

정상인 피부에서 *Malassezia* 효모균의 분포

전북대학교 의과대학 피부과학교실

김 한 육

=Abstract=

The Distribution of *Malassezia* yeast on Normal Human Skin

Han Uk Kim

Department of Dermatology, Chonbuk National University Medical School,
Chonju, Korea

Malassezia yeast is a member of the normal flora on human skin predominantly in sebum-rich regions. It is associated with several cutaneous diseases such as pityriasis versicolor, pityrosporum folliculitis and seborrheic dermatitis. Recently *Malassezia* yeast has increasingly been recognized as a cause of fungemia in premature neonates and adults receiving intravenous lipid. As a consequence, familiarity with *Malassezia* yeast is now necessary.

This paper will briefly review the taxonomic history of *Malassezia* yeast, age-related change and body-site variation in its distribution and methodologies used. [Kor J Med Mycol 3(1): 1-6]

Key Words: *Malassezia* yeast, Distribution

서 론

사람의 피부에 상재하는 *Malassezia* (*M.*) 속 (*genus*)의 효모균은 지질 친화성 (*lipophilic*) 진균으로 표재성 피부질환과 전신감염을 일으킬 수 있다. 표재성 피부질환으로는 전풍^{1,2}과 페티로스포를 모낭염³이 있고, 지루 피부염의 발생과 본 균과는 밀접한 관계가 이미 증명되었다^{4,5}. 전신 감염증은 지방산이 함유된 수액 재제를 비경구적으로 투여받는 면역능력이 감소한 신생아나 성인에서 주로 발생된다⁶.

Malassezia 효모균은 이와같이 여러가지 질환을 일으킬 수 있으므로 연령별 및 부위별로 그 분포에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 전신감염의 역학적 측면에서 이 효모균에 대한 관심이 높아지고 있다. *Malassezia* 효모균의 정상피부에서의 분포를 연구하기 위해서는 피부에서 검체를 채취한 후 직접도말검사나 배양검사를 이용

해야 되는데 검체 채취방법 및 배지의 종류에 따라 같은 사람에서도 균수의 양적 차이가 발생될 수 있다. 따라서 저자는 *Malassezia* 효모균의 동정과 분류에 대한 간단한 소개와 함께 균분포의 평가방법, 배지의 종류, 연령별 및 신체 부위별 분포에 대해 고찰하고자 한다.

Malassezia 효모균의 분류

사람의 피부에 상재하는 지질 친화성 효모균은 그 형태학적 소견에 따라 *Pityrosporum* (*P.*) *orbiculare*와 *P. ovale*로 명명되었으나^{7,8} 뒤이어 이를 명칭대신 *M. furfur*라는 이름이 공인된 이름으로 채택되었다⁹. 1990년 Simmons와 Guého¹가 사람에서 *M. sympodialis*라는 새로운 종을 발견하여 사람이외의 포유동물에서 주로 많이 분리되는 *M. pachydermatis*와 함께 *Malassezia* 속의 효모균은 총 3가지로 분류되었다¹¹. 그러나 1996년 Guého 등¹²은 *Malassezia* 속의 효모균을 형태학적, 생리

[†]별책 요청 저자: 김한육, 561-712 전북 전주시 덕진구 금암동 전북대학교병원 피부과

학적 (catalase검사, 10% Tween 20을 함유한 glucose/peptone배지, 0.5% Tween 40을 함유한 glucose/peptone배지, 0.1% Tween 80을 함유한 glucose/peptone배지 및 지질을 첨가하지 않은 Sabouraud 배지에서의 발육유무) 및 분자 생물학적 특성에 따라 7가지 종 (*M. furfur*, *M. pachydermatis*, *M. sympodialis*, *M. globosa*, *M. obtusa*, *M. restricta*, *M. slooffiae*)으로 재분류하였는데, 기존의 *M. furfur*는 *M. pachydermatis*를 제외한 6가지 종의 하나로 세분될 수 있었다. 한편 1996년 Guillot 등¹³은 7가지 종의 *Malassezia* 효모균을 분류하는데 있어 Tween 20, 40, 60, 80을 이용한 agar diffusion test라는 보다 실용적인 방법을 고안하였으며, 1997년 Mayser 등¹⁴은 PEG-35 castor oil (Cremophor EL®)을 이용한 agar diffusion test에서 오직 *M. furfur*만이 발육하며, esculin분해능은 오직 *M. sympodialis*만이 강양성을 보인다고 보고하여 이를 7가지 효모균종의 동정에 이들 특성들의 유용성을 제시하였다.

Malassezia 효모균과 다른 효모균과의 감별

사람이나 동물의 피부에서 검체를 채취하여 배양할 때 *Malassezia* 효모균 (Fig. 1)과 함께 매우 드물게 다른 효모균들이 자랄 수 있으나 집락의



Fig. 1. Cream to yellowish brown colonies *Malassezia* yeasts grown on the medium of Leeming and Notman incubated at 34°C for 14 days.

모양으로 쉽게 감별이 가능하지만 초심자는 반드시 지질친화성과 광학현미경 하에서 분생자 형성양상을 관찰하여야 된다. *Malassezia* 효모균 중 지질 친화성은 *M. pachydermatis*를 제외한 6가지 균종에서 관찰되며, 7가지 종의 *Malassezia* 효모균은 모두 단극성 repetitive형 분생자 (Fig. 2)를 형성하는데 *M. sympodialis*는 부가적으로 sympodial형 분생자 형성도 보인다^{10,12}.

균 분포의 평가 방법

연구자는 지원자들로부터 목욕 후 경과한 시간, 항진균 작용이 있는 비누나 샴푸 또는 외용약제의 사용 유무, 항진균제의 복용 유무 등을 면밀히 문진한 후에 검체를 채취해야 균분포 오차를 줄일 수 있다.

피부에서 *Malassezia* 효모균의 분포를 연구하는데 사용되는 방법은 크게 정성적 (qualitative) 방법, 반정량적 (semiquantitative) 방법 및 정량적 (quantitative) 방법으로 분류할 수 있다. 정성적 방법은 피부에서 수술용 칼이나 curette으로 채취한 검체를 직접 도말 검사하거나^{8,15} 배양하는 것이다^{8,15,16}. 반정량적 검사법으로는 평판배지를 피부에 접촉시킨 후 배양하는 방법¹⁷, 면봉을 이용하여 피부에서 검체를 채취하여 배양하는 방법¹⁸과 plastic applicator로 두피에서 검체를 채취

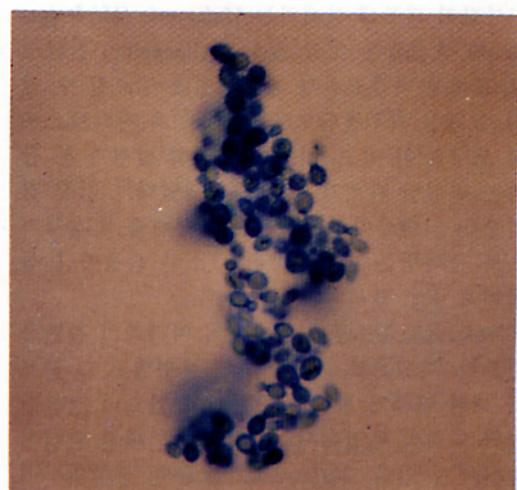


Fig. 2. *Malassezia* yeast cells with monopolar repetitive budding (Parker ink, ×950).

하여 배양하는 방법 (Van Abbe, 1964)이 있다¹⁹. 정량적 검사법은 scrub-wash method²⁰를 이용하여 체취된 검체를 배양하거나 또는 multispot microscope slide 상에서 그람염색하여 균수를 계산하는 방법이 있다²¹. scrub-wash method에 의한 배양검사는 다른 어떤 종류의 검사방법들보다 *Malassezia* 효모균의 분포를 정확히 반영해 주지만 결과를 판정하는데 시간이 많이 걸리며, 두피에는 적용하기에 어려운 단점이 있다. 따라서 *Malassezia* 효모균의 분포를 연구하는데 어떤 방법을 선택하는 것이 좋을지는 여러가지 요소를 생각한 후 결정하는 것이 바람직하다.

배지의 종류

정상피부에 존재하는 *Malassezia* 효모균은 지질 친화성을 보이므로 배양시에는 반드시 지질을 첨가시켜야 된다. 지질을 첨가하는 방법은 크게 2가지로 나눌 수 있다. 첫째는 Sabouraud배지 표면위에 올리브유를 도포하는 것이다. 이 방법은 검체로부터 균이 자라도록 할 수는 있지만 집락의 모양이나 집락의 수를 평가할 수 없기 때문에 *Malassezia* 효모균의 집락의 육안적 형태나 분포 연구에는 적당치 못하다. 따라서 고체배지내에 지질이 함유되도록 배지를 제조하는 것이 바람직하며 현재 이용되고 있는 배지는 모두 이런 방법으로 만들어지며 그 종류가 다양하다. 고체배지는 구성성분에 따라 배양시 집락의 형태나 정성적 및 정량적 연구결과에 차이가 있을 수 있다.

1964년 Van Abbe¹⁹는 두피의 비듬을 Dixon 배지 (Malt extract agar, Ox bile, Tween 40, Glycerol mono-oleate, Streptomycin sulphate, Cycloheximide로 구성)에 배양하여 4가지 형태의 *P. ovale* 집락을 분리하였다. 1989년 Midgley²²는 Dixon 배지를 변형시킨 배지 (Malt extract, Peptone, Agar, Ox bile, Tween 40, Glycerol, Oleic acid로 구성)를 이용하여 그 당시 *P. orbiculare*와 *P. ovale*로 동정된 균주들을 배양하여 집락의 형태를 관찰하였다. 이를 배양에서 *P. orbiculare*의 집락은 한가지 종류였으나 *P. ovale* 균주들의 집락은 3가지 종류로 더욱 세분되었다. *P. ovale*의 첫번째 집락은 소형의 원주형 세포, 두번째 집락은 대형의 원주형 세포, 세번째 집락은 타원형의 세포로 구성되었다. 1990년 Cunningham 등²³은 Leeming과 Notman이 만든 배지²¹ (Bacteriological peptone, Ox

bile, Glycerol, Glycerol monostearate, Tween 60, Whole fat cow's milk, Agar, Chloramphenicol, Cycloheximide로 구성)를 이용하여 *Malassezia* 효모균 집락을 형태 및 집락 주위에 형성되는 투명대 (clearing zone)와 혼탁대 (opalescent precipitate)의 존재 유무에 따라 3가지 종류 (A, B 및 C형)로 구분하였는데, 이들 3가지의 유형의 집락들은 혈청학적으로는 serovars A, B 및 C형으로 분류되었다.

1991년 Kortting 등은 *Malassezia* 효모균의 정량적 분포를 연구하는데 가장 적절한 배지를 찾기 위해 Leeming과 Notman이 만든 배지²¹, Van Abbe가 만든 Dixon배지¹⁹, Faergemann과 Fredriksson이 만든 배지¹⁶ (Bacteriological peptone, Glucose, Yeast extract, Glycerol monostearate, Tween 80, Olive oil, Agar로 구성)를 대상으로 연구를 하였는데 Leeming과 Notman이 고안한 배지가 우수한 것으로 판정하였다.

Malassezia 효모균의 분포

Malassezia 효모균은 전풍, 피티로스포룸 모낭염, 지루 피부염 등의 표재성 질환과 전신감염을 일으킬 수 있으므로 역학적 측면에서 정상피부나 병변부를 대상으로 그 분포에 대한 연구가 많이 시행되었다. 그러나 대부분의 연구는 이들 균종들을 구별하지 않고 하나의 속으로 취급하여 이루어졌는데 그 이유는 이들 균종의 분류가 비교적 최근에 이루어졌기 때문으로 생각된다. 한편 *Malassezia* 효모균의 정성적 및 정량적 연구결과는 대상자측 요인 (대상자들의 나이차이, 인종적 차이 및 생활습관 등)과 연구자측 요인 (검체를 채취하는 방법과 계절, 사용되는 배지의 구성성분)때문에 연구자들마다 약간씩 차이가 있을 수 있다.

1. 연령별 분포

Malassezia 효모균은 지질친화성이 있으므로 피지분비가 활발해지는 사춘기를 전후로 하여 피부에서 그 수가 증가한다. 1978년 Noble과 Midgley²⁵는 맷사지용 플라스틱 빗을 사용하여 7~17세 된 백인과 흑인 총 589명의 두피로부터 검체를 채취 배양하여 *Malassezia* 효모균의 빈도를 연구하였는데 연령의 증가와 함께 그 빈도가 높아짐을 보고하였다. 1980년 Faergemann과 Fredriksson¹⁶은 신생아 25명 및 6개월, 1세, 5세, 10세, 15세

된 아이들을 각각 30명씩을 대상으로 배부에서 Curette으로 검체를 채취한 후 배양검사를 시행하였는데 1세이하 아동에서는 균이 배양되지 않았으며, 연령이 증가함에 따라 역시 높은 배양 양성을 보고하였다. 1984년 Powell 등²⁶의 신생아 집중치료실 (neonatal intensive care unit)에 있는 조산아 25명을 대상으로 한 연구와 1987년 Powell 등²⁷의 소아과의 집중치료실에서 입원한 신생아 361명을 대상으로 한 연구는 각각 균배양 양성이 32%와 36.8%를 보였는데 배양 양성인 신생아는 분만 당시의 임신 주 수가 적었고, 집중치료실에 입원해 있는 기간이 길었는데 입원 기간이 길면 여러 사람의 집중 치료실 종사자들과 피부접촉의 빈도가 많게되어 *Malassezia* 효모균이 신생아에게 옮겨질 기회가 증가할 수 있다고 한다. 1988년 Bergbrant와 Faergemann²⁸은 29~81세되는 60명을 대상으로 scrub-wash method를 이용하여 전흉부에서 피부 단위면적 (cm^2)당 *Malassezia* 효모균 수를 측정하고 부가적으로 피부의 지질을 측정하였는데 노년층에서는 균수가 젊은 성인군보다 적었는데 그 이유를 연령의 증가와 함께 피지의 분비가 감소하기 때문으로 설명하였다.

2. 신체부위별 분포

정상피부에서 *Malassezia* 효모균은 피지분비가 왕성한 두피, 안면, 전흉부, 상배부에 많이 존재하고 있으며 상지와 하지에서는 정성적 및 정량적 분포가 미약하다. 따라서 *Malassezia* 효모균 연관질환, 즉 전풍, 피티로스포름 모낭염, 지루 피부염은 이와같은 균의 분포양상과 일치하여 발생된다. 1969년 Roberts¹⁵는 두피 (6개월에서 93세 까지의 100명), 전흉부 (15세에서 74세까지의 50명), 배부 (15세에서 52세까지의 10명)의 정상피부를 대상으로 수술용 칼로 검체를 채취하여 직접도 말검사와 배양검사를 병행하여 *Malassezia* 효모균 (구형 및 타원형 세포로 분류)의 빈도를 조사하였는데 두피에서는 타원형 세포 (97%)가 구형 세포 (74%)보다 빈도가 높았고, 전흉부는 빈도가 두가지 형태의 균사이에 차이가 없었고 (각각 92%), 배부는 구형 세포 (100%)가 타원형 세포 (80%)보다 높았다. 1983년 Faergemann 등²⁹은 18~35세된 10명의 성인을 대상으로 scrub-wash method를 이용하여 전흉부, 상배부, 상완부, 다리, 손의 배부에서 정량검사를 하였는데 전흉부, 상

배부에서 균수가 많이 관찰되었고, 상완부, 다리 및 손의 배부는 극히 적어 피지분비가 많은 부위에 일치하여 *Malassezia* 효모균이 상재균으로 존재함을 보고하였다. 1989년 Leeming 등¹⁸은 16명의 젊은 사람을 대상으로 scrub-wash method와 swab method를 이용하여 채취한 검체를 배양하였는데 두피는 빈도가 100%, 이마, 전흉부 및 상배부는 빈도가 각각 87.5%, 100%, 100%였다. 정상 피부에서 *M. furfur*의 분포에 대한 연구는 국내에서는 1982년 진과 한³⁰, 1993년 차 등³¹의 연구가 있는데 역시 피지분비가 왕성한 두피나 흉부, 배부가 다른 부위보다 빈도가 높았다.

결 론

Malassezia 효모균은 정상피부의 상재균이지만 표재성 및 전신 감염증을 일으킬 수 있으므로 정상 피부의 *Malassezia* 효모균의 정성적 및 정량적 분포에 대한 연구가 많이 시행되고 있다. 이 전균은 피지분비가 많은 부위에 주로 많이 분포하며 직접도말검사상 크게 구형과 타원형의 세포로 나눌 수 있으며 배양검사상 여러가지 형태의 접락을 보이고 접락을 구성하는 세포의 형태도 접락의 형태에 따라 차이가 있는 것으로 보고되어 왔다. 본 진균은 최근들어 7가지 종으로 분류되었기 때문에 향후 각각의 종들에 대한 보다 세부적인 많은 연구가 필요하며, *Malassezia* 효모균 연관질환과 각각의 종들과의 관계를 역학적 측면에서 규명할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- Burke RC. *Tinea versicolor*: susceptibility factors and experimental infection in human beings. *J Invest Dermatol* 1961; 36: 389-401
- McGinley KJ, Lantis LR, Marples RR. Microbiology of *tinea versicolor*. *Arch Dermatol* 1970; 102: 168-171
- Potter BS, Burgoon CF, Johnson WC. *Pityrosporum folliculitis*. *Arch Dermatol* 1973; 107: 388-391
- Skinner RB, Noah PW, Taylor RM et al. Double-blind treatment of seborrheic dermatitis with 2% ketoconazole cream. *J Am Acad Dermatol* 1985; 12: 852-856

5. Wishner AJ, Teplitz ED, Goodman DS. *Pityrosporum*, ketoconazole, and seborrheic dermatitis. J Am Acad Dermatol 1987; 17: 140-141
6. Marcon MJ, Powell DA. Epidemiology, diagnosis, and management of *Malassezia furfur* systemic infection. Diagn Microbiol Infect Dis 1987; 7: 161-175
7. Benham RW. The cultural characteristics of *Pityrosporum ovale*-a lipophilic fungus. J Invest Dermatol 1939; 2: 187-203
8. Gordon MA. Lipophilic yeastlike organism associated with tinea versicolor. J Invest Dermatol 1951; 17: 267-272
9. Yarrow D, Aheam DG. Genus 7. *Malassezia* Bailon. In: NJW Kreger-van Rij ed. The Yeasts-a taxonomic study, 3rd ed. Amsterdam: Elsevier Science Publishing Co., 1984: 882-885 (Cited from Marcon MJ, Powell DA, 1992)
10. Simmons RB, Gueho E. A new species of *Malassezia*. Mycol Res 1990; 94: 1146-1149
11. Marcon MJ, Powell DA. Human infections due to *Malassezia* spp. Clin Microbiol Rev 1992; 5: 101-119
12. Guého E, Midgley G, Guillot J. The genus *Malassezia* with description of four new species. Antonie van Leeuwenhoek 1996; 69: 337-355
13. Guillot J, Guého E, Lesourd M, et al. Identification of *Malassezia* species. A practical approach. J Mycol Méd 1996; 6: 103-110
14. Mayser P, Haze P, Papavassilis C, et al. Differentiation of *Malassezia* species: selectivity of Cremophor EL, Caster oil and ricinoleic acid for *M. furfur*. Br J Dermatol 1997; 137: 208-213
15. Roberts SOB. *Pityrosporum orbiculare*: incidence and distribution on clinically normal skin. Br J Dermatol 1969; 81: 264-269
16. Faergemann J, Fredriksson T. Age incidence of *Pityrosporum orbiculare* on human skin. Acta Derm Venereol (Stockh) 1980; 60: 531-533
17. Ross S, Richardson MD, Graybill JR. Association between *Malassezia furfur* colonization and seborrhoeic dermatitis in AIDS patients. Mycoses 1994; 37: 367-370
18. Leeming JP, Notman FH, Holland KT. The distribution and ecology of *Malassezia furfur* and cutaneous bacteria on human skin. J Appl Bacteriol 1989; 67: 47-52
19. Van Abbe NY. The investigation of dandruff. J Soc Cosmet Chem 1964; 15: 609-630
20. Williamson P, Kligman AM. A new method for the quantitative investigation of cutaneous bacteria. J Invest Dermatol 1965; 45: 498-503
21. Leeming JP, Notman FH. Improved methods for isolation and enumeration of *Malassezia furfur* from human skin. J Clin Microbiol 1987; 25: 2017-2019
22. Midgley G. The diversity of *Pityrosporum (Malassezia)* yeasts in vivo and in vitro. Mycopathologia 1989; 106: 143-153
23. Cunningham AC, Leeming JP, Ingham E, et al. Differentiation of three serovars of *Malassezia furfur*. J Appl Bacteriol 1990; 68: 439-446
24. Korting HC, Loferer S, Hamm N. The detergent scrub method for quantitative determination of *Malassezia furfur* on chest and back skin: comparative evaluation of three different media. Mycoses 1991; 34: 267-271
25. Noble WC, Midgley G. Scalp carriage of *Pityrosporum* species: The effect of physiological maturity, sex and race. Sabouraudia 1978; 16: 229-232
26. Powell DA, Aungst J, Snedden S, Hansen N, Brady M. Catheter-related *Malassezia furfur* sepsis in five infants receiving intravenous fat emulsions. J Pediatr 1984; 105: 987-990
27. Powell DA, Hayes J, Durrell DE, Miller M, Marcon MJ. *Malassezia furfur* skin colonization of infants hospitalized in intensive care units. J Pediatr 1987; 111: 217-220
28. Bergbrant I-M, Faergemann J. Variations of *pityrosporum orbiculare* in middle-aged and elderly individuals. Acta Derm Venereol (Stockh) 1988; 68: 537-540
29. Faergemann J, Aly R, Maibach HI. Quantitative variations in the distribution of *Pityrosporum orbiculare* on clinically normal skin. Acta Derm Venereol (Stockh) 1983; 63: 346-348
30. 진홍상, 한신원. 정상 피부에서 *Pityrosporum orbiculare* 및 *Pityrosporum ovale*의 빈도. 대피

- 지 1982; 20: 631-638
31. 차형기, 문두찬, 권경술 등. 정상인 피부에서
나타난 미생물. 대한의진균학회지 1998; 20(1): 23-25.
1. Van Appel NY. The beginning of dermatology. Soc Dermatol 1982; 21: 90-93.
2. Williams P, Kligman AM. A new method for
the determination of epidermalization by
use of tritium-labeled DNA. J Clin Microbiol 1982;
25(1): 208-211.
3. Williams G. The division of immunology (Mu-
niz) between the two main areas of immunology
was first made in 1949, but it was not until
1971 that the term 'immunobiology' was
first used. Immunobiol 1982; 100: 101-103.
4. Cummings AG. Technicalities of the
differentiation of the responses of the immune
system. Immunobiol 1982; 98: 343-349.
5. Kouris HC, Tsiaras Z, Hwang N. The differentiation
of cellular mechanisms for immunobiological
responses may be due to their different mecha-
nisms of action. Immunobiol 1982; 98: 350-353.
6. Nichols WC, Mighels O. Some studies of the
immunobiological effects of biological agents.
Immunobiol 1982; 98: 354-357.
7. Hwang N. Cellular responses of the immune
system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 358-360.
8. Powers DE, Miller J, Danner DE, Miller W.
Human MI. Antivaccination views still con-
cerned to human possibility in intensive care
units. Immunobiol 1982; 98: 361-363.
9. Bagshawen I-W. Relationship of the
immunobiological properties of middle-aged men to
their individual age. Ann Derm Venereol (Stockh)
1982; 68: 232-240.
10. Bagshawen I-W. Human MI. Quantitative
relationships in the development of the human
immune system. Ann Derm Venereol (Stockh)
1982; 68: 241-248.
11. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Antivaccination views still con-
cerned to human possibility in intensive care
units. Immunobiol 1982; 98: 364-367.
12. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 368-371.
13. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 372-375.
14. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 376-379.
15. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 380-383.
16. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 384-387.
17. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 388-391.
18. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 392-395.
19. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 396-399.
20. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 400-403.
21. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 404-407.
22. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 408-411.
23. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 412-415.
24. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 416-419.
25. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 420-423.
26. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 424-427.
27. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 428-431.
28. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 432-435.
29. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 436-439.
30. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 440-443.
31. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 444-447.
32. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 448-451.
33. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 452-455.
34. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 456-459.
35. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 460-463.
36. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 464-467.
37. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 468-471.
38. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 472-475.
39. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 476-479.
40. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 480-483.
41. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 484-487.
42. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 488-491.
43. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 492-495.
44. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 496-499.
45. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 500-503.
46. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 504-507.
47. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 508-511.
48. Powers DE, Miller J, Danner DE, Powers MI.
Human MI. Quantitative relationships of the
immune system to live antigenic substances in
vaccination. Immunobiol 1982; 98: 512-515.
49. 피티로스포룸의 분포에 관한 관찰. 대피지
1993; 31: 548-558