

수의 마이크로바이옴 포럼 — 창립 세션

강연 및 패널 토론 요약

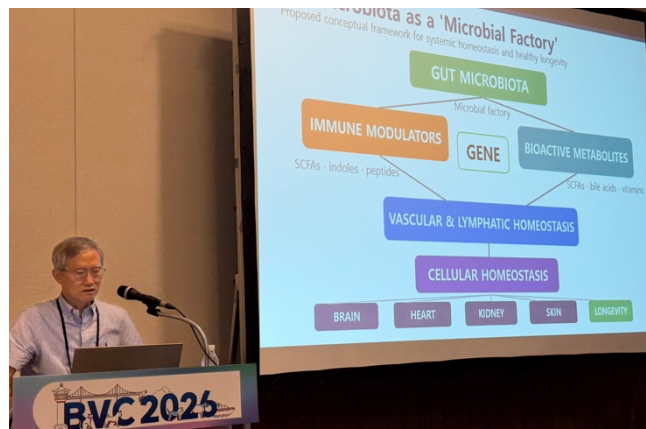
2026년 8월 30일 · 부산 BEXCO · 제9회 부산수의컨퍼런스(BVC 2026) 특별 세션



강연 1 — 수의학에서의 마이크로바이옴: 중요성과 활용

윤화영 교수 (서울대학교 수의과대학 명예교수)

윤 교수는 약물만으로는 해결되지 않던 소화기 질환의 임상 경험에서 마이크로바이옴에 대한 관심이 시작되었다고 밝혔다. 그는 장염 치료의 패러다임 전환을 설명했다. 과거에는 항생제가 중심이었으나 이제는 장내 미생물총의 회복으로 초점이 옮겨졌으며, 프로바이오틱스의 사용이 늘고 만성 장병증에 대한 객관적 질병 지수가 도입되었다. 파보바이러스성 장염과 같은 난치성 질환에서도 마이크로바이옴 조절이 의미를 갖기 시작하고 있다.



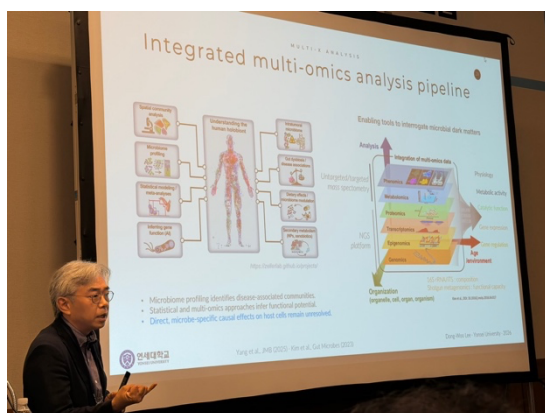
그는 장-뇌-피부 축을 강조하며 개의 불안, 불면, 아토피 피부염을 장내 미생물과 연결한 2025년 연구를 인용했고, 신체 면역세포의 약 70%가 장에 존재하므로 장 면역이 건강의 핵심 결정 요인임을 역설했다. 반려동물의 수명이 길어지면서 노화 관련 만성질환 억제를 위한 장내 미생물의 항산화 활성 또한 중요해지고 있다.

그는 마이크로바이옴 치료법을 상호 보완적인 네 가지 접근으로 정리했다 — 프리바이오틱스(이눌린, 펙틴 등 단쇄지방산을 생성하는 섬유질), 프로바이오틱스(효과가 종·균주 특이적인 살아있는 유익균), 포스트바이오틱스(사균체와 대사산물로, 뇌질환·아토피 등에서 활발히 제품화), 그리고 분변 미생물총 이식(생태계 자체의 복원). 이들은 개별 환자에 맞게 조합되어야 하며(예: 신바이오틱스), 개에는 개 유래, 고양이에는 고양이 유래의 종 특이적 균주가 선호된다. 핵심 프레임워크로 그는 '마이크로바이옴 팩토리(Microbiome Factory)' 개념을 제시했다. 장내 마이크로바이옴이 생산하는 생리 활성 대사산물이 혈관계와 림프계를 건강하게 유지하여 산소·영양 공급, 면역세포 이동, 장기 항상성을 뒷받침하고 궁극적으로 건강한 장수를 촉진하며, 그 핵심 요소는 면역 조절이라는 것이다.

그는 시판 프로바이오틱스 제품 다수가 과학적 검증을 결여하고 있음을 지적하면서, 포럼의 사명을 현장의 목소리를 모으고, 근거 기반 데이터를 축적하며, 종 특이적 가이드라인을 확립하고, 개별화된 영양 처방을 표준으로 만드는 것으로 규정했다 — 한국 수의학이 이 분야의 글로벌 리더로 자리매김 하겠다는 포부와 함께.

강연 2 — 차세대 인체 마이크로바이옴 연구: 멀티오믹스와 정밀의료

이동우 교수 (연세대학교 생명공학과)



이 교수는 약 25년 전 NGS 기술이 유전체 시대를 열었음을 개관하고, 지난 70년간 감염성 질환에서 대사·면역 질환으로 질병 양상이 바뀐 것은 인간 유전자가 아니라 환경과 공생 미생물의 변화 때문이라고 주장했다. 그는 홀로바이온트(holobiont) 개념을 소개했다. 인간을 단일 유기체가 아니라 미생물과 공존하는 하나의 생태계로 보아야 하며, 이것이 정밀의료의 전제라는 것이다. 개인 고유의 마이크로바이옴은 동일한 약물에 대한 반응 차이를 설명하는 핵심 요인이다.

마이크로바이옴은 모체로부터 전달된 미생물을 바탕으로 출생 후 약 3년 이내에 형성되며, 식이와 환경에 의해 좌우된다. 식이의 효과는 빠르다 — 단 4일간의 식단 변화로도 장내 군집이 크게 재편될 수 있으며('you are what you eat'), 원시 부족과 현대 도시인의 생태계는 뚜렷이 다르다.

그는 인간 마이크로바이옴 프로젝트(2006년 출범, 약 1억 8천만 달러)를 평가했다. 1단계는 건강인의 기준 마이크로바이옴을 확립하고 신체 부위별 생태계를 밝혔으며, 2단계는 질환 코호트를 비교하여 염증성 장질환에서의 디스바이오시스를 기록했지만, 특정 원인균이나 기전을 규명하지 못한 채 종료되었다. 중등도-중증 또는 치료 불응성 궤양성 대장염에서는 기존 치료제와 최신 표적치료제 조합 임상 관해율이 대체로 20-45% 수준에 머무르는데, 이것이 FMT(임상 관해 약 30-40%, 일부 연구에서 최대 약 60%)가 주목받는 이유다. 세브란스병원과의 공동연구에서 그의 연구팀은 FMT 후 궤양성 대장염 환자 28명을 6개월간 추적한 결과, 건강인과 환자의 차이는 특정 미생물의 유무가 아니라 미생물 생태 네트워크의 구조 자체 — 유기체들 사이에 형성되는 네트워크의 기능적 결핍 — 에 있다고 결론지었다. 그는 새로운 바이오마커와 치료 표적을 찾으려면 멀티오믹스 데이터(유전체, 전사체, 단백질체, 대사체)와 AI를 결합한 전체 생태계 기능의 통합 분석이 필요하다고 제안했다.

강연 3 — 반려동물 마이크로바이옴의 이해

정설령 대표 (한국반려동물영양연구소)

정 대표는 기본기부터 짚었다. 체내 미생물 세포(약 38조 개)는 숙주 세포(약 30조 개, 그중 80-90%는 적혈구)보다 많고, 반려동물에서도 사람과 마찬가지로 대장에 가장 밀도 높은 군집이 존재하며, 장내 미생물의 99%는 단 5개의 문(phylum)에 속한다. 그녀는 과학적 근거가 균주(strain) 수준에서 확립된다는



점을 강조했다. 종(species) 수준의 표기는 효능 주장을 뒷받침하기에 불충분한 반면, 명확히 특정된 균주는 대개 정의된 지표에서의 변화가 문서화되어 있음을 의미한다.

프로바이오틱스 문헌을 검토하며 그녀는 대부분의 연구가 대리 지표(분변 상태, 유해균 감소, 면역 지표) 수준에 머물러 있다고 지적했다. 개별 연구는 약하지만, 거의 모든 연구가 개선이라는 같은 방향을 가리키는 일관성은 향후 임상적 이득에 대한 신중한 낙관을 뒷받침한다. 병원균도 다양성에 포

함해 계산하는 새년 다양성 지수의 과잉 해석을 경계했으며, 이를 디스바이오시스 지수(Dysbiosis Index) 같은 도구와 결합하는 추세를 언급했다. 개에서는 Clostridium hiranonis가 1차 담즙산을 2차 담즙산으로 전환하는 데 핵심적이다. 그녀는 VSL#3 단독으로 스테로이드+메트로니다졸 병용요법에 필적하는 임상적·조직학적 개선을 달성한 개 IBD 연구를 소개하면서 그 쟁점(적은 표본 수, 메트로니다졸의 영향)도 함께 짚었고, 밀착연접(tight junction) 단백질 발현 증가를 보인 연구들도 언급했다. 고양이 연구는 더 약하고 지표 수준에 머무는 양상으로, 종간 차이를 부각한다.

초가공식품(UPF) 프레임워크를 펫푸드에 적용하며, 그녀는 대부분의 건사료가 UPF 정의에 부합한다고 지적했다. 이는 편의성, 경제성, 영양 균형을 제공하는 펫푸드에 대한 비난이 아니지만, 가공 과정에서 기능성 영양소가 파괴되는 것은 사실이며, 이는 보충과 식이 다양성의 필요성을 뒷받침한다 — 건사료 단독 급여는 암, 만성 장염, 아토피의 높은 발생률과, 이른 시기의 식이 다양성은 낮은 아토피 발생률과 연관된다는 연구들이 있다. 마지막으로 품질·안전 문제를 제기했다. 시판 프로바이오틱스 25개 제품을 분석한 한 연구에서 표기 함량과 실체가 일치한 것은 단 2개였고, 제품에서 항생제 내성 유전자가 검출되기도 한다 — '항생제에 강한 프로바이오틱스'가 반드시 미덕은 아니라는 뜻이다.

강연 4 — 디스바이오시스를 넘어: 개와 고양이의 미생물 발효

랜디 링골드(Randy Ringold) 박사(미국 VDI Laboratory 설립자 & CTO)



임상화학자(이후 IDEXX에 매각된 NT-proBNP 검사의 개발자)인 링골드 박사는 모든 동물이 고유의 '박테리아 마을(bacterial village)'을 지닌다는 전제로 강연을 열었다. 시골 개와 뉴욕 시내 개가 같은 마이크로바이옴을 가질 것으로 기대하는 것은 무리이며, 모든 동물을 이상화된 평균에 끼워 맞추는 것은

가치가 제한적이다. 마이크로바이옴은 식이와 환경을 직접 반영하고 — 흙을 먹는 개의 토양 유래균, 사냥하는 고양이의 설치류 유래균 — 환경 독소(제초제, 살충제, 중금속)는 이를 직접 교란한다. 장내 미생물의 정상 범위는 10~100배까지 변동할 수 있으므로 단순한 고/저 판정은 임상 판단의 근거로 부적절하다.

그의 핵심 프레임워크는 발효 균형이었다. 누가 있는지 못지않게 마이크로바이옴이 무엇을 하는지가 중요하다. 섬유질의 당분해(saccharolytic) 발효는 유익한 단쇄지방산을 만들고, 단백분해(proteolytic) 발효는 정상적이지만 과도해지면 분지쇄지방산, 암모니아, 인돌을 생성한다. 건강은 단백분해 발효가 억제된 가운데 당분해 발효가 우세한 상태에 해당한다. 암 연관 디스바이오시스는 흔히 그 반대 양상을 보이고, 항암화학요법 자체가 디스바이오시스를 유발하는 독소로 작용할 수 있으며, 치료 전 장 상태는 생존율 및 면역관문억제제 반응과 상관관계를 보인다. ACVIM 합의 보고서를 인용하며 그는 IBD가 이제 생태계 질환이자 대사적 디스바이오시스로 규정되고, 식이가 1차 방어선, 섬유질이 핵심 도구, 프로바이오틱스는 보조 수단이라고 설명했다. 그는 생태계 전체를 이식하는 '슈퍼 프로바이오틱스'로서 FMT를 강력히 지지했다.

그는 VDI의 방법론을 소개했다. 세균, 진균, 효모, 기생충, 항생제 내성 유전자까지 포괄하는 샷건 메타지노믹스; 상재균, 기회감염균, 병원균, 진균 범주 전반에 걸쳐 생태계 전체를 평가하는 '장 거시경제학(gut macroeconomics)' 접근; 발효 균형을 요약하는 발효 품질 지수(FQI, 고양이의 육식성 생리에 맞게 보정); 그리고 687마리의 개에서 위장관 증상 유무를 구분하는 데 ROC AUC 0.845를 달성한 디스바이오시스 중증도 지수(Dysbiosis Severity Index)가 그것으로, 이는 구체적 조치(프로바이오틱스, FMT, 식이 변경, 항생제)를 권고하는 근거 기반 모델에 반영된다.

세 가지 증례가 '식이가 먼저'라는 그의 이론을 보여주었다("식이를 통제하지 않을 거라면 프로바이오틱스나 FMT는 생각도 하지 마라"). 1년간 메트로니다졸과 프로바이오틱스를 복용했음에도 마이크로바이옴의 77%가 프로바이오틱스 균주이고 FQI가 매우 낮았던 불도그(프로바이오틱스 중단, 식이 변경, 다양성 회복을 위한 FMT로 치료); 무기력과 구토를 보인 12세 셸티에서 시퀀싱으로 밝혀낸 내산성 위 병원균 *Sarcina* (*Clostridium*) *ventriculi*; 그리고 급성 설사를 보인 생식 급여 버니두들에서 효모 9%(정상 <2%), *Clostridium perfringens* 29%, 토끼 배설물에서 유래한 것으로 추적된 *Cyniclomyces guttulatus* 9%가 확인된 사례가 그것이다 — 오염원을 제거하지 않은 치료는 일시적일 뿐이므로, 수의사는 오염원을 밝혀내는 탐정이 되어야 한다고 그는 강조했다.

패널 토론

패널: 윤화영, 이동우, 정설령, 랜디 링골드, 김현욱 (KBVP 회장)



중금속, 환경, 그리고 면역

어류 기반 생식으로 인한 수은 노출에 대한 질문에, 링골드 박사는 중금속이 단백질 합성과 미생물 증식을 저해하며 민감한 미생물에 선택적으로 작용해 군집을 재편한다고 설명했다 — 안타깝게도 유익균이 더 민감한 경향이 있다. 한 패널은 장 환경을 전신적으로 악화시킬 수 있는 환경 요인으로 대기오염을 추가했다. 다른 패널은 인과관계의 질문을 제기했다 — 망가진 마이크로바이옴이 질병을 일으키는가, 아니면 장 면역 네트워크가 먼저 변하고 미생물이 뒤따르는가? — 면역의 70%가 장에 있고, 특정 T림프구 돌연변이를 규명한 최근 크론병 연구가 근거의 면역학적 원인이 왜 중요한지 보여준다는 점을 지적하면서.

진단 지수: 비교와 통합

소수 분류군 패널에 기반한 텍사스 A&M 디스바이오시스 지수(DI)와 VDI 접근법의 비교를 요청받자, 링골드 박사는 몇몇 균주의 존재 여부에 크게 의존하는 방식은 '다음에 무엇을 할 것인가'라는 임상적 질문에 답하지 못한다고 주장했다 — "환자 치료를 바꾸지 못하는 검사는 돈 낭비일 뿐이다" — 반

면 생태계 전체의 기능 평가는 치료 방향을 도출하도록 설계되었다는 것이다. 패널들은 현행 DI가 장내 세균의 20~30%만을 대표하고 새넨 지수는 병원균도 다양성에 포함한다는 점을 지적했으며, 정 대표는 포괄적 생태계 평가를 위해 여러 지수(DI, 새넨, FQI 및 대사산물 기반 지표)의 통합을 제안했다. 토론은 분류('누가 있는가')에서 기능('무엇을 하는가')으로의 더 큰 전환으로 수렴했고, 대사산물이 바이오마커로 부상하고 있다.

생식의 안전성과 진균의 역할

생식의 위험성에 대해 링골드 박사는 식품 자체와 가공·보관 중 유입되는 원치 않는 오염을 구분했고, 미국의 많은 생식 급여 동물이 건강한 장 환경을 유지한다고 언급했다. 한 참석자는 식품의 범주보다 사람이 식품을 어떻게 다루는지가 더 중요하다고 반론했다. 링골드 박사는 또한 신선식 또는 생식을 급여하는 동물이 진균 기준치(<2%)를 초과하면서도 매우 건강한 경우가 많다는 관찰을 공유하며, 세균 중심의 관점을 장내 진균의 역할로 확장해야 한다고 시사했다. 분변 진균 과증식과 미토콘드리아 기능을 연결하는 질문에는, 특정 억제 미생물이 사라지고 진균이 급증할 때 에너지 대사 저하, 미토콘드리아 효율 감소, 장벽 붕괴가 실제로 관찰된다는 미발표 데이터가 인용되었다.

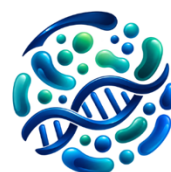
예방적 적용과 방법론

NT-proBNP나 SDMA 같은 지표가 상승하기 전에 마이크로바이옴 분석이 예방의학에 기여할 수 있는지에 대한 질문에 링골드 박사는 동의했다. 질병은 식이, 독소, 생활습관이라는 만성적 압력의 결과이며, 무증상 개들이 이미 식이 최적화와 독소 확인을 위해 분석을 받고 있다. 그러한 만성적 압력을 찾아 해소하는 것이 예방의 본질이다. 방법론에 대해서는 전체 다양성을 포착할 수 있다는 점에서 예방적 프로파일링에는 qPCR보다 NGS가 유리하다는 견해가 제시되었다.

창립식과 로드맵

패널 토론에 이어 포럼이 공식 출범했다. 초청 연자들에게 감사패가 수여되었으며, 부산광역시수의사회 이상훈 회장의 축사가 대독으로 전해졌고, 초대 회장인 서울대학교 조성범 교수는 영상 축사를 통

해 포럼을 기초 연구와 임상을 잇는 열린 학술 플랫폼으로 — 원헬스 시대의 중심에서 마이크로바이



VETERINARY
MICROBIOME
— FORUM —

움을 가교로 삼는 — 자리매김했다. 텍사스 A&M 소화기연구소(Gastrointestinal Laboratory)의 외르크 슈타이너(Jörg Steiner) 교수도 영상 축하 메시지를 보냈다.

포럼은 조성범 회장, 임재현 부회장(대구동물메디컬센터), 박종환 사무총장(전남대학교 교수) 체제로 운영되며, 기초연구, 임상, 원헬스의 3개 분과가 계획되어 있다. 매년 봄·가을 정기 학술대회가 예정되어 있으며, 첫 학술대회는 2027년 3월경 서울/경기 지역에서 열릴 예정이다. 2026년 12월에는 비전 공유 워크숍이 계획되어 있고, 공동 연구·증례 네트워크가 연구와 임상을 연결할 것이다. 미국·일본 파트너와의 국제 네트워크도 구상 중으로, 슈타이너 교수의 방한(9월 18-21일, 10월, 11월 16-18일)이 그 시작이 될 것이다. 공식 웹사이트: www.vmf.kr.

