코로나19 이슈

코로나19 오미크론 세부계통 변이 및 재조합 변이 바이러스 역학적 특성

질병관리청 역학조사분석담당관 **유미, 이혜영, 박한울, 송영준, 이상은, 박영준***
질병관리청 신종병원체분석과 **박애경, 김일환, 김은진**
수도권질병대응센터 **박은경, 임보현, 이여울**
충청권질병대응센터 **이상혁, 이형용, 최연화**
호남권질병대응센터 **김은영, 김승진, 유정희**
경북권질병대응센터 **박충민, 황명재, 손태종**
경남권질병대응센터 **김지혁, 이지주, 김연정**
제주출장소 **엄지은**

*교신저자: pahmun@korea.kr, 043-719-7950

초 록

중앙방역대책본부는 새롭게 출현하고 있는 변이 바이러스의 확산에 대비하여 2022년 3월 말부터 '코로나19 신규 변이 영향력 평가체계'를 마련하였으며, 적시에 국내 출현 변이 영향력에 대한 조사를 통해 위험도를 평가할 수 있도록 신속한 변이 바이러스 출현에 대비해왔다. 2022년 4월 12일 국내 첫 재조합 변이 바이러스(XQ) 확진자가 보고된 이후, 전파력, 중증도 등에 대한 위험도 평가를 통해 타당한 관리기준을 마련하기 위하여 국내 발생된 사례에 대한 역학조사를 시행하였다.

4월 12일부터 5월 31일까지 해외유입 확진자 및 집단사례 지표환자 등의 검체에 대하여 전장유전체분석 결과 국내 발생이 확인된 오미크론 세부계통 변이 및 재조합 변이 사례는 총 82건이었으며, 계통별로는 BA.2.12.1형 60건, BA.4형 6건, BA.5형 8건, XQ형 3건, XE형 3건, XM형 2건이었다.

확정사례의 인구학적, 역학적 특성으로는 오미크론 세부계통 변이 BA.2.12.1형, BA4형, BA5형의 경우, 주로 20~30대의 젊은 연령층, 수도권에서 주로 발생을 보였고 대부분 해외유입사례로 확인된 반면, 오미크론 재조합 변이 XQ형, XE형, XM형 확정사례의 경우, 주로 40대 이상의 연령층, 수도권에서 높은 발생을 보였고 대부분 국내감염사례로 확인되었다.

임상적 특성으로서 오미크론 세부계통 변이 및 재조합 변이 확진자는 지금까지 위중증 및 사망자 발생은 없었다. 무증상 환자의 비율은 오미크론 세부계통 변이 BA.2.12.1형, BA.4형, BA.5형의 경우 27.0%이었고, 재조합 변이 XQ형, XE형, XM형의 경우 진단 시 무증상 환자는 없었고 전원 유증상 환자였다. 유증상자는 전형적인 발열, 인후통, 기침 등의 증상 외에는 보이지 않았다.

국내 BA.2.12.1형 변이의 추가전파사례는 확정사례 전체 52가구 중에 총 6가족 사례로 확인되었고 그 중 3가지 사례는 모두 해외입국자로서 그 가족에게 전파한 경우였고, 나머지 3가지 사례는 국내 사례로서 그의 가족이 해외입국자로서 접촉 기간 등을 고려해볼 때 해외입국한 가족으로부터 전파되었을 것으로 추정하지만, 전장유전체 비교분석은 확인되지 않은 사례였다. 동거가족 내 추가 전파 외에 지역사회 추가 전파 사례는 현재까지 확인되지 않았다.

이상의 결과를 종합해볼 때, 현재까지 확인된 국내 오미크론 세부계통 변이 및 재조합 변이는 전파력 및 중증도 측면에서 기존 변이에 비해 높지 않았다. 그러나 확정 사례 건수가 적기 때문에 전파 특성 및 중증도 평가를 위해서는 지속적인 감시 및 조사가 필요하다. 방역 당국은 향후 변이 발생 시 조사·대응 및 평가를 지속해 나갈 것이며, 확산 및 임상적 위험성이 높다고 판단될 경우, 방역 대책을 강화하는 등 타당한 관리 기준을 마련할 예정이다.

주요 검색어: 코로나바이러스감염증-19, 오미크론 세부계통 변이, 재조합 변이, 역학적 특성

들어가는 말

코로나바이러스감염증-19(코로나19) 바이러스의 유전자형은 주로 알파, 델타, 오미크론형이 알려져있으며, 특히 2021년 12월 오미크론형이 출현한 이후 오미크론형이 세분화되면서 2022년 5월 31일 기준으로 세부계통 변이(103종) 및 재조합 변이(22종)가 알려져 있다. 이중 오미크론 세부계통 BA.2.12.1형 변이는 미국에서 3월부터 발생이 시작되었고, BA.4형, BA.5형은 남아공에서 3월부터 시작되어 전 세계로 확산되었다. 현재 BA2.12.1형의 점유율은 11%에서 16%로 증가하였고 BA.4형, BA.5형은 2%에서 3%로 증가 양상을 보이고 있다[1]. 2022년 6월 1일 기준으로 BA.2.12.1형은 46개국에서 60,801명의 확진자가 발생하였으며, BA.4형은 35개국 3,449명, BA.5형은 36개국 1,956명의 확진자가 발생하여[2] 국내로의 추가 유입은 지속될 것으로 보인다. 오미크론 세부계통 변이 유형들은 BA.2 하위 계통에서 발생하지만 BA.2와 비교하여 어떤 영향을 미칠지는 현재까지 명확히 밝혀지지 않았으나 미국과 남아공에서 코로나19 발생이 재증가하는 것과 관련이 있는 것으로 보고되고 있다[3].

재조합 변이 바이러스 XQ형, XE형, XM형은 두 가지 다른 바이러스가 동일 개체에 감염된 후 유전자가 혼합되어 생긴 새로운 유전자형의 바이러스로서 현재 정의된 재조합 변이는 XA부터 XY까지 22가지로 분류된다[4]. 그 중 XQ형, XE형, XM형 변이가 국내에서 확인되었다[5]. 이러한 새로운 변이 바이러스의 출현에 있어서 WHO에서는 지금까지 알려진 백신, 치료 등의 효능에 위협을 줄 수 있다고 추정하고 유전자형의 감시 필요성을 강조하고 있다[6,7].

방역 당국에서는 새롭게 출현되는 변이 바이러스가 국내에 발생되는 상황에 대비하여 2022년 3월 말부터 '코로나19 신규 변이 영향력 평가체계'를 마련하여 적시에 국내 출현 변이 영향력에 대한 조사를 통해 위험도를 평가하여 신속한 변이 바이러스 대응을 대비해왔다.

2022년 4월 12일 국내 첫 재조합 변이 바이러스 XQ형 확진자가 보고된 이후, 전파력, 중증도 등에 대한 위험도 평가를 통해 타당한 관리기준을 마련하기 위해 국내 발생된 사례에 대한 조사를 시행하였다[8]. 조사 대상은 전장유전체분석 결과 변이 바이러스가 확인된 사례(확정 사례)와 지표환자 증상발생일 전·후 2주 동안 접촉력이 있는 확진자(역학적 관련 사례) 및 확정사례와 역학적 관련사례의 증상 발생일 전·후 2주 동안 접촉력이 있는 비확진자(접촉자)로 하였다. 해외 입국자의 경우에는 기내 접촉자를 포함하여 조사하였다.

조사 대상의 관리기준은 기존 해외 자료에서 알려진 오미크론 세부 계통의 특성을 고려하여 관리 수준을 상향하지 않고 현 코로나19 대응 지침(지자체용) 13판(2022. 4. 25.)에 따라 조사·대응하면서 위험도 평가 후 위험하다고 판단 시 기준을 상향하는 것으로 하였다[9].

본 연구에서는 조사된 오미크론 세부계통 변이 및 재조합 변이 관련 조사 대상에 대한 역학적, 임상적 특성을 평가하여 향후 변이 바이러스 대응 정책 추진의 근거자료로 활용하고자 한다.

몸 말

1. 조사 대상

코로나19 오미크론 XQ형 변이 바이러스가 처음 보고된 2022년 4월 12일부터 5월 31일까지 전장 유전체 분석을 통해서 오미크론 세부계통 변이가 확인된 총 확정사례 82건을 대상으로 하였다. 변이 계통별로는 BA2.12.1형 60건, BA.4형 6건, BA.5형 8건, XQ형 3건, XE형 3건, XM형 2건이었다.

확정사례(지표) 증상발생일 전·후 2주 동안 접촉력이 있는 확진자는 역학적 관련 사례로 분류하여 관리하였고, 확정사례와 역학적 관련 사례의 증상발생일 전·후 2주 동안 접촉력이 있는 비확진자는 접촉자로 분류하여 관리하였다.

2. 주요 결과

전체 확정사례 82명에 대한 일별 발생현황은 그림 1과 같이 3월 23일 XQ형 확정사례부터 시작하여 XM형, XE형, BA2.12.1형, BA.4형, BA.5형 순으로 발생하여 5월 23일까지 발생하였다. 국내 코로나19 일별 확진자수는 점차 감소하는 양상을 보였지만, 오미크론 세부계통 및 재조합 변이 바이러스 확정사례는 최근 들어 점차 증가하는 양상을 보였다. 재조합 변이는 총 8건, 오미크론 세부계통 변이는 총 74건으로 오미크론 세부계통 변이가 많이 발생하였고, 특히 BA.2.12.1형 변이의 경우 총 60건으로 4월 17일 최초 확인된 이후 5월 23일까지 지속 증가하는 양상을 보였다(그림 1).

전체 확정사례 82건의 인구학적, 역학적, 임상적 특성은 다음과 같았다. 오미크론 세부계통 변이 BA2.12.1형, BA4형, BA5형 확정사례의 경우 주로 20~30대의 젊은 연령층, 수도권에서 높은 발생을 보였고 대부분 해외유입사례로 확인되었다. BA.2.12.1형의 경우 총 60건이 발생하였으며 성별은 남성 51.7%, 여성 48.3%이었고, 연령대는 20~30대 53.5%, 40~50대 19.0% 순이었다. 거주지역은 수도권 75.0%, 비수도권 23.3%이었고 추정감염경로는 해외유입사례가 83.3%, 국내감염이 16.7%이었다. 해외유입된 총 50건은 미국이 44건으로 가장 많았고 터키 2건, 캐나다 2건, 멕시코 1건, 크로아티아 1건으로 확인되었다. BA.4형의 경우 총 6건 발생하였으며 성별은 남성 66.7%, 여성 33.3%이었고, 연령대는 20~30대 83.3%, 40~50대 16.7% 순이었다. 거주지역은 수도권 66.7%, 비수도권 33.3%이었고 추정감염경로는 해외유입사례가 83.3%, 국내감염이 16.7%이었다. 해외유입된 5건은 남아공 2건, 미국 1건, 에티오피아 1건, 파키스탄 1건으로 확인되었다. BA.5형의 경우 총 8건 발생하였으며 성별은 남성 12.5%, 여성 87.5%이었고, 연령대는 40~50대 37.5%, 20~30대 25.0%, 60~74세 25.0% 순이었다. 거주지역은 수도권 75.0%, 비수도권 25.0%이었고, 추정감염경로는 해외유입 50%, 국내감염 50%이었다. 해외유입된 4건은 터키 2건, 남아공 1건, 미국 1건으로 확인되었다.

오미크론 재조합 변이 XQ형, XE형, XM형 확정사례의 경우 주로 40대 이상의 연령층, 수도권에서 높은 발생을 보였고 대부분 국내감염사례로 확인되었다. XQ형의 경우 총 3건 발생하였으며 성별은 남성 66.7%, 여성 33.3%이었고, 연령대는 60~70대 66.7%, 40~50대 33.3% 순이었다. 거주지역은 비수도권 66.7%, 수도권 33.3%이었고, 추정감염경로는 3건 모두 국내감염 사례였다. XE형의 경우 총 3건 발생하였으며 성별은 남성 66.7%, 여성

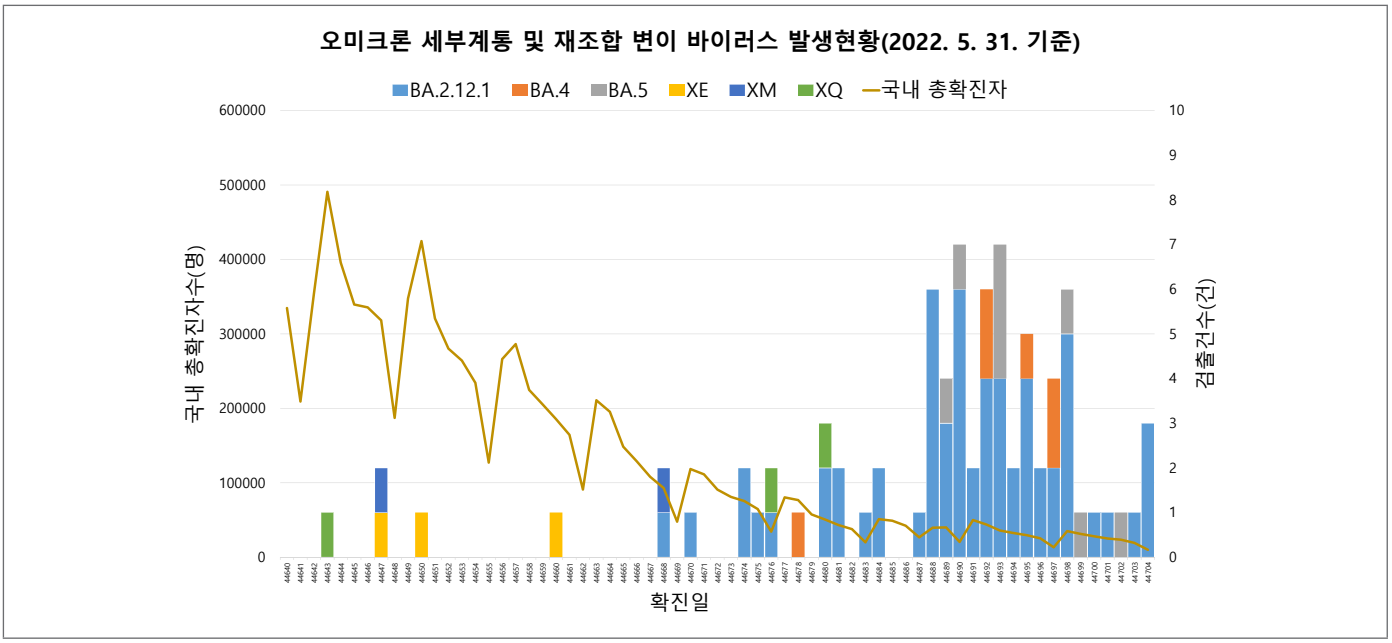


그림 1. 오미크론 세부계통 및 재조합 변이 바이러스 발생현황(2022년 5월 31일 기준)

33.3%이었고, 연령대는 40~50대 66.7%, 20~30대 33.3%이었다. 거주지역은 수도권 66.7%, 추정감염경로는 해외유입 1건, 국내감염 2건이었으며 유입된 국가는 영국으로 확인되었다. XM형의 경우 총 2건 발생하였으며 성별은 모두 여성이었고, 연령대는 60대 1건, 40대 1건이었다. 거주지역은 모두 수도권이었고 추정감염경로는 모두 국내감염이었다.

확정사례의 예방접종력은 확인 불가 3건을 제외한 총 79건의 확정사례 중 미접종 및 1차 접종 4건(5.1%), 2차접종완료 9건(11.4%), 3차접종완료 60건(75.9%), 4차접종완료 6건(7.6%)이었다(표 1).

표 1. 오미크론 세부계통 변이 및 재조합 변이 인구학적, 역학적, 임상적 특성(5월 31일 기준)

단위: 명(%)

구분		오미크론 세부계통 변이 및 재조합 변이					
		BA.2.12.1	BA.4	BA.5	XQ	XE	XM
전체		**60(100)**	**6(100)**	**8(100)**	**3(100)**	**3(100)**	**2(100)**
성별							
	남성	31(51.7)	4(66.7)	1(12.5)	2(66.7)	2(66.7)	–
	여성	29(48.3)	2(33.3)	7(87.5)	1(33.3)	1(33.3)	2(100.0)
연령대							
	19세 이하	1(1.6)	–	–	–	–	–
	20~39	32(53.3)	5(83.3)	2(25.0)	–	1(33.3)	–
	40~59	19(31.7)	1(16.7)	3(37.5)	1(33.3)	2(66.7)	1(50.0)
	60~74	6(0.1)	–	2(25.0)	2(66.7)	–	1(50.0)
	75세 이상	2(3.3)	–	1(12.5)	–	–	–
거주지역							
	수도권	45(75.0)	4(66.7)	6(75.0)	1(33.3)	2(66.7)	2(100.0)
	비수도권	14(23.3)	2(33.3)	2(25.0)	2(66.7)	–	–
	검역	1(1.7)	–	–	–	1(33.3)	–
추정감염경로							
해외 유입	건수	50(83.3)	5(83.3)	4(50.0)	–	1(33.3)	–
	국가	미국44 터키2 캐나다2 멕시코1 크로아티아1	남아공2 미국1 에티오피아1 파키스탄1	터키2 남아공1 미국1	–	영국1	–
국내감염		10(16.7)	1(16.7)	4(50.0)	3(100.0)	2(66.7)	2(100.0)
치료 장소							
	재택치료	59(98.3)	6(100.0)	8(100.0)	3(100.0)	2(66.7)	2(100.0)
	생활치료센터	–	–	–	–	1(33.3)	–
	의료기관	1(1.7)	–	–	–	–	–
임상 경과							
중증도	진단시 무증상	16(26.7)	2(33.3)	2(25.0)	–	–	–
	위중증	–	–	–	–	–	–
	사망	–	–	–	–	–	–
예방접종력[a]							
	미접종 & 1차접종	2(3.5)	2(33.3)	–	–	–	–
	2차	5(8.7)	–	1(12.5)	1(33.3)	2(66.7)	–
	3차	47(82.5)	4(66.7)	4(50.0)	2(66.7)	1(33.3)	2(100.0)
	4차	3(5.3)	–	3(37.5)	–	–	–

[a] 예방접종력 확인불가 3건 제외

임상적 특성은 오미크론 세부계통 변이 BA2.12.1형, BA.4형, BA.5형의 경우 진단 시 무증상 환자 비율이 27.0%(20/74)이었고 유증상 환자 비율이 73.0%(54/74)이었다. 현재까지 위중증, 사망자는 없었고 주요 증상은 주로 발열, 인후통, 기침 등이었다. 재조합 변이 XQ형, XE형, XM형의 경우 진단 시 무증상 환자는 없었고 전원 유증상 환자였다. 현재까지 위중증, 사망자는 없었고 주요 증상은 오미크론 세부계통 변이와 유사하였다

치료 장소는 의료기관 치료를 받은 80대 환자 1명을 제외하고는 생활치료센터 입소 치료 1명, 재택치료 80명으로 모두 경미한 증상 또는 무증상으로 재택치료를 받고 회복되었다. 의료기관 치료를 받은 80대 환자는 요양원 입소자로서 발열, 기침, 경한 두통 증상을 보여 의료기관에서 치료 후, 회복되었다(표 1).

오미크론 세부계통 BA.2.12.1형 변이의 국내 추가전파사례는 확정사례 전체 52가구 중에 총 6가족 사례로 확인되었다. 이중 해외에서 감염된 근원환자의 전장 유전체 분석 결과가 확인되고 입국 후 접촉한 가족 중 추가 감염자가 확인된 사례가 3건이었고, 해외에서 입국한 가족(추정근원환자)으로부터 전파되었을 것으로 추정하지만 추정근원환자의 전장 유전체 분석 결과가 확인되지 않은 사례가 3건이었다.

해외 유입 가족 전파 사례의 첫 번째 사례는 입국 후 1일 만에 증상이 발현되었고, 접촉한 가족 100% 발병, 추정 잠복기는 3~4일이었다. 두 번째 사례는 입국 후 2일만에 증상이 발현되었고, 가족 모임에서 접촉한 가족 중 80%가 발병, 추정 잠복기는 0~5일이었다. 세 번째 사례는 입국 당일 증상이 발현되었고, 가족 중 33.3%가 발병, 추정 잡복기는 3~4일이었다. 네 번째 사례는 입국 후 2일 만에 무증상 확진되었고 접촉한 가족 100%가 발병, 추정 잠복기는 5일이었다. 다섯 번째 사례는 입국 후 1일만에 증상 발현 후 가족 100%가 발병, 추정 잠복기는 2~3일이었다. 마지막 사례는 입국 후 2일만에 증상 발현 후 가족 100%가 발병, 추정 잠복기는 1일이었다(그림 2).

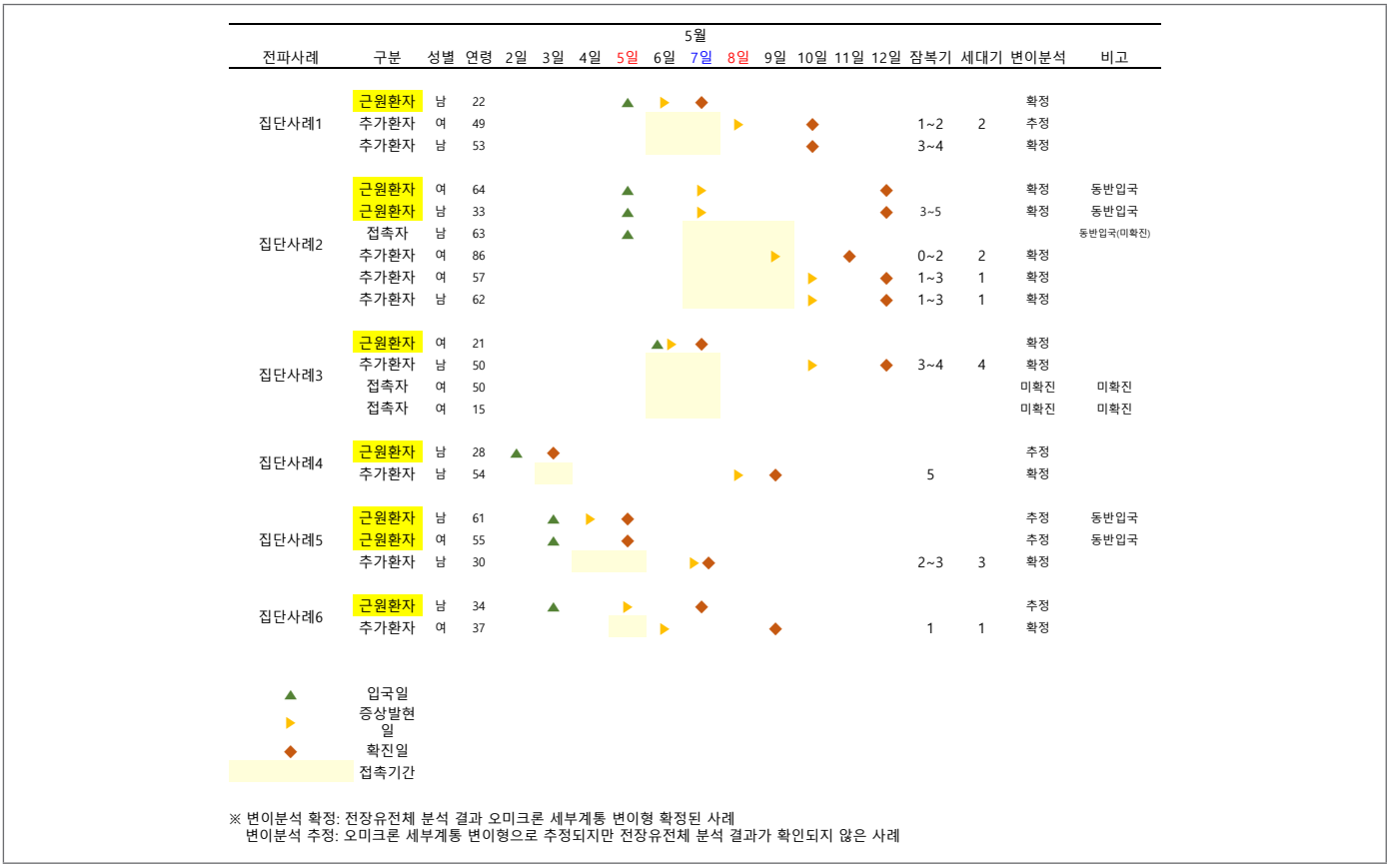


그림 2. BA.2.12.1형 국내 전파 사례(2022년 5월 31일 기준)

맺는 말

중앙방역대책본부는 3월 말부터 '코로나19 신규변이 영향력 평가체계'를 운영하며 국내 출현 신종 변이 바이러스에 대한 감시를 강화해왔고, 2022년 4월 12일 국내 첫 재조합 변이 바이러스 XQ형 확진자가 확인된 이후, 현재까지 오미크론 세부계통 변이 및 재조합 변이 확정 사례 82건에 대한 조사를 통해 역학적, 임상적 특성을 평가한 결과는 다음과 같다.

오미크론 세부계통 변이 BA2.12.1형, BA.4형, BA.5형의 경우 주로 20~30대의 젊은 연령층이었고 대부분 해외유입사례였는데 오미크론 세부계통 변이의 경우 해외에서 발생 시작되어 유행하고 있기 때문에 해외 여행, 출장 등이 잦은 젊은 연령층을 통해 국내 유입되었을 것으로 추정되었다. 해외 유입 국가는 현재 주요 발생국인 미국, 남아공인 것으로 확인되었다.

국내 재조합 변이 XQ형, XE형, XM형의 경우 대부분 국내 감염사례였는데, 브라질에서 보고된 재조합 변이 감염사례 3건의 경우 모두 10세 미만의 아동에서 발생하였고 세 명의 어린이 모두 해외 여행력이나 해외입국 가족이 없는 것으로 볼 때 지역사회 내에서 재조합체에 의한 감염 가능성을 시사하고 있었다[10]. 또한 국내에서 발생한 XE와 XM에 대한 실험실 분석 결과, 국내 오미크론 변이 서열과 높은 유사성을 보여 국내 자체 발생 가능성이 높은 것으로 확인되었다[11]. 이에 방역 당국은 재조합 변이형의 지역사회 내 자체 발생 가능성을 염두해두고 지역사회에 대한 전장유전체분석 범위를 넓히는 등 감시를 강화하고 있다. 그러나 재조합 변이의 경우 국내 발생 총 8건으로 아직까지는 높은 발생률을 보이지 않으며, 선행 연구 결과에서도 코로나19 재조합 변이의 경우 대부분 특별한 확산 없이 소멸되었다고 보고되고 있다[12].

임상적 특성에 있어서는 오미크론 세부계통 변이 및 재조합 변이 모두 위중증 및 사망자는 없었으며 특이 증상을 보이지 않았다. 이는 이미 선행 연구에서 알려진 바와 같이 기존 오미크론 변이와 비교하여 입원 위험이 높지 않다는 특성과 일치하였다[13]. BA2.12.1형, BA.4형, BA.5형의 경우 진단 시 무증상 27.0%를 보이는 반면 재조합 변이는 전원 유증상 환자였는데, 재조합 변이의 사례 수가 총 8건으로 많지 않기 때문에 지속적인 감시 및 평가가 필요할 것으로 판단된다.

오미크론 세부계통 BA.2.12.1형 변이의 국내 추가전파사례는 확정사례 전체 52가구 중에 6가족 사례로 확인되었다. 확정 사례가 속한 직장과 기내 접촉자에 대하여 14일 동안 포괄적인 감시를 하였지만 전장유전체 분석결과 동일한 아형으로 확인된 추가 전파 사례는 없었다. 그러나 선행 연구에 의하면 오미크론 세부계통의 전파력이 BA.2보다 약 23~27% 빠르다고 알려져 있으므로[14], 전파력 평가를 위해서는 추가 모니터링이 필요할 것으로 판단된다.

국내 오미크론이 확산된 이후 신종 변이 바이러스가 확인됨에 따른 1개월간의 조사 결과를 종합해볼 때, 오미크론 세부계통 변이 및 재조합 변이의 전파력 및 중증도 면에서 기존 변이에 비해 높지 않은 것으로 추정된다. 다만 확인 건수가 적기 때문에 전파 특성 및 중증도 평가를 위해서는 지속적인 감시 및 조사가 필요하다. 방역 당국은 향후 변이 발생에 대해 조사·대응 및 평가를 지속하여 위험성이 높다고 판단될 경우 방역 대책을 강화하는 등 타당한 관리 기준을 마련하기 위한 참고 자료로 활용할 예정이다.

① 이전에 알려진 내용은?

2022년 4월 12일 국내 첫 재조합 변이 바이러스(XQ) 확진자가 보고된 이후, 현재까지 보고된 국내 오미크론 세부계통 변이 및 재조합 변이 확정 사례는 총 82건이다(5월 31일 기준).

② 새로이 알게 된 내용은?

오미크론 세부계통 변이 및 재조합 변이의 동거가족 외의 지역사회 추가 전파는 현재까지 확인되지 않으며 BA.2.12.1형 변이 동거가족 내의 추가 전파는 전체 52가구 중 6건(11.5%)이었고, 임상 경과는 의료기관 입원 치료 1명, 생활치료센터 입소 치료 1명, 재택치료 80명 시행 후 전원 회복되었고 특이 증상은 확인되지 않았다.

③ 시사점은?

현재까지 확인된 국내 오미크론 세부계통 변이 및 재조합 변이의 전파력 및 중증도 측면에서 기존 변이 비해 높지 않아 보이나 확인 건수가 적어 전파 특성 및 중증도 평가를 위해서는 지속적인 감시 및 모니터링이 필요하다.

참고문헌

1. WHO. COVID-19 weekly epidemiological update edition 90, published 1 June, 2022
2. GISAID, https://outbreak.info/situation-reports?pango=BA.2.12.1, 2022. 6. 1.
3. Houriiyah Tegally et al, Continued Emergence and Evolution of Omicron in South Africa: New BA.4 and BA.5 lineages, medRxiv, 2022. 5. 1.
4. Pango network, cov-lineages list, https://cov-lineages.org/lineage_list, 2022.
5. 질병관리청 보도참고자료(2022. 5. 17.). 코로나19 국내 발생 및 예방접종 현황(정례브리핑). Available from: https://www.kdca.go.kr/upload_comm/syview/doc.html?fn=165274778166800.pdf&rs=/upload_comm /docu/0015/
6. WHO. https://www.who.int/activities/tracking-SARS-CoV-2-variants, Tracking SARS-CoV-2 variants, 2022. 5. 31.
7. ECDC. https://www.ecdc.europa.eu/en/covid-19/variants-concern, SARS-CoV-2 variants of concern as of 25 May 2022.
8. 질병관리청 보도참고자료(2022. 4. 12.). 코로나19 국내 발생 및 예방접종 현황(정례브리핑). Available from: https://www.kdca.go.kr/upload_comm/syview/doc.html?fn=164989716139100.pdf&rs=/upload_comm /docu/0015/
9. 질병관리청. 코로나바이러스감염증-19 대응지침(지차제용) 제 13판 2022. 4. 25.
10. Luciane Sussuchi da Silva et al. Three SARS-CoV-2 recombinants identified in Brazilian children, Research Square. 2022. 5. 13. DOI: https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1641864/v1
11. 박애경, 김일환, 이혁진 등. 국내 코로나19 재조합 변이 바이러스 발생 현황. 주간 건강과 질병 2022;15(18):1186.
12. UK Health Security Agency, SARS-CoV-2 variants of concern and variants under investigation in England Technical briefing 39, 20 May 2022.
13. UK Health Security Agency, SARS-CoV-2 variants of concern and variants under investigation in England Technical briefing 39, 25 March 2022.
14. Lijun Liang et al. Notes from the Field: First Imported Case of SARS-CoV-2 Omicron Subvariant BA.2.12.1 — Guangdong Province, China, 30 April 2022. CCDC weekly [Early Release] DOI: 10.46234/ccdcw2022.095