일부 대학생 신발에서 분리된 진균의 동정 및 분리 빈도

MICROBE

지도교수 : 육근돌 / 정해영 이민규

회장 : 곽민진 / 부회장 : 윤숙연

4학년 : 성지영 이윤우 정기호

3학년 : 강진솔 김수연 박정희

2학년 : 임현빈 강희주 민태희 유지민 이서영 노송연 문정민 서승주 조현지 주혜민 김하은 김지은

1학년 : 김보경 김민지 견수진 김유나 명채희 우상지 유보영 유현서 정태희 김도언 유재민 임동현 임희정

INTRODUCTION

신발 중 통기성이 떨어지는 운동화는 내부가 밀폐되어 통풍이 잘되지 않는다. 특히 활동량이 많거나 운동을 할 경우 신발 내부의 땀이 제대로 배출되지 못해 온도와 습도가 상승하고, 이는 신발을 축축하게 만들어 곰팡이가 자라기 좋은 환경을 형성한다. 실제로 곰팡이는 따뜻하고 습한 조건에서 번식하며, 고습도 환경에서의 곰팡이 농도는 저습도 환경보다 약 40배 높게 나타난다. 또한 발에서 떨어지는 각질과 피부 잔여물은 곰팡이의 영양원이 되어 성장에 더욱 유리한 조건을 제공한다. 이와 같은 신발 환경은 무좀이나 발 피부염의 원인이 될 수 있으며, 면역력이 약한 환자에게는 호흡기 질환으로 이어질 위험도 있다. 더불어 신발을 신고 보행할 때 발생하는 먼지로 인해 미생물 오염에 노출될 수 있다는 연구도 보고되어 임상적으로도 의의가 크다. 이에 본 연구에서는 대학생들이 주로 착용하는 운동화, 크록스, 슬리퍼 등 다양한 신발에서 발생할 수 있는 진균을 규명하고, 신발 종류에 따른 진균 발생 가능성을 파악하고자 하였다. 특히 통기성이 낮고 운동 시 자주 착용되는 운동화에서 진균 발생률이 가장 높을 것이라는 가설을 세웠으며, 실제로 균을 분리하고 동정함으로써 신발에서 자라는 곰팡이의 종류와 분리 빈도를 확인하였다. 이를 통해 예방의 필요성을 제시하고자 한다.

METHOD

-재료

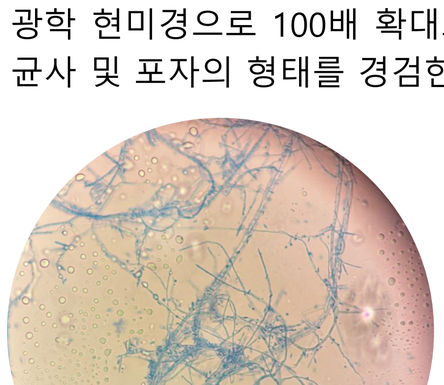
본 연구는 2025년 7월 1일부터 7월 8일까지 일주일간 일부 대학생을 대상으로 신발 샘플을 채취하였다. 대상은 남학생 7명, 여학생 24명으로 총 31명이었으며, 신발 종류는 슬리퍼 4개, 크록스 9개, 운동화 18개였다. 샘플 채취는 신발 내부 중 통풍이 가장 어렵고 습기가 쉽게 차는 앞쪽 부위를 대상으로 하였으며, 멸균 면봉을 사용하여 해당 부위를 긁어 시료를 얻었다. 이후 면봉을 Sabouraud Dextrose Agar(SDA)에 접종하였고, 배지는 2025년 7월 8일부터 7월 31일까지 여름철 실온에서 약 3주간 배양하였다. 배양 과정에서 충분히 성장했다고 판단된 곰팡이 집락은 형태학적 특징과 성장을 관찰하기 위해 즉시 후속 실험을 진행하였다.

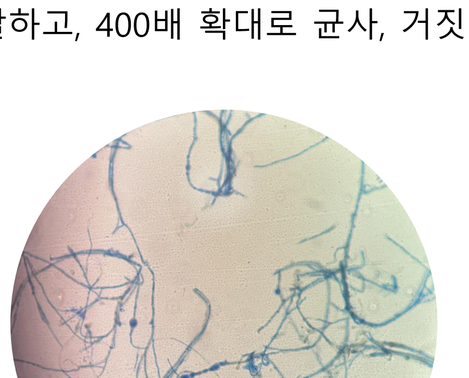
-동정 방법 (Lactophenol Cotton Blue stain)

균사의 형태와 포자를 관찰하기 위해 Lactophenol Cotton Blue(LPCB) 염색을 실시하여 광학 현미경으로 확인하였다. LPCB 염색의 원리는 다음과 같다. Lactic acid는 진균의 구조를 보존하고 투명제로 작용하여 관찰을 용이하게 하며, phenol은 살균 작용을 한다. Glycerol은 건조를 방지하고, cotton blue는 진균 세포벽의 주성분인 키틴에 결합하여 구조를 선명하게 염색한다. 따라서 본 염색법은 진균의 세포벽을 파란색으로 염색해 구조를 명확히 보여주는 데 유용하다.

-LPCB stain 절차

1. 슬라이드에 LPCB액 1-2 방울을 놓는다.
2. 투명한 접착 테이프를 사용해 검체를 슬라이드에 부착하여 검체와 LPCB액을 혼합한다.
3. 광학 현미경으로 100배 확대로 관찰하고, 400배 확대로 균사, 거짓균사 및 포자의 형태를 경검한다.





-동정 방법 (Germ tube test)

효모형 진균이 *Candida albicans*인지 확인하기 위해 Germ tube test를 실시하였다. 발아관 시험 시에는 발아관과 위균사를 혼동하지 않도록 주의해야 한다. 발아관은 *C. albicans*와 *C. stellatoidea*에서만 형성되며, 이는 숙주에 대한 저항성과 관련되어 병원성을 규정하는 중요한 요인이 된다. 반면 다른 *Candida*속 균주는 발아관을 형성하지 않는다.

-Germ tube test 절차

1. 신선 균주 소량을 혈청이 들어있는 시험관에 접종한다. 너무 많은 양을 접종하면 발아관 형성을 억제한다.
2. 시험관을 37℃에서 3시간 동안 배양한다.
3. Slide glass 위에 균 부유액 한 방울을 놓고 coverglass를 올려놓은 다음 현미경으로 관찰한다. 발아관은 효모 세포에서 발아하여 긴 관 모양을 이룬다.

RESULTS

-진균 속(屬)

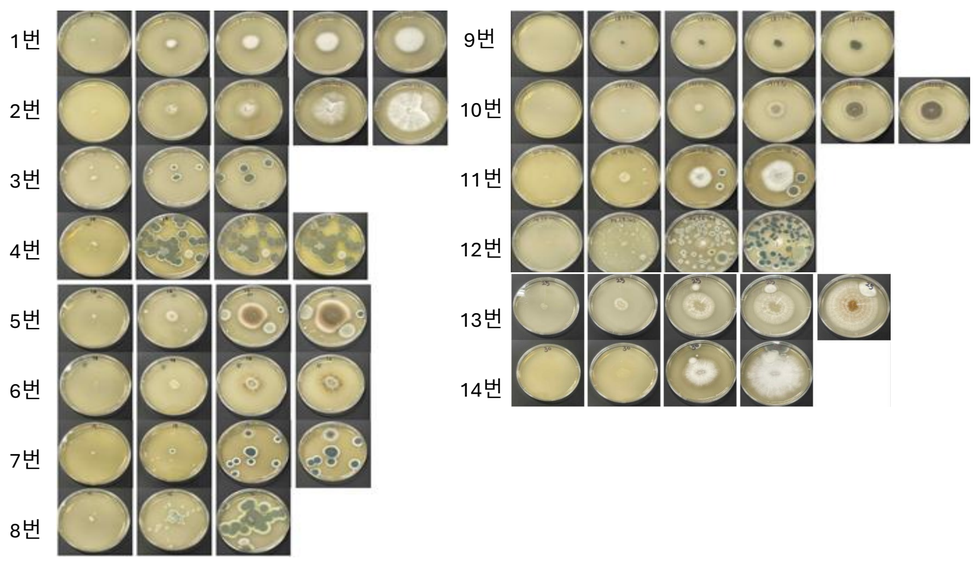
LPCB 염색을 통해 위와 같은 진균이 신발에 존재한다는 사실을 결과적으로 알 수 있었다.

① *Aspergillus* spp. ② *Chaetomium* spp. ③ *Fusarium* spp.
④ *Penicillium* spp. ⑤ *Paecilomyces* spp. ⑥ *Pseudallescheria* spp.
⑦ *Trichosporon* spp. ⑧ 외 기타 진균

추가적으로 Germ tube test를 진행한 결과 해당 효모는 *Candida albicans*가 아닌 다른 효모양 진균으로 확인되었다.

-진균의 분리 빈도

전체 신발의 약 절반에서 곰팡이가 발견되었으며, 성별에 따른 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 그러나 남자의 신발에서 곰팡이가 발견될 확률은 약 57%로, 여자 신발의 46%보다 다소 높게 나타났다. 신발 종류별로는 운동화에서 약 61%로 가장 많이 곰팡이가 발견되었고, 슬리퍼는 약 25%, 크록스는 약 22%로 나타났다.



CONCLUSION

결론적으로 운동화에서 특히 곰팡이가 잘 자라는 것을 확인할 수 있었다. 이는 운동화가 통풍이 잘되지 않고 습기가 쉽게 차는 구조로 되어 있어, 곰팡이 성장을 촉진했을 가능성을 보여준다. 이번 실험을 통해 운동화에서 곰팡이가 가장 많이 자라는 것을 직접 확인할 수 있었으며, 이를 통해 신발 내부 환경이 곰팡이 성장에 중요한 영향을 준다는 사실을 알 수 있었다. 또한 신발의 소재와 착용 조건에 따라 곰팡이 성장 정도에 차이가 있다는 점에서, 개인 위생과 신발 관리의 중요성을 알 수 있었다. 단, 성별에 따른 유의미한 차이를 알 수 없었으므로 후에 추가적으로 연구가 필요하다.