

Latex 알레르기의 빈도 및 단백질 성상 분석

한국에이씨의원, 한양대학교 내과학교실⁺, 미국 테네시 주립대학*

장현규·송국진·윤호주⁺·K. C. Cheng*·유태준*

서 론

1979년 Nutter¹⁾가 수술용 고무장갑에 대한 두드러기를 처음 기술한 이래 수술용 고무장갑에 대한 IgE 매개성 반응으로 알레르기성 비염, 기관지천식, 아나필락시스 등이 유발되었다는 많은 보고가 있었다.

최근 AIDS의 급증으로 수술용 고무장갑의 사용이 증가하면서 latex 알레르기가 문제가 되고 있으며, 특히 이는 수술용 고무장갑을 많이 사용하는 병원 관계자(의사, 간호사), 척추 이분증 환자, 고무제품 생산근로자에서 빈도가 높고, 또한 수술용 고무장갑이나 기타 latex를 함유한 제품으로 진단, 수술, 치료과정 중 치명적인 아나필락시스가 발생했다는 많은 보고가 있으나 아직 이에 대한 원인규명이나 진단 방법이 미흡한 실정이다. 이에 연구자는 각각의 수술용 고무장갑에서 추출되는 단백질 양의 정도와 이의 특성에 대하여 연구하고자 하였고, latex glove extract를 이용하여 한양대학병원에 근무하는 수술방 간호사와 전공의를 대상으로 피부단자시험을 실시하였다.

방 법

1) Latex 추출액

한개의 수술용 고무장갑(Carneal Interprises, Thailand)을 1-2cm²의 크기로 자르고 100ml의 PBS buffer(pH 7.4)에 담가 37℃에서 30분 동안 반응시킨 후, 다시 4℃에서 12시간을 두었다. 부피를 줄이기 위해 일차로 동결건조(lyophilization)한 후, 4℃에서 PBS buffer(pH 7.4)를 이용하여 투석하고 원심분리(2500rpm, 10분)하여 그 상층액만을 다시 동결건조하였다.

2) 단백질 정량

lyophilized extract를 300 μ l의 PBS buffer에 녹인 후, 시험관에 이를 100 μ l를 넣고 여기에 5ml의 Bio-Rad 단백질 측정용 시약(Bio-Rad Laboratories, Richmond, CA, USA)을 넣었다.

10분 후 spectrophotometer(Beckman, USA)를 이용하여 595nm에서 흡광도(OD)를 측정하였다. 표준시약으로는 bovine serum albumin(Sigma chemical company, St. Louis, MO, USA)을 사용하였다. 동시에 여러 회사 제품의 수술용 고무장갑을 cornstarch powder의 유무에 유의하여 단백질 함유량을 측정하였다.

3) SDS-polyacrylamide gel 전기영동

결 과

15% SDS-polyacrylamide gel에 lyophilized extract(Carneal Interprises, Thailand)를 loading하고 전기영동하여 이를 분석하였다. latex에 알레르기가 있는 사람은 흔히 바나나에도 알레르기가 있다는 점에 착안하여, 피부반응 검사용 바나나 시약(Bayer corporation, Spokane, WA, USA)를 PBS buffer를 이용하여 투석하고 동결건조한 후 다시 15% SDS-polyacrylamide gel에 loading하고 전기영동하여 latex extract와 비교하였다. 또한 15% SDS-polyacrylamide gel상에 나타난 여러 band가 단백질인지, 당단백질인지를 구분하기 위하여 Fuchsin-sulfite 염색(Schiff reagent, Sigma chemical Co.)을 실시하였다.

4) Latex 피부단자시험

한양대학교 부속병원에 근무하는 수술방 간 호사와 전공의 35명을 대상으로 latex 알레르기에 대한 질문서를 작성하게 하고, 동의를 얻어 latex 피부단자시험을 실시하였다(단, 항히스타민제 복용한 자, 임산부, 기타 피부반응검사 금기인 자는 검사에서 제외하였다). 수술용 고무장갑의 latex extract를 0.9% NaCl, 0.03% human serum albumin, 0.4% phenol 용액으로 1:10(w/vol)까지 희석하고 최종농도가 50% 되게 멸균된 글리세린을 첨가한 후(1:20, w/vol), 0.2 μ m filter를 통과한 용액을 1:200, 1:2000, 1:20,000, 1:200,000까지 점차적으로 희석하여 피부단자시험을 실시하였다. 피부반응검사의 초기 농도를 아나필락시스반응 등의 위험한 latex 알레르기 병력이 있는 사람은 1:200,000으로 하고, 그 이외의 사람은 1:20,000부터 점차적으로 시행하였다.

1) 단백질 정량검사

Blank, bovine serum albumin(0.2mg/ml, 0.4mg/ml, 0.6mg/ml, 0.8mg/ml, 1mg/ml) 각각에 대한 흡광도를 읽고, $y=0.85x + 0.142$ (y : 흡광도, x : 단백질농도)라는 공식을 얻어 여러 회사에서 만든 수술용 고무장갑에 함유된 단백질 함유량을 측정하여 아래와 같은 결과를 얻었다(Table 1).

Table 1. The protein levels of latex gloves from different manufacturers.

Company	Cornstarch Powder	Protein concentration(mg/ml)
Carneal Interprises (Thailand)	+	1.13
Kendall(Malaysia)	+	1.01
Baxter(USA)	+	0.10
Star Line(USA)	+	0.12
HPI Incorporated (USA)	+	0.18
CT International (Malaysia)	-	0.35
General Medical Corp. (USA)	-	0.17
Micro+flex(USA)	-	No protein

Table 1에서 보면 단백질이 전혀 검출되지 않은 수술용 고무장갑부터 1.13mg/ml이 검출된 것까지 만든 회사의 제품에 따라 다양한 단백질 양이 나왔으며, cornstarch powder가 없는 수술용 고무장갑에서 단백질이 적게 검출되는 경향을 보여주었다.

2) SDS-polyacrylamide gel 전기영동

lyophilized extract를 15% SDS-polyacrylamide gel에 loading하고 전기영동한 결과 latex 단백질은 주로 약 10kd 이하, 14kd,

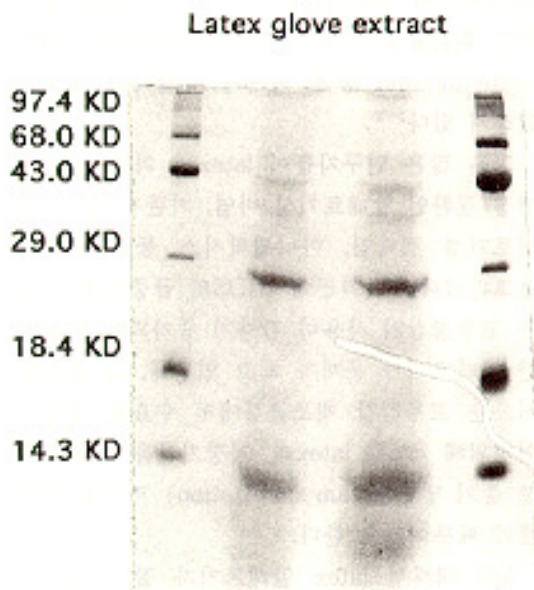


Fig. 1 SDS-polyacrylamide gel electrophoresis for latex glove extract.

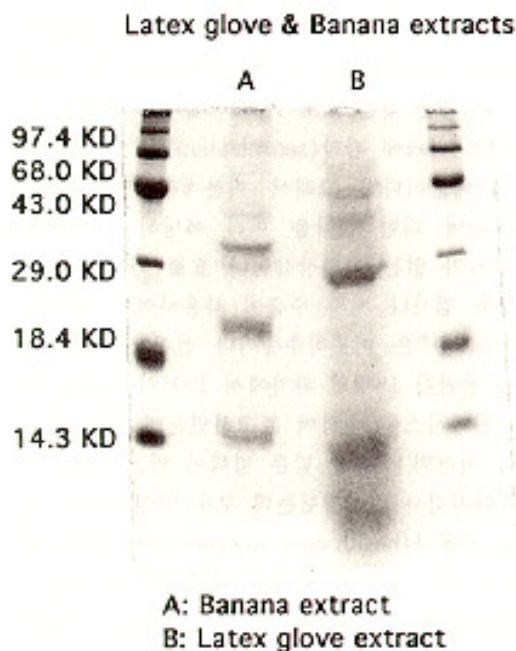


Fig. 2 SDS-polyacrylamide gel electrophoresis for banana and latex glove extract.

29kd에서 나타났으며 그외 수개의 적은 band가 나타났다(Fig. 1).

그리고 15% SDS-polyacrylamide gel에 나타난 여러 band가 단백질인지 당단백질인지를 구분하기 위해 Fuchsin-sulfite 당단백질 염색을 실시 하였는데 염색이 되지 않았다. 또한 latex와 교차반응이 있다고 알려진 바나나 extract를 수술용 고무장갑 extract와 동시에 15% SDS-polyacrylamide gel에 loading후 전기영동하여 비교하였는데 나타난 band들은 다른 양상을 보여주었다(Fig. 2).

3) 질문서(questionnaires)와 피부단자시험

한양대학교 부속병원에 근무하는 전공의 20명과 수술방에 근무하는 간호사 15명을 대상으로 검사를 시행했는데, 병원에 근무한 평균 기간은 전공의가 3.9년, 간호사가 13.4년이었고 검사전 먼저 작성한 질문서에 수술용 고무장갑을 사용시에 증상이 있다고 대답한 사람은 모두 6명(전공의 3명, 간호사 3명)이었는데 이중 3명이 알레르기성 질환을 지니고 있었다. 증상이 있다고 응답한 전공의 3명중 2명은 수술용 고무장갑 사용시에 접촉성 피부염의 증상을 호소했고 나머지 1명은 피부가려움증을 가지고 있었다. 수술용 고무장갑 착용시에 증상이 있다고 답한 간호사 3명중에 2명은 역시 접촉성 피부염이었고, 1명은 접촉성 피부염과 부분적인 두드러기(focal urticaria)를 호소하였다. 또한 병원 근무 년수가 많은 수술방 근무 간호사에서 수술용 고무장갑 착용으로 인한 질환이 더 많지는 않았다. 그리고 질문서에 답하고 피부반응검사에 응한 35명중 수술용 고무장갑 착용과 관계된 전형적인 IgE 매개성 질환(알레르기성 비염, 기관지 천식, 아나필락시스반응)을 가지고 있는 사람은 없었다.

아나필락시스 등의 위험한 증상을 가지고 있는 사람이 없었기에 모든 사람에서 1:20,000

농도부터 latex 피부반응검사를 시행하여 음성인 경우 1:2000, 1:200, 1:20까지 점차적으로 검사를 시행하였는데 2명(5.7%)에서 양성 반응을 보여주었다. 1명은 전공의로서 1:200의 농도에서 양성반응을 나타내었는데 알레르기성 비염의 병력이 있었고 수술용 고무장갑 착용시에 피부가려움증을 호소하였다. 나머지 1명은 수술방 근무 간호사였는데 역시 1:200의 농도에서 양성반응을 나타내었고 수술용 고무장갑 착용시에 접촉성 피부염과 부분적인 두드러기를 가지고 있었다(Table 2).

Table 2. History and skin prick test in health care workers

	Total	Resident	Operating room nurse
Subject No.	35	20	15
Age	32.5	29.7	36.3
Duration of hospital employment(years)		3.9	13.4
Latex related symptoms	6	3	3
Atopy history	3	1	2
Latex skin test positive	2	1	1

고 찰

천연고무는 19세기 중반기경부터 널리 이용되고 있으며 오늘날에는 천연고무의 99% 이상이 고무나무의 일종인 *Hevea brasiliensis*의 우유빛 수액인 latex로부터 만들어지며, 수술용 고무장갑, 수액세트의 일부, barium enema용 카세터, 요로 카세터(urinary catheter) 등의 의료용품 뿐만 아니라, 스포츠용품, 콘돔, 장난감에 이르기까지 널리 사용되고 있다.

1979년 Nutter¹⁾가 수술용 고무장갑에 대한 접촉성 두드러기(contact urticaria)를 처음 기술하였는데 접촉성 피부염은 지연성 과민반응으로 latex 자체에 대한 알레르기가 아니고

latex로부터 고무제품을 만드는 과정에서 첨가되는 화학물질인 mercaptobenzothiazole, tetramethylthiuram 등에 의해서 유발되는 것으로 알려져 있다²⁻³⁾.

그후 많은 연구자들이 latex에 의한 IgE 매개성 질환인 알레르기성 비염, 기관지 천식, 알레르기성 결막염, 아나필락시스 등에 대하여 보고하였다⁴⁻⁵⁾. 최근에 AIDS의 급증으로 수술용 고무장갑의 사용이 갑자기 증가되어 이로 인한 알레르기가 문제가 되고 있는데, 그 중요한 이유는 고무장갑 제조공장에서 수요를 충족시키기위해 crude latex의 저장기간을 단축시키고 증기 멸균(steam sterilization) 과정을 생략했기 때문이라고 한다.

IgE 매개성 latex 알레르기가 잘 유발되는 경우(high risk groups)는 고무공장 근무자⁶⁾, 이분척추(二分脊椎, spina bifida) 환자, 병원 근무자 등이다. 수막뇌류(髓膜腦瘤, meningo-myelocoe)을 잘 동반하는 이분척추증 환자에서 latex 알레르기의 빈도가 가장 높는데 latex-specific IgE가 28-67%에서 발견되고 그 이유는 잦은 요로 카세터 삽입과 반복된 수술로 latex에 감작(sensitization)될 기회가 많기 때문이다⁷⁾. 그래서 이분척추 환자에서는 latex에 대한 감작을 미리 예방하기 위하여, latex가 없는 고무장갑이나 요로 카세트 등을 모든 검사나 처치 수술에 사용하여야 되겠다. Gold 등⁸⁾은 이분척추증이나 선천적 요로기형을 동반한 15명의 환자에서 19건의 수술중 아나필락시스에 대하여 보고하였는데 모든 환자가 여러번 수술을 받은 병력이 있고 latex 피부단자검사를 시행했는데 모두 양성이었다. 병원 근무자(health care workers)에서 latex 알레르기의 빈도는 조사에 따라 2.5-17%까지 다양한데⁹⁻¹¹⁾, Lagier 등¹⁰⁾은 248명의 수술방 간호사에 latex 알레르기에 대한 질문서를 작성토록 했는데 간호사의 41.1%가 수술용 고무

장갑 착용시에 증상이 있다고 답했고, 197명의 간호사에서 피부단자검사를 시행했는데 21명(10.7%)에서 양성이었다.

또한 Yassin 등¹¹⁾에 의하면 병원 근무자의 17%에서 피부반응검사가 양성으로 나왔고, 아나필락시스나 두드러기의 증상이 있는 사람에서 특히 피부반응검사가 양성으로 나올 가능성이 높았고 그 밖에 고무장갑 착용시 즉각적인 발진, 전신 소양감, 재치기, 코막힘, 눈가려움증과 눈물, 기침 등의 증상이 동반된 사람에서 피부반응검사가 많이 양성으로 나왔다. 본 연구에서 질문서에 답하고 피부반응검사에 응한 35명의 병원종사자(수술방 간호사, 전공의) 중 6명(17%)이 고무장갑 착용시 증상이 있다고 답했고, 6명 중 2명(5.7%)이 latex 피부반응검사에 양성이었었는데, 1명은 고무장갑 착용시 가려움증이 있었고 다른 한명은 접촉성피부염과 부분적인 두드러기가 있었다.

Latex 알레르기는 때로 치명적인 경우가 있는데, latex 알레르기의 첫 증상이 치명적인 아나필락시스일 수 있다. Ownby 등¹²⁾은 1991년 barium enema도중 아나필락시스가 발생한 6명의 환자를 보고했는데 모든 환자가 latex 알레르기에 대한 과거력이 없었고 6명 중에 5명에서 in vitro 검사(RAST, ELISA)로 latex-specific IgE를 검출하였고, 그중 한 명은 검사중 아나필락시스로 사망하였다.

Latex 알레르기는 직접적인 접촉 뿐만 아니라, 호흡기를 통하여 감작이 일어날 수 있다. 수술용 고무장갑 표면에 윤활작용의 목적으로 cornstarch powder를 묻히는데, cornstarch powder 자체는 단백질을 함유하고 있지 않기에 알레르기를 일으키지 않으나 latex 단백질을 운반하는 vehicle로 작용하여, 호흡기를 통해서 알레르기를 유발할 수 있다. 그래서 latex 알레르기가 있는 사람의 동료가 옆에서 수술용 고무장갑을 사용하는 경우, 알레르기성 비염, 기

관지 천식, 아나필락시스가 일어날 수 있기에 주의를 요한다¹³⁻¹⁶⁾. 그리고 latex에 알레르기가 있는 사람은 바나나, 밤, 아보카도 등의 과일에도 알레르기가 있는 경우가 많은 것으로 잘 알려져 있는데¹⁷⁻²⁰⁾, 본 연구에서 바나나 extract와 latex extract를 SDS-polyacrylamide gel에 loading하고 전기영동하여 비교하였는데 전혀 다른 단백질 band의 분포를 보여 주어, 이러한 교차반응은 epitope의 염기 배열이 유사하여 오는 것으로 추정된다.

오늘날 FDA에서 공인되고 표준화된 latex 피부반응용 진단 시약은 없지만, 수술용 고무장갑 extract로 피부단자시험을 시행한 많은 연구가 있다^{7, 8, 10, 11, 22)}. 현재 병원에서 이용되는 고무장갑은 대부분이 ammoniated latex(고무나무에서 latex를 채집하는 경우, 세균오염과 용고를 방지하기 위해 암모니아를 첨가하기 때문에 암모니아를 제거하고 pH를 중화하기 위하여 latex extract를 투석(dialysis)하여 피부반응검사에 이용되고 있다²¹⁾. latex 피부반응검사는 간단하고 예민도(sensitivity)가 높은 검사이다. Laxenaire 등²³⁾은 907명의 병원 종사자를 대상으로 설문지를 작성하도록 했는데, 고무장갑에 알레르기가 있다고 답한 18명 모두 latex 피부반응검사가 양성이었다(예민도: 100%). 그러나 latex 피부반응검사에 의한 아나필락시스^{4, 22)}가 일어날 수 있기에 피부반응검사는 최소농도(latex 단백질농도; <1ng/ml)부터 시작해야 되고, 경우에 따라 "use test"를 진단에 이용할 수 있다²⁴⁾. 이는 수술용 고무장갑을 약간 잘라 물에 젖서 손가락 위에 올려 놓고 15분 후에 발적이나 두드러기가 있으면 양성이라고 판정하고, 없으면 고무장갑 전체를 물에 담가 손바닥 위에 놓고 15분 후에 판정한다. 이 방법은 비교적 안전하나 어떤 고무장갑을 선택하느냐에 따라 결과가 달라질 수 있다. In vitro 검사인 RAST와 ELISA는 안전한 검

사 방법이나 예민도가 낮기에²⁵⁾, 때로 치명적일 수 있는 latex 알레르기를 in vitro 검사에만 의존할 수 없다는 문제가 있다. 본 연구에서도 latex extract의 암모니아를 제거하고 pH를 중화하기 위해 투석하였고, 피부반응검사로 인한 부작용을 최소화하기 위해 피부반응검사의 최초 농도를 아나필락시스의 병력이 있으면 1:200,000으로 하고 아나필락시스의 병력이 없으면 1:20,000으로 하였다.

수술용 고무장갑에서 추출되는 단백질이나 알레르겐의 양에는 상당한 차이가 있다. Yunginger 등²⁶⁾은 71개의 수술용 고무장갑을 조사했는데, 검출되는 단백질과 알레르겐의 양에는 상당한 차이를 보여 주었고, cornstarch powder가 있는 고무장갑이 없는 고무장갑보다 더 많은 양이 검출되었다. 또한 'hypoallergenic'이라고 명기된 24개의 고무장갑중에 11개에서 의미있는 양의 알레르겐이 나왔다. 장난감 고무풍선에서도 powder가 있는 고무장갑과 비슷한 양이 검출되었고 콘돔과 마취용 고무백(anesthesia rebreathing bag)에서는 적은 양이 검출되었다²⁶⁾. 본 연구에서도 전혀 단백질이 검출되지 않은 고무장갑부터 1.13mg/ml이 검출된 고무장갑까지 다양한 결과를 보여 주었고 cornstarch powder가 있는 고무장갑이 없는 것보다 검출되는 단백질 양이 많았다. Latex의 항원이 단백질인지 당단백질인지 알아보고자 15% SDS-PAGE상에 나타난 여러 band에 대한 Fuchsin-sulfite 당단백질 염색을 시행했는데 음성반응을 보여 당단백질이 아닌 단백질로 추정된다.

Hevea brasiliensis latex는 여러가지 종류의 단백질을 포함하고 있는데 이중에서 5kd(hevein), 14kd(rubber elongation factor), 38kd(prenyltransferase) 등의 단백질이 알려져 있다.²⁷⁻²⁹⁾ 본 연구에서도 유사한 분자량에서 주 단백질이 검출되었다. 그러나 사용한 고무장갑

의 종류에 따라 중요한 단백질의 분자량에는 어느 정도 차이가 있을 수 있다^{16, 30)}. 최근에 immunoblotting, affinity chromatography, HPLC(high performance liquid chromatography), monoclonal antibodies 등의 방법을 통해 latex 단백질의 주 항원을 규명하려는 노력이 계속되고 있고, 가까운 장래에 보다 안전하고 정확한 latex 알레르기의 진단 방법이 나오리라고 기대된다.

결 론

본 연구에서 수술용 고무장갑의 단백질 추출 양은 제조 회사에 따라 상당한 차이가 있었고 SDS-polyacrylamide gel 전기영동상에 주 단백질은 약 10kd이하, 14kd, 29kd에서 발견되었으며 이미 교차반응이 있다고 알려진 바나나 extract와 비교하였는데 완전히 다른 양상이었다. 35명의 병원 종사자(수술방 간호사, 전공의)를 대상으로 latex 알레르기에 대한 질문서와 피부반응검사를 실시하였는데 6명(17%)이 수술용 고무장갑 착용시에 증상이 있었고 이중 2명(5.7%)은 latex 피부반응검사에 양성이었다.

—Abstract—

**Characteristics of latex protein
and the prevalence of latex allergy**

Hyun Kyu Chang, M.D.*, Kuk Jin Song, M.D.*
Ho Joo Yoon, M.D.*, K.C. Cheng Ph. D.,
and T.J. Yoo, M.D., Ph.D.

Korean Allergy Clinic, Department of Internal
Medicine, Hanyang University, Seoul, Korea**
*and Division of Allergy and Immunology,
University of Tennessee, Memphis, U.S.A.*

Backgrounds : Since 1979, there have been numerous reports of latex IgE-mediated reactions reflecting a dramatic increase in incidence. Increased usage of latex gloves and changes in manufacturing methods have contributed to this rise in incidence of latex reactions. In addition to local irritation from direct contact, latex gloves have been associated with rhinitis, asthma, and anaphylactic reactions, especially perioperative reactions. There are three high risk groups of IgE-mediated latex allergy (rubber industry workers, patients with spina bifida, and health care workers), but patients who are not in any of these groups have been reported to have serious anaphylactic reactions including death. In these days many investigators have been trying to study the latex allergy, however there are no safe, and accurate diagnostic tools for latex allergy. So we have studied the extractable latex proteins in latex gloves and performed latex skin test for the hospital employees.

Methods : Latex glove extract was prepared with latex gloves of several brands made by different manufacturers. After that, the protein levels were checked for eight brands of latex gloves by Bio-Rad protein assay. To explore the protein contents, 15% SDS-polyacrylamide gel electrophoresis was done for latex glove extract, and to compare the protein contents, 15% SDS-polyacrylamide gel electrophoresis was performed for latex and banana extract. Fuchsin-sulfite glycoprotein stain was done to know whether the lyophilized latex extract contain protein or glycoprotein. In order to investigate the incidence of latex IgE-mediated hypersensitivity, 35 hospital employees were interviewed and latex skin prick tests were performed. Of the 35 subjects, there were 15 operating room nurses, and 20 residents.

Results

- 1) The extractable protein levels for the several brands of the latex gloves were variable in Bio-Rad protein assay. The protein levels in powdered gloves were a little higher than powder-free gloves.
- 2) SDS-polyacrylamide gel electrophoresis; The three major protein bands of latex glove extract were found in less than 10kd, 14kd, 29kd. The protein bands for banana and latex glove extract were different each other. For Fuchsin-sulfite glycoprotein stain, the result was negative.
- 3) Questionnaires for latex allergy and latex skin prick test; Symptoms associated with glove wearing were acknowledged by six volunteers (17%) (4: contact dermatitis,

1: contact dermatitis and focal urticaria, 1: skin itching). Among six volunteers with symptoms associated with glove wearing, two subjects were a positive response for latex skin prick test. One had symptom of skin itching, the other had symptoms of contact dermatitis and focal urticaria.

Conclusion

This results suggest that the protein levels of latex gloves from different manufacturers were variable, and the major bands of latex extract were found less than 10kd, 14kd, 29kd and the protein bands for banana and latex extract were different each other on the SDS-polyacrylamide gel electrophoresis. The questionnaires and latex skin prick test could be one of the diagnostic methods to detect latex allergy.

Key Word : Latex allergy, Latex glove extract, Latex protein

참 고 문 헌

- 1) Nutter AF: Contact urticaria to rubber. Br J Dermatology 101 : 597-9, 1979
- 2) Goh CL: Contact allergy to surgeons' gloves in their patients. Contact Dermatitis 20 : 223, 1989
- 3) White IR: Dermatitis in rubber manufacturing industries. Derm Clin 6 : 53-9, 1988

- 4) Spaner D, Dolovich J, Tarlo S, MB, BS, Sussman G, Buttoom K: Hypersensitivity to natural latex. J Allergy Clin Immunol 83 : 1135-7, 1989
- 5) Slater JE: Rubber anaphylaxis. N Engl J Med 320 : 1126-30, 1989
- 6) Tarlo SM, Wong L, Roos L, Booth N: Occupational asthma caused by latex in a surgical glove manufacturing plant. J Allergy Clin Immunol 85 : 626-31, 1990
- 7) Yassin MS, Sanyurah S, Lierl MB, Fischer TJ, Oppenheimer S, Cross J, O'Brien K, Steinmetz C, Khoury J: Evaluation of latex allergy in patients with meningomyelocele. Ann Allergy 69 : 207-11, 1992
- 8) Gold M, Swartz JS, Braude BM, Dolovich J, Shandling B, Gilmour RF: Intraoperative anaphylaxis, An association with latex sensitivity. J Allergy Clin Immunol 87 : 662-6, 1991
- 9) Iacobelli AM, McCullough JA, Ownby DR: The prevalence of latex allergy in high risk medical personnel. J Allergy Clin Immunol 91 : 216, 1993(abstract)
- 10) Lagier F, Vervloet D, Lhermet I, Poyen D, Charpin D: Prevalence of latex allergy in operating room nurses. J Allergy Clin Immunol 90 : 319-22, 1992
- 11) Yassin MS, Lierl MB, Fischer TJ, O'Brien K, Cross J, Steinmetz C: Latex allergy in hospital employees. Ann Allergy 72 : 245-9, 1994
- 12) Ownby DR, Tomlanovich M, Sammons N, McCullough J: Fatal anaphylaxis during a barium enema associated with latex allergy. J Allergy Clin Immunol 87 : 268, 1991(abstract)

- 13) Baur X, Jaeger D: Airborne antigens from latex gloves. *Lancet* 335 : 912, 1990
- 14) Lagier F, Badier M, Martigny J, Charpin D, Vervloet D: Latex as aeroallergen. *Lancet* 336 : 516–7, 1990
- 15) Baur X, Ammon J, Chen Z, Beckmann U, Czuppon AB: Health risk in hospitals through airborne allergens for patients presensitized to latex. *Lancet* 324 : 1148–9, 1993
- 16) Jaeger D, Kleinhans D, Czuppon AB, Baur X: Latex-specific proteins causing immediate type cutaneous, nasal, bronchial and systemic reactions. *J Allergy Clin Immunol* 89 : 759–68, 1992
- 17) Rodriguez M, Vega F, Garcia MT, Panizo C, Laffond E, Montalvo A, Cuevas M: Hypersensitivity to latex, chestnut, and banana. *Ann Allergy* 70 : 31–4, 1993
- 18) Luis Fernandez de Corres, Moneo I, Munoz D, Bernaola G, Fernandez E, Audicana M, Urrutia I: Sensitization from chestnuts and bananas in patients with urticaria and anaphylaxis from contact with latex. *Ann Allergy* 70 : 35–9, 1993
- 19) Young MC, Osleeb C, Slater J: Latex and banana anaphylaxis. *J Allergy Clin Immunol* 89 : 226, 1992(abtract)
- 20) Makinen-Kiljunen S: Banana allergy in patients with immediate type hypersensitivity to natural rubber latex; Characterization of cross-reacting antibodies and allergens. *J Allergy Clin Immunol* 93 : 990–6, 1994
- 21) Slater JE: Allergic reactions to natural rubber. *Ann Allergy* 68 : 203–9, 1992
- 22) Kelly KJ, Kurup V, Zacharisen M, Resnick A, Fink JN: Skin and serologic testing in the diagnosis of latex allergy. *J Allergy Clin Immunol* 91 : 1140–5, 1993
- 23) Moneret-Vautrin DA, Laxenaire MC: Routine testing for latex allergy in patients with spina bifida is not recommended. *Anesthesiology* 74 : 391–2, 1991
- 24) Kelly KJ, Kurup VP, Reijula KE, Fink JN: The diagnosis of natural rubber latex allergy. *J Allergy Clin Immunol* 93 : 813–6, 1994
- 25) Turjanmaa K, Reunala T, Rasanen L: Comparison of diagnostic methods in latex surgical contact urticaria. *Contact Dermatitis* 19 : 241–7, 1988
- 26) Yunginger JW, Jones RT, BS, Fransway AF, Kelso JM, Warner MA: Extractable latex allergens and proteins in disposable medical gloves and other rubber products. *J Allergy Clin Immunol* 93 : 836–42, 1994
- 27) Light DR, Dennis MS: Purification of a prenyltransferase that elongates cis-polyisoprene rubber from the latex of *Hevea brasiliensis*. *J Biol Chem* 264 : 18589–97, 1989
- 28) Light DR, Lazarus RA, Dennis MS: Rubber elongation by farnesyl pyrophosphate syntheses involves a novel switch in enzyme stereospecificity. *J Biol Chem* 264 : 18598–607, 1989
- 29) Dennis MS, Light DR: Rubber elongation factor from *hevea brasiliensis*. *J Biol Chem* 264 : 18608–17, 1989
- 30) Slater JE, Chhabra SK: Latex antigens. *J Allergy Clin Immunol* 89 : 673–8, 1992