

인플루엔자 바이러스에 대한 신속 항원 검출 검사 검출한계의 융합적 분석

송창섭¹, 성현호¹, 김정현², 김대은², 박창은³, 윤중수⁴
¹동남보건대학교 임상병리과, ²경북대학교 임상병리과,
³남서울대학교 임상병리학과 분자진단연구소, ⁴경동대학교 임상병리학과

Fusion Analytical Sensitivity of Rapid Influenza Antigen Limit of Detection Tests for Human Influenza virus

Chang-Sub Song¹, Hyun-Ho Sung¹, Jung-Hyun Kim², Dae-Eun Kim²,
Chang-Eun Park³, Joong-Soo Yoon⁴

¹Department of Clinical Laboratory Science, Dongnam Health University

²Department of Clinical Laboratory Science, Jinju Health University

³Department of Biomedical Laboratory Science, Molecular Diagnostics Research Institute,
Namseoul University

⁴Department of Clinical Laboratory Science, Kyunhdong University

요 약 본 논문은 국내 인플루엔자 신속항원검사키트의 민감도의 검출한계를 분석하기 위하여 국내 시판중인 인플루엔자 신속항원검사키트 5종을 대상으로 인플루엔자 바이러스 A형과 B형 배양액을 연속 희석하여 양성 검출 한계를 분석하였다. 분석 결과 A형의 육안측정결과는 웰스바이오 제품은 1:8192까지, II 제품은 1:4096까지, I 과III 제품은 1:512까지, IV 제품은 1:128에서만 양성이 확인되었고, B형 육안측정결과는 웰스바이오 제품이 1:8192까지, II 제품은 1:4096까지, I, III, IV 제품의 경우 1:1024까지 양성이 확인되었다. 같은 검체의 기기 판독의 경우 A형, B형 모두 웰스바이오 제품이 1:8192까지, II 제품이 1:4096까지, I 제품은 1:2048까지 양성으로 확인되었다. 인플루엔자 신속항원검사의 민감도는 환자의 검체 채취부위 및 감염 기간, 검체의 양 등에 따라 많은 차이가 있으므로, 검체의 채취시기 및 방법 등을 정확하게 준수해야 할 것이며, 신속항원검사 키트의 민감도를 높이기 위한 다각적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

주제어 : 인플루엔자, 신속항원검사, 검출한계, 민감도, 융합분석

Abstract In this study, to analyze the detection of limit for sensitivity of the influenza rapid antigen test kit, the positive detection of limits were analyzed by serial dilution of influenza virus A and B type for five influenza rapid antigen test kits in Korea. As a result of analysis, visual measurement of type A were up to 1:8192 for the Wellsbio product and up to 1:4096 for the II product, up to 1:512 for the I and III products, and only 1:128 for the IV product, and type B were positive for up to 1:8192 for the Wellsbio product, up to 1: 4096 for the II product and up to 1:1024 for the I, III and IV products. For instrument readings with the same specimen, both A and B types were found to be positive for up to 1:8192 for the Wellsbio product, up to 1: 4096 for the II product, and up to 1:2048 for the I product. The sensitivity of the rapid antigen test for influenza differs greatly depending on the sampling area of the patient, infection period, specimen volume, etc. Therefore, it is necessary to observe exactly the collection timing and method of the specimen. And it is necessary further study to improve the sensitivity for influenza rapid antigen test.

Key Words : Influenza, Rapid antigen, Limit of detection, Sensitivity, Fusion analysis

*Corresponding Author : Hyun-Ho Sung (wanyou7@dongnam.ac.kr)

Received February 7, 2018

Revised March 2, 2018

Accepted March 20, 2018

Published March 28, 2018

1. 서론

최근 인플루엔자 바이러스의 유행에 따라 바이러스 성 항원을 검출 할 수 있는 RIDT(rapid influenza diagnostic tests)들이 상업적으로 널리 사용되고 있고 이러한 RIDT를 평가할 필요성을 강조하고 있다. 사람에게 감염을 일으키는 인플루엔자 바이러스는 A형, B형이 있으며, 발생 빈도가 높은 A형 인플루엔자 바이러스는 표면항원의 종류에 의해 Hemagglutintne(H1~H16)과 Neuraminase(N1~N9)의 아형이 결정되고 B형의 경우는 아형이 없다 [1-3]. 인플루엔자의 감염여부를 확인하는 방법으로는 인플루엔자 바이러스 진단의 표준 검사법인 바이러스 배양(viral culture)방법이나 면역형광법(immunofluorescence) 또는 실시간 중합효소연쇄반응(Real-time RT-PCR) 검사가 있으며 항원을 검출하는 항체 기반의 면역 크로마토그래피법인 인플루엔자 '신속항원검사(Rapid Influenza Diagnostic Test; RIDT)'가 사용되고 있다[4]. 바이러스 배양(viral culture)방법은 검사 소요시간이 길고 배양 방법이 까다로워 진단이 늦어지는 단점이 있으며, 면역형광법 역시 빠른 결과를 얻기 쉽지 않다. 그리고 검사과정과 판독에 고도의 기술과 실험실이 요구된다[5-7]. 또한 중합효소연쇄반응(Real-time RT-PCR)법 역시 바이러스 검출의 민감도는 매우 높으나 검사과정의 복잡하고 검사 소요시간이 길어 진단이 늦어지는 단점이 있다[8]. 반면 인플루엔자 신속항원검사는 짧은 시간에 인플루엔자의 감염여부를 확인할 수 있고 가격이 저렴한 장점이 있어 실제 임상에서 유용한 경우가 많으나[9,10], 바이러스 배양(viral culture)방법이나 중합효소연쇄반응(Real-time RT-PCR)법에 비해 민감도가 떨어지는 단점이 있어 그 유용성에 대한 논란이 있어왔다[11-14]. 따라서 국내외 많은 개발자들이 인플루엔자 신속항원검사의 민감도를 높이기 위해 노력해 왔으며 최근에는 수십 종의 인플루엔자 신속항원검사키트를 개발하여 많은 의료기관에서 인플루엔자의 조기 진단에 사용하고 있다[15]. 이에 따라 인플루엔자 신속항원검사의 민감도와 특이도에 대한 평가 역시 여러 학술지를 통하여 보고되고 있지만 RIDT의 민감도와 특이도에는 많은 차이가 발생하고 있다[16]. 이는 한 종류의 RIDT 일지라도 검체 채취자의 숙련도와 검체의 채취부위, 환자에게서 검체를 채취한 시기 등에 따라 검체 내에 바이러스의 포함 정도가 다르기 때문이라고 판단된다[17,18]. 국내외의 연

구에서도 대부분의 연구가 RIDT와 Real-time RT-PCR과의 민감도와 특이도를 비교하거나 또는 검사 시기에 따른 민감도의 비교 등에 국한되어 있으며 여러 종류의 RIDT에 대한 민감도와 특이도 비교는 연구가 거의 없다 [8,15,20,21,23]. 이러한 배경으로, 본 연구는 국내 유통되고 있는 RIDT 5종을 대상으로 동일한 양의 바이러스 배양액을 연속 희석하여 RIDT의 검출한계(limit of detection)를 측정하여 분석 감도를 비교하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 연구 방법

본 연구는 고려대학교 구로병원에서 배양된 인플루엔자 바이러스 A와 B를 이용하여 국내에 유통되고 있는 인플루엔자 신속항원검사키트 4종류와 WELLS BIO 인플루엔자 항원 키트(Wells Bio, Inc., Seoul, Korea)를 대상으로 동일한 양의 바이러스 배양액을 각 키트에 포함된 검체 추출용액을 이용하여 배수 연속 희석하고, 각각의 키트에 3방울씩 적하한 후 10분 뒤 양성 및 음성 여부를 판독하였다. 5종의 제품을 모두 육안으로 판독하였으며, 육안 판독은 시험자 3명이 동시에 판독하였다. Reader기 판독이 가능한 I, III, WELLS BIO 인플루엔자 항원 키트 제품은 별도로 reader기를 이용하여 추가 측정하였으며 시험의 정확성을 위하여 모든 시험은 10회 반복 검사하였다. 4종류의 제품은 비공개로 I, II, III, IV로 조작적으로 정의하였다. 육안 판독의 경우 반응선의 선명도에 따라 양성은 '2+, +, W+'의 3단계로, 음성은 '-'로 구분하여 결과를 기록하였으며 reader기가 있는 3종의 제품은 각 제품별 reader기를 이용하여 기기에서 나타내는 결과대로 양성은 '+', 음성은 '-'로 구분하여 기록하였다.

2.2 바이러스 배양액

배양에 사용된 배지는 DMEM/F-12(Dulbecco's Modified Eagle's Medium / Ham's Nutrient Mixture F-12), HEPES(4-(2-hydroxyethyl)-1-piperazineethanesulfonic acid)를 사용하여 현탁 배양 하였다[19]. 배양된 바이러스 배양액 A형과 B형을 5종의 신속 항원 검사 키트에 포함되어 있는 검체 추출용액으로 각각 ① 1:128 ② 1:256 ③ 1:512 ④ 1:1024, ⑤ 1:2048 ⑥ 1:4096 ⑦ 1:8192 로 연속 희석하여 준비하였다.

2.3 인플루엔자 신속항원검사키트

시험용 RIDT는 5종 모두 A형 검사선에는 항 인플루엔자 A형 항체가 고정되어있고, 인플루엔자 B형 검사선에는 항 인플루엔자 B형 항체가 고정되어 있다. 이러한 제품들은 환자의 비인후두에서 추출하여 희석한 용액을 사용하여 인플루엔자 바이러스 항원을 추출하고 검사용 RIDT의 검체 적하 부위에 추출용액에 희석된 검체 3방울 적하하도록 되어있다. 이 과정에서 검체 추출용액 내의 항원은 결합되어 있는 항 인플루엔자 A형 동시에 B형 항체와 반응하여 결합할 수 있도록 구성되어 있다. 이 결합물질은 검사용 RIDT의 멤브레인을 통해 이동하고 멤브레인에 고정되어 있는 항 인플루엔자 A형 또는 B형 항체와 반응하여 반응선에 밴드를 나타낼 수 있도록 하였으며, 만일 검사 후 대조선과 인플루엔자 A형 반응선이 나타날 경우, 인플루엔자 A형의 양성을 의미한다. 대조선과 인플루엔자 B형 반응선이 나타날 경우는 인플루엔자 B형 양성을 의미한다. 반응선이 나타나지 않을 경우 음성 결과를 의미한다. 만약 대조선 혹은 테스트에 밴드가 형성되지 않을 경우, 대조선은 나타나지 않고 테스트에만 밴드가 형성되면 검사 결과를 무효로 판정하게 구성되어 있다.

2.4 통계분석

신속항원검사에서 각 검체 별 차이 유무를 알아보기 위하여 자료처리와 분석은 SPSS version 21.0를 이용하여 양성으로 판정한 관찰 값의 수를 적어도 하나의 양성으로 읽은 관찰 값의 수로 나누어 계산한 Chamberlain's percent positive agreement를 평가하여 제시하였다.

3. 결과

3.1 Influenza A형

5종의 신속항원검사의 A형을 10회 반복 측정된 결과 육안 측정의 경우 대부분 동일한 결과를 얻었으나 일부 양성결과의 강도가 다르게 측정 된 것은 빈도가 많은 쪽의 결과를 최종 결과로 사용하였으며 기기측정의 경우는 10회 모두 동일한 결과를 얻었다(Table 1). 육안측정결과 WELLS BIO 인플루엔자 항원 키트의 경우 시료 7번(1:8192)까지 육안으로 양성이 확인되었고, II제품의 경우 시료 6번(1:4096)까지 육안으로 양성이 확인되었다.

그리고 I 제품과 III 제품의 경우 시료 3번(1:512)까지 육안으로 양성이 확인되었으나 IV 제품의 경우 시료 1번(1:128)에서만 육안으로 양성이 확인되었다(Table 2). 기기 판독의 경우 WELLS BIO 인플루엔자 항원 키트가 시료 7번(1:8192)까지 양성으로 판독되었고, II 제품은 시료 6번(1:4096), I 제품은 시료 5번(1:2048)까지 양성으로 확인되었다(Table 3).

Table 1. 10 times repeated result of Influenza type A

Dilution	Wells Bio		I		II		III		IV	
	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
1:128	2+	10	1+	10	2+	10	1+	10	W+	10
1:256	2+	10	W+	10	1+	10	W+	10	N	10
1:512	2+	10	1+	1	2+	1	W+	10	N	10
			W+	9	1+	9				
1:1024	1+	10	N	10	1+	2	N	10	N	10
					W+	8				
1:2048	1+	10	N	10	W+	10	N	10	N	10
1:4096	1+	10	N	10	W+	10	N	10	N	10
1:8192	W+	10	N	10	N	10	N	10	N	10

Abbreviation : N, Negative; W+, Weakly positive; R, Result; T, Number of time.

Table 2. Visual measurement results of Influenza type A

Dilution	Product					
	I	II	III	IV	Wells Bio	Agreement (%)
1:128	1+	2+	1+	W+	2+	100
1:256	W+	1+	W+	N	2+	80
1:512	W+	1+	W+	N	2+	80
1:1024	N	W+	N	N	1+	40
1:2048	N	W+	N	N	1+	40
1:4096	N	W+	N	N	1+	40
1:8192	N	N	N	N	W+	20

Abbreviation : N, Negative; W+, Weakly positive.

Table 3. Instrument measurement results of Influenza typeA

Dilution	Product			
	I	II	Wells Bio	Agreement (%)
1:128	P	P	P	100
1:256	P	P	P	100
1:512	P	P	P	100
1:1024	P	P	P	100
1:2048	P	P	P	100
1:4096	N	P	P	66.7
1:8192	N	N	P	33.3

Abbreviation : P, Positive, See Table 1.

3.2 Influenza B형

5종의 신속항원검사의 B형을 10회 반복 측정된 결과 육안 측정의 경우 대부분 동일한 결과를 얻었으나 일부 양성결과와 강도가 다르게 측정된 것은 빈도가 높은 쪽의 결과를 최종 결과로 사용하였으며 기기측정의 경우는 10회 모두 동일한 결과를 얻었다(Table 4). 육안측정결과 WELLS BIO 인플루엔자 항원 키트의 경우 시료 7번(1:8192)까지 육안으로 양성이 확인되었고, II 제품의 경우 시료 6번(1:4096)까지 육안으로 양성이 확인되었으며 I 제품, III 제품, IV 제품의 경우는 모두 시료 4번(1:1024)까지만 육안으로 양성이 확인되었다(Table 5). 기기 판독의 경우 WELLS BIO 인플루엔자 항원 키트가 시료 7번(1:8192)까지 양성으로 판독되었고, II 제품의 경우 시료 6번(1:4096), I 제품은 시료 5번(1:2048)까지만 양성으로 확인되었다(Table 6).

Table 4. 10 times repeated result of Influenza type B

Dilution	Wells Bio		I		II		III		IV	
	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
1:128	2+	10	2+	10	2+	10	1+	10	1+	10
1:256	2+	10	1+	10	2+	10	1+	10	1+	10
1:512	2+	10	1+ W+	9 1	2+	10	W+	10	W+	10
1:1024	1+	10	W+	10	1+	10	W+	10	W+	10
1:2048	W+	10	N	10	W+	10	N	10	N	10
1:4096	W+	10	N	10	W+	10	N	10	N	10
1:8192	W+	10	N	10	N	10	N	10	N	10

Abbreviation : See Table 1.

Table 5. Visual measurement results of Influenza type B

Dilution	Product					Wells Bio	Agreement (%)
	I	II	III	IV	Wells Bio		
1:128	2+	2+	1+	1+	2+	100	
1:256	1+	2+	1+	1+	2+	100	
1:512	1+	2+	W+	W+	2+	100	
1:1024	W+	1+	W+	W+	1+	100	
1:2048	N	W+	N	N	W+	40	
1:4096	N	W+	N	N	W+	40	
1:8192	N	N	N	N	W+	20	

Abbreviation : See Table 1

Table 6. Instrument measurement results of Influenza type B

Dilution	Product			
	I	II	Wells Bio	Agreement (%)
1:128	P	P	P	100
1:256	P	P	P	100
1:512	P	P	P	100
1:1024	P	P	P	100
1:2048	P	P	P	100
1:4096	N	P	P	66.7
1:8192	N	N	P	33.3

Abbreviation : See Table 2.

4. 고찰

인플루엔자 신속 항원 검사의 민감도 및 특이도는 환자의 연령, 발병 시기, 발병의 기간, 검체 채취 부위, 바이러스의 종류에 따라 차이가 날 수도 있다[4,8,15,20-23]. 국내 보고 자료를 보면 신속 항원 검사의 민감도는 16~94.4%, 특이도는 16~100%로 연구자마다 각각 다르게 보고되고 있다[5,9,16,21-24]. 질병관리본부에서는 RIDT의 경우에도 검체에 일정 수준 이상의 충분한 바이러스의 양이 존재할 경우 비교적 정확한 검사결과를 얻을 수 있기에 RIDT의 정확성을 높이기 위한 방법으로 다음과 같은 권고사항을 제시하고 있다. 첫째, 가능한 인플루엔자 감염 증세를 보인 시점에서 빠른 시기(4-5일 이내)에 검체를 채취하여 최대한 많은 양의 바이러스가 검체에 포함된 상태에서 검사가 수행되도록 한다. 둘째, RIDT의 제조사가 권고하는 검사방법을 정확하게 따른다. 셋째, 논문 및 자료조사를 통해 민감도와 특이도가 우수한 제품을 사용한다. 그리고 RIDT검사의 결과가 지나치게 높거나 낮은 양성률을 보이는 경우 검체를 바이러스 배양(viral culture)방법이나 실시간 중합효소연쇄반응(Realtime RT-PCR)법을 수행하거나 수행할 수 있는 기관에 보내어 확인검사를 실시한다[20]. 김영근 등(2010)의 신속항원검사와 중합효소연쇄반응법의 cycle threshold (Ct)값에 따른 신속항원검사의 양성률 보고에 따르면 임상증상의 발현 시간에 따라 민감도에 많은 차이가 있음이 보고되었다[19]. 즉 증상발현 24-72시간일 때의 민감도가 80.0%로 24시간 이내 69.4%에 비하여 높았으며, 항원검사 양성률 및 중합효소연쇄반응(Realtime RT-PCR)법의 Ct (threshold cycle) 값 20미만의 비율이 발병 2일째의 경우가 발병당일, 1일 후 또는 3일 이상 채취된 검

체보다 높게 나왔음을 제시하였다. 또한 김영근의 보고에서 Ct값이 30 이상일 때 양성률이 26.3%로 30미만일 때 보다 현저히 낮음이 보고되었는데 Ct값이 낮을수록 인플루엔자 바이러스의 양이 많은 것이므로 신속항원검사의 양성률은 바이러스의 양과 관련이 있다고 할 수 있을 것이다[21]. 따라서 앞서 제시한 바와 같이 인플루엔자 신속 항원 검사의 민감도 및 특이도는 환자의 연령, 발병 시기, 발병의 기간, 검체 채취 부위, 바이러스의 종류에 따라 차이가 날 수 있으므로 신속항원검사의 민감도 검증은 각 검증 대상을 동일 조건에서 검증하는 것이 중요할 것이다. 그러나 환자의 검체를 이용할 경우 여러 종류의 신속항원검사를 검증하기 위해서는 한 환자에게서 많은 양의 검체를 채취하여야 하는데 이 또한 검체의 양을 확보하기 쉽지 않으며 환자의 고통이 따르는 문제가 있다. 본 연구에서도 여러 종류의 RIDT의 민감도를 동시에 검증하기 위해서 한 환자의 시료를 충분히 채취하기 어렵기 때문에 동일한 양의 바이러스 배양액을 배수 연속 희석하여 검출한계를 분석하였다. 검출한계란 분석대상 물질을 함유한 시료를 분석하였을 때 신뢰성 있게 검출될 수 있는 최소량의 분석대상물질을 말한다[25]. 본 연구 결과에서 볼 수 있듯이 동일한 양의 바이러스 배양액을 가지고도 5종의 RIDT 민감도는 많은 차이가 발견되었다. 이는 환자의 검체 채취를 통한 검사에서도 채취한 바이러스의 양이 많고 적음에 따라 어떤 제품의 RIDT를 사용하는가에 따라서 양성의 결과를 보일 수도 있고 음성 결과를 보일 수도 있음을 의미한다. 인플루엔자 신속항원 검사의 민감도를 높이기 위해서는 충분한 바이러스의 양이 존재하는 검체를 사용하면 되겠지만 항상 충분한 양의 바이러스가 포함된 검체를 채취할 수는 없으므로 가능한 적은 양의 바이러스도 검출할 수 있는 민감도가 우수한 제품을 사용하는 것이 바람직할 것이다.

REFERENCES

[1] S. Y. Ryu. (2017). Influenza, *The Korean Journal of Medicine*, 92(6), 494-498.
DOI: <https://doi.org/10.3904/kjm.2017.92.6.494>

[2] P. F. Wright, G. Neumann & Y. Kawaoka. (2007). Orthomyxoviruses. In: D. M. Knipe, P. M. Howley, editors. *Fields virology*, 5th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott, Williams and Wilkins; 1691 -

1740.

[3] J. W. Choi, H. J. Cho, H. M. Kim & S. Hahn. (2014). Clinical and Laboratory Findings of the 2012 Winter Seasonal Influenza A and B. *Pediatric Infection and Vaccine* 21, 1-8.
DOI: <http://dx.doi.org/10.14776/kjpid.2014.21.1.1>

[4] C. S. Lee. (2010). The Diagnosis and Treatment of Influenza. *The Journal of the Korean Medical Association*, 53(1), 43-51.

[5] L. J. Elden, G. A. Essen, C. A. Boucher, A. M. Loon, M. Nijhui & P. Schipper, et al. (2001). Clinical diagnosis of influenza virus infection : evaluation of diagnostic tools in general practice. *British Journal of General Practice*, 51, 630-34.

[6] K. H. Chan, N. Maldeis, W. Pope, A. Yup, A. Ozinskas & J. Gill, et al. (2002). Evaluation of the Directigen Flu A+B test for rapid diagnosis of influenza virus type A and B infections. *Journal of Clinical Microbiology*, 40, 1675-1680.

[7] A. Ruest, S. Michaud, S. Deslandes & E. H. Frost. (2003). Comparison of the Directigen Flu A+B test, the QuickVue influenza test, and clinical case definition to viral culture and reverse transcription-PCR for rapid diagnosis of influenza virus infection”, *Journal of Clinical Microbiology*, 41, 3487-493.

[8] J. H. Song, J. S. Park, Y. J. Choi, H. L. Kim, H. S. Nam & Y. B. Kim. (2009). Clinical Utility of Rapid Influenza Antigen Test. *Soonchunhyang Medical Science*, 15(1), 125-132.

[9] C. G. Grijalva, K. A. Poehling, K. M. Edwards, G. A. Weinberg, M. A. Staat & M. K. Iwane, et al. (2007). Accuracy and interpretation of rapid influenza tests in children. *Pediatrics*, 119, 6-11.

[10] A. Kwon, J. S. Kim, H. S. Kim, W. Song, J. Y. Park, H & C. Cho, et al. (2010). Comparison of rapid antigen test and real-time reverse transcriptase PCR for diagnosing novel swine influenza A(H1N1). *Korean Journal of Clinical Microbiology*, 13, 109-113.

[11] S. Vasoo, J. Stevens & K. Singh. (2009). Rapid antigen tests for diagnosis of pandemic (Swine) influenza A/H1N1. *Clinical Infectious Diseases*, 49, 1090-1093.

[12] Centers for Disease Control and Prevention. (2009). Evaluation of rapid influenza diagnostic tests for detection of novel influenza A (H1N1) virus-United States. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 58, 826-829.

[13] J. F. Drexler, A. Helmer, H. Kirberg, U. Reber, M. Panning, M. Müller, K. Höfling, B. Matz, C. Drosten &

- A. M. Eis-Hübinger. (2009). Poor clinical sensitivity of rapid antigen test for influenza A pandemic (H1N1) 2009 virus. *Emerging Infectious Diseases*, 5, 1662-1664.
- [14] D. J. Faix, S. S. Sherman & S. H. Waterman. (2009). Rapid-test sensitivity for novel swine-origin influenza A(H1N1) virus in humans. *The New England Journal of Medicine*, 361(7), 728-729.
- [15] J. S. Kim, H. J. Choi, Y. M. Ahn & Y. O. Hwang. (2005). Clinical Usefulness of Rapid Antigen Test on the Diagnosis of Influenza. *Korean Journal of Pediatrics*, 48(12), 1348-1353.
- [16] D. H. Kwon, K. C. Shin, M. H. Kwon, H. B. Oh, C. Kang & J. Y. Lee. (2011). Development and Evaluation of a Rapid Influenza Diagnostic Test for the Pandemic (H1N1) 2009 Influenza Virus. *Journal of Clinical Microbiol*, 49(1), 437-438.
- [17] H. J. Lee. (2012). Rapid diagnostic tests for influenza. *Public health weekly report, KCDC*, 5(8), 137-145.
- [18] J. Y. Lee, S. Lee, H. S. Kim & K. N. Kim. (2017). The Efficacy of Rapid Antigen Tests for Detection of Seasonal Influenza Virus. *Pediatric Infection and Vaccine*, 24(1), 31-36.
- [19] H. Wang, S. Guo, Z. Li X. Xu, Z. Shao & G. Song. (2017). Suspension culture process for H9N2 avian influenza virus (strain Re-2). *Archives of Virology*, 162(10), 3051-3059
- [20] M. J. Park, H. S. Kim, Y. K. Lee & H. J. Kang, J. S. Kim, W. K. Song, K. M. Lee. (2012). Comparison of Rapid Antigen Test and Real-Time Reverse. *Journal of Laboratory Medicine and Quality Assurance*, 34, 93-97.
- [21] Y. K. Kim, H. Y. Kim, U. Uh & J. K. Chun. (2010). Detection Rate of Rapid Antigen Test for Pandemic Influenza A (H1N1 2009). *Infection & Chemotherapy*, 42(2), 95-98.
- [22] W. G. Lee, H. K. Lee, H. J. Kim, J. K. Chung, E. H. Lee & H. R. Moon. (2004). Evaluation of a Rapid Antigen Test for Detection of Influenza Virus. *Korean Journal of Clinical Microbiology*, 7(2), 119-123.
- [23] B. K. Lee, J. K. Ju, B. S. Choi, S. G. Jung, J. A. Jung & H. J. Yun. (2012). Usefulness of Influenza Rapid Antigen Test in Influenza A (H1N1). *Allergy Asthma & Respiratory Disease*, 22(1), 71-77.
- [24] J. Y. Lee, S. Lee, H. S. Kim & K. N. Kim, (2017) The Efficacy of Rapid Antigen Tests for Detection of Seasonal Influenza Virus. *Pediatric Infection and Vaccine*, 24(1), 31-36.
- [25] S. R. Ryu, J. H. Shin, S. Y. Baek, J. O. Kim & K. I. Min, at al. (2003). Evaluation of Limit of Cetection and Range

of Quantitation for RT-PCR, Real-Time RT-PCR and RT-PCR-ELISA Detection of Bovin Viral Diarrhoea Virus Contamination in Biologics Derived from Cell Cultures. *Journal of Bacteriology and Virology*, 33(2), 161-168

송 창 섭(Chang-Sub Song)

[정회원]



- 2011년 2월 : 한림대학교 보건대학원 보건학과 (보건학석사)
- 2017년 8월 : 서남대학교 일반대학원 의용공학과 (보건학박사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 동남보건대학교 임상병리학과 겸임 교수
- 관심분야 : 임상병리학, 혈액학, 보건학, 의용공학
- E-Mail : omehas@naver.com

김 정 현(Jung-Hyun Kim)

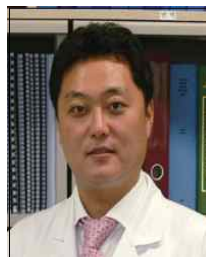
[정회원]



- 2009년 8월 : 서울대학교 보건학과 (보건학석사)
- 2012년 2월 : 서울대학교 보건학과 (보건학박사수료)
- 2018년 3월 ~ 현재 : 경북대학교 임상병리학과 조교수
- 관심분야 : 지역사회보건
- E-Mail : hyun0182@hanmial.net

김 대 은(Dae-Eun Kim)

[정회원]



- 2001년 2월 : 숭실대 화공학과
- 2008년 : 연세대 생명공학과 석사
- 2014년 : 연세대 생명공학과 박사
- 1995년 ~ 2013년 : 삼성의료원 진단검사의학과
- 2013년 ~ 현재 : 경북대 임상병리과 부교수 (학과장)
- 관심분야 : 임상병리학, 임상화학, 통계학, 임상정보학
- E-Mail : dekim@kbu.ac.kr

박 창 은(Chang-Eun Park)

[정회원]



- 2008년 2월 : 아주대학교 의학과 박사
- 2009년 3월 ~ 현재 : 남서울대학교 임상병리과 부교수 (학과장, 대학원 주임교수)
- 관심분야 : 임상병리학, 미생물학, 면역학, 융합기술학

▪ E-Mail : eun2777@hanmail.net

윤 중 수(Joong-Soo Yoon)

[정회원]



- 1995년 8월 : 서울대학교 보건학과 (보건학석사)
- 2012년 2월 : 인제대학교 임상병리학과 (이학박사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 경동대학교 임상병리학과 부교수

▪ 관심분야 : 뇌질환, 심장질환

▪ E-Mail : yjs101025@k1.ac.kr

성 현 호(Hyun-Ho Sung)

[정회원]



- 2012년 8월 : 한국체육대학교 대학원 건강관리과 (체육학석사)
- 2018년 2월 : 서남대학교 일반대학원 의용공학과 (보건학박사)
- 1998년 7월 ~ 2014년 2월 : 한화생명 의무팀

▪ 2014년 3월 ~ 현재 : 동남보건대학교 임상병리과 조교수 (학과장)

▪ 관심분야 : 임상병리학, 임상화학, 의용공학, 통계학, 융합기술학

▪ E-Mail : wantyou7@dongnam.ac.kr