대한치과의료관리학회지
Journal of Korean Academy of Dental Administration
2018, 제6권 제1호
ISSN 2288-2804

원 저

구취에 따른 구강 내 형태별 세균의 분포 및 운동성, 진균 균사 분석

김도경[1†], 변유경[2], 최현지[2], 이가람[2], 최유리[2], 최유진[2]

[1]연세대학교 치과대학 구강병리학교실, 구강종양연구소, [2]건양대학교 의과학대학 치위생학과

Analysis of fungal hyphae, distribution and motility of bacteria in oral cavity according to halitosis

Do Kyeong Kim[1†], You-Kyeong Byeon[2], Hyun-Ji Choi[2], Ga-Ram Lee[2], Yu-Ri Choi[2], Yu-Jin Choi[2]

[1]Department of Oral Pathology, Oral Cancer Research Center, College of Dentistry, Yonsei University,
[2]Department of Dental Hygiene, College of Medical Science, Konyang University

Abstract

Halitosis is primarily caused by bacterial decay. The bacteria, which originate from biofilms such as dental plaque, show abnormal proliferation due to dental caries, periodontal diseases, soft tissue infections, and tongue diseases. Most studies on halitosis have exclusively focused on gram-negative bacteria in the oral cavity rather than on general oral microorganisms including oral fungi. This study analyzed oral fungal hyphae, as well as distribution and motility of oral microorganisms, and provided basic data on the control of halitosis. Our results revealed that the greater is the number of cocci bacteria, the higher is the halitosis value, or bad breath value (BBV), suggesting that cocci have a strongly positive correlation with halitosis (r=0.379, p=0.030). Moreover, there was no significant difference in the morphology or distribution of motile bacteria and motility score, with respect to BBV. Lastly, we investigated the relationship between halitosis and oral fungal hyphae. We found that a higher BBV corresponded with a greater number of fungal hyphae and that patients with fungal hyphae scored a higher BBV. However, this result was not statistically significant. In conclusion, this study provided the preliminary data on oral microorganisms and halitosis, but further studies are needed to analyze the relationship between oral microorganisms and halitosis.

Key Words: Halitosis, Coccus, Bacillus, Spirillum, Motility, Fungus

Received: October 4, 2018 **Revised:** October 16, 2018 **Accepted after revision:** October 20, 2018
†**Correspondence to** Do Kyeong Kim
Department of Oral Pathology, Oral Cancer Research Institute, College of Dentistry, Yousei Univerisity, 50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Korea
Tel: +82-2-2228-3037, **Fax:** +82-2-392-2959, **E-mail:** dkkim2908@naver.com

© 2018 Journal of Korean Academy of Dental Administration

I. 서론

구취란 구강 내 원인이 되어 발생되는 악취뿐만 아니라 위장, 간, 폐 등 전신 질환에 의한 악취 중 구강을 통해서 나오는 불쾌한 냄새를 일컬으며, 일차적으로 세균성 부패에 의해 유발되는 것으로 밝혀졌다. 이러한 세균은 구강 내 치면세균막에 기원하고 있으며(Lee et al, 1998). 치아우식증, 치주질환 등의 구강질환을 유도하고, 이로 인해 이상 증식한 세균, 대표적으로 F. *nucleatum*, P. *gingivalis* 등의 특정세균이 구취와 관련있다고 주로 보고되었다(Persson et al, 1989; Persson et al, 1990; Kim and Kim, 2004; Yoon et al, 2004). 실제로, 치아우식증, 치은염 및 치주염을 앓고 있는 많은 환자들이 구취를 호소하며, 치주낭과 혀의 점막 등에 서식하는 세균에 의해 황화합물(VSC) 생성이 유도되어 구취가 유발됨이 보고되었다(Bae et al, 2006; Scully and Greenman, 2012).

하지만 구취와의 연관성이 보고된 특정 세균 외에도, 치아우식증은 S. *mutans*인 구균 등(Jung, 2008), 치주질환은 P. *gingivalis*, T. *forsythia*인 간균, T. *denticola*인 나선균 등으로 다양한 구강 세균이 치아우식증과 치주질환의 원인이 됨에 있어(Kim et al, 2005), 다양한 세균과 구취와의 분석이 요구된다.

또한, 구강 내에는 세균뿐만 아니라 진균이 존재한다. 진균의 대표적인 감염성 질환은 구강캔디다증(Candidasis)으로 구취의 약 60%를 차지하는 혀에서 상피층이 두껍게 각화되어 설태(백태)를 보이는 것이 임상적 특징이다(Korean Association of Oral and Maxillofacial Pathology, 2005; Jung, 2008; Je, 2010). 그러므로 구취와 구강 내 세균뿐만 아니라 진균을 포함한 전반적인 구강 미생물과 구취와의 연구의 필요성이 요구된다.

본 연구에서는 구취에 따른 구강 내 형태별 세균의 분포 및 운동성을 분석하고, 진균 균사의 유무를 알아보아 향후 구취조절에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 2018년 3월12일부터 5월1일까지 k대학교 구강위생실습 수업에 참여한 사람을 대상으로 약물 복용 및 당뇨, 위장질환, 폐질환, 간질환 등 전신질환을 제외한 건강한 사람을 대상으로 설정하였다. 연구 대상자에게는 연구 목적으로 설명한 후 연구 동의서에 동의한 사람에 한하여 연구를 진행하였다(KYUH 2017-120). 표본크기는 G. Power program을 근거로, 28명으로 확인되었으나 탈락가능성 25%를 고려하여 총 40명이 본 연구에 참여하였으며, 그 중 실험적 오류에 인한 5명을 제외한 35명을 대상자로 선정하였다.

2. 연구재료 및 방법

(1) 구취 측정

구강 내 가스 측정은 휘발성 황화합물(VSC)를 포함한 구강 내 여러 가지 구취가스를 복합적으로 측정하는 BB-Checker (mBA-21, Plustech, Korea)장비를 사용하여 측정하였다. BB-Checker는 OG로 설정하였다. 각 측정 간에 3분 정도 간격을 두고 측정하여 2회 측정치의 평균값을 연구에 사용하였다. 2회 측정치가 1회 측정치와 20점 이상 차이가 날 때는 1회 추가 측정하여 3회의 측정치 중 많은 차이가 나는 것을 배제한 후 두 측정치의 평균값을 사용하였다. 연구대상자들의 구취 정도의 단위는 BBV (Bad Breath Value)이며, 구취 정도가 50 BBV 미만이면 정상 범위로, 50 BBV 이상부터는 구취가 있는 것으로 분류하였다(Lee et al, 2007; Jung and Lee, 2016).

(2) 형태별 세균 확인 및 운동성 측정

형태별 세균의 확인 및 운동성 측정법은 문헌을 참고하여 시행하였다(Jung and Jung, 2008). 하악 제1대구치 설면의 치면세균막을 탐침 혹은 micro brush로 채취한 후 slide glass에 도말하였다. 이 후, 증류수를 그 위에 떨어뜨리고 cover glass로 덮은 후, 위상차 현미경을 이용하여 200배로 검경하였다. 구강 내 세균의 외형은 판독할 영상의 한 시점을 정하여 둥근 모양은 구균, 막대 모양은 간균, 나선 모양은 나선균으로 분류하여 분석하였다.

세균의 운동성은 동영상을 20~30초 촬영하여 분석하였다. 객관성을 위하여 녹화된 한 영상을 2명의 연구자가 각자 판정 한 후 평균을 내었다. 이때, 각자 판정한 결과가 차이가 많이 날 경우 한 명의 연구자가 추가 판정하여 차이가 많이 나는 결과를 제외하고 평균값을 사용하였다. 판독할 영상의 한 시점을 정하여 세균 형태에 따른 전체 세균의 수를 세었다. 그 중에서 운동성이 있는 세균을 분석하여 개개의 세균 별로 운동성 점수를 더하여 표시 하였다. 단, 구균은 운동성이 없으므로 제외하였다(Jung and Jung, 2008). 점수는 운동성이 없는 경우 0점, 제자리에서 약간 움직이며 운동성이 느릴 때 1점, 빠르게 움직이거나 섬모활동으로 빠른 원운동을 계속할 때 2점으로 배점하였다.

(3) 진균 균사 염색(Periodic acid-schiff staining)

환자의 진균 염색을 위해 설압자를 이용하여 혀의 배면을 긁어 slide glass에 도말 하였다. 도말한 표면은 95% 알코올 고정액에 넣어 1시간 이상 고정시켰으며, 알코올을 이용한 탈수과정을 거쳤다. 그 후 증류수에 희석한 0.5% 과옥소산(Periodic acid)용액에 10분, 쉬프(Schiff)용액에 2시간 이상 염색하여 적색발색 시켰다. 마지막으로 헤마톡실린(Hematoxylin) 대조 염색 후, 탈수, 투명, 봉입의 과정을 거쳤다.

3. 통계 분석

실험을 통해 얻은 값에 대한 통계처리는 SPSS 18.0 (한글판)을 사용하여 분석하였고 구취 분류에 따른 구강 내 형태별 세균의 분포, 구취 분류에 따른 운동성 및 비운동성 세균 분포, 구취 분류에 따른 세균 운동성 점수, 진균 균사 유무에 따른 구취 수치 분석은 Mann-Whitney test, 형태별 세균과 구취와의 상관관계는 Pearson's correlation, 구취 분류에 따른 진균 균사 분포도는 Fisher's exact test를 사용하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자의 일반적 특성 조사 결과, 35명 중 남자 10명(28.57%), 여성 25명(71.43%)으로 분포하였다. 이 중, 구취 수치가 50 BBV 이상인 경우는 7명(20%)으로 남자 3명, 여자 4명으로 나타났다. 연령분포는 10대 3명(8.57%), 20대 25명(71.43%), 30대 2명(5.71%), 40대 1명(2.86%), 50대 4명(11.43%)로 나타났으며, 이 중, 구취 수치가 50 BBV 이상인 경우는 총 7명(20%)으로 20대 5명, 30대 1명, 40대 1명으로 나타났다.

2. 구취에 따른 구강 내 형태별 세균의 분포

구취에 따른 구강 내 형태별 세균의 분포를 조사하기 위해 형태별 세균은 구균, 간균, 나선균으로 분류하였으며, 구취는 50 BBV를 기준으로 분석하였다. 구취 분류에 따른 형태별 세균의 분포도를 확인한 결과(Table 1), 구취 수치가 50 BBV 이상인 경우, 구균 33.29±42.42개, 간균 7.71±2.75개, 나선균 0.14±0.38개로 나타났다. 반면, 구취 수치가 50 BBV 미만인 경우는 구균 19.57±24.91개, 간균 15.14±19.44개, 나선균 0.07±0.38개로 확인되었다. 즉, 구취 수치

가 높은 경우(≥50 BBV), 구균과 나선균의 수가 높았다(구균; p=0.421, 간균; p=0.772, 나선균; p=0.305). 추가로 연구대상자들의 구취 수취에 따른 전체 세균의 분포는 구취 수치가 50 BBV 이상인 경우 41.14±44.23개로, 구취 수치가 50 BBV 미만인 경우 34.79±42.58개에 비해 높았다(p=0.577). 즉, 연구대상자의 구취 수치가 높은 경우(≥50 BBV), 구균과 나선균의 수가 많았으며 전체 세균의 분포도 많았다. 하지만, 이러한 결과는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

추가로 구취와 구강 내 형태별 세균과의 상관관계를 시행한 결과(Table 2), 간균과 나선균의 영향을 통제하였을 때 구균과 구취와의 상관계수가 0.379 (p=0.030)로 양의 상관관계를 보이며, 구균과 구취가 서로 14.36% (r^2)연관이 있음을 확인하였다. 또한, 구균과 나선균의 영향을 통제하였을 때 간균과 구취와의 상관계수가 −0.350 (p=0.046)으로 음의 상관관계를 보이며, 간균과 구취가 서로 12.25% (r^2)연관이 있음을 확인하였다.

종합해보면, 구취에 따른 구강 내 형태별 세균의 분포도에는 유의한 차이가 없었으나, 구취와 구강 내 형태별 세균의 상관관계 분석에서 나머지 세균의 영향을 통제하였을 때, 구균과 구취가 양의 상관관계, 간균과 구취가 음의 상관관계를 나타냄을 확인하였다.

3. 구취 분류에 따른 구강 내 형태별 세균의 운동성 분석

구취에 따른 세균의 운동성 분석 결과 중, 첫 번째로 구취 분류에 따른 운동성 세균의 분포 양상을 확인하였다(Table 3). 연구대상자의 구취 수치가 50 BBV 이상인 경우, 비운동성 세균의 분포는 88.9%로 50 BBV 미만의 비운동성 세균의 분포 74.8%보다 높았다(p=0.341). 그러나, 운동성 세균 분포 경우, 구취 수치가 50 BBV 이상인 경우 11.1%로 구취 수치 50 BBV 미만의 운동성 세균 분포 25.2%에 비해 낮았다 (p=0.492). 이어서 구취 분류에 따라 운동성 세균 내

Table 1. Distribution of morphological oral bacteria by halitosis (Mean±S.D.)

구강 내 형태별 세균	구취분류		
	<50 BBV	≥50 BBV	p
구균	19.57±24.908	33.29±42.417	0.269
간균	15.14±19.442	7.71±2.752	0.326
나선균	0.07±0.378	0.14±0.378	0.658
전체	34.79±42.578	41.14±44.232	0.728

BBV: Bad breath value by BB checker.

Table 2. Correlation between halitosis and morphological oral bacteria

	구취	
	R/p	Partial R/p
구균	0.098/0.575	0.386/0.027
간균	−0.248/0.150	−0.390/0.025
나선균	−0.163/0.350	−0.167/0.352
전체 세균	0.007/0.970	

R: correlation coefficient, Partial R: partial correaltion coefficient.

Table 3. Distribution of bacteria with or without motility by halitosis (N (%))

세균 분류		구취분류		
		<50 BBV	≥50 BBV	p
운동성	비운동성	729 (74.8)	256 (88.9)	0.341
	운동성	245 (25.2)	32 (11.1)	0.492
형태별	간균	243 (99.2)	32 (100)	0.338
	나선균	2 (0.8)	0 (0.0)	0.624
전체		974 (100)	288 (100)	

BBV: Bad breath value by BB checker.

형태별 세균의 분포를 비교한 결과, 연구 대상자의 구취 수치가 50 BBV 이상인 경우, 운동성 간균의 분포는 100% (32개)로 더 높았다. 그러나, 운동성 나선균의 분포는 구취 수치가 50 BBV 미만인 경우가 0.8% (2개)로 50 BBV 이상인 경우에 비해 더 높았다. 종합해보면, 구취 수치 높은 경우(≥50 BBV), 비운동성 세균의 분포가 높았고, 운동성 세균 분포는 상대적으로 낮았다. 또한, 운동성 세균 중, 운동성 간균의 세균 분포가 높은 것으로 보였으나, 이러한 결과들은 모두 통계적으로 유의한 차이가 없었다(간균; p=0.338, 나선균; p=0.624).

두 번째로, 연구대상자들의 구취 분류에 따른 세균의 운동성 점수를 분석하였다(Table 4). 그 결과, 구취 50 BBV 미만인 경우의 세균 평균 운동성 점수는 0.35±0.28점으로, 구취 50 BBV 이상의 세균의 평균 운동성 점수 0.19±0.23점에 비해 높았다. 즉, 구취 수치가 낮은 경우(<50 BBV)가 구취 수치가 높은 경우(≥50 BBV)에 비해 평균 운동성 점수가 높았으나, 이는 통계적으로 유의한 차이는 없었다(p=0.066).

위의 결과를 종합해보면 구취 분류에 따른 형태별 세균의 운동성을 분석한 결과, 구취 분류에 따른 형태별 운동성 세균의 분포와 운동성 점수에 따른 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

Table 4. Analysis of bacterial motility score by halitosis (Mean±S.D.)

구취분류	세균의 운동성 (점수총합/세균수)	p
<50 BBV	0.35±0.28 (283/974)	0.066
≥50 BBV	0.19±0.23 (32/288)	

4. 구취와 진균 균사 분석

구취와 진균 균사의 연관성을 확인하기 위해서 연구대상자 35명에서 진균균사 염색을 시행하여 균사 유무를 확인하였다(Table 5, Fig. 1). 그 중 총 4명(11.4%)에서 적색 발색을 띄는 진균 균사가 확인되었다. 발견된 진균 균사와 구취 수치와의 연관성을 확인하기 위하여, 우선 진균 균사 유무에 따른 구취 수치를 분석하였다. 그 결과, 진균 균사가 있는 사람의 평균

Table 5. Relationship between halitosis and fungal hyphae

진균 균사	구취 수치§ (mean±S.D.)	p	구취분류ᶠ N (%)			p
			<50 BBV	≥50 BBV	Total	
유	38.87±22.45	0.897	3 (10.7)	1 (14.3)	4 (11.4)	0.793
무	37.85±18.74		25 (89.3)	6 (85.7)	31 (88.6)	

§Mann Whitney test, ᶠFisher's exact test.

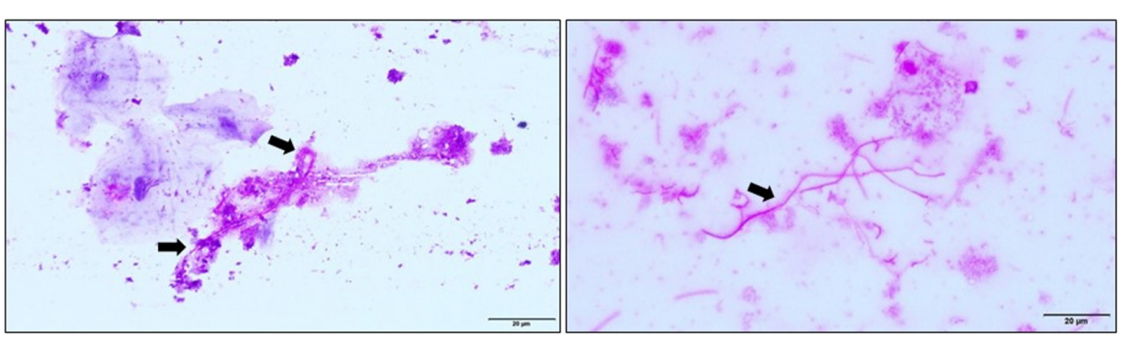

Fig. 1. Oral fungal hyphae staining.

구취 수치는 38.87±22.45 BBV로 진균 균사가 없는 사람의 평균 구취 수치 37.85±18.74 BBV에 비해 높았다(p=0.897). 추가적으로 구취 분류에 따른 진균 균사 분포도를 조사한 결과, 구취 수치가 50 BBV 이상인 경우 진균 균사를 가진 환자의 분포는 14.3%로 구취 수치가 50 BBV 미만인 경우 진균 균사를 가진 환자의 분포 10.7%에 비해 높았으나, 이는 유의한 차이를 보이지 않았다(p=0.793).

즉, 구취가 높을수록(≥50 BBV) 진균 균사 분포도가 높았으며, 진균 균사가 있는 환자의 평균 구취 수치가 높았으나 이러한 결과는 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

IV. 고찰

구취는 전체 원인 요소 중 약 90%가 구강 내 원인에 의해 발생하며 일차적으로 세균성 부패에 의해 악취를 발생시키는 황화합물 등이 발생하여 구취를 유발하는 것으로 밝혀졌다(Lee et al, 1998; Jung, 2008). 특히 F. *nucleatum*, P. *gingivalis*인 그람 음성 간균 등과 구취와의 관련성이 주로 보고되었으나(Persson et al, 1989; Persson et al, 1990; Kim and Kim, 2004; Yoon et al, 2004), 이러한 세균이 치태, 치석 등으로부터 구강질환을 유발하여 구취가 발생할 수 있다(Lee et al, 1998). 대표적인 구강질환인 치아우식증의 원인균 S. *mutans*인 구균 등(Jung, 2008), 치주질환의 원인균 P. *gingivalis*, T. *forsythia*인 간균, T. *denticola*인 나선균 등(Kim et al, 2005), 구강 캔디다증의 원인진균인 C. *albicans* 종 등에 의해 발생한다. 이러한 이유로, 특정 세균 외에 구강질환의 원인이 되는 다양한 종류의 구강 내 미생물과 구취에 대한 상관성 연구를 지속할 필요가 있으므로, 본 논문에서는 구취에 따른 다양한 구강 내 미생물과의 연관성을 알아보고자 하였다.

본 연구에서는 먼저 구강 내 세균을 위상차 현미경을 이용하여 형태별로 분류하였다. 위상차 현미경은 환자의 구강위생교육과 동기유발을 위해, 구강질환 예측을 위한 부가적인 장비로써 사용되며, 그 외에 단순하고 간편한 조작으로 구강 내 살아있는 미생물을 관찰할 수 있는 장점이 있어 많은 선행논문에서 사용되었다(Chang, 2008; Jung and Jung, 2008). 그러나, 위상차 현미경을 이용한 세포의 양과 외형의 구별은 보다 전문화된 장비에 비해 낮은 해상도에서 세균 판독 시행해야 하는 점 등으로 인해 다소 오차가 발생 할 수 있는 한계점이 있었다. 그러므로, 정확한 세균의 형태별 특징 또는 종류 등을 판독하기 위해서는 전문화된 촬영장비 또는 PCR 등과 같은 실험기법을 이용하여 구강 내 세균을 판독할 필요가 있다.

구강 내 세균과 구취 관련성에 대해 연구한 결과, 간균과 나선균의 영향을 통제하였을 때 구균 수와 구취와의 편상관계수는 0.379로 양의 상관관계(p=0.030), 간균 수와 구취와의 편상관계수는 −0.350으로 음의 상관관계를 나타냈다(p=0.046). 이러한 결과는 구취의 원인이 되는 치아우식증 원인균인 S. *mutans*인 구균 등의 수가 높을수록 구취와 관련이 있다는 결과와 일치하였다(Kim and Kim, 2004; Yoon et al, 2004). 그러므로, 추가적으로 구균조절과 구취의 상관성에 대한 후향적 연구가 필요할 것으로 생각된다. 반면, 간균의 수가 적을수록 구취 수치가 높다는 결과는 기존 결과에 반하여 나타났다. 본 결과는 형태별 세균의 종류 판독오류의 결과로 3차원적인 세균의 형태를 2차원적 영상을 통해 판독하는 과정에서 간균이 구균으로 판독된 것으로 여겨진다. 이러한 결과를 정확히 확인하기 위해 세균 동정 등의 실험기법을 통한 전문화된 연구가 필요할 것으로 여겨진다. 구취와 구강 내 형태별 세균의 운동성에 대한 결과, 구취에 따른 운동성 세균 및 비운동성 세균의 분포와 세균의 운동성 점수 또한 유의한 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 이전 선행논문의 결과와 일치하였다(Jung and Jung, 2008). 즉, 구강 내 세균 중 구균의 양이 많을수록 구취 수치가 높게 나타나는 양의 상관관계를 확인하였으며, 구취 분류에 따른 세균의 운동성 차이는 없

는 것으로 확인되었다.

구취의 약 60%는 혀에서 유발하며, 그 중에서 특히 설태와 관련이 있다고 알려져 있다(Jung, 2008). 구강 캔디다증(Candidasis)은 구강 내에서 흔하게 발생하는 진균 감염성 질환 중 하나로 면역력이 저하된 환자에게 자주 발생하며 구강 점막 표면, 특히 혀 등의 상피층이 두껍게 각화되어 진균이 서식한다. 진균 감염에 의한 혀의 상피층 과각화는 항 진균제 또는 항 미생물 제제를 적용함으로써 완화될 수 있다(Korean Association of Oral and Maxillofacial Pathology, 2005). 본 연구결과에서는 혀의 배면에 서식하는 진균을 도말하고 진균과 구취와의 상관성을 분석하여, 진균 균사가 발견된 대상자의 평균 구취 수치가 높다는 점과 구취가 높을수록 진균 균사 분포가 높은 점을 확인하였다. 이러한 결과는 C. *albicans*가 구취의 주요 성분인 휘발성 황화합물(VSC)를 생성하는 능력을 가지며, 구취에 깊은 연관이 있다는 연구와 일치한다(Koga et al, 2014). 하지만, 본 연구에서 구취와 진균 균사 분석 결과는 통계검정 상 유의성을 확인하지 못하였다. 이러한 이유는, 본 연구대상자의 평균 나이가 26세로 대부분의 연구대상자의 나이가 20대에 편중되어 기회감염으로 인한 진균 균사가 발생할 확률이 낮아 이러한 결과를 초래한 것으로 사료된다. 그러므로 중장년층의 연구대상자 표본 수를 넓혀 진균 균사와 구취 조절에 관한 심도 있는 연구를 진행해볼 필요가 있다.

결론적으로, 본 연구결과를 예비연구로서 사용하여 향후 전반적인 구강 내 미생물과 구취와의 관련성에 대한 지속적 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 참고문헌

Bae SM, Lee JY, Choi JI, Kim SJ. The effect of a full mouth disinfection on oral malodor in chronic periodontitis patients. J Korean Acad Periodontol 2006;36(4):829-37.

Chang YS. Evaluation of motility and distribution of oral micro-flora in Korean using the phase contrast microscope [dissertation]. Cheonan: Dankook University; 2008.

Je YH. A study of etiology, diagnosis, treatment of halitosis [dissertation]. Gwangju: Chonnam National University; 2010.

Jung MA. Factors influencing the oral malodor development [dissertation]. Seoul: Hanyang University; 2008.

Jung SJ, Lee MR. A study on halitosis by oral care behavior and the oral environment. J Korea Acad Ind Soc 2016;17(1):629-37.

Jung SH, Jung HY. Correlation between the amount and activities of oral microorganisms by shapes and oral malodor components. J Korean Acad Dent Hyg 2008; 10(1):59-72.

Kim MH, Kim SM. Isolation and identification of Lactobacillus inhibiting the production of halitosis by anaerobic bacteria. J Korean Soc Dent Hyg 2004;4(2):153-63.

Kim SM, Yang KH, Choi NK, Oh JS, Kang MS. Periodontopathic bacteria in Down's syndrome. J Korean Acad Pediatr Dent 2005;32(4):717-25.

Koga C, Yoneda M, Nakayama K, Yokoue S, Haraga M, Oie T, et al. The detection of Candida species in patients with halitosis. Int J Dent 2014;2014:857647.

Korean Association of Oral and Maxillofacial Pathology. Oral & maxillofacial pathology. Seoul: Deahan Narae Publishing; 2005.

Lee YO, Hong JP, Lee TY. Halitosis and related factors among rural residents. J Oral Med Pain 2007;32(2):157-75.

Lee SG, Kho HS, Lee SW. Treatment efficacy on oral malodor according to pre-treatment volatile sulfur compound(VSC) level. J Oral Med Pain 1998;23(3):263-70.

Persson S, Claesson R, Carlsson J. The capacity of subgingival microbiotas to produce volatile sulfur compounds in human serum. Oral Microbiol Immunol 1989;4(3):169-72.

Persson S, Edlund MB, Claesson R, Carlsson J. The formation of hydrogen sulfide and methyl mercaptan by oral bacteria. Oral Microbiol Immunol 1990;5(4):195-201.

Scully C, Greenman J. Halitology (breath odour: aetiopathogenesis and management). Oral Dis 2012;18(4):333-45.

Yoon SH, Ryu BH, Ryu KW, Kim JS. Studies on characteristics and related factors in halitosis patients. J Korean Orient Int Med 2004;25(4):252-9.