

해외 유입 감염병의 예방과 조기 발견을 위한 여행의학 클리닉 네트워크

오홍상^{1,2*} ¹서울대학교병원운영 서울특별시보라매병원 감염내과, ²대한감염학회 여행의학위원회

초 록

목적: 해외여행의 급속한 회복에 따라 말라리아, 뎅기열, 치쿤구니아열, 다제내성균 등 다양한 감염원이 국내로 유입될 위험이 증가하고 있다. 본 논문은 해외 유입 감염병의 예방과 조기 발견을 위한 ‘여행의학 클리닉 네트워크’의 운영 현황을 소개하고, 국제 여행자 감시 체계 사례와 비교하며 향후 발전 방향을 제시하고자 한다.

방법: GeoSentinel, EuroTravNet 등 국제 여행자 감시 체계를 고찰하고, 2025년부터 질병관리청과 대한감염학회가 시범 운영 중인 국내 여행의학 클리닉 네트워크의 구조, 수집 정보, 운영 방식 등을 기술하였다.

결과: 국내 네트워크는 참여 의료기관을 통해 여행자의 건강 정보를 표준화된 양식으로 수집함으로써, 법정 감염병 신고 중심의 기존 감시 체계를 보완하는 다층적 감시 기반을 제공하고 있다. 특히 국제 감시 체계에서 상대적으로 정보가 부족한 아시아-태평양 지역 내 자료 수집 허브로서의 확장 가능성이 기대된다.

결론: 국내 네트워크는 기존 감시 체계로는 확인하기 어려웠던 여행자의 건강 정보를 보완적으로 수집하며, 새로운 감시 체계로서의 가능성을 보여주고 있다. 이 플랫폼이 안정적으로 작동하기 위해서는 지속할 수 있는 운영 기반과 제도적 정착이 향후 과제로 제시된다.

주요 검색어: 여행의학; 해외 여행 관련 질환; 해외 유입 감염병; 감시 체계

서 론

최근 수년간 해외여행의 규모는 항공 운송의 확산, 소득 수준의 전반적 향상, 저비용항공사 이용 증가, 디지털 정보 접근성 개선, 그리고 입국 제한 완화 등 다양한 요인이 복합적으로 작용하면서 지속적으로 확대됐다[1-3]. 그러나 코로나 바이러스감염증-19(코로나19) 팬데믹은 이 흐름에 급격한 제동을 걸었고, 전 세계 여행객 수는 일시적으로 급감하였다. 이

후 2023년을 기점으로 해외 여행객 수의 회복세가 뚜렷해지기 시작하였으며, 2025년 현재는 팬데믹 이전보다 높은 수준으로 회복된 것으로 나타난다[4]. 국내 또한 유사한 경향을 보이며, 2019년 약 2,800만 명이 해외로 출국하였으나, 팬데믹 동안 급격히 감소했다가 2023년부터 회복세에 접어들고 있다[5].

이와 같은 해외여행 증가에 따라 감염병 노출 위험도 함께 커지고 있다. 여행 중 감염될 수 있는 질환으로는 말라리

Received August 11, 2025 Revised August 22, 2025 Accepted August 25, 2025

*Corresponding author: 오홍상, Tel: +82-2-870-3240, E-mail: elvis5@snu.ac.kr

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) which permits unrestricted 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?**

해외 여행자는 말라리아, 뎅기열, 치쿤구니아열, 다제내성균 등 다양한 감염병의 국내 유입 경로가 될 수 있다. 이를 감시하기 위해 GeoSentinel과 EuroTravNet 같은 국제 네트워크가 주로 북미와 유럽을 중심으로 운영됐다.

② 새로이 알게 된 내용은?

국제 여행자 감시 체계는 북미와 유럽에 집중되어 있어, 아시아-태평양 지역은 상대적으로 감시자료가 부족한 상황이다. 우리나라에서 시범 운영 중인 여행의학 클리닉 네트워크는 여행자의 건강 정보를 표준화된 형식으로 수집함으로써, 이러한 지역적 불균형을 보완할 가능성을 보여준다.

③ 시사점은?

국내 네트워크는 해외 유입 감염병의 초기 이상 징후를 조기에 포착하고, 수집된 정보를 실제 예방 정책에 연계할 수 있는 기반이 될 수 있다. 제도화 및 국제적 협력이 뒷받침된다면, 우리나라는 이 네트워크를 바탕으로 아시아-태평양 지역의 보건 대응에서 더욱 중요한 역할을 수행할 수 있을 것이다.

아, 뎅기열, 장티푸스, A형간염, 홍역은 물론, 신종 감염병과 같은 공중보건 위기 수준의 질병까지 포함된다. 특히 개별적으로 일정을 계획하는 자유 여행자는 여행 전 건강 상담, 예방접종, 예방약 복용 등의 사전 예방 조치를 이행할 가능성이 작고, 위생 수준이 낮은 환경(대중교통, 길거리 음식, 저가 숙소 등)에 노출되는 빈도도 상대적으로 높다[6]. 또 해외여행은 항생제 내성 유입과도 관련이 있는데, 일부 연구에서는 해외 체류를 통해 장내 병원성 세균이나 내성 유전자를 획득한 여행자가 귀국 후 의료기관을 방문하면서 병원 내 전파의 매개로 작용할 수 있음을 지적하고 있다[7]. 따라서 해외 여행자들에게 도움이 되는 감염병 예방 정보가 필요하며, 여행 전후로 이루어지는 감염병 예방 조치와 해외 유입 감염병의 조기 발견을 위한 통합적인 감시 체계의 마련도 시급하다.

그러나 현재 국내의 해외 유입 감염병 감시 체계는 주로

법정 감염병을 중심으로 한 수동적 신고 체계(passive surveillance)에 의존하고 있다. 이러한 체계는 의료기관이나 보건기관에 발생 후 신고를 의무화하는 방식이어서 신고율이 저조하고 신고가 지연되기도 한다. 또 경미하거나 비정형적인 사례일 경우 신고 누락의 위험이 존재한다. 특히 유입 건수가 드문 초기 단계의 사례에 대해서는 신고가 늦어져서 적시에 적절한 대응이 어려울 수도 있다.

이러한 맥락에서, 질병관리청과 대한감염학회는 2025년부터 ‘여행의학 클리닉 네트워크’를 구축하여, 귀국 후 의료기관을 방문한 해외 여행자의 건강 정보를 전향적으로 수집하는 체계를 운영하고 있다. 이 네트워크는 아직 표본 감시(sentinel surveillance) 수준이지만 예방 조치 이행 여부, 방문국, 증상 발생 양상 등 구조화된 정보를 수집함으로써 현재의 신고 체계가 포착하지 못하는 건강 위협 요인의 평가 기반을 마련하고 있다. 특히, 법정 감염병 신고자료만으로는 알 수 없는 단계의 정보가 확보된다는 점에서, 향후 증후군 기반 감시 체계(syndromic surveillance)로의 전환 가능성과 보건당국의 사건 기반 감시 체계(event-based surveillance, EBS)와의 연계, 나아가 국제 여행자 감시 네트워크와의 협력도 고려할 수도 있겠다. 이 리뷰와 전망에서는 국제 감시 체계와 여행의학 클리닉 네트워크의 구조와 운영 방식을 소개하고 기대되는 역할과 향후 발전 방향을 고찰하고자 한다.

해외 유입 감염병과 공중보건 위협

질병관리청의 2024년 국내에서 확인된 해외 유입 감염병 사례는 총 606건으로, 주요 질병은 말라리아(54건), 뎅기열(196건), A형간염(23건), 장티푸스(10건), 파라티푸스(3건) 등이다. 이들 감염병의 주요 유입 국가는 동남아시아, 남아시아, 아프리카 지역에 집중되어 있으며, 베트남, 인도네시아, 필리핀, 태국, 인도, 말레이시아 등이 대표적이다[8].

특히 열대 지역을 중심으로 풍토병이 상시 유행하는 국가

를 방문한 여행자의 경우, 말라리아, 뎅기열, 장티푸스, A형간염 등 다양한 감염병에 노출될 위험이 크다. 이들 감염병은 대부분 귀국 후에 증상이 발현되거나, 경미한 초기 증상으로 의료기관을 방문하지 않고 지내는 사례가 적지 않다[9]. 실제로 국내에서 보고되는 해외 유입 감염병의 상당수는 여행 종료 수일-수주 이후에 진단되며, 환자 본인이 여행력과 증상 간의 관련성을 인식하지 못하거나 의료진이 이를 적극적으로 의심하거나 추적하지 못해 신고가 지연되거나 누락되는 경우도 있다. 이처럼 법정 감염병 중심의 현행 신고 체계는 감염병의 유입 초기 단계에서 증상이 경미하거나 진단이 지연되는 사례를 포착하는 데 한계가 있으며, 보다 선제적이고 능동적인 감시 체계의 필요성이 제기되고 있다[10].

또한, 해외로부터 항생제 내성균의 유입도 장기적인 공중보건 위협이 된다. 한 연구에 따르면, 페루 또는 에티오피아를 방문한 스페인 여행자 중 76.5%가 귀국 직후 장내에서 새로운 항생제 내성균을 보유하고 있었으며, 이들 대부분이 β -lactam계 항생제에 내성을 가지는 extended-spectrum beta-lactamase-producing *Escherichia coli*였다. 특히 *TEM*, *CTX-M*, *SHV* 등 주요 내성 유전자를 보유하고 있었으며, 일부는 3개월 이상 지속적으로 장내에 집락되어 있었던 것으로 나타났다[7]. 이와 같은 해외 유입 내성균은 국내 병원 내 감염관리 부담을 가중하고, 의료기관 간 전파의 매개가 될 수 있다는 점에서 주의가 필요하다.

최근의 코로나19 및 앵커스 사례는 국제 이동이 신종 감염병의 국내 유입과 지역사회 내 확산에 실질적인 경로가 되었음을 시사한다. 코로나19 팬데믹 동안 확인된 주요 변이주들(알파, 델타, 오미크론 등)은 각각 영국, 인도, 남아프리카공화국 등에서 처음 보고되었고, 국내에서도 이들 지역에서 입국한 사례를 통해 해당 변이들이 유입된 것으로 유전자 분석과 역학조사를 통해 밝혀졌다[11,12]. 이와 같은 변이는 지역사회로 확산되어 감염 규모와 파급 범위를 증가시켰다. 앵커스 역시 유사한 전개 양상을 보였다. 2022년 이후 우리나라에

서 확인된 대부분의 앵커스 사례는 유럽 및 북미 지역의 여행 이력이 있거나 해당 지역 입국자와의 접촉이 있었던 경우로 나타났다[13]. 첫 확진자는 독일에서 입국한 내국인이었고, 이후 보고된 사례들 또한 대체로 해외 노출력을 기반으로 한 감염 사례로 분류되었다. 그러나 2023년 이후에는 해외 방문과 무관한 감염 사례가 점차 확인되기 시작하면서 단기적 해외 유입에서 지역 사회의 자생적인 전파로 이어졌다[14].

국제 사례: 해외 여행자 감시 네트워크

국경 간 전파가 가능한 감염병의 조기 탐지와 확산 방지를 위해, 각국은 해외 여행자의 건강 정보를 수집·공유하는 다양한 감시 네트워크를 운영하고 있다. 이들 네트워크는 신속한 정보 공유와 국제적 공동 대응을 가능하게 한다는 점에서, 국가 감염병 대응 체계의 보완적 수단으로 기능하고 있다.

가장 대표적인 사례는 GeoSentinel 네트워크이다. 이 시스템은 미국 질병통제예방센터(Centers for Disease Control and Prevention)와 국제여행의학회(International Society of Travel Medicine)의 협력하에 1995년부터 운영되어 온 해외 여행자 기반 감염병 감시망으로, 현재 전 세계 60개 이상의 주요 도시에서 여행의학 전문 클리닉(GeoSentinel sites)이 참여하고 있다[6,15,16]. GeoSentinel은 해외여행 후 건강 이상으로 진료를 받는 여행자를 대상으로, 이들이 방문한 지역, 여행 목적, 증상 발생 시점, 임상 증상, 최종 진단명 등 표준화된 임상역학 정보를 전산 시스템을 통해 수집하고 분석한다. 이렇게 집계된 데이터는 감염병 발생의 이상징후를 탐지하기 위한 기초자료로 활용된다. 예를 들어 동남아시아에서의 뎅기열 발생 증가나, 특정 시기 특정 지역의 장티푸스 유행 경고에 대해 국제적으로 신속한 공유가 가능하다. 또한 GeoSentinel은 신고 대상 감염병(notifiable diseases) 이외의 비정형 또는 신종 질환에 대해서도 증상과 증후군 기반으로 초기 경고를 생성할 수 있어, 조기 경보 시스템(early warning system)으로서

세계보건기구(World Health Organization, WHO), 유럽질병 예방통제센터(European Centre for Disease Prevention and Control, ECDC) 등의 국제 보건기구에 중요한 정보를 제공하고 있다[17]. 이 네트워크는 또한 지카바이러스감염증, 중 동호흡기증후군, 치쿤구니아열 등 여행자 감염을 통해 조기에 확인된 질병 사례를 보고하여 감염병 대응 체계의 전략 수립에 이바지하였다[18].

GeoSentinel의 유럽 파트너 네트워크로 설계된 EuroTravNet은 ECDC의 지원을 받아 구축되었으며, 유럽 내 주요 여행의 학 클리닉 간 데이터를 실시간으로 공유함으로써 여행자에게서 발생하는 감염병 사례를 조기에 포착하는 역할을 수행한다[19]. 팬데믹 상황에서 해당 네트워크는 진료 건수의 변화를 기반으로 여행자의 감염 위험 변동을 분석하였고, ECDC의 정책 보고서 작성에 실질적인 기초자료로 활용된 바 있다.

한편, TropNet은 더욱 자율적인 운영 원칙을 기반으로 구성된 학술 중심 네트워크로, 감시보다는 임상 경험과 역학 정보를 공유하고 공동연구를 촉진하는 데에 목적을 두고 있다. 드물게 발생하는 감염 사례에 대한 임상 대응, 진단 기준 개발 등에서 GeoSentinel 및 EuroTravNet과 상호보완적인 기능을 수행하며, 전문성을 기반으로 하는 학술교류를 지속하고 있다[20].

CanTravNet은 캐나다 공중보건청(Public Health Agency of Canada)의 재정적 지원으로 운영되는 국가 차원의 감시 체계로, GeoSentinel 플랫폼을 기반으로 구성되어 있다. 이 네트워크는 캐나다 내 주요 도시를 중심으로 지정된 9개 여행의 학 클리닉에서 수집되는 데이터를 통해, 해외 여행자에게 흔히 발생하는 감염병의 국내 유입 양상을 지속적으로 감시한다[21]. 이 네트워크에서 수집된 정보는 특정 지역의 위험도 평가, 예방접종 권고의 조정, 고위험 지역의 재분류 등 보건정책 결정 과정에 실질적인 근거로 활용된다.

이러한 국제 여행자 감시 네트워크는 신속한 조기경보, 유행 감지, 감염병 추세 분석 등에서 중요한 역할을 수행해

왔지만, 일부 구조적 한계도 존재한다. 특히 GeoSentinel과 EuroTravNet 등은 북미 및 유럽 기관 중심으로 운영되고 있어 아시아 및 중저소득 국가의 기관 참여가 상대적으로 제한적이라는 지적이 있다[16,22,23]. 이에 따라 해당 지역의 질병 발생 동향이나 감염병 유행의 특성이 충분히 반영되지 못할 가능성이 있으며, 이는 국제적인 감시 체계의 지리적 대표성 측면에서 취약점으로 작용할 수 있다. 그러나 이러한 한계에도 불구하고, 국제 여행자 감시 네트워크는 여전히 중요한 감염병 조기경보 자원으로 기능하고 있다.

국내 여행의학 클리닉 네트워크

2025년부터 질병관리청과 대한감염학회 여행의학위원회는 ‘여행의학 클리닉 네트워크’를 시범 운영하고 있다. 이 네트워크는 국내 여행의학 클리닉(대학병원과 지방의료원 포함) 12개소(그림 1)가 참여하는 다기관 기반의 정보 수집 및 감시



그림 1. 여행의학 클리닉 네트워크 참여 기관

체계이다. 해외여행 후 병원을 방문한 외래 또는 입원 환자 중 감염병이 의심되거나 관련 증상을 보일 때에 대해 표준화된 증례 기록 양식을 통해 자료가 수집된다. 주요 수집 항목은 인구학적 정보(나이, 성별), 여행 정보(방문국/지역, 여행 기간, 여행 목적 등), 임상 정보(증상 발생일, 주요 증상, 진단명 등),

예방 조치 정보(예방접종, 예방약 복용 등)이다. 이외 비감염성 질환으로, 정신적인 문제, 외상, 사고 등의 정보도 수집하고 있다(표 1). 세부 검사 결과, 최종 진단 등에 대한 추가적인 정보는 향후 수집될 예정이다.

이 네트워크의 가장 큰 의의는 국내에서는 최초로 다기관

표 1. 건강정보 수집 목록

1. 일반 정보
1-1. 성별: ☐ 남 ☐ 여
1-2. 국적: ☐ 한국인 ☐ 외국인
1-3. 만 나이: 세
1-4. 첫 내원 일자(YYYY/MM/DD): / /
2. 최근 여행 정보(최근 3개월 이내, 가장 최신의 일정부터 기입)
2-1. 국가명: , 입국일/출국일(YYYY/MM/DD): / (주요방문지역:)
2-2. 국가명: , 입국일/출국일(YYYY/MM/DD): / (주요방문지역:)
2-3. 국가명: , 입국일/출국일(YYYY/MM/DD): / (주요방문지역:)
2-4. 국가명: , 입국일/출국일(YYYY/MM/DD): / (주요방문지역:)
2-5. 국가명: , 입국일/출국일(YYYY/MM/DD): / (주요방문지역:)
2-6. 국가명: , 입국일/출국일(YYYY/MM/DD): / (주요방문지역:)
3. 여행 전 정보 획득 및 예방접종
3-1. 여행 전 정보 획득: ☐ 예(☐ 해외여행 클리닉 ☐ 인터넷 ☐ 친척[친구] ☐ 여행사) ☐ 아니오 ☐ 알 수 없음
3-2. ☐ A형간염 ☐ 파상풍 ☐ 황열 ☐ 콜레라 ☐ 장티푸스 ☐ 말라리아 예방약 ☐ 없음
4. 임상 정보
4-1. 환자 유형: ☐ 외래 ☐ 입원
4-2. 현재 증상과 관련된 여행의 목적: ☐ 관광 ☐ 출장 ☐ 단기직업 ☐ 유학 ☐ 이민 ☐ 의료 ☐ 선교 ☐ 봉사 ☐ 파병 ☐ 친지(친구)방문 ☐ 알 수 없음
4-3. 주요 임상 증상(또는 의뢰 사유) [*필수 확인 사항]
4-3-1. *소화기계: ☐ 복통(불편감) ☐ 급성설사 ☐ 항문소양증 ☐ 식욕저하 ☐ 더부룩함 ☐ 혈성설사 ☐ 만성설사 ☐ 변비 ☐ 황달 ☐ 체중 감소 ☐ 기타()
4-3-2. *비뇨기계: ☐ 분비물 ☐ 배뇨이상 ☐ 빈뇨 ☐ 측부통 ☐ 성기병변 ☐ 혈뇨 ☐ 기타()
4-3-3. *근골격계: ☐ 관절통 ☐ 관절염 ☐ 근육통 ☐ 국소적 통증 ☐ 기타()
4-3-4. *신경계: ☐ 혼돈 ☐ 어지러움 ☐ 국소증상 ☐ 두통 ☐ 실신 ☐ 경부강직 ☐ 간질발작 ☐ 기타()
4-3-5. *호흡기계: ☐ 기침 ☐ 객혈 ☐ 늑막성 흉통 ☐ 짧은 호흡 ☐ 콧물/코막힘 ☐ 인후통 ☐ 천식 ☐ 기타()
4-3-6. *피부: ☐ 전신발진 ☐ 국소발진 ☐ 피부병변 ☐ 소양증 ☐ 피부연조직감염 ☐ 물림 ☐ 쓰임 ☐ 기타()
4-3-7. *두경부 증상: ☐ 귀 ☐ 눈 ☐ 코 ☐ 목 ☐ 구강 또는 치아 ☐ 결막염 ☐ 기타()
4-3-8. *검사 이상: ☐ 호산구 증가 ☐ 혈청학적검사 ☐ 영상검사 ☐ 분변검사 ☐ 기타()
4-3-9. * ☐ 발열/ ☐ 발한/ ☐ 오한
4-3-10. ☐ 피로
4-3-11. 순환기계: ☐ 흉통 ☐ 가슴 불편감 ☐ 심계항진 ☐ 기타()
4-3-12. ☐ 정신과적 증상
4-3-13. ☐ 외상 ☐ 손상
4-3-14. ☐ 기타()
4-4. 주요 임상 증상 시작일(YYYY/MM/DD): / /
4-5. 최종 진단명(확인된 경우):

협력의 여행의학 클리닉 네트워크가 자발적이지 공식적으로 구축되었다는 점에 있다. 또 그동안 체계적으로 축적된 바 없는 해외 여행 후 건강 정보를 전향적으로 수집하고 있다는 점에서 실질적인 가치를 지닌다. 지금까지는 우리나라 해외 여행자들이 귀국 후 어떤 증상으로 의료기관을 방문하고, 어떤 질환이 진단되며, 실제로 어떤 예방 조치를 이행했는지에 대한 정보가 매우 부족했다. 비록 현재 수집 항목은 단순하지만, 정신적·심리적 이상, 여행 중 사고 및 외상 등 기존 감시 체계의 사각지대에 놓여 있던 정보까지 포괄함으로써, 해외 여행자의 건강 전반에 대해 다각적인 분석이 가능하다. 그리고 건강 정보 이외에도 여행 전 예방접종, 예방약 복용, 건강 상담 이행률 등 예방 조치의 실제 실행 수준을 조사하고 있다. 이를 통해 예방 조치 수행률이 저조한 여행 지역이나 여행자 유형을 파악하여, 예방 중심의 정책 개선과 대국민 안내 및 홍보 전략 수립에 필요한 근거를 제공할 수 있다. 이러한 정보는 예방 정책의 실효성과 감염병 감시 및 건강 위험 요인의 평가 체계로 발전할 수 있는 기반을 제공하여, 사업의 확대와 제도화를 위한 근거로 활용될 수 있을 것이다.

감시 체계의 유형적 측면에서 볼 때, 이 네트워크는 참여 의료기관을 중심으로 일정 기준에 따라 질병 의심 사례를 등록하는 구조를 갖추고 있어, 감시 체계 중 ‘표본 감시’의 특성

을 가장 뚜렷하게 지닌다. 아울러, 주요 임상 증상군(발열, 설사, 발진 등)에 기반하여 확진 이전 단계에서 이상 사례를 수집함으로써 ‘증후군 감시’ 기능을 수행한다. 또한 여행력과 건강 이상만으로 사례 수집이 가능한 구조적 특성(예: 특정 국가 여행자에게서 반복적인 발열, 발진 사례)은 보건 당국의 EBS 체계를 보완하는 역할을 할 수 있다[10]. 비록 환자의 자발적 내원과 진료 기록에 의존하는 수동적 감시 체계이지만, 여행력과 증상 기반의 증례 수집, 예방 조치 이행 여부를 포함한 비임상적 정보, 다기관 간 표준화된 자료 구축 등의 장점은 기존 감시 체계를 보완할 수 있으며, 향후 ‘다중 감시 체계(multi-layered surveillance)’의 중요한 구성요소로 기여할 수 있다(그림 2) [24,25]. 따라서 이 네트워크를 통해 잠재적인 공중보건 위협을 사전에 최소화하고 국민 건강 보호에 실질적으로 이바지할 수 있을 것으로 기대한다.

향후 발전 방향과 국제협력 가능성

여행의학 클리닉 네트워크는 국내 최초로 시도되는 다기관 협력 기반의 정보 수집과 감시 체계로서 의의가 크지만, 운영 초기 단계로서 다음과 같은 구조와 운영의 한계가 있다.

첫째, 지역 및 인구 집단 대표성의 한계가 있다. 현재 일부

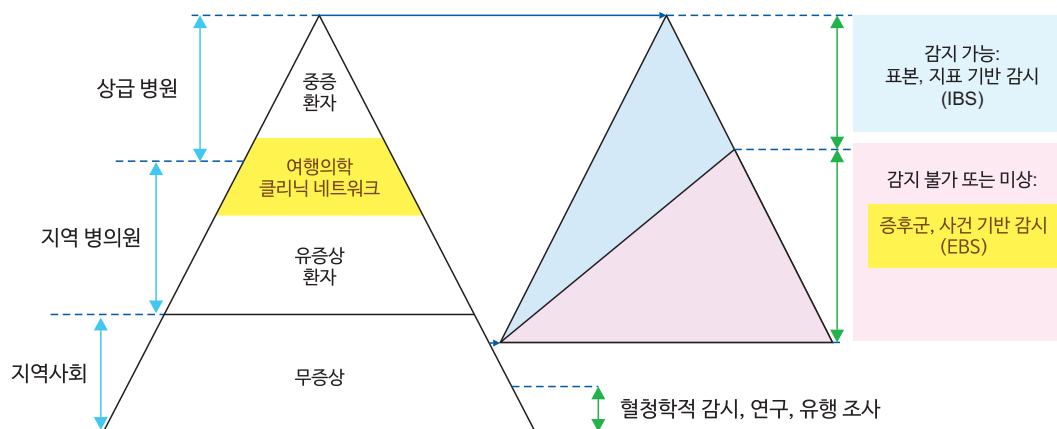


그림 2. 다양한 감시 체계와 여행의학 클리닉 네트워크

녹색 화살표는 각 감시 체계가 포착할 수 있는 범위를 지칭. 이 개념도는 IBS 및 EBS를 설명하는 이전에 발표된 모델을 기반으로 수정됨. IBS=indicator-based surveillance; EBS=event-based surveillance. Data from the book of World Health Organization (2014) and article of Keller et al. (Emerg Infect Dis 2009;15:689-95) [24,25].

의료기관에 국한된 표본 감시 체계는 특정 지역이나 계층의 여행자는 반영되지 않을 수 있다. 그러나 이는 시범 사업 초기 단계의 특성이며, 향후 참여 기관을 점차 확대하고 지역 간 불균형을 조정함으로써 보완 가능할 것이다. 둘째, 의료기관 방문자 중심의 감시 체계로 무증상 감염자나 경미한 증상자는 빠질 수 있다. 하지만 이는 기존 법정 감염병 감시 체계와도 동일한 구조적 한계이며, 국내 네트워크는 더 구조화된 정보 수집을 통해 감시의 민감도를 보완하는 데 이바지할 수 있다. 셋째, 확정 진단이 아닌 증상이나 증후군 중심의 자료 수집은 감시의 민감도는 높지만, 특이도가 낮을 수 있다. 그러나 이는 조기 경보 체계의 본질적 특성이며, 향후 진단 정보와의 연계를 통해 정밀도를 향상할 수 있다. 넷째, 정신건강, 외상 등 비감염성 건강 문제에 대한 정보가 수집되고 있지만, 아직 해석과 정책 연계에는 미흡한 점이 있다. 이는 기존 감시 체계에서 다루지 않았던 새로운 건강 영역을 포괄한다는 점에서 의미가 있으며, 관련 분야와의 협업을 통해 해석의 폭을 넓혀야 한다. 마지막으로, 자발적 참여 기반이라는 지속성의 한계가 있다. 수집 자료의 일관성과 품질 유지가 어렵고, 인센티브 부족이 장기적인 지속가능성을 저해할 수 있다. 이를 보완하기 위해 클라우드 기반 입력 및 조회 플랫폼 도입, 표준 운영 지침 마련, 제도적 인센티브 구축 등이 중장기 과제로 제시된다.

현재 네트워크는 ‘민간 정상 보조사업’이라는 틀 안에서 학술적 협력체 형태로 운영되고 있으나, 향후 다음과 같은 두 가지 정책적 방향을 제시할 수 있다. 정부의 지원이 없이 자율성과 유연성을 바탕으로 하는 학술 협력형 네트워크 형태를 유지한다면, 국제 연구 및 학회와의 연결에 유리하고 확장성이 높다. 다만, 이 방향은 여행력, 예방 조치 이력 등 민감한 개인정보를 포함한 자료를 수집하는 것이 필수적인 구조인 만큼, 연구 윤리 기준을 엄격히 준수해야 하며, 이러한 특성은 감시 체계의 적시성이나 포괄성을 일정 부분 제약할 수 있다. 또 체계 운영에 필요한 안정적인 자원 마련이 어렵다.

다른 방향은 국가 감염병 감시 체계의 한 부분으로써 제도

화하여 통합하는 모델이다. 이 경우, 관련 법령과 제도적 근거를 바탕으로 국가기관이 사업을 공식 주관하며, 안정적인 예산 확보와 공인된 운영 지원 체계를 통해 지속성과 공신력을 확보할 수 있다. 또한, 수집된 정보가 법정 감염병 감시 자료와 연계되거나 국가정책에 직접 반영될 수 있다. 그러나 이러한 제도화 모델은 운영의 자율성이나 현장의 유연성 측면에서는 제약이 따를 수 있다. 학술적 네트워크와 달리, 정보 수집 항목의 변경, 신규 기관 참여, 국제협력 연구 등에서 국가의 승인 절차가 필요하며, 행정적인 경직성으로 인해 급변하는 감염병 유행 양상에 신속하게 대응하기 어려운 구조적 한계가 있다. 또한, 정책적 목적에 따라 감시 체계의 초점이 달라질 가능성이 있어, 학술적인 다양성은 일정 부분에서 후순위로 낮아질 수 있다.

가장 현실적인 전략은, 초기에는 학술 협력형 자율 네트워크로 운영하면서, 정부의 제도적 지원을 점진적으로 도입하는 ‘분리형 단계적 이행 모델’을 채택하는 것이다. 즉, 네트워크 운영은 학술단체 중심으로 유지하되, 정부는 공적 재원 지원, 법적 근거 마련, 정책 연계 기능을 강화함으로써 학술적 유연성과 제도적 안정성을 동시에 확보하는 방식이다. 이러한 모델은 GeoSentinel의 운영 구조와 유사하며, 국가 감염병 대응 체계와의 연결성과 국제 공동연구의 확장성이라는 두 축을 동시에 달성할 수 있다는 점에서 실현 가능성이 높다. 이러한 접근은 국제협력 및 연구 네트워크와의 연계성을 유지하면서도, 향후 국가적 감염병 대응 체계 속에서 보완적 감시 체계로서 제도적 위치를 확보할 수 있는 실질적인 전략이다.

현재 아시아-태평양 지역에는 독립적이고 지속 가능한 여행자 건강 정보 감시 체계가 부재하다. 대부분의 국제 네트워크(GeoSentinel, EuroTravNet 등)는 아시아권의 데이터 확보에는 구조적 제약이 있다. 우리나라는 상대적으로 고도화된 의료 인프라, 전국 단위의 전자의무기록 시스템 보급, 감염병 대응에 대한 학술적 기반과 정부 기관과의 정책적 연계 역량을 고루 갖추고 있어, 아시아 내 감시 거점(networking hub)

의 역할을 할 수 있는 여건을 갖추고 있다. 이러한 점을 고려해 볼 때, 국내 네트워크는 아시아-태평양 지역의 감염병 해외 여행자 감시 공백을 보완하면서, 우리나라가 지역 감시 허브로 자리를 잡을 수 있는 여건을 마련해줄 수 있다. 그리고 질병관리청의 공적개발원조(official development assistance, ODA)를 통해 아시아 중저소득 국가들과 기술협력을 강화하고, 표준화된 감염병 감시 프로토콜을 개발하여 상호 실시간 정보 공유도 가능하도록 확장할 수 있다. 예를 들어, ASEAN (Association of Southeast Asian Nations) 보건 분과나 WHO 서태평양지역사무소(WHO Regional Office for the Western Pacific)와의 기존 협력을 기반으로 하여 정보 수집 및 분석 표준을 공유하거나, 공동 훈련 프로그램을 운영함으로써 지역 내 감시 역량을 강화할 수 있다. 이를 통해 우리나라의 국제 보건 안보 리더십이 강화되고, 아시아-태평양 지역의 감염병 감시 네트워크 구축을 위한 제도적 기반이 마련될 수 있을 것이다.

결 론

해외여행의 급속한 회복과 함께, 해외의 풍토병, 항생제 내성균, 신종 감염병 등 다양한 감염원이 국내로 유입될 가능성이 커지고 있다. 이와 같은 감염병은 개인의 건강 문제를 넘어 지역사회와 의료 체계에 부담을 줄 수 있는 공중보건 위협으로 작용한다. 그러나 현재의 감시 체계는 주로 법정 감염병 중심의 신고에 의존하고 있어, 경미하거나 비정형적인 사례 등의 정보는 체계적으로 포착되지 않아 보완이 필요하다.

이러한 상황에서 여행의학 클리닉 네트워크는 귀국 후 여행자를 진료하는 의료기관을 기반으로 표준화된 건강 정보를 전향적으로 수집함으로써, 현재 감시 체계의 부족한 부분을 보완하는 새로운 인프라로서의 가능성을 제시하고 있다. 특히 여행 전 예방 조치 이행률, 주요 증상, 비감염성 건강 문제 등 현재의 감시 체계에서 확인하기 어려운 정보들을 구조화된 방

식으로 수집함으로써, 건강 위험 요인의 특성 분석, 예방 정책의 실효성 평가, 국제 감염병 감시 체계와의 연계 가능성을 보인다. 다만, 현재는 민간 경상 보조사업 형태의 표본 감시 수준으로만 운영되고 있어, 향후 감시의 민감도와 대표성을 강화하기 위해 참여 기관의 지역적 확대, 자료 수집의 표준화, 안정적인 지원 체계의 마련 등의 장기적 전략 수립이 필요하다.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: This study was supported by the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) through the 2025 Travel-related Infectious Disease Information Project.

Acknowledgments: None.

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

References

1. Porta F, Pantelaki E. Low-cost carriers means low-cost tourists? Exploring the expenditure patterns beyond airline ticket prices. *Tour Econ* 2025. [Epub] <https://doi.org/10.1177/13548166251316742>
2. Mior Shariffuddin NS, Azinuddin M, Yahya NE, Hanafiah MH. Navigating the tourism digital landscape: the interrelationship of online travel sites' affordances, technology readiness, online purchase intentions, trust, and E-loyalty. *Heliyon* 2023;9:e19135.
3. Rosselló J, Santana-Gallego M. The effect of visa types on international tourism. *Econ Model* 2024;137:106757.
4. International Civil Aviation Organization (ICAO). ICAO transformational objective annual report 2024 V1.0 [Internet]. ICAO; 2024 [cited 2025 Jul 25]. Available from: <https://icao.assyst-uc.com/annual-reports>
5. Korea Tourism Organization. 2024 National travel sur-

- vey report-analytical edition [Internet]. Korea Tourism Organization; 2024 [cited 2025 Jul 25]. Available from: <https://datalab.visitkorea.or.kr/site/portal/ex/bbs/View.do?cbIdx=1127&bcIdx=309282>.
6. Angelo KM, Kozarsky PE, Ryan ET, Chen LH, Sotir MJ. What proportion of international travellers acquire a travel-related illness? A review of the literature. *J Travel Med* 2017;24:tax046.
7. Seijas-Pereda L, Carmena D, Rescalvo-Casas C, et al. Global dynamics of gastrointestinal colonisations and antimicrobial resistance: insights from international travellers to low- and middle-income countries. *Trop Med Infect Dis* 2024;9:182.
8. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Annual report on the notified infectious diseases in Korea, 2024 [Internet]. KDCA; 2024 [cited 2025 Jul 25]. Available from: https://dportal.kdca.go.kr/pot/bbs/BD_selectBbs.do?q_bbsSn=1010&q_bbsDocNo=20250626112241525&q_clsfn=1
9. Choe YJ, Choe SA, Cho SI. Importation of travel-related infectious diseases is increasing in South Korea: an analysis of salmonellosis, shigellosis, malaria, and dengue surveillance data. *Travel Med Infect Dis* 2017;19:22-7.
10. Jang Y, Lee H, Park H. Surveillance system for infectious disease prevention and management: direction of Korea's infectious disease surveillance system. *J Korean Med Sci* 2025;40:e108.
11. Lee JJ, Choe YJ, Jeong H, et al. Importation and transmission of SARS-CoV-2 B.1.1.529 (omicron) variant of concern in Korea, November 2021. *J Korean Med Sci* 2021;36:e346.
12. Seo H, Choi M, Chowell G, Lee H, Kim BN, Lee S. Impact of imported COVID-19 cases on South Korea's response: variant transitions and regional patterns (2020-2023). *BMC Infect Dis* 2025;25:820.
13. 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.
14. Lee D, Choi S, Do H, et al. Transmissibility of mpox to the general population from travellers returning to South Korea. *J Travel Med* 2023;30:taad080.
15. Freedman DO, Weld LH, Kozarsky PE, et al. Spectrum of disease and relation to place of exposure among ill returned travelers. *N Engl J Med* 2006;354:119-30.
16. Hamer DH, Rizwan A, Freedman DO, Kozarsky P, Libman M. GeoSentinel: past, present and future†. *J Travel Med* 2020;27:taaa219.
17. Brown AB, Miller C, Hamer DH, et al. Travel-related diagnoses among U.S. nonmigrant travelers or migrants presenting to U.S. GeoSentinel sites – GeoSentinel network, 2012–2021. *MMWR Surveill Summ* 2023;72:1-22.
18. Osman S, Preet R. Dengue, chikungunya and Zika in GeoSentinel surveillance of international travellers: a literature review from 1995 to 2020. *J Travel Med* 2020;27:taaa222.
19. Grobusch MP, Weld L, Goorhuis A, et al. Travel-related infections presenting in Europe: a 20-year analysis of EuroTravNet surveillance data. *Lancet Reg Health Eur* 2020;1:100001.
20. Tamarozzi F, Mazzi C, Antinori S, et al. Landscape of guidance documents used at TropNet and GeoSentinel centres for the clinical management of schistosomiasis outside endemic areas: a systematic appraisal. *Travel Med Infect Dis* 2025;64:102822.
21. Boggild AK, Geduld J, Libman M, et al. Travel-acquired infections and illnesses in Canadians: surveillance report from CanTravNet surveillance data, 2009–2011. *Open Med* 2014;8:e20-32.
22. Angelo KM. Twenty-five years: GeoSentinel's impact on travel-related surveillance and its vision for the future. *J Travel Med* 2020;27:taaa166.
23. Gautret P, Leder K, Field V, Kain KC, Hamer DH, Libman M. GeoSentinel surveillance of travel-associated infections: what lies in the future? *Travel Med Infect Dis* 2020;36:101600.
24. World Health Organization (WHO). Early detection, assessment and response to acute public health events: implementation of early warning and response with a focus on event-based surveillance. WHO; 2014.
25. Keller M, Blench M, Tolentino H, et al. Use of unstructured event-based reports for global infectious disease surveillance. *Emerg Infect Dis* 2009;15:689-95.

Review & Perspective

Travel Medicine Clinic Network for the Prevention and Early Detection of Imported Infectious Diseases

Hong Sang Oh^{1,2*} 

¹Division of Infectious Diseases, Department of Internal Medicine, SMG-SNU Boramae Medical Center, Seoul, Korea, ²Travel Medicine Committee, Korean Society of Infectious Diseases, Seoul, Korea

ABSTRACT

Objectives: As international travel rapidly rebounds, the risk of importing various infectious agents, such as malaria, dengue fever, chikungunya, and multidrug-resistant organisms, is increasing. In this study, we introduced a Travel Medicine Clinic Network as a strategy for the prevention and early detection of imported infectious diseases, compared it with international traveler-based surveillance systems, and proposed future directions.

Methods: We reviewed global surveillance networks for international travelers, such as GeoSentinel and EuroTravNet, and described the structure, data collection, and implementation of the Travel Medicine Clinic Network, which has been piloted since 2025 by the Korea Disease Control and Prevention Agency and the Korean Society of Infectious Diseases.

Results: The network enabled the participating clinics to systematically collect standardized health information from returning travelers, thereby complementing the current, notifiable disease-based surveillance system. Compared with global networks, it has the potential to serve as a regional data collection hub in the Asia-Pacific region, where current global networks have limited coverage.

Conclusions: The network supplements existing surveillance by capturing health information from returning travelers that would otherwise remain uncollected. For effective functioning as a novel surveillance platform, sustainable operations and institutional integration are required.

Key words: Travel medicine; Travel-related illness; Communicable diseases, imported; Public health surveillance

*Corresponding author: Hong Sang Oh, Tel: +82-2-870-3240, E-mail: elvis5@snu.ac.kr

Introduction

In recent years, international travel has considerably expanded, driven by multiple factors such as the proliferation of air transport, rising income levels, increased use of low-cost carriers, improved access to digital information, and easing of entry restrictions [1-3]. However, the coronavirus disease

2019 (COVID-19) pandemic abruptly disrupted this trend, leading to a sharp but temporary decline in global travel. A marked recovery began in 2023, and as of 2025, travel volumes appear to have exceeded pre-pandemic levels [4]. The Republic of Korea (ROK) has followed a similar trajectory; while approximately 28 million people traveled abroad in 2019, the number dropped drastically during the pandemic

Key messages

① What is known previously?

International travelers can introduce disease-causing agents such as malaria, dengue, chikungunya, and multidrug-resistant organisms. To monitor these risks, global surveillance networks, such as GeoSentinel and EuroTravNet, have primarily operated in North America and Europe.

② What new information is presented?

Traveler-based surveillance systems have been geographically concentrated, leaving the Asia-Pacific region underrepresented in the global data. The pilot Travel Medicine Clinic Network of the Republic of Korea (ROK) collects standardized health data from returning travelers, thereby potentially contributing to filling this regional gap.

③ What are implications?

This network enhances early detection of imported infections and provides a practical link between surveillance data and public health policies. If supported by institutionalization and international collaboration, the ROK could play a more prominent role in regional health preparedness and responses.

but has been steadily recovering since 2023 [5].

The resurgence of international travel has heightened the risk of exposure to infectious diseases, ranging from malaria, dengue fever, typhoid fever, hepatitis A, and measles to emerging infectious diseases with pandemic potential. A particular concern is independent travelers, who typically exhibit low adherence to pre-travel preventive measures—such as health consultations, vaccinations, and prophylactic medications—and are more often exposed to environments with sub-optimal hygiene (e.g., public transportation, street food, and budget accommodations) [6]. Moreover, international travel

is associated with the global spread of antibiotic resistance. Evidence suggests that travelers who acquire intestinal pathogenic bacteria or resistance genes abroad may serve as vectors for nosocomial transmission upon returning and visiting medical facilities [7]. These dynamics underscore the need for effective infectious disease prevention strategies tailored to international travelers and the urgent establishment of integrated surveillance systems for pre- and post-travel preventive measures and the early detection of imported infections.

However, domestic surveillance of imported infectious diseases in ROK currently relies primarily on a passive reporting model focused on legally notifiable diseases. This system, which mandates case reporting by medical and public health institutions after diagnosis, faces key limitations such as under-reporting, significant delays, and susceptibility to overlooking mild or atypical cases. Particularly during the early stages of importation, when case numbers are low, such reporting delays can critically hinder timely and effective responses.

To address these limitations, the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) and the Korean Society of Infectious Diseases launched the Travel Medicine Clinic Network in 2025. This system prospectively collects health information from international travelers who seek medical care after returning from abroad. Although this network currently operates at the level of sentinel surveillance, it provides a foundation for assessing health threats that are not adequately reflected in notifiable disease data. The network collects structured information on variables such as adherence to preventive measures, destinations visited, and patterns of symptom onset. Notably, securing such data creates opportunities for advancing toward syndromic surveillance, integrating with public health event-based surveillance (EBS), and ultimately

contributing to international traveler surveillance networks. This review and perspective introduces the structure and operational features of global surveillance systems and the Travel Medicine Clinic Network and examines their anticipated roles and outlines future directions for development.

Imported Infectious Diseases and Public Health Threats

According to the KDCA, 606 cases of imported infectious diseases were confirmed in ROK in 2024. The predominant diseases were dengue fever (196 cases), malaria (54 cases), hepatitis A (23 cases), typhoid fever (10 cases), and paratyphoid fever (three cases). Most of these infections originated from countries in Southeast Asia, South Asia, and Africa, with Vietnam, Indonesia, the Philippines, Thailand, India, and Malaysia being the most frequently identified sources [8].

Travelers visiting endemic areas for these diseases, particularly in tropical regions, face a heightened risk of exposure to infectious agents such as those causing malaria, dengue fever, typhoid fever, and hepatitis A. For many of these diseases, symptoms often appear after travelers return home, and a considerable proportion of cases go unrecognized because individuals with mild initial symptoms do not seek medical care [9]. Indeed, many imported infectious disease cases in ROK are subject to delays or omissions in reporting, primarily because of two main factors: patients' failure to associate their symptoms with recent travel and clinicians' low index of suspicion. Consequently, the notifiable disease-based reporting system has limitations in detecting cases with mild symptoms or delayed diagnoses during the early stages of disease, underscoring the need for a more proactive and dynamic surveillance model

[10].

The importation of antibiotic-resistant bacteria further compounds long-term public health risks. One study reported that 76.5% of Spanish travelers returning from Peru or Ethiopia acquired new antibiotic-resistant intestinal bacteria, most notably extended-spectrum beta-lactamase-producing *Escherichia coli*. These strains carried considerable resistance genes such as *TEM*, *CTX-M*, and *SHV*, and in some individuals, colonization persisted in the gut for over 3 months [7]. Such imported resistant bacteria warrant close monitoring as they increase the burden of infection control in domestic healthcare settings and facilitate inter-institutional transmission.

Recent experiences with COVID-19 and mpox demonstrate how international travel serves as a conduit for the domestic introduction and subsequent community spread of emerging infectious diseases. Genetic and epidemiological analyses confirmed that major COVID-19 variants (e.g., Alpha, Delta, and Omicron)—initially reported in the United Kingdom, India, and South Africa—were introduced into ROK through travel-related cases [11,12]. These variants subsequently spread locally, amplifying both the scale and scope of the outbreak. Mpox followed a similar trajectory; most cases reported in ROK since 2022 were linked to travel in Europe or North America or to contact with incoming travelers from these regions [13]. The first confirmed case involved a Korean national returning from Germany, with subsequent cases also typically classified as international travel related. However, beginning in 2023, infections without international travel links were identified, indicating a transition from importation to sustained community transmission [14].

International Examples: Surveillance Networks for International Travelers

To facilitate the early detection and prevention of cross-border infectious disease transmission, many countries operate surveillance networks that collect and share health information on international travelers. By enabling rapid information exchange and coordinated international action, these networks complement and strengthen national infectious disease response systems.

The most prominent example is the GeoSentinel network, established in 1995 through collaboration between the U.S. Centers for Disease Control and Prevention and the International Society of Travel Medicine; the network consists of specialized travel medicine clinics (GeoSentinel sites) in more than 60 major cities worldwide [6,15,16]. GeoSentinel utilizes a digital system to collect standardized clinical and epidemiological data from travelers seeking medical care post-travel, including information on destinations visited, purpose of travel, timing of symptom onset, clinical presentation, and final diagnosis. Aggregated data are then analyzed to detect unusual signals of infectious disease outbreaks. For instance, GeoSentinel enables the rapid dissemination of international alerts regarding increasing dengue fever cases in Southeast Asia or localized epidemics of typhoid fever. Furthermore, by capturing data on syndromes rather than only notifiable diseases, the network provides an early warning system capable of identifying atypical or emerging infections. Information generated by GeoSentinel is routinely shared with international health authorities such as the World Health Organization (WHO) and the European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) [17]. The network has also contributed to global

preparedness by reporting early traveler-associated cases of Zika virus infection, Middle East Respiratory Syndrome, and chikungunya fever [18].

EuroTravNet, the European partner network of GeoSentinel, was established with support from the ECDC. It plays a key role in early case detection among travelers by facilitating real-time data sharing among major travel medicine clinics in Europe [19]. During the COVID-19 pandemic, this network tracked shifts in infection risks for travelers based on consultation trends, and its data directly informed ECDC policy reports.

TropNet, in contrast, is an academically oriented network and operates more autonomously. Its primary objectives are to share clinical expertise, exchange epidemiological information, and foster collaborative research rather than surveillance. TropNet complements GeoSentinel and EuroTravNet by focusing on clinical response to rare infections, developing diagnostic criteria, and supporting scholarly exchange among infectious disease specialists [20].

CanTravNet is a national-level surveillance system operated with financial support from the Public Health Agency of Canada and represents an adaptation of the GeoSentinel model. Through data collected from nine designated travel medicine clinics across major Canadian cities, this network continuously monitors infectious disease importation patterns among international travelers [21]. The data collected by this network provide evidence to guide public health policy, including regional risk assessments, vaccination recommendations, and the classification of high-risk travel destinations.

Although these international traveler surveillance networks have been instrumental in outbreak detection, early warnings, and trend analysis, they face structural limitations. In

particular, networks such as GeoSentinel and EuroTravNet are primarily led by institutions from North America and Europe, with relatively limited participation from institutions in Asia and low- and middle-income countries [16,22,23]. This geographic imbalance constitutes a notable vulnerability as it risks underrepresenting disease trends and outbreak characteristics in regions with high infectious disease burdens. Nonetheless, these international traveler surveillance networks remain a critical resource for generating timely alerts and enhancing global preparedness for infectious diseases.

National Travel Medicine Clinic Network (ROK)

Beginning in 2025, the KDCA and the Travel Medicine

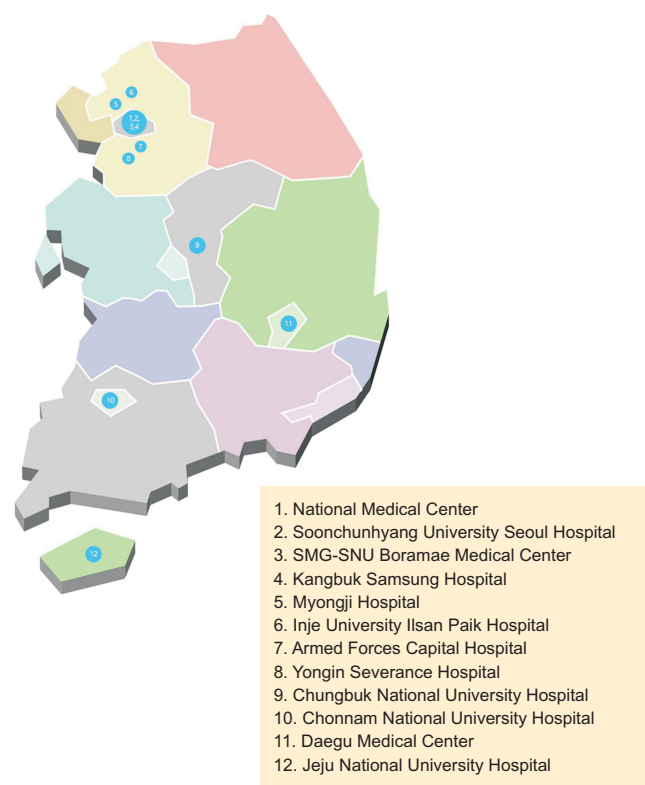


Figure 1. Travel Medicine Clinic Network

Committee of the Korean Society of Infectious Diseases launched a pilot operation of the Travel Medicine Clinic Network. This multicenter information collection and surveillance system involves 12 domestic travel medicine clinics, including university hospitals and regional medical centers (Figure 1). Data are collected using a standardized case report form for both outpatients and inpatients who visit a hospital after international travel and are suspected of having an infectious disease or presenting with related symptoms. The primary data items collected include demographic characteristics (age, sex), travel details (countries/regions visited, duration, and purpose), clinical information (date of symptom onset, major symptoms, and diagnosis), and data on preventive measures (vaccinations, prophylactic medications). Additionally, information on non-communicable conditions such as mental health issues, trauma, and accidents is collected (Table 1). The collection of more detailed laboratory results and final diagnoses is planned for future expansion.

The primary significance of the network lies in its status as the first voluntary and official multicenter collaborative travel medicine clinic network in ROK. Moreover, the network has practical value in prospectively accumulating post-travel health information, which has previously not been systematically gathered. Until now, little has been known about the symptoms for which ROK's international travelers seek medical care after returning, the diseases diagnosed, or the extent to which preventive measures were implemented. Although the current data items are basic, the network enables multifaceted analysis of travelers' overall health by capturing information previously overlooked by existing surveillance systems such as mental and psychological issues, accidents, and trauma incurred during travel. In addition to health outcomes, the network monitors

Table 1. Health information collection form

1. General information
1-1. Sex: ☐ Male ☐ Female
1-2. Nationality: ☐ Korean ☐ Non-Korean
1-3. Age (yr):
1-4. Date of first visit (YYYY/MM/DD): / /
2. Recent travel history (within the past 3 months; list most recent trip first)
2-1. Country: , Date of arrival/departure (YYYY/MM/DD): / (main region(s) visited:)
2-2. Country: , Date of arrival/departure (YYYY/MM/DD): / (main region(s) visited:)
2-3. Country: , Date of arrival/departure (YYYY/MM/DD): / (main region(s) visited:)
2-4. Country: , Date of arrival/departure (YYYY/MM/DD): / (main region(s) visited:)
2-5. Country: , Date of arrival/departure (YYYY/MM/DD): / (main region(s) visited:)
2-6. Country: , Date of arrival/departure (YYYY/MM/DD): / (main region(s) visited:)
3. Pre-travel health information and vaccinations
3-1. Pre-travel health information obtained: ☐ Yes (☐ Travel clinic ☐ Internet ☐ Relatives/friends ☐ Travel agency) ☐ No ☐ Unknown
3-2. Vaccinations/prophylaxis received: ☐ Hepatitis A ☐ Tetanus ☐ Yellow fever ☐ Cholera ☐ Typhoid ☐ Malaria chemoprophylaxis ☐ None
4. Clinical information
4-1. Patient type: ☐ Outpatient ☐ Inpatient
4-2. Purpose of travel related to current symptoms: ☐ Tourism ☐ Business trip ☐ Short-term employment ☐ Study abroad ☐ Immigration ☐ Medical treatment ☐ Missionary work ☐ Volunteer ☐ Military deployment ☐ Visiting friends/relatives ☐ Unknown
4-3. Main presenting symptoms (or reason for referral) [*Required]
4-3-1. Gastrointestinal: ☐ Abdominal pain/discomfort ☐ Acute diarrhea ☐ Anal pruritus ☐ Loss of appetite ☐ Bloating ☐ Bloody diarrhea ☐ Chronic diarrhea ☐ Constipation ☐ Jaundice ☐ Weight loss ☐ Other: ()
4-3-2. Genitourinary: ☐ Discharge ☐ Dysuria ☐ Frequency ☐ Flank pain ☐ Genital lesion ☐ Hematuria ☐ Other: ()
4-3-3. Musculoskeletal: ☐ Arthralgia ☐ Arthritis ☐ Myalgia ☐ Localized pain ☐ Other: ()
4-3-4. Neurological: ☐ Confusion ☐ Dizziness ☐ Focal neurological sign ☐ Headache ☐ Syncope ☐ Neck stiffness ☐ Seizure ☐ Other: ()
4-3-5. Respiratory: ☐ Cough ☐ Hemoptysis ☐ Pleuritic chest pain ☐ Shortness of breath ☐ Rhinorrhea/nasal congestion ☐ Sore throat ☐ Wheezing ☐ Other: ()
4-3-6. Dermatologic: ☐ Generalized rash ☐ Localized rash ☐ Skin lesion ☐ Pruritus ☐ Skin/soft tissue infection ☐ Bite ☐ Sting ☐ Other: ()
4-3-7. Head/neck symptoms: ☐ Ear ☐ Eye ☐ Nose ☐ Throat ☐ Oral/teeth ☐ Conjunctivitis ☐ Other: ()
4-3-8. Abnormal test results: ☐ Eosinophilia ☐ Serologic test ☐ Imaging ☐ Stool examination ☐ Other: ()
4-3-9. ☐ Fever/ ☐ Sweating/ ☐ Chills
4-3-10. ☐ Fatigue
4-3-11. Cardiovascular: ☐ Chest pain ☐ Chest discomfort ☐ Palpitations ☐ Other: ()
4-3-12. ☐ Psychiatric symptoms
4-3-13. ☐ Trauma/injury
4-3-14. ☐ Other: ()
4-4. Date of symptom onset (YYYY/MM/DD): / /
4-5. Final diagnosis (if confirmed):

the actual implementation level of preventive measures, including pre-travel vaccination, adherence to prophylactic medication, and utilization of health consultations. This monitoring enables the identification of travel destinations or traveler groups with low adherence to preventive measures, thereby providing an evidence base for the development of prevention-focused policies and the design of targeted public health communication strategies. Ultimately, this information supports the evaluation of preventive policies, surveillance of infectious diseases, and assessment of travel-related health risk factors. These functions collectively provide the foundation for expanding and institutionalizing the project.

From a typological perspective, this network most closely corresponds to a form of sentinel surveillance as it is structured around participating medical institutions that register suspected cases according to specific criteria. Additionally, it serves a syndromic surveillance function by collecting data on unusual cases at the pre-diagnosis stage based on major clinical syndromes (e.g., fever, diarrhea, rash). Its structural design—allowing case collection based solely on travel history and abnormal events (e.g., recurrent fever and rash among travelers

from a specific country)—also provides a complementary role to the EBS systems of public health authorities [10]. Although the network remains a passive surveillance system dependent on voluntary patient visits and medical record reviews, its inherent strengths—such as case identification based on travel history and symptoms, inclusion of non-clinical data (including adherence to preventive measures), and standardized data collection across institutions—enable it to supplement existing systems. These features also position the network as a key component in building a future multilayered surveillance framework (Figure 2) [24,25]. Therefore, this network is expected to mitigate potential public health threats and make a substantial contribution to public health protection.

Future Directions and Potential for International Cooperation

The Travel Medicine Clinic Network is important as the first multicenter, collaborative information collection and surveillance system established in ROK. However, being in the early stages of operation, it faces several structural and

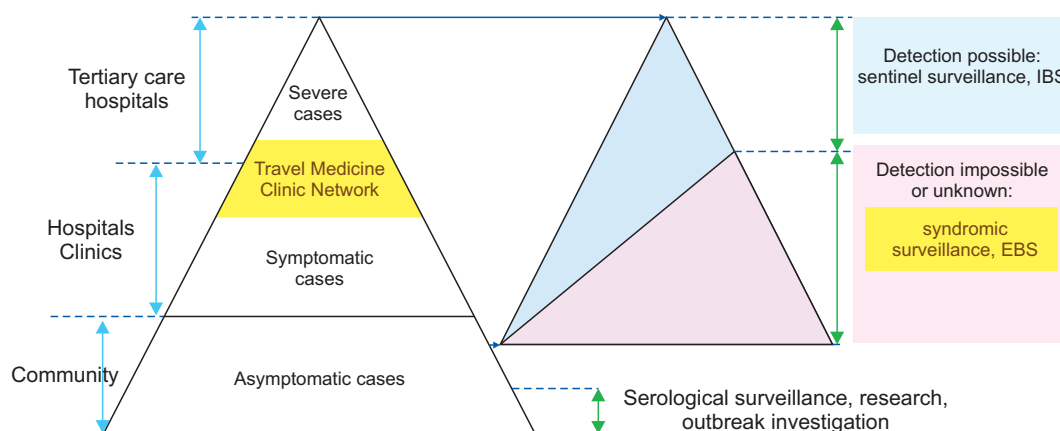


Figure 2. Various surveillance systems and the Travel Medicine Clinic Network

Green arrows indicate the range of detection capacity. This conceptual diagram was adapted based on previously published models describing IBS and EBS. IBS=indicator-based surveillance; EBS=event-based surveillance. Data from the book of World Health Organization (2014) and article of Keller et al. (Emerg Infect Dis 2009;15:689-95) [24,25].

operational limitations.

First, there are challenges in regional and demographic representation. The current sentinel surveillance system, confined to a limited number of medical institutions, may not adequately represent travelers from certain regions or socioeconomic strata. However, this limitation is characteristic of the initial phase of a pilot project and can be addressed in the future through the gradual expansion of the number of participating institutions and correction of regional imbalances. Second, as a system centered on travelers who seek care at medical institutions, it may fail to capture individuals who are asymptomatic or mildly symptomatic. While this structural limitation is shared with the existing notifiable disease surveillance framework, the domestic network can partially compensate for it by enhancing surveillance sensitivity through more structured and standardized data collection. Third, because data collection is centered on symptoms or syndromes rather than confirmed diagnoses, the system might have high sensitivity but relatively low specificity. This trade-off is an intrinsic characteristic of early warning systems, but specificity can be improved in the future by linking syndromic data with diagnostic information. Fourth, although information on non-communicable health issues such as mental health and trauma is being collected, its interpretation and integration into policy remain underdeveloped. This is nonetheless an important advance as it extends surveillance to new health domains not covered by existing systems. The scope of interpretation should be broadened through interdisciplinary collaboration with relevant fields. Finally, the sustainability of the network is constrained by its reliance on voluntary participation. Challenges in maintaining data consistency and quality—compounded by the absence of incentives—pose risks to long-term sustainability. To mitigate these

issues, medium- to long-term priorities include establishing a cloud-based data entry and retrieval platform, implementing standard operating procedures, and developing institutional incentive mechanisms.

The network currently operates as an academic collaborative under the framework of a private current subsidy project. Moving forward, two policy directions can be considered. The first direction is to maintain the network as an academic collaborative based on autonomy and flexibility, without direct government oversight. This model would facilitate connections with international research and academic societies, offering high scalability. However, as the network requires the collection of sensitive personal information, including travel and preventive measure histories, strict adherence to research ethics standards is essential. This requirement may consequently limit the timeliness and comprehensiveness of the surveillance system. Additionally, ensuring stable resources for sustained operation would be challenging under this model.

The second direction is institutionalization and integration into the national infectious disease surveillance system. In this approach, a government agency would formally oversee the project under relevant legal and institutional authority, thereby ensuring sustainability and public credibility through stable budget allocations and authorized operational support. Moreover, the collected data could be linked with official notifiable disease surveillance systems and directly inform national policy. However, institutionalization would potentially constrain operational autonomy and reduce flexibility. Unlike an academic network, changes in data collection items, expansion of participating institutions, and engagement in international collaborative research would all require government approval. This administrative rigidity could create structural limitations

in responding swiftly to rapidly evolving outbreak patterns. Furthermore, the priority of the surveillance system could shift depending on policy objectives, potentially reducing academic diversity.

The most realistic strategy is to adopt a separated phased implementation model, in which the network initially operates as an autonomous academic collaborative while progressively incorporating institutional support from the government. In practice, this approach would allow academic bodies to maintain leadership of the network, while the government provides public funding, establishes a legal framework, and strengthens policy linkages. As a result, the model would secure both academic flexibility and institutional stability. Similar to the operational structure of GeoSentinel, this approach is highly feasible as it simultaneously advances the dual objectives of integration with the national infectious disease response system and scalability for international collaborative research. Therefore, it represents a practical strategy that ensures continuity with global research collaborations while positioning the network as a complementary surveillance system within the national infectious disease response framework.

Currently, the Asia-Pacific region lacks an independent and sustainable traveler health surveillance system. Existing international networks, such as GeoSentinel and EuroTravNet, face structural constraints in collecting data from this region. ROK, however, is uniquely positioned to serve as a surveillance hub in Asia, supported by its relatively advanced medical infrastructure, nationwide electronic medical record systems, strong academic foundation in infectious disease response, and institutional capacity for policy integration with government agencies. Building on these strengths, the domestic network could address current surveillance gaps for international

travelers in the Asia-Pacific while establishing ROK as a regional surveillance hub. Furthermore, through the KDCA's Official Development Assistance, ROK has the opportunity to strengthen technical cooperation with low- and middle-income Asian countries and to expand the system to enable mutual, real-time information sharing through standardized surveillance protocols. For example, regional surveillance capacity could be enhanced by harmonizing data collection and analysis standards or by implementing joint training programs in partnership with the Association of Southeast Asian Nations Health Sector or the WHO Regional Office for the Western Pacific. Such efforts would reinforce ROK's leadership in global health security and establish the institutional foundation for a robust infectious disease surveillance network in the Asia-Pacific region.

Conclusion

With the rapid recovery of international travel, the risk of importing various infectious agents—including endemic diseases, antibiotic-resistant bacteria, and emerging pathogens—has increased. Such infectious diseases pose public health threats that extend beyond individual illness, creating broader burdens for communities and healthcare systems. However, the current surveillance system relies primarily on reporting notifiable infectious diseases; consequently, information on mild or atypical cases is not systematically captured, leaving important gaps that require supplementation.

In this context, the Travel Medicine Clinic Network demonstrates its potential as a new infrastructure to complement existing surveillance by prospectively collecting standardized health information from medical institutions treating returning

travelers. Notably, by collecting structured data on factors that are currently difficult to assess, such as adherence to pre-travel preventive measures, major symptoms, and non-communicable health concerns, the network offers opportunities to analyze health risk patterns, evaluate the effectiveness of preventive policies, and establish linkages with international surveillance systems. However, as the network currently functions only as a sentinel surveillance initiative supported by a temporary subsidy project, a long-term strategy is required to enhance its sensitivity and representativeness. Priorities for development include expanding the number and regional distribution of participating institutions, standardizing data collection methods, and establishing a stable system of operational support.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: This study was supported by the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) through the 2025 Travel-related Infectious Disease Information Project.

Acknowledgments: None.

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

References

- Porta F, Pantelaki E. Low-cost carriers means low-cost tourists? Exploring the expenditure patterns beyond airline ticket prices. *Tour Econ* 2025. [Epub] <https://doi.org/10.1177/13548166251316742>
- Mior Shariffuddin NS, Azinuddin M, Yahya NE, Hanafiah MH. Navigating the tourism digital landscape: the inter-relationship of online travel sites' affordances, technology readiness, online purchase intentions, trust, and E-loyalty. *Heliyon* 2023;9:e19135.
- Rosselló J, Santana-Gallego M. The effect of visa types on international tourism. *Econ Model* 2024;137:106757.
- International Civil Aviation Organization (ICAO). ICAO transformational objective annual report 2024 V1.0 [Internet]. ICAO; 2024 [cited 2025 Jul 25]. Available from: <https://icao.assyst-uc.com/annual-reports>
- Korea Tourism Organization. 2024 National travel survey report-analytical edition [Internet]. Korea Tourism Organization; 2024 [cited 2025 Jul 25]. Available from: <https://datalab.visitkorea.or.kr/site/portal/ex/bbs/View.do?cbIdx=1127&bcIdx=309282>.
- Angelo KM, Kozarsky PE, Ryan ET, Chen LH, Sotir MJ. What proportion of international travellers acquire a travel-related illness? A review of the literature. *J Travel Med* 2017;24:tax046.
- Seijas-Pereda L, Carmena D, Rescalvo-Casas C, et al. Global dynamics of gastrointestinal colonisations and antimicrobial resistance: insights from international travellers to low- and middle-income countries. *Trop Med Infect Dis* 2024;9:182.
- Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Annual report on the notified infectious diseases in Korea, 2024 [Internet]. KDCA; 2024 [cited 2025 Jul 25]. Available from: https://dportal.kdca.go.kr/pot/bbs/BD_selectBbs.do?q_bbsSn=1010&q_bbsDocNo=20250626112241525&q_clsfnNo=1
- Choe YJ, Choe SA, Cho SI. Importation of travel-related infectious diseases is increasing in South Korea: an analysis of salmonellosis, shigellosis, malaria, and dengue surveillance data. *Travel Med Infect Dis* 2017;19:22-7.
- Jang Y, Lee H, Park H. Surveillance system for infectious disease prevention and management: direction of Korea's infectious disease surveillance system. *J Korean Med Sci* 2025;40:e108.
- Lee JJ, Choe YJ, Jeong H, et al. Importation and transmission of SARS-CoV-2 B.1.1.529 (omicron) variant of concern in Korea, November 2021. *J Korean Med Sci* 2021;36:e346.
- Seo H, Choi M, Chowell G, Lee H, Kim BN, Lee S. Impact of imported COVID-19 cases on South Korea's response: variant transitions and regional patterns (2020-2023). *BMC Infect Dis* 2025;25:820.
- 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.
- Lee D, Choi S, Do H, et al. Transmissibility of mpox to

- the general population from travellers returning to South Korea. *J Travel Med* 2023;30:taad080.
15. Freedman DO, Weld LH, Kozarsky PE, et al. Spectrum of disease and relation to place of exposure among ill returned travelers. *N Engl J Med* 2006;354:119-30.
 16. Hamer DH, Rizwan A, Freedman DO, Kozarsky P, Libman M. GeoSentinel: past, present and future†. *J Travel Med* 2020;27:taaa219.
 17. Brown AB, Miller C, Hamer DH, et al. Travel-related diagnoses among U.S. nonmigrant travelers or migrants presenting to U.S. GeoSentinel sites – GeoSentinel network, 2012–2021. *MMWR Surveill Summ* 2023;72:1–22.
 18. Osman S, Preet R. Dengue, chikungunya and Zika in GeoSentinel surveillance of international travellers: a literature review from 1995 to 2020. *J Travel Med* 2020;27:taaa222.
 19. Grobusch MP, Weld L, Goorhuis A, et al. Travel-related infections presenting in Europe: a 20-year analysis of EuroTravNet surveillance data. *Lancet Reg Health Eur* 2020;1:100001.
 20. Tamarozzi F, Mazzi C, Antinori S, et al. Landscape of guidance documents used at TropNet and GeoSentinel centres for the clinical management of schistosomiasis outside endemic areas: a systematic appraisal. *Travel Med Infect Dis* 2025;64:102822.
 21. Boggild AK, Geduld J, Libman M, et al. Travel-acquired infections and illnesses in Canadians: surveillance report from CanTravNet surveillance data, 2009–2011. *Open Med* 2014;8:e20–32.
 22. Angelo KM. Twenty-five years: GeoSentinel's impact on travel-related surveillance and its vision for the future. *J Travel Med* 2020;27:taaa166.
 23. Gautret P, Leder K, Field V, Kain KC, Hamer DH, Libman M. GeoSentinel surveillance of travel-associated infections: what lies in the future? *Travel Med Infect Dis* 2020;36:101600.
 24. World Health Organization (WHO). Early detection, assessment and response to acute public health events: implementation of early warning and response with a focus on event-based surveillance. WHO; 2014.
 25. Keller M, Blench M, Tolentino H, et al. Use of unstructured event-based reports for global infectious disease surveillance. *Emerg Infect Dis* 2009;15:689–95.