Report of the Korean Association of External Quality Assessment Service on Clinical Parasitology (2018–2019)

Suhak Jeon¹, Eun Jeong Won^{1,2}, Yu Jeong Lee², Moon-Ju Kim², Myung Geun Shin¹, and Jong Hee Shin³

¹Department of Laboratory Medicine, Chonnam National University Hwasun Hospital; ²Department of Parasitology and Tropical Medicine, Chonnam National University Medical School, Hwasun; ³Department of Laboratory Medicine, Chonnam National University Hospital, Gwangju, Korea

Corresponding author:

Eun Jeong Won
Department of Parasitology and
Tropical Medicine, Chonnam National
University Medical School, 264 Seoyang-
ro, Hwasun-eup, Hwasun 58128, Korea
Tel +82-61-379-2716
Fax +82-62-224-2518
E-mail Parasite.woni@jnu.ac.kr

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.

Annual proficiency surveys are conducted 3 times a year (2018–2019) by the Korean Association of External Quality Assessment Service. In addition to the image samples (MPI-18-01–08; MPI-19-01–08), the pre-made slide samples (MPS-18-01 and MPS-19-01) were included. Image samples were prepared to target parasites that were clinically or epidemiologically important in Korea, although they were not usually found in recent times. The pre-made slide samples targeting the prevalent parasites in Korea were prepared using the formalin-ether concentration method. The overall agreement rates were 98.3% in 2018 and 97.6% in 2019. The agreement rates were significantly lower for the MPS samples than for the MPI samples (97.9%–98.9% vs. 92.3%–94.6%, MPI vs. MPS samples, $P < 0.01$, in both). Above all, MPI-19-03 (*Giardia lamblia*) showed the lowest agreement rate (91.9%), indicating a lack of experience in the inspection of clinical laboratories. In addition, ectoparasites (*Sarcoptes scabiei*) and blood/mosquito-mediated parasites (*Plasmodium vivax*) that were recognized with clinical relevance in Korea were included in this survey. Based on our expanded survey of clinical parasitology, it should be accompanied by continuous education on various parasitic infections, which may overcome the lack of experience in the inspection of clinical laboratories.

(Lab Med Qual Assur 2020;42:177-182)

Key Words Quality control, Parasitology, Ectoparasite

서론

대한임상검사정도관리협회에서 실시하는 임상 기생충 분야 신빙도조사는 크게는 임상 미생물 카테고리 내 운영되어 왔다[1,2]. 하지만 세균, 바이러스, 진균과는 다르게 기생충은 일반적인 배양이 어렵고, 정도관리를 위한 표준물질의 확보가 어려운 특수성을 가지고 있다. 국내 임상검사실에서 시행하는 기생충검사는 주로 장내기생충을 진단하기 위한 대변검경법에 의존하고 있으나[3], 장내기생충의 유병률이 급감함에 따라 더욱 검경능에 대한 신빙도

를 유지하기 어려워지고 있는 실정이다[4]. 외부신빙도조사 역시 활용 가능한 기생충 표준물질의 확보가 어려운 탓에 이미지 검체 기반의 신빙도조사가 이뤄질 수밖에 없었다. 차세대 신빙도조사사업 개편 이후 임상 기생충 분야에서는 고도화된 신빙도조사를 위해 기생충 총란 도말 슬라이드를 제작하여 배포한 바 있다[5]. 이번 2018–2019년도 시행한 신빙도조사에서는 기생충 총란 도말 슬라이드를 필수로 포함하고, 흔하게 발견되지는 않지만 임상적으로 중요한 기생충을 타깃으로 한 이미지 검체를 제작함으로써 실제 임상적으로 필요한 기생충검사 수행능력을 통합적으로 검증하

고자 하였다. 더불어 기존의 장내 기생충을 진단하기 위한 대변검
경검사 외에도 외부기생충 및 혈액매개성 기생충을 포함하는 확장
된 기생충검사를 아우르는 신빙도조사를 시행하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 신빙도조사 방법

2018년 신빙도조사사업은 2, 5, 8월에 걸쳐 3회 시행하였으며,
2019년 신빙도조사사업은 2, 5, 9월에 걸쳐 3회 시행하였다. 각
회차는 총 3개의 정도관리물질로 구성하였으며, 3회차 중 1회차
에는 기생충 시료를 이용한 슬라이드 검체(MPS-18-01, MPS-19-
01)를 제작하여 배부하였다. 이미지 검체는 서로 배율이 다른 이
미지 2-3개를 하단에 가로 및 세로 사이즈 마커와 함께 제작하였

으며, 가상 환자의 임상적 배경을 추가하여 PDF 파일형태로 배포
하였다. 모든 신청과 결과입력, 결과판정 등은 대한임상검사정도
관리협회 홈페이지에 구축된 신빙도조사 프로그램(<http://eqas.keqas.org/>)을 이용하였다.

2. 신빙도조사사업 내 관리물질

2018년도 1차에는 간흡충(*Clonorchis sinensis*) 총란 슬라
이드 검체 1개(MPS-18-01)와 회충(*Ascaris* spp.) 총란 양성 이
미지 1개(MPI-18-01) 및 기생충 총란 음성 이미지 1개(MPI-18-
02)로 구성하였다. 2차와 3차에는 기생충 총란 양성 이미지 2개
와 기생충 총란 음성 이미지 1개를 짝지어 배포하였다. 선충류 2
종(*Enterobius vermicularis*, *Strongyloides stercoralis*), 흡
충류 1종(*Paragonimus* spp.), 조충류 1종(*Diphyllobothrium*

Table 1. Performance of laboratories in the microscopic examination of stool in clinical parasitology (2018)

Trial no.	Specimen no.	No. of participants	Organisms identified with acceptable accuracy	No. (%)	Organisms identified with unacceptable accuracy	No. (%)
Trial I	MPI-18-01	218	<i>Ascaris</i> spp.	217 (99.5)	Hookworm	1 (0.5)
	MPI-18-02	218	No parasite seen	218 (100.0)		
	MPS-18-01	221	<i>Clonorchis</i> spp.	204 (92.3)	<i>Metagonimus yokogawai</i>	14 (6.3)
					<i>Ascaris</i> spp.	1 (0.5)
					<i>Diphyllobothrium</i> spp.	1 (0.5)
Trial II	MPI-18-03	206	<i>Paragonimus</i> spp.	204 (99.0)	<i>Clonorchis</i> spp.	2 (1.0)
	MPI-18-04	206	<i>Enterobius vermicularis</i>	205 (99.5)	<i>Clonorchis</i> spp.	1 (0.5)
	MPI-18-05	206	No parasite seen	204 (99.0)	<i>Ascaris</i> spp.	1 (0.5)
					<i>Entamoeba histolytica/E. dispar</i>	1 (0.5)
Trial III	MPI-18-06	207	<i>Diphyllobothrium</i> spp.	202 (97.6)	<i>Ascaris</i> spp.	2 (1.0)
					<i>Entamoeba coli</i>	1 (0.5)
					<i>Metagonimus yokogawai</i>	14 (6.3)
					<i>Schistosoma japonicum</i>	14 (6.3)
	MPI-18-07	207	No parasite seen	207 (100.0)		
	MPI-18-08	207	<i>Strongyloides stercoralis</i> larva	200 (96.6)	<i>Enterobius vermicularis</i>	2 (1.0)
					Hookworm	2 (1.0)
					<i>Ascaris</i> spp.	1 (0.5)
					<i>Trichostrongylus</i>	1 (0.5)
					<i>Trichuris trichiura</i>	1 (0.5)
Subtotal	MPI	1,675		1,657 (98.9)*		18 (1.1)
	MPS	221		204 (92.3)*		17 (7.7)
Total		1,896		1,861 (98.3)		32 (1.7)

* $P < 0.001$; significant difference was determined statistically.

nihonkaiense)에 대한 이미지 검체를 제작하였다. 2019년도에는 간흡충(*Clonorchis sinensis*) 총란 슬라이드 검체 1개(MPS-19-01)와 *Taenia* spp.의 총란 양성 이미지 1개(MPI-19-01) 및 기생충 총란 음성 이미지 1개(MPI-19-02)로 구성하였다. 2차와 3차에는 기생충 총란 양성 이미지 2개와 기생충 총란 음성 이미지 1개를 짝지어 배포하였으며, 양성 이미지 검체는 원충류 2종(*Giardia lamblia*, *Plasmodium vivax*), 외부기생충 1종(*Sarcoptes scabiei*), 선충류 1종(*Trichuris trichiura*)을 타깃으로 하였다. 이미지 검체는 교육용으로 보관 중인 양성 시료의 포르말린-에테르 농축액을 이용하여 제작한 슬라이드를 촬영하여 제작하였다. 총란 양성 도말 슬라이드를 제작하기 위해, 간흡충 metacercariae를 경구 감염시킨 토끼의 대변을 수집하여 포르말린으로 고정한 후 포르말린-에테르 농축법을 통해 제작하였다. 기생충 총란 검경에 숙련된 2인이 검경하여 간흡충 총란이 각 슬라이드당 2-3개 이상 확인한 경우를 선별하여 표준 슬라이드로 배포하였다.

3. 결과 판정 및 해석

기생충 동정은 종수준까지 맞는 경우 또는 임상적으로 속수준의 동정이 의미가 있다면 속수준까지 맞는 경우를 ‘적절(acceptable)’하다고 판정하였다. 이 기준에 맞지 않은 답을 하거나 답하지 않은 경우 ‘부적절(unacceptable)’로 판정하였다.

결과

2018년 기생충검사 신빙도조사 결과는 Table 1에 정리하였다. 참여기관은 1차에서 218기관, 2차에서 206기관, 3차에서 207기관이었다. 전체적으로 이미지 검체와 슬라이드 검체에 대한 일치

Table 2. Performance of laboratories in the microscopic examination of stool in clinical parasitology (2019)

Trial no.	Specimen no.	No. of participants	Organisms identified with acceptable accuracy	No. (%)	Organisms identified with unacceptable accuracy	No. (%)
Trial I	MPI-19-01	220	No parasite seen	218 (99.1)	<i>Clonorchis</i> spp.	1 (0.5)
					<i>Metagonimus yokogawai</i>	1 (0.5)
	MPI-19-02	220	<i>Taenia</i> spp.	219 (99.5)	<i>Ascaris</i> spp.	1 (0.5)
	MPS-19-01	221	<i>Clonorchis</i> spp.	209 (94.6)	<i>Metagonimus yokogawai</i>	10 (4.5)
Trial II	MPI-19-03	211	<i>Giardia lamblia</i>	194 (91.9)	<i>Paragonimus</i> spp.	2 (0.9)
					<i>Entamoeba histolytica</i> /E. <i>dispar</i>	9 (4.3)
					<i>Cryptosporidium</i> spp.	2 (0.9)
					<i>Cystoisospora (Isospora) belli</i> oocysts	1 (0.5)
					<i>Entamoeba coli</i>	1 (0.5)
					Hookworm	1 (0.5)
					<i>Metagonimus yokogawai</i>	1 (0.5)
					<i>Sarcoptes scabiei</i>	1 (0.5)
					<i>Taenia</i> spp.	1 (0.5)
	MPI-19-04	211	<i>Sarcoptes scabiei</i>	207 (98.1)	<i>Sarcocystis</i> spp. oocysts	3 (1.4)
					<i>Entamoeba coli</i>	1 (0.5)
	MPI-19-05	211	No parasite seen	211 (100.0)		
Trial III	MPI-19-06	216	No parasite seen	215 (99.5)	<i>Trichomonas hominis</i>	1 (0.5)
	MPI-19-07	216	<i>Plasmodium vivax</i>	209 (96.8)	<i>Plasmodium malariae</i>	7 (3.2)
	MPI-19-08	216	<i>Trichuris trichiura</i>	213 (98.6)	<i>Clonorchis</i> spp.	3 (1.4)
Subtotal	MPI	1,721		1,686 (98.0)*		35 (2.0)
	MPS	221		209 (94.6)*		12 (5.4)
Total		1,942		1,895 (97.6)		47 (2.4)

* $P=0.001983$; significant difference was determined statistically.

율은 각각 98.9%와 92.3%로 차이를 보였으나($P<0.001$), 전 회차 일치율은 98.3%로 우수하였다. 슬라이드 검체에 대한 일치율은 1차의 경우 이미지 검체인 MPI-18-01 *Ascaris* spp.는 99.5%, 기생충이 없었던 MPI-18-02는 100.0%의 일치율을 보였다. 슬라이드 검체인 MPS-18-01 *Clonorchis* spp.에서는 92.3%의 일치율을 보였으며, 나머지 7.7%에서는 *Metagonimus yokogawai* (6.3%), *Ascaris* spp. (0.5%), *Diphyllobothrium* spp. (0.5%), *Paragonimus* spp. (0.5%)로 답변하였다. 2차의 경우 MPI-18-03 *Paragonimus* spp.는 99.0%, MPI-18-04 *Enterobius vermicularis*는 99.5%, 기생충이 없었던 MPI-18-05는 99.0%의 일치율을 보였다. 3차의 경우 MPI-18-06 *Diphyllobothrium* spp.는 97.6%, 기생충이 없었던 MPI-18-07는 100.0%, MPI-18-08 *Strongyloides stercoralis* larva는 96.6%의 일치율을 보였다. 2019년 기생충검사 신빙도조사 결과는 Table 2에 정리하였다. 참여기관은 1차에서 220기관, 2차에서 211기관, 3차에서 216기관이었다. 2019년도 역시 전체적으로 이미지 검체와 슬라이드 검체에 대한 일치율은 각각 98.0%와 94.6%로 차이를 보였으나($P=0.001983$), 전 회차 일치율은 97.6%로 우수하였다. 슬라이드 검체에 대한 일치율은 1차의 경우 이미지 검체인 MPI-19-01는 음성 검체로 99.1%, MPI-19-02 *Taenia* spp.는 99.5%의 일치율을 보였다. 슬라이드 검체인 MPS-19-01 *Clonorchis* spp.에서는 94.6%의 일치율을 보였으며, 나머지 5.4%에서는 *Metagonimus yokogawai* (4.5%), *Paragonimus* spp. (0.9%)로 답변하였다. 2차의 경우 MPI-19-03 *Giardia lamblia*는 91.9%, MPI-18-04 *Sarcoptes scabiei*는 98.1%, 기생충이 없었던 MPI-18-05는 100.0%의 일치율을 보였다. 다소 불일치율이 높았던 MPI-19-03 검체는 *Entamoeba histolytica*/E. *dispar* (4.3%), *Cryptosporidium* spp. (0.9%), *Cystoisospora* (*Isospora*) *belli* oocysts (0.5%), *Entamoeba coli* (0.5%), Hookworm (0.5%), *Metagonimus yokogawai* (0.5%), *Sarcoptes scabiei* (0.5%), *Taenia* spp. (0.5%)의 다양한 오답이 제시되었다. 3차의 경우 기생충이 없었던 MPI-19-06는 99.5%, MPI-19-07 *Plasmodium vivax*는 96.8%, MPI-19-08 *Trichuris trichiura*는 98.6%의 일치율을 보였다.

고찰

이번 2018년도 및 2019년도 신빙도조사는 2017년도 3차 신빙도조사에서 시도된 슬라이드 검체를 안정적으로 도입하고, 임상적으로 중요한 외부기생충 및 혈액매개 기생충 등 다양한 기생충을 이미지 검체로 제공하여, 궁극적으로는 국내 맞춤형의 기생충검사 수행능력을 통합적으로 검증하고자 하였다.

슬라이드 검체는 국내 감염률이 가장 높은 간흡충을 대상으로 제작하였으며, 신빙도조사에 더불어 교육적 목적을 위해 2018년도와 2019년도 연속으로 반복하였다. 2018년도와 2019년도 슬라이드 검체에 대한 일치율은 각각 92.3%, 94.6%로 적절하다고 판단되었으나, 다른 이미지 검체를 이용한 일치율에 비해서는 유의하게 낮았다. 이미지 검체의 경우 특징적인 소견이 잘 나타나게끔 2–3개의 이미지로 구성하기 때문에 상대적으로 일치율이 높을 수밖에 없다. 반면, 슬라이드 검체의 경우 검경자가 현미경상에서 실제 환자 검체를 이용한 검사와 동일하게 검경하는 수행능 전반을 반영한다고 판단되었다. 특히 간흡충 총란 슬라이드 검체를 대상으로 한 이번 신빙도조사사업에서는 *Metagonimus yokogawai*로 답변한 기관이 전체에서 6.3%, 4.5%로 불일치한 답변을 제시한 기관 중 대부분(82.3%–83.3%)을 차지하였다. 간흡충과 요코가와흡충은 그 총란의 크기나 전체적인 모양이 비슷한 데다 형태학적 감별점을 구별해내기 어렵기 때문에 그 크기가 작은 편(20–25 μ m)이라 실제 검사실에서 감별이 어려울 수 있다[6]. 본 슬라이드 검체를 이용한 신빙도조사 결과는 이러한 실제 검사실 현장을 직접적으로 반영하는 결과라 보여진다. 국내에서 흔하게 발견되는 간흡충과 요코가와흡충 총란의 감별능을 향상시키기 위해서는 슬라이드 검체를 이용한 지속적인 신빙도조사 및 교육이 필요하리라 판단되었다.

이번 신빙도조사사업에서는 기존에 치중하였던 선충류/흡충류/조충류 감염증에 더불어 국내 임상 역학에 있어서 중요한 기생충(원충류 및 의용곤충 포함)을 대상으로 확대하였다. 2018년도 3회차에 포함된 분선충(*Strongyloides stercoralis* larva)의 경우 일치도가 96.6%로 높았으나, 다양한 선충류 오답(*Enterobius vermicularis* [1.0%], Hookworm [1.0%], *Ascaris* spp. [0.5%], *Trichostrongylus* [0.5%], *Trichuris trichiura* [0.5%])을 제시하는 기관도 상당수 존재하였다. 2015년도 신빙도조사사업 시 virtual slide 판독을 통해 분선충에 대한 신빙도조사를 실시하였을 때도 91.5%로 다소 낮은 일치도를 보였는데[2], 이는 실제 검사실에서 분선충에 대한 검경 경험 부족을 시사하였다. 분선충증은 국내 40건 이상의 증례가 보고된 바 있으며[7,8], 2004년에 국내 4,137명을 대상으로 한 조사에서 1명(0.02%)의 양성자를 보고하는 등 국내 분선충 감염률은 낮은 편이다[9]. 하지만 분선충증은 면역저하자에서 과중감염이나 파종성 감염을 야기시켜 심각한 예후를 초래하는 기생충감염으로 정확하고 시의적절한 진단이 임상적으로 매우 중요하며, 면역억제환자의 증가 추세를 고려할 때 이에 대한 검경능을 향상 및 유지시키는 것이 중요하겠다. 2019년도 2회차에 포함된 람블편모충(*Giardia lamblia*)은 제4급 법정감염병 중 장관감염증을 일으키는 원충 4종 중 하나로 관리 감시되고 있으며, 국내 표본감시 검체를 대상으

로 한 검사에서 양성 검체 중 작은와포자충과 함께 가장 흔하게 발견되는 중요한 설사를 일으키는 원충이다[10]. 본 신빙도조사에서 람블편모충의 경우 검사실에서 관찰할 수 있는 영양형과 포낭형을 모두 제시하였음에도 불구하고 전 회차를 통틀어 가장 낮은 91.9%의 일치율을 보였다. 불일치한 기관에서는 기타 감별해야 하는 원충류 외에도 선충류, 흡충류, 곤충류, 조충류까지 다양한 오답을 제시하였는데, 이는 람블편모충에 대한 낮은 인지도 때문이라 판단되었다. 특히 원충류의 진단을 위해서는 iodine 염색이나 trichrome 염색이 필요한데, 실제 국내 임상검사실을 대상으로 한 설문조사에서는 90.6%의 응답자가 원충류 진단에 특수염색이 필요하나, 74.4%의 응답자에서 실제로는 특수염색 없이 원충류를 진단하고 있다고 답변한 바 있다[3]. 이러한 검사실 실정을 고려하면 실제 원충류 진단율이 낮을 수밖에 없고, 향후 검경능 유지가 더욱 어려워질 것이다. 따라서 향후 장내 원충류를 대상으로 한 지속적인 교육과 신빙도조사의 필요성이 확대되리라 생각된다.

2019년도 신빙도조사사업에서는 기존 대변검경에 국한하지 않은 통합적인 기생충감염증의 진단으로 확대하고자, 외부기생충인 옴 진드기(*Sarcoptes scabiei*)와 혈액/모기매개성 원충감염증인 삼일열원충(*Plasmodium vivax*)을 신규로 추가하였다. 옴 진드기 감염증은 최근 고령화 및 노인 인구의 증가와 함께 집단요양시설의 장기간 거주로 집단감염 발생이 증가 추세에 있으며[11], 접

촉성 감염으로 전파되는 특성 때문에 적절한 감염관리를 하기 위해서는 옴 진드기에 대한 신속하고 정확한 진단이 필수적이다. 삼일열원충으로 인한 말라리아 역시 1993년 재출현한 이후 지속되어 연간 약 4천 명의 환자가 발생하는 중요한 감염증이다[12]. 이 미지 검체를 이용한 신빙도조사에서 옴 진드기는 98.1%, 삼일열원충은 96.8%의 높은 일치율을 보여 임상검사실에서 이들에 대한 충분한 검경능을 확보하고 있음을 알 수 있었다.

이번 2018년도, 2019년도 신빙도조사의 기생충검사 분야에서는 국내 역학상 중요한 기생충을 중점적으로 하되, 가능한 한 슬라이드 검체를 포함하도록 하여 통합적인 기생충검사 수행능력을 평가하고자 하였다. 더불어 기존의 장내 기생충뿐만 아니라 혈액매개성 기생충과 외부기생충까지 대상을 확대하였다. 향후 기생충 시료를 이용한 표준물질을 안정적으로 확보함으로써 궁극적으로는 기생충감염의 진단검사 일련의 과정을 아우르는 신빙도조사가 이뤄져야 할 것이다.

감사의 글

기생충 양성 시료 확보를 위해 도움을 주신 경상대학교 의과대학 손운목 교수님과 중앙대학교 의과대학 홍성종 교수님께 감사의 말씀을 전한다.

REFERENCES

1. Ko YJ, Kim MN, Kim EC, Shin JH, Lee NY, Kim S, et al. Annual report on external quality assessment scheme for clinical microbiology in Korea (2014). J Lab Med Qua Assur 2015;37:153-78.
2. Chang J, Kim MN, Kim EC, Shin JH, Lee NY, Kim S, et al. Annual report on the external quality assessment scheme for clinical microbiology in Korea (2015). J Lab Med Qual Assur 2016;38:169-93.
3. Kwon YJ, Won EJ, Kee SJ, Kim SH, Shin MG, Shin JH, et al. Internal quality assurance status of stool examination as assessed by a questionnaire in Korean clinical laboratories. Lab Med Online 2018;8:19-23.
4. Won EJ, Jung JS, Lee JH, Choi HJ, Kee SJ, Kim SH, et al. Detection of intestinal parasites in diarrhea samples using various diagnostic methods and evaluation of the stability of in-house quality control materials for stool examination. J Lab Med Qual Assur 2017;39:90-6.
5. Won EJ, Jung JS, Shin MG, Shin JH, Suh SP. Annual report on the external quality assessment scheme for clinical parasitology in Korea (2017). J Lab Med Qual Assur 2018;40:21-6.
6. Chai JY. Fish-borne parasitic diseases. Hanyang Med Rev 2010;30:223-31.
7. Won EJ, Jeon J, Koh YI, Ryang DW. Strongyloidiasis in a diabetic patient accompanied by gastrointestinal stromal tumor: cause of eosinophilia unresponsive to steroid therapy. Korean J Parasitol 2015;53:223-6.
8. Park K, Kim MS, Chang J, Kim EJ, Yoo C, Kim MJ, et al. A case of chronic strongyloidiasis with recurrent hyperinfection. Lab Med Online 2019;9:171-6.
9. Chai JY, Park JH, Guk SM, Kim HJ, Kim WH, Kim JL, et al. Status of intestinal parasite infections among 4,137 residents from provinces nationwide and metropolitan areas in the Republic of Korea (2004). Infect Chemother

2006;38:198-203.

10. Ma DW, Lee MR, Hong SH, Cho SH, Lee SE. Molecular prevalence and genotypes of *Cryptosporidium parvum* and *Giardia duodenalis* in patients with acute diarrhea in Korea, 2013-2016. *Korean J Parasitol* 2019;57:531-6.
11. Kim SJ, Jeong JS, Park ES, Choi SH. A survey on the scabies outbreak and infection control. *Korean J Healthc Assoc Infect Control Prev* 2019;24:1-10.
12. Chai JY. Re-emerging *Plasmodium vivax* malaria in the Republic of Korea. *Korean J Parasitol* 1999;37:129-43.