

알레르기 환자에서 dipstick (Allergodip®) 검사의 유용성 평가

아주의대 알레르기-면역내과

이영목 · 전윤정 · 황재철 · 최정희 · 서유진 · 남동호 · 박해심

Evaluation of multi-allergen dipstick (Allergodip®) as a screening test in allergy patients

Young-Mok Lee, Yoon-Jung Chun, Jae-Chul Hwang, Jung-Hee Choi

Yu-Jin Suh, Dong-Ho Nahm, Hae-Sim Park

Department of Allergy and Clinical Immunology, Ajou University School of Medicine, Suwon, Korea

Background and objective: The Allergodip® multi-allergen screening test is a simple method for measuring serum-specific IgE to common inhalant allergens simultaneously. The dipstick contains nine separate allergen pads including *D. pteronyssinus*, *Alternaria*, cat epithelium, dog epithelium, English plantain, mugwort, birch, rye and six-grass mixture pollen extracts, as well as positive and negative controls. This study was performed in order to evaluate sensitivity and specificity of this test in comparison to skin prick test.

Materials and method: We compared the results obtained by skin prick test (PT) to those obtained by Allergodip® test (AT) in 30 patients with various allergic diseases. The skin reactivity was presented as allergen to histamine ratio (A/H) and results of the AT test were assessed visually and classified into Allergodip® class 0-4.

Results: Compared with PT, results of AT gave a sensitivity of 55.3% and a specificity of 93.8% when the A/H ≥ 3 was considered a positive response for PT. The agreement rate between positive PT and positive AT to each antigen was 82.6% in *D. pteronyssinus*, 82.9% in *Alternaria*, 71.1% in dog epithelium, 57.2% in mugwort pollen, 57.2% in birch pollen, 49.9% in grasses mixture pollen, 23.6% in cat epithelium and 6.7% in rye grass pollen, respectively. Significant correlations were noted between PT and AT classes in *D. pteronyssinus*, *Alternaria*, dog epithelium, mugwort pollen, birch pollen, and in grasses mixture pollen ($p < 0.05$, respectively), but not in cat epithelium or rye grass pollen.

Conclusion: We concluded that Allergodip® test is useful in screening serum-specific IgE antibodies against multiple allergens at one time. (*J Asthma Allergy Clin Immunol* 21: 918-25, 2001)

Key words : skin prick test, Allergodip®, serum-specific IgE, sensitivity

본 연구는 2000년도 Allergopharma (Hamburg, Germany)의 지원으로 이루어진 연구과제임.

통신저자 : 아주의대 알레르기-면역내과 박해심

경기도 수원시 팔달구 원천동 산5 (☎ 442-749)

e-mail : hspark@madang.ajou.ac.kr

접수 : 2001년 3월 30일, 통과 : 2001년 5월 11일

서 론

알레르기 질환을 진단하고 치료하기 위해 원인 알레르겐을 검색하는 것은 기본적인 진단 방법이다. 이를 위하여 먼저 환자의 병력 청취와 원인 알레르겐을 찾기 위한 검사가 필요하다¹⁾. 원인 항원과 증상과의 관계를 명확하게 알기 위해서는 알레르기 증상이 나타난 표적 기관인 눈, 코, 또는 기도 점막에 직접 유발시험을 시행하는 것이 확실한 방법이나, 시간적, 경제적, 기술적 제약이 있어 대부분 3차 의료기관에서만 가능하다. 이에 반해 피부단자시험은 단시간내 비침습적인 방법으로 많은 항원을 검색할 수 있어, 실제로 임상에서 1차적 검사로 널리 이용되고 있다. 그러나 이는 소아 환자에서 시행하기 어려운 경우가 있고, 피부묘기증, 두드러기, 습진, 아토피 피부염과 같은 피부 질환이 있으면, 시행할 수 없으며, 항히스타민제 등의 약제를 복용한 경우에는 그 반응이 제대로 나타나지 않을 수 있다^{2,3)}.

피부단자시험을 시행할 수 없는 경우, 혈액을 이용한 검사법으로 혈청내 유리형 항원 특이 IgE 항체를 측정하는 방법이 있다. 피부 조직내 비반 세포막 수용체에 결합되어 있는 특이 IgE 항체를 검색하는 피부단자시험과는 대비가 된다. 현재까지 알려진 특이 IgE 항체 측정은, 그 원리에 따라 다양한 방법이 임상에서 활용되어 왔다. 국내외에서 널리 시행된 방법은, 1967년 개발된 RAST (radioallergosorbent assay) 법, 이후 MAST (multiple allergen simultaneous test), FAST (fluoroallergosorbent test) 등이 개발되어 임상에서 활용되고 있으며, 최근에는 완전 자동화시스템으로 방사성 동위원소를 사용하지 않는 CAP system이 개발되어 이용되고 있다. 그러나 이러한 방법들은 방사성 동위원소를 이용해야 하고, 검사에 소요되는 시간 및 설비 비용과 검사 인력 등의 문제로 주로 2차내지 3차 의료기관에서만 이용되어 왔다. 이에 반해 최근에 국내에 도입된 Allergodip[®] (Allergopharma, Germany) 검사는 혼한 흡인성 알레

르겐에 대한 특이 IgE 항체 존재 유무를 효소면역반응(enzyme immunoassay)을 이용하여 반정량적으로 동시에 검사할 수 있어 시간과 비용면에서 효율적이고 간편한 검사법으로 소개되었다⁴⁾. Dipstick 검사는 하나의 stick에 9가지 종류의 항원을 구분할 수 있는 pad가 있어서, stick을 환자의 혈청에 반응시킨 후 특이 IgE의 농도에 따라 pad의 색상이 변하는 것을 육안으로 확인하는 검사법이다. Dipstick 검사는 1980년 후반부터 개발되었고, 그 유용성을 보고한 연구⁵⁻⁷⁾가 있었으나 현재 임상에서는 활발히 이용되지는 않고 있다.

이에 저자들은 알레르기 질환을 지닌 동일 대상군에서 알레르기 피부단자시험과 Allergodip[®] 검사를 동시에 시행하여, 피부단자시험의 결과에 따른 Allergodip[®] 검사법의 민감도와 특이도와 상호 연관성을 관찰하였다.

대상 및 방법

1. 대상환자

2000년 1월 1일부터 2000년 12월 31일까지 아주대학병원 알레르기-면역 내과에 내원한 환자들 중 피부단자시험을 실시하여 Allergodip[®] 검사로 측정 가능한 9종의 흡인성 항원에 대해 양성 반응을 보인 30명의 환자를 대상으로 하였다. 대상 환자의 임상적 특징을 살펴보면 연령은 평균 32.7 ± 11.7 (mean $\pm$ SD)세였고, 남자 16명과 여자 14명으로 남녀비는 1.14였다. 대상 환자들은 기관지천식 1명, 알레르기비염 9명, 기관지천식과 알레르기비염이 동반된 12명, 아토피피부염, 만성 두드러기 등의 기타 알레르기 질환을 지닌 환자가 8명이었다.

2. 방법

1) 알레르기 피부단자시험

대상 환자들에게 흡입 항원(Bencard, U.K.) 50종, 양성 대조액으로 0.1% 히스타민(Bencard, U.K.)을 사용하여 피부단자시험을 시행

하였다. 항원을 등에 놓고 단자를 시행한 15분 후 나타난 반응을 관찰하여 팽진과 발적의 크기를 측정 한 후, 그 결과를 히스타민에 대한 팽진비(allergen/histamine, A/H)로 나타내었다. A/H 비가 1이하이면서 홍반의 크기가 21 mm 이하인 경우를 1+로, A/H 비가 1이하이면서 홍반의 크기가 21 mm이상인 경우를 2+로, A/H 비가 1이상인 경우를 3+로, A/H 비가 2이상인 경우를 4+로 하였다.

2) Allergodip[®] 검사

Kit의 dipstick은 양성과 음성 대조 pad를 포함한 9종(유럽집먼지진드기, *Alternaria tenuis*, 고양이털, 개털, 질경이 화분, 쭉 화분, 자작나무 화분, 호밀 화분, 잔디 화분)의 흡입성 항원 pad로 구성되어 있다. 검사용 dipstick을 환자의 혈청이 포함된 시험관에 넣은 후 상온에서 3시간 동안 반응시킨후 2분 동안 흐르는 물로 세척한다. 그 이후 alkaline phosphatase로 표지된 단클론 항 IgE 항체를 포함하고 있는 반응액 I (conjugate)와 상온에서 18-20시간 동안 반응시킨후 다시 2분 동안 흐르는 물로 세척하였다. 마지막으로, 5-bromo-4-chloro-3-indolyl-phosphate/nitro blue tetrazolium을 포함하고 있는 반응액 II에서 상온으로 90분간 반응시킨 후 건조하여 판독하였다. 결과는 항원 역가에 따라 흰색에서 진한 청색까지 나타났으며, kit에서 제공된 색상표를 기준으로 class 0에서 4까지 나눈 후 class

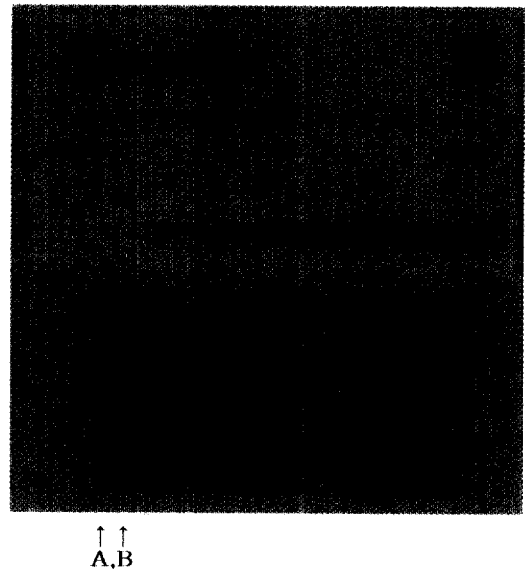
1 이상을 양성 반응으로 간주하였다(Fig. 1).

3) 통계분석

피부단자시험 결과에 대한 민감도(sensitivity)와 특이도(specificity)는 다음과 같이 정의하였다.

민감도(%) = 피부단자시험 양성인 Allergodip[®] 양성인 환자수 / 피부단자시험 양성인 환자수 × 100

특이도(%) = 피부단자시험 음성이면서 Allergodip 음성인 환자수 / 피부단자시험 음성인 환자수 × 100



A: positive control, B: negative control

Fig 1. Color chart and tested dipsticks

Table 1. Concordance of positive rate to *D. pteronyssinus* between Allergodip[®] and skin prick test (n=30)

Allergodip [®] /class	A/H on allergy prick test					Total
	0	2*	3 [#]	4	5	
0	5(45.5%)	5(45.5%)		1(9.1%)		11
1			2(66.7%)	1(33.3%)		3
2		1(12.5%)	1(12.5%)	3(37.5%)	3(37.5%)	8
3				1(20%)	4(80%)	5
4					3(100%)	3

* if A/H ratio ≥ 2, p<0.05 by Chi-square test

if A/H ratio ≥ 3, p<0.05 by Chi-square test

결과의 통계적 유의성을 보기 위하여 SPSS (Chicago, USA)를 이용하여 Chi-square로 분석하였다.

결 과

1. 각 항원별 피부단자시험과 Allergodip[®] 검사의 일치율

피부단자시험을 시행한 30명의 환자중 유럽집 먼지진드기에 대한 반응은 A/H $\geq$ 2인 경우 25명(83%), A/H $\geq$ 3인 경우 19명(63%)이 양성 반응으로 판정되었고 이에 따른 Allergodip[®] 검사 결과는 A/H $\geq$ 2인 경우 25명의 피부단자 시험 양성 환자중 19명(76%)이 양성, A/H $\geq$ 3인 경우 19명중 18명(94%)이 양성 반응으로 판정되었으며 이에 따른 검사의 일치도는 통계적 유의성을 보였다(Table 1). *Alternaria*에서는 A/H $\geq$ 2인 경우 12명(40%), A/H $\geq$ 3인 경우 9명(30%)이 양성 반응을 보였으며 이에 따른 Allergodip[®] 검사는 A/H $\geq$ 2인 경우 12명중 8명(66%), A/H $\geq$ 3인 경우 6명(100%) 모두에서 양성 반응으로 판정되었고 통계적 유의성을 보였다($p < 0.01$). 잔디 화분에

서는 A/H $\geq$ 2인 경우 21명(70%), A/H $\geq$ 3인 경우 9명(30%)이 양성 반응을 보였으며, 이에 따른 Allergodip[®] 검사는 A/H $\geq$ 2인 경우 21명중 7명(33%), A/H $\geq$ 3인 경우 9명중 5명(55%)이 양성 반응으로 판정되었고 이에 따른 일치도는 A/H $\geq$ 3인 경우에만 유의하게 나타났다($p < 0.01$).

2. 각 항원별 민감도와 특이도 및 일치율

A/H $\geq$ 2인 경우 민감도는 유럽집먼지진드기는 76%, *Alternaria*는 66.7%로 통계적으로 유의한 수준을 보였으며, 특이도는 모든 항원에서 100%를 보였다. A/H $\geq$ 3인 경우 민감도 및 일치율은 유럽집먼지진드기는 94.7% 및 82.6%, *Alternaria*는 100% 및 82.9%, dog hair는 57.1% 및 71.1%, 쭉 화분은 46.2% 및 57.2%, 자작나무 화분은 46.2% 및 57.2%, 잔디 화분은 55.6% 및 49.9%였고, 반면 고양이털은 20% 및 23.6%와 호밀 화분은 23.1% 및 6.7%로 낮았다. 특이도는 호밀 화분을 제외한 모든 항원에서 90% 이상이었다 (Table 2).

Table 2. Comparison of skin prick test to Allergodip tests in 30 patients with various allergic diseases^{*}

Allergen	skin prick test				
	A/H 2		A/H 3		
	sensitivity	specificity	sensitivity	specificity	agreement
<i>D. pteronyssinus</i>	76.0 [*]	100	94.7 [*]	90.9	82.6 [*]
<i>Alternaria</i>	66.7 [*]	100	100 [*]	91.7	82.9 [*]
cat fur	14.3	100	20	95.7	23.6
dog hair	22.2	100	57.1 [*]	100	71.1 [*]
mugwort	27.3	100	46.2 [*]	100	57.2 [*]
Birch	30.0	100	46.2 [*]	100	57.2 [*]
rye grass	28.6	100	23.1	82.4	6.7
Grasses mixture	33.3	100	55.6 [*]	90.5	49.9 [*]

All data expressed as percentage

* statistically significant ($p < 0.05$) by Chi-square test

3. 질환별 각 항원에 따른 민감도와 특이도
기관지천식군에서 민감도는 A/H $\geq$ 2인 경우 유럽집먼지진드기는 81.8%, *Alternaria*는 100%, A/H $\geq$ 3인 경우 유럽집먼지진드기는 88.9%, *Alternaria*는 100%로 나타났다. 알레르기 비염군에서 민감도는 A/H $\geq$ 2인 경우 유럽집먼지진드기는 88.2%, *Alternaria*는 66.7%, A/H $\geq$ 3인 경우 유럽집먼지진드기는 100%, *Alternaria*는 100%, 개털은 57.1%, 쭉 화분은 42.9%, 자작나무 화분은 50%, 잔디 화분은 42.9%를 보였다(Table 3). 각 항원에 따른 두 군 사이의 민감도의 차이는 없었다.

4. Allergodip[®] 검사의 재현율

9명의 환자에서 Allergodip[®] 검사를 수일 후 반복 시행하였다. 이들 중 2회의 검사 결과가 동일한 경우는 없었으며, 모두 1단계의 변화가 증

가 혹은 감소가 있었으나, 각 항원별로 뚜렷한 차이는 없었다.

고 찰

일반적으로 원인 알레르겐을 규명하기 위해서는 환자의 병력이 가장 중요하지만, 현재까지는 체내 검사로 피부반응시험과 각종 유발검사 등이, 체외 검사로 백혈구 히스타민 유리검사 및 알레르겐 특이 IgE 측정 등이 시행되고 있다¹⁾. 따라서 일반적으로 임상에서 병력의 문진과 이학적 검사 후에 알레르기 질환이 의심되면 피부반응시험을 시행하게 된다. 피부반응시험은 직접적이고 비교적 안전한 방법으로 이용되고 있지만, 환자가 심한 습진이나 피부요기증을 지녔거나 또는 항히스타민제와 같은 약제를 복용한 경우 피부반응을 억제할 수 있어 시행할 수 없는 경우도 있다^{2,3)}.

Table 3. Comparison of sensitivity and specificity according to skin reactivity in subject with bronchial asthma and allergic rhinitis[#]

Allergen		Bronchial asthma (n=13)		Allergic rhinitis and/or BA (n=20)	
		A/H $\geq$ 2	A/H $\geq$ 3	A/H $\geq$ 2	A/H $\geq$ 3
<i>D. pteronyssinus</i>	sensitivity	81.8*	88.9*	88.2*	100*
	specificity	100	75	100	85.7
<i>Alternaria</i>	sensitivity	100*	100*	66.7*	100*
	specificity	100	100	100	86.7
cat fur	sensitivity	22.2	25	18.8	22.2
	specificity	100	88.9	100	91.7
dog hair	sensitivity	28.6	50	28.6	57.1*
	specificity	100	100	100	100
mugwort	sensitivity	37.5	50	21.4	42.9*
	specificity	100	100	100	100
birch	sensitivity	50	57.1	30.8	50*
	specificity	100	100	100	100
rye grass	sensitivity	50	33.3	28.6	22.2
	specificity	100	71.4	100	83.3
grasses mixture	sensitivity	37.5	50	23.1	42.9*
	specificity	100	100	100	100

All data expressed as percentage

* statistically significant (p < 0.05) by Chi-square test

1967년 Wide 등⁸⁾이 혈청내 알레르겐 특이 IgE 항체의 측정법으로 RAST를 소개한 이래, 알레르기 질환의 체외 측정법으로 임상 및 기초 연구에 큰 도움이 되어 왔다. RAST는 반정량적 측정이 가능해서, 환자에게 위험성이 없으며 피부상태나 투여 약물과 무관하게 여러 종류의 알레르겐을 동시에 검사할 수 있는 장점이 있는 반면, 방사선 동위원소를 취급해야 하며 피부반응 검사에 비하여 민감도가 상대적으로 낮은 단점이 있다⁹⁾. 그 이후 이러한 단점을 보완한 여러가지 검사법으로, 방사선 동위원소를 사용하지 않는 효소면역법인 FAST와 새로운 방법인 CAP system이 소개되었다. 피부반응도에 따른 상기 검사법의 양성률은 보고자마다 다소 차이가 있지만, RAST와 FAST는 평균적으로 60~70% 내외, CAP system은 80~90% 내외로 알려져 있다¹⁰⁻¹⁵⁾.

상기 체외검사법은 처음 설비시에 고가의 장비를 갖추어야 하고 숙련된 검사자가 있어야 하며 검사에 많은 시간이 소요되고, 피부반응시험은 판독에 있어 알레르기 전문의 의견이 수반되어야 하므로 1차 병원이나 일반의의 사용이 쉽지 않은 실정이다. 1980년대 후반부터 기존의 체내 또는 체외검사를 대신하여 비교적 저렴하고 특별한 기술적인 사항을 필요로 하지 않으면서 알레르기 질환을 선별할 수 있는 검사의 요구성이 증대되어 왔다. 이에 따라 개발된 것이 MAST이나 그 민감도와 특이도에서 만족할 만한 결과를 얻을 수 없었고, 그 이후 개발된 것으로 QAS (Quidel Allergen Screen, Quidel Inc, U.S.A)와 Allergodip[®]이 있다.

국내에서 비교적 흔한 흡입성 알레르겐이 포함된 8종의 항원을 이용하여 피부단자시험과 비교하였을 때 전체적으로 A/H $\geq$ 2인 경우 민감도 37.3%, 특이도 100%를 보였고, A/H $\geq$ 3인 경우 민감도 55.3%, 특이도 93.8%를 보였다. 이것은 Twiggs 등⁵⁾이 9종의 항원이 포함된 QAS를 이용하여 보고한 민감도 45.1%, 특이도

95.4%와 비슷한 결과를 보였으나, Iwamoto 등⁶⁾이 9종 항원에서 QAS를 피부단자시험과 비교하여 보고한 민감도 74%, 특이도 94%와 일치율 84%보다 낮은 성적을 보였는데, 이는 상기 보고에서 피부단자시험의 양성 반응의 기준을 팽진의 크기 5 mm 이상으로 정한 차이로 보인다.

한편 피부단자시험의 양성 반응을 팽진의 크기 5 mm 이상으로 정하여 multi-allergen test를 시행한 보고들은 조금씩 다른 결과를 보여주는 데, Imam 등⁷⁾은 민감도가 68.5%로 RAST의 42.1%보다 피부반응시험의 결과를 잘 반영한다고 하였고, Hamburger 등¹⁶⁾은 민감도 85%, 특이도 94%의 일치율을 보고하였다. 본 연구에서는 비교되지 않았지만, multiple-allergen test를 혈청검사인 RAST와 비교한 결과는 연구자에 따라 조금씩 차이를 보인다. Twiggs 등⁵⁾은 QAS와 RAST를 피부반응시험과 비교하여 민감도 45.1 vs 45.9%, 특이도 95.4 vs 88.2 %면에서 비슷한 결과를 보고하였다. 그러나, Imam 등⁷⁾은 민감도 68.5 vs 42.1%로 RAST보다 더 나은 결과를 보고하였고, Hamburger 등¹⁶⁾은 RAST와의 일치도가 88%라고 보고하였다.

본 연구에서 특이도는 높은 반면 민감도는 낮은 편으로 나왔는데, 이는 항원별로 보면 A/H $\geq$ 3에서 유럽집먼진드기와 *Alternaria*는 각각 94.7%, 100%로 피부반응시험과 일치한 결과를 보였고, 개털 57.1%, 쑥 화분 46.2%, 자작나무 화분 46.2%, 잔디 화분은 55.6%로 평균 수준을 보였으나, 고양이털 20%, 호밀 화분은 23.1%로 낮게 나타나 전체적인 민감도는 낮았다. 피부단자시험 양성 반응을 A/H $\geq$ 3으로 하였을 때, 고양이털과 호밀 화분을 제외한 나머지 6종의 항원은 전체적으로 66.6%로 나타나 기존의 RAST를 이용한 특이 IgE 항체 검출과 비슷한 수준이었다. 본 연구와 동일한 제품에 관한 보고는 Straumann 등⁴⁾이 Allergodip[®]을 이용하여 자작나무 화분과 교차항원성이 있는 식품 항원을 대상으로, 사과와 복숭아 항원을 제외

하고, CAP system과 60~100%의 일치율을 보고하였고, 이분척추(spina bifida) 환자를 대상으로 라텍스 알레르기 유병률 보고에서는 유발 검사를 기준으로 했을 때 85.1%의 민감도를 보고하였다¹⁷⁾. Multi-allergen screening test는 검사 항원의 종류와 제품에 따라 피부반응시험과 일치율이 매우 다양하게 나타나고 있으나, 본 검사와 같이 피부반응시험을 A/H가 3+ 이상을 양성 반응으로 판정할 때 집먼지진드기, *Alternaria*, 자작나무 화분, 개털, 쭉 화분과 잔디 화분 항원에서 비교적 유용할 것으로 보인다. 이것은 질환별로 구분해 비교해 보아도 큰 차이가 없어, 대부분의 알레르기 질환에서 선별 검사로 사용할 수 있을 것으로 생각되나, 낮은 민감도를 보인 일부 항원에 대해서는 판독시 주의를 요한다. 이러한 이유로는 환자의 혈청내 존재하는 항체와 dipstick pad에 포함된 항원간의 결합력이 떨어지거나, 둘째, 피부반응시험과 Allergodip[®] 검사에 이용된 항원이 동일하지 않아, 두 검사 사이에 차이가 있는 것으로 추정된다.

검사의 재현성 면에서 보면 1차와 2차 Allergodip[®] 검사에서 상이하게 나온 대상은 30명 중 9명이었으나 양성과 음성의 반전은 2예에서만 볼 수 있어, 6%의 오차가 있는 것으로 판단되었고 이 결과는 Straumann 등⁴⁾이 보고한 14~21% 보다 낮은 수준을 보였다. 한편으로, 이상의 결과는 특이 IgE 항체를 규명할 수 있는 다른 체외검사법(RAST, CAP system) 등과 비교되지 않았기 때문에 좀더 많은 수의 환자를 대상으로 다른 체외검사법과의 비교가 이루어져야 하며, 낮은 민감도를 보인 항원에 대해서는 검사 제품의 기술적 문제가 개선되어야 할 것으로 여겨진다.

결 론

원인 항원에 대한 특이 IgE 항체를 규명하는데 있어 새로운 검사법인 Allergodip[®]은 검사를 시행하는데 있어 숙련된 기술을 필요로 하지않

고, 시간-비용-효과적인 측면에서 알레르기 질환의 선별검사로 이용할 수 있으리라 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) 강신옥, 박해심, 홍천수: 피부단자시험 판정기준별 RAST 성적의 비교 관찰, 알레르기 8: 225-35, 1988
- 2) Demoly P, Michel FB, Bousquet J: *In vivo* methods for study of allergy. In Middleton, Reed CE, Ellis EF, Adkinson F, Yunginger JW, Busse WW(ed.): Allergy: principles and practice, 5th ed. p430-9, Mosby, St. Louis, 1998
- 3) Pipkorn U: Pharmacological influence of anti-allergic medication on *in vitro* allergen testing. Allergy 43: 81-6, 1988
- 4) Straumann F, Wuthrich B: Food allergies associated with birch pollen: Comparison of Allergodip[®] and pharmacia CAP for detection of specific IgE antibodies to birch pollen related foods. Invest Allergol Clin Immunol 10: 135-41, 2000
- 5) Twigg JT, Gray RL, Pichler K, Weiner R: Evaluation of multi-allergen dipstick screening test. Ann Allergy 63: 225-8, 1989
- 6) Iwamoto I, Yamazaki H, Kimura A, Ochiai K, Tomioka H, Yoshida S: Comparison of a multi-allergen dipstick IgE assay to skin-prick test and RAST. Clin Exp Allergy 20: 175-9, 1989
- 7) Imam AA, Novey HS, Orgel HA, Klein GL, Meltzer EO, Ziering RW: A simplified screening test for the diagnosis of allergy. West J Med 152: 313-6, 1990
- 8) Wide L, Bennich H, Johansson SGO: Diagnosis of allergy by an *in vitro* test for allergen antibodies. Lancet 2: 1105-7, 1967
- 9) Van der Zee JS, de Groot H, Van Swieten P, Jansen HM, Aalberse RC: Discrepancies between the skin test and IgE

- antibody assay. J Allergy Clin Immunol 82: 270-81, 1988
- 10) Seltzer JM, Halpern GM, Tsay YG: Correlation of allergy test results obtained by IgE FAST, RAST, and prick-puncture methods. Ann Allergy 54: 25-30, 1985
- 11) Pecoud A, Peitrequin R, Fasel J, Frei PC: Comparison of two assays for the determination of specific IgE in serum of atopic and nonatopic subjects. Allergy 41: 243-9, 1986
- 12) 박춘식, 김유영, 강석영: 흡입성 기인 알레르겐 검색에 있어서 RAST와 피부시험의 비교, 알레르기 3: 1-9, 1983
- 13) Bousquet J, Chanez P, Chanal I, Michel FB: Comparison between RAST and Pharmacia CAP system: a new automated specific IgE assay. J Allergy Clin Immunol 85: 1039-43, 1990
- 14) 이호표, 윤두희, 김태윤, 김형욱, 김정원: 혈중 IgE와 eosinophil cationic protein 측정에서의 Pharmacia CAP system과 fluoroallergosorbent test 및 radioimmunoassay에 의한 결과 비교, 알레르기 17: 58-66, 1997
- 15) 박중원, 김철우, 홍천수: 아토피성 기관지천식 환자에서 Pharmacia CAP 시스템으로 측정된 10종의 흡입성 항원에 대한 특이 IgE 성적, 알레르기 17: 35-48, 1997
- 16) Hamburger RN, Berger WE, Quiwa NB, Terrazas V, Casillas R, Miller SP: Skin testing compared with in vitro testing for screening allergic patients. Ann Allergy 67: 133-7, 1991
- 17) Niggemann B, Wahn U: A new dipstick test (Allergodip) for *in vitro* diagnosis of latex allergy-validation in patient with spina bifida. Ped All Immunol 11: 56-9, 2000