도 교육을 담당하고 있는 학교 교사와 사교육시설장 및 보육교사들의 방역 수칙 준수와 실천이 더 철저하게 이행되어야 한다는 것을 시사한다. 또한 여러 국가에서 시행된 연구에서는 2차 확진 사례의 수가 많지 않기 때문에 2차 발병률이 낮을 가능성이 높은 것으로 보여지고, 지표 환자가 성인인 경우 2차 확진 사례가 많다고 보고하였다.¹⁰⁾

가족이 추정감염원인 경우, 어린이집에서 발병률(3.6%)과 2차 발병률(1.9%)이 평균(2.3%, 1.8%)보다 높게 나타났는데 이런 원인은 원아 격리 시 부모가 동반 격리되어 확진 되었기 때문이었다. 근원 환자(추정)이 학생인 고등학교4집단발생에서 발병률(3.0%)과 2차 발병률

(5.0%)이 평균보다 높게 나타났고, 역학 조사결과 이 확진자들은 운동부 학생으로 기숙사에 모두 함께 거주하며 아침부터 저녁까지 운동 연습을 함께 하는 등 하루 중 대부분의 시간을 함께 보내고 있었던 것으로 확인되었다. Viner 등¹¹⁾은 학교에서 직원과 학생이 관련된 발병률은 연구마다 매우 다양하지만 접촉자 추적 연구에 대한 메타분석결과 가정(7.6%)보다 학교에서 10배 발병률이 낮았다고 보고하였고 이는 본 연구의 가정내 발병률이 높게 나타난 결과와 유사하다고 할 수 있다.

본 연구 결과 중 거리 두기와 관련한 밀집도 부분에서 19개 교육 시설 중 11개 시설(57.9%)에서 높음 수준으로, Sundaram 등¹²⁾의 연구에서 제시한 개인간 거리 두기, 책상 간격 두기와 같은 조치를 실행하기 어려운 조치라고 하였던 결과와 유사하였다. 관리도의 마스크 착용 여부 세부항목 이행도 결과, 19개 교육시설 중 마스크 착용 유지에 어려움이 있는 어린이집 유아들을 제외한 14개 교육시설에서 마스크 착용은 잘하고 있는 것으로 심층조사에서 확인되었다. 이 결과는 Madewell 등¹³⁾의 학생의 마스크 착용 준수율은 연구 과정 전반에 걸쳐 92%를 초과하였고 나이가 많은 아이들은 어린 아이들과 똑같이 마스크 착용을 준수하는 것으로 보고되었다는 내용과는 다소 일치하지는 않았다. 본 연구에서 어린이집과 사교육시설에서 관리도 평가 세부 항목인 마스크 착용 유지, 환경 소독과 청소관련 항목이 잘 이행되지 않은 것으로 확인되었다. 이러한 결과는 방역 수칙을 이행하는 데 연령적으로 한계가 있는 어린이집과 방역 수칙 적용 점검에 행정력의 한계가 있는 사교육시설에서 발병률이 높았는데, 청소 및 환경 소독이 잘 이행되지 않는 이유로는 유치원과 어린이집 현장에서 방역 관리와 소독 요구 대비 감염 확산 방지에 대한 상세정보, 지식과 안내부족으로 어려움과 혼란을 경험하였다고 보고되었던 바 있다.¹⁴⁾ 따라서 감염병 유행 시기에 교육시설에서 감염 위험 관리를 위한 수칙들이 잘 수행되고 있는지 점검이 필요하겠다.

이 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫 번째, 교육시설 관련 COVID-19 확진자들의 예방접종 효과를 평가할 수 없었다. 본 연구 수행 당시, 18세 미만 연령은 코로나-19 감염증 예방접종을 시행하지 않았기 때문에 집단 내에서 예방접종으로 인한 전파 감소의 효과를 산출할 수 없었다. 두 번째, 본 연구에서 도출된 결과는 전국의 학교관련 집단의 결과로 일반화하는 데 제한이 있다. 본 조사를 시행한 강원도는 지역당 인구 밀집도가 1km²당 90.4명으로,¹⁵⁾ 우리나라 전체 17개 시도 중 인구 밀집도는 가장 낮으나, COVID-19 확진자 비율은 인구 10만명당 400.04명으로 비수도권 14개 지역의 인구 밀집도 대비 확진자 발생률은 7번째로 높았다.¹⁶⁾ 또한 2021년 3월 1일부터 2021년 9월 22일까지 교육부에서 발표한 학생과 교직원의 총 확진자 19,993명중 강원도내 학생 및 교직원 확진자는 총 866(4.3%)명으로¹⁷⁾ 강원도의 교육시설 관련 집단발생의 결과로 우리나라 교육시설 관련 집단발생의 결과를 대표하거나 일반화할 수는 없다.

이 연구의 강점은 감염병 유행 시에 학교 내 방역 수칙과 더불어 학교 외 사교육시설에서의 방역 이행도 점검의 필요성에 대해 역학적 근거를 제시한 것이다. 특히, 한국의 사설 교육 시스템을 고려한다면 개인이 운영하는 교육시설에 대한 방역 수칙 이행에 대한 감독이 강화되어야 할 필요가 있다. 두 번째 각 교육시설 관련 COVID-19 확진자가 학교 외 다수의 다른 사교육시설을 이용하였으므로 정확한 감염원의 추정과 이동경로 조사에 어려움이 있었으나 개인별 심층역학조사를 통해 시간적, 공간적 개연성을 고려한 선행 확진자 및 근원 환자(추정)를 추적하여 지역사회 내에서 발생한 COVID-19 교육시설 관련 집단을 대상으로 수행한 첫 연구로서 가치가 있다.

교내에서의 전파가 가족 간 전파보다는 높지 않았다는 본 연구 결과에 기반하여, 감염병 범유행 상황이 발생 시 학교시설과 사교육시설에서 방역 수칙을 철저히 지키면서 안전하게 교육할 수 있겠다. 또한 교육 시설 중 학생들의 생활이 대부분 이루어지는 기숙사 및 운동부와 같이 밀접 접촉이 많은 환경에서는 특히 주의가 필요하다. 학교에서 학생보다 교사가 근원 환자, 지표 환자인 경우 발병률이 더 높았고 위험도 중 손 위생, 환경, 표면 소독 등의 이행과 관련이 있는 관리도 부분에 공통적으로 위험 점수가 높았으므로 방역 수칙 이행 향상을 위한 교육과 감시 강화가 필요하다.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank the public health center officials in Gangwon-do and local government officials for their hard work in data collection and patient management, and thank the Korea Disease Control and Prevention Agency's Capital Regional Center for Disease Control and Prevention, Gangwon Center for Infectious Disease for their generous support in field epidemiological investigations.

SUPPLEMENTARY MATERIAL

Supplementary Table 1

Description of the factor for risk assessment in the facility

REFERENCES

1. UNESCO. Education: from disruption to recovery [Internet]. Paris: UNESCO; 2022 [cited 2023 Mar 6]. Available from: <https://www.unesco.org/en/covid-19/education-disruption-recovery>.
2. Campeau L, Thistlethwaite F, Yao JA, Hobbs AJ, Shahriari A, Vijh R, et al. Transmission dynamics of SARS-CoV-2 in British Columbia's largest school district during the second half of the 2020-2021 school year. *Can J Public Health* 2022;113:653-64. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
3. Ministry of Education (KR). Preparation of operating standards for systematic remote classes [Internet]. Sejong: Ministry of Education; 2020 [cited 2020 Mar 27]. Available from: <https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=72755&boardSeq=88818&lev=0&searchType=null&statusYN=160&s=moe&m=031303&optyne=N>.
4. Kim EY, Ryu B, Park YJ, Kim EK, Choe YJ, Park HK, et al. Children with COVID-19 after reopening of schools, South Korea. *Pediatr Infect Vaccine* 2020;27:180-3. [CROSSREF](#)
5. Ministry of Education (KR). COVID-19 infection prevention management manual 3rd edition for kindergarten, elementary school, middle school and school for disabled students [Internet]. Sejong: Ministry of Education; 2020 [cited 2023 Mar 1]. Available from: <https://school.iamservice.net/articles/view/119399566#>.
6. Korea Disease Control and Prevention Agency. The updated of COVID-19 response guideline. 10th ed. Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2021.
7. Jang J, Ahn S, Park SH, Yang C, Ryu B, Shin E, et al. Outbreak report of COVID-19 during designation of class 1 infectious disease in the Republic of Korea (January 20, 2020-April 24, 2022). *Public Health Wkly Rep* 2022;15:2126-36.
8. Korea Disease Control and Prevention Agency. The updated of COVID-19 response guideline (9-4 edition) [Internet]. Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2020 [cited 2023 Mar 1]. Available from: https://www.ksid.or.kr/board/list.html?num=4859&start=0&sort=top%20desc,thread%20desc,pos&code=pds&comm_type=&key=&keyword=.

9. Cho EY, Choe YJ. School closures during the coronavirus disease 2019 outbreak. *Clin Exp Pediatr* 2021;64:322-7. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
10. Bark D, Dhillon N, St-Jean M, Kinniburgh B, McKee G, Choi A. SARS-CoV-2 transmission in kindergarten to grade 12 schools in the Vancouver Coastal Health region: a descriptive epidemiologic study. *CMAJ Open* 2021;9:E810-7. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
11. Viner R, Waddington C, Mytton O, Booy R, Cruz J, Ward J, et al. Transmission of SARS-CoV-2 by children and young people in households and schools: a meta-analysis of population-based and contact-tracing studies. *J Infect* 2022;84:361-82. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
12. Sundaram N, Bonell C, Ladhani S, Langan SM, Baawuah F, Okike I, et al. Implementation of preventive measures to prevent COVID-19: a national study of English primary schools in summer 2020. *Health Educ Res* 2021;36:272-85. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
13. Madewell ZJ, Yang Y, Longini IM Jr, Halloran ME, Dean NE. Household transmission of SARS-CoV-2: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Netw Open* 2020;3:e2031756. [PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
14. Choi YK. COVID-19 kindergarten and childcare facility response system inspection and current status analysis 2020 in Korea. *Parent Policy Forum* 2020;65:6-19.
15. Korean Statistical Information Service. Population density (based on population and housing census) [Internet]. Daejeon: Statistics Korea; 2022 [cited 2023 Mar 5]. Available from: https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1B08024&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=A1_13&scrId=&seqNo=&lang_mode=ko&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=K1&path.
16. Korea Disease Control and Prevention Agency. The updates of COVID-19 in Republic of Korea, as of 23 Sep., 2021 [Internet]. Chungju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2021 [cited 2023 Mar 3]. Available from: https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501010000&bid=0015&list_no=717032&cg%20code=&act=view&nPage=123.
17. Ministry of Education (KR). Press release: education sector COVID-19 status data (9.23) [Internet]. Sejong: Ministry of Education; 2021 [cited 2023 Mar 3]. Available from: <https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=294&boardSeq=89089&lev=0&searchType=null&statusYN=W&page=1&s=moe&m=020402&opTyp>.

요약

목적: 우리나라 강원도 내 어린이집, 유치원, 초중고(공교육) 교육시설과 사교육시설을 포함한 교육시설 관련 COVID-19 감염병 집단사례의 역학적 특성과 위험요인을 파악하고자 한다.

방법: 연구기간은 2020년 12월 10일부터 2021년 9월 23일까지 질병관리청 질병보건통합관리시스템에 신고된 강원도 내 코로나19 확진자 5,318명 중 교육시설 관련 집단감염으로 분류된 19개의 교육시설 관련 확진자 407명을 대상으로 조사하였다.

결과: 교육시설 관련 확진자는 19개의 교육시설 총 407명으로 19세 이하는 204명(50.1%) 이었다. 선행 전파자는 가족이 155명(38.1%), 교사125명(30.7%)이었다. 이차감염자가 확진자로부터 노출된 장소는 집이 139명(34.2%)으로 가장 높았다. 총 19개 집단에서 9개 집단의 근원 환자(추정)는 교사로 확인되었다. 교사가 선행 감염원인 경우의 평균 발병률(2.4%)이 학생이 근원 환자(추정)인 집단의 평균 발병률(1.5%)보다 높았다. 또한 교육시설 내 위험도 종합평가 점수가 높은 사교육시설에서 발병률과 2차 발병률이 높았다.

결론: 본 연구에서 교육시설보다는 가정에서의 전파가 더 큰 것이 확인되었고, 교육시설 내 위험도 종합평가점수가 높은 교육시설에서는 교내 발병률이 가정내 발병률보다 높았고, 공교육 시설보다 사교육시설의 위험도 점수가 높은 곳이 많았으며, 교사들이 근원 환자(추정)인 사례가 많았다. 이러한 결과를 근거로 학생들과 더불어 교사들의 방역 수칙 이행에 대한 감시의 강화가 필요하겠다. 또한 지속적인 교육 당국의 모니터링을 통해 감염병 범유행 상황에서 감염으로부터 안전한 환경에서 교육이 이행될 수 있도록 지속적으로 노력해야 할 필요가 있다.