veterinary focus #31.3
The worldwide journal for the companion animal veterinarian
2021 – $10 / 10€

[한국어판]

NUTRITION TOPICS
IN SMALL ANIMAL PRACTICE

ROYAL CANIN®

VETERINARY NUTRITION

ROYAL CANIN®
INCREDIBLE IN EVERY DETAIL

복합 질환 관리를 위한 최적의 선택

MULTIFUNCTION

로얄캐닌 멀티펑션

캣 유리너리 + 캄(건식) 2kg

캣 유리너리 + 하이포알러제닉(건식) 2kg

캣 레날 + 하이포알러제닉(건식) 2kg

독 레날 + 하이포알러제닉(건식) 4kg

독 유리너리 + 하이포알러제닉(건식) 3.5kg

신장질환과 **알러지 피부염**에
동시에 도움을 주는
레날 + 하이포알러제닉

- 신장 질환 관리에 도움
- 적절한 에너지
- 가수분해 단백질 함유
- 피부 장벽 강화에 도움

서울시 강남구 학동로 401 금하빌딩 10층 로얄캐닌 코리아 | 무료상담전화 080-041-5161 | www.royalcanin.com/kr

생각할 거리

"Knowledge is the food of the soul" – **Plato**
(지식은 영혼의 양식이다) - **플라톤**

다른 대부분의 학문 분야와 마찬가지로 영양학 역시 오랜 세월 많은 우여곡절을 겪어왔다. 오늘날 인간과 동물 모두에게 어떤 것이 이로운지(혹은 해로운지) 알게 되기까지, 영양학은 수많은 속설과 잘못된 정보로 인해 곁길로 빠지거나 막다른 길에 봉착하곤 했다. 실제로, 영양학의 역사가 문명의 발상기부터 시작되었다고 추정할 수 있는 많은 근거자료들이 존재하는데, 고대 그리스의 호메로스나 히포크라테스가 남긴 기록이 이에 포함된다. 그중 눈에 띄는 것은 플라톤의 철학으로, 플라톤은 인간이 먹어야 하는 것과 먹지 말아야 하는 것을 비롯해 거의 모든 측면에서 인간에게 필요한 지식에 대해 다루며 그 준거하는 바를 밝혔다. 그리스식 요리에 대해 플라톤이 남긴 기록에서는 절제를 기본 원칙으로 지켜야 한다는 그의 신념이 분명히 나타나 있다. 즉, 최고의 식단은 곡물, 과일, 꿀, 생선을 기본으로 하며 붉은 고기와 포도주는 적당량만 섭취해야 한다는 것이다. 한편, 2000년 전 그리스식 식단에 나오던 모든 음식들이 오늘날까지도 먹음직스러워 보이지는 않는다. 올리브, 무화과, 석류는 당연히 지금도 맛있는 음식이지만, 고대 그리스인들이 먹던 음식 중 장어, 메뚜기, 작은 새와 같은 것들은 그다지 끌리지 않는다. 당시에 인기 있는 조미료로 널리 쓰이던 발효 생선 소스 가룸(garum) 역시 마찬가지일 것이며, 삶은 돼지고기와 끓인 돼지 피를 재료로 하여 소금과 식초로 맛을 낸 고대 스파르타의 검은 수프 역시 당시에는 유명했지만 현대에는 그만한 인기를 누리지 못할 것이다. 아무튼 플라톤은 시대를 앞서가는 생각으로 섭취량 조절을 옹호하면서 과도한 음식 섭취가 질병을 유발할 수 있다고 믿었다. 따라서 인간의 식단 조절을 의사가 책임지고 관리해야 한다고 주장했으며, 요리학과 함께 영양학을 단순한 기술이 아닌 하나의 학문 영역으로 간주했다. 이제 시대가 변하고 영양학과 관련된 더욱 많은 것들이 연구됨에 따라, Veterinary Focus 이번 호에서는 반려동물에게 더 나은 영양을 제공할 수 있는 방법을 제시하고 있다. 앞서 등장했던 메뚜기, 검은 수프, 가룸에는 관심이 없었던 독자들도 이번 호를 통해 반려동물을 위한 식단에 더 많은 관심을 가지길 바란다.

이완 맥닐 Ewan McNEILL
편집장

Veterinary Focus 이번 호에는

Canine microbiome dysbiosis
개의 마이크로바이옴 불균형 p.02
Jan S. Suchodolski

Myths in cat nutrition
고양이 영양에 관한 잘못된 믿음 p.10
Karolina Hołda

Homemade diets – Good or bad?
가정식 – 좋은가, 나쁜가? p.15
Marjorie L. Chandler

Diet and canine dilated cardiomyopathy
식이와 개의 확장성 심근병증 p.22
Jennifer Larsen and Joshua A. Stern

FAQs about cat nutrition
고양이 영양에 관해 자주 묻는 질문들 p.27
Ana Luisa Lourenço

Pet obesity: new challenges, new solutions
반려동물 비만 : 새로운 도전, 새로운 해결책 p.33
Alexander J. German

Calcium and phosphorus –
Getting the balance right
칼슘과 인 – 균형 맞추기 p.42
Linda Böswald and Britta Dobenecker

CANINE MICROBIOME DYSBIOSIS

개의 마이크로바이옴 불균형

장내 마이크로바이옴(microbiome)에 문제가 생기면 각종 위장 질환의 원인이 될 수 있다는 사실이 널리 알려지고 있다. 이 글에서는 장내 세균 불균형(dysbiosis) 증례에 대한 진단 및 치료 옵션에 대해 설명하고자 한다.

핵심 포인트

1. 장내 마이크로바이옴은 숙주의 건강에 큰 영향을 미치는 대사 기관(metabolic organ)이다.
2. 장내 세균 불균형은 장내 환경이 비정상적인 상태임을 알려주는 초기 마커(marker)로, 장기적인 해결을 위해서는 기저 질환의 치료가 필요하다.
3. 식이 조절은 만성 장병증을 유발하는 장내 세균 불균형(dysbiosis)을 치료할 때 일차적으로 고려되어야 하는데, 이는 일반적으로 임상적 효과가 좋고 부작용이 적기 때문이다.
4. 분변 미생물 이식술(fecal microbiota transplantation,FMT)은 장내 세균 불균형의 치료법으로 새롭게 주목받고 있는데, 개에서의 적용은 아직 시험 단계이다.

서론

마이크로바이옴(microbiome: microbiota와 genome의 합성어로 장내 미생물군 유전체를 의미)은 위장관(GI)에 있는 모든 미생물(즉, 세균, 바이러스, 진균, 원생동물)의 집합적 게놈에 붙여진 이름으로, 구성요소 중에서 세균이 가장 많다. 세균이 소화기관과 다른 신체 기관에 영향을 미치는 대사산물을 생성하기 때문에 마이크로바이옴은 면역 체계의 구성 요소이자 일종의 대사를 담당하는 기관으로 볼 수 있다. 장내 세균 불균형(dysbiosis)은 질병으로 인한 마이크로바이옴의 변화를 지칭하며, 마이크로바이옴 다양성(예: 서로 다른 세균의 수)의 감소, 세균의 양적 변화 및 기능적 변화(예: 세균 유래 대사산물 생성의 변화) 등을 포함한다. 장내 세균 불균형은 종종 장내의 근본적인 병리 요인으로 인해 속발성으로 발생하며 일부 환자의 경우 장내 세균 불균형으로 인한 임상 징후가 나타나기도 한다(1). 이 때문에 장내 세균 불균형은 장 질환에 대한 추가 마커로 간주되어 환자의 병력 및 임상 양상과 함께 평가되어야 한다. 장내 세균 불균형을 치료하기 위해서는, 식이요법을 일차 치료로 하여 근본적인 병리 요인을 해결하는 것에 목표를 두어야 한다.

마이크로바이옴의 기능

세균은 직접 (비타민류를) 생산하거나 영양소(섬유질, 단백질, 지방 등) 및 숙주의 체내 물질(담즙산)을 세균 유래 대사산물로 전환하므로, 장내 미생물총(microbiota)은 숙주에 많은 유익한 영향을 미친다. 중요한 대사산물로는 단쇄 지방산(short chain fatty acids, SCFA), 인돌(indoles), 이차 담즙산이 있으며, 이러한 대사산물은 항염 작용, 장 운동 조절, 장내 병원체 억제, 장벽 기능 개선, 점액 생성 증가와 같은 다양한 기능을 한다(2). 장내 세균 불균형은 다양한 내강 인자(luminal factors)**(박스 1)**에 의해 종종 속발성으로 발생하는데, 장내 미생물총의 기능에 변화가 생겨 임상 징후를 유발하게 된다(1). 장내 미생물총의 기능 중에서 특별히 주목할 부분은 장내 담즙산(bile acids, BA)과 관련되어 있다. 일차 담즙산(콜릭산 및 케노데옥시콜산, cholic & chenodeoxycholic acids)은 지방 소화를 돕기 위해 식사 후 소장으로 방출된다. 담즙산의 최대 95%는 장간순환(enterohepatic circulation)을 위해 회장(ileum)에서 재흡수되고(3), 나머지는 결장에 도달하여 세균(개와 고양이는 주로 *Clostridium hiranonis*)에 의해 이차 담즙산으로 전환된다(4). 이차 담즙산이 정확한 양으로 생성되어야 건강에 이롭기 때문에 이러한 세

박스 1. 장내 세균 불균형(dysbiosis)을 초래하는 조건 및 요인

- 췌장 외분비 기능부전(Exocrine pancreatic insufficiency, EPI): 소화되지 않은 음식이 위장관 내에 잔류
- 만성 장병증(Chronic enteropathies): 장의 염증은 호기성 상태를 촉진하고 점막의 pH 변화를 유발
- 광범위 항생제(예: 타이로신, 메트로니다졸): 장내 혐기성 세균의 수가 정상 수준보다 감소
- 제산제(Acid-suppressing drugs): 위산 분비 감소
- 해부학적 이상
- 운동성 이상

Jan S. Suchodolski

Dr. med. vet., PhD, AGAF, Dip. ACVM, College of Veterinary Medicine, Texas A&M University, USA

Dr. Suchodolski는 1997년 Vienna's University of Veterinary Medicine을 졸업하고 소동물 전문 동물병원에서 수년간 근무한 후 학계로 돌아왔다. ACVM(American College of Veterinary Microbiologists)으로부터 면역학 전문 수의사 인증을 받았으며, 장내 미생물총 평가를 위한 분자 마커에 대한 연구로 Texas A&M University에서 박사 학위를 받았다. 현재 Texas A&M University에 교수로 재직하면서 위장관 연구소 부소장직을 겸하고 있다.

균의 전환 작용은 매우 중요하다. 또한 세균은 여러 장기에 분포하는 다양한 수용체에 신호를 보내 항염증 작용 및 혈당 저하 효과와 장내 병원체 증식 억제를 유도한다(5).

마이크로바이옴 평가

개의 마이크로바이옴을 평가하는 데에는 다양한 방법이 있으며, 일부 평가법은 다른 방법보다 효과적이다.

세균 배양검사

많은 수의사들이 장내 세균 불균형(dysbiosis) 상태를 진단하기 위해 대변 세균 배양검사(bacterial culture of feces)를 활용하지만 사실 이는 마이크로바이옴 평가에 유용하지 않다. 그 이유는 대부분의 장내 세균이 특수 성장 배지를 필요로 하는 편성 혐기성 세균(strict anaerobes)이기 때문이다**(그림 1)**. 결과적으로, 소수의 세균종만이 진단 실험실에서 배양될 수 있다. 최근 한 연구에서, 장내 세균 불균형 수준을 평가하기 위해 건강한 개와 만성적으로 설사를 하는 개에게서 채취한 서로 다른 대변 검체를 검사실 3곳에 보낸 결과(6), 대변 세균 배양검사 결과가 실험실 간에 서로 일치하지 않았으며 실제로는 건강한 개 집단에게 장내 세균 불균형이 있다고 보고되는 경우가 더 잦았다. 또한 이 연구를 통해, 살모넬라(*Salmonella* spp.)와 같은 특정 병원체를 제외하고 만성 설사를 하는 개의 장내 미생물총을 평가하기 위해 세균 배양을 사용해서는 안 된다는 사실이 밝혀졌다.

16S rRNA 유전자의 분자 염기서열분석

16S rRNA 유전자 염기서열분석(sequencing)에 기반한 분자생물학 기술은 대변 검체의 미생물 구성에 대한 포괄적인 정보를 제공하므로 연구 환경에서 사용된다. 다양한 회사들이 상업적인 목적으로 개별 동물의 마이크로바이옴 평가를 위한 염기서열분석 서비스를 제공하지만 현재로서는 표준화된 방법(예: DNA 추출, PCR 프라이머 사용)이 없다. 동물에 대한 참고치 구간이 정의되어 있지 않고 회사마다 다른 분석 보고서를 내놓기 때문에, 결과 해석이 어렵다. 더욱이, 분석 보고서 간 결과 차이가 발생하는 것이 일반적일 뿐 아니라 분석 검증 데이터도 확보되지 않은 실정으로, 염기서열분석에 기반한 마이크로바이옴 평가는 현재 개별 환자를 대상으로는 권장되지 않는다.

© Shutterstock

그림 1. 개가 설사를 하는 경우, 수의사들은 대체로 배양검사 및 항생제 감수성 분석을 위해 대변 검체를 채취하곤 하지만, 사실 이는 마이크로바이옴을 평가하기에 유용하지 않다. 왜냐하면, 대부분의 장내 세균은 특수 성장 배지가 필요한 편성 혐기성 세균이므로 대변 세균 배양검사가 제한된 (때로는 오해의 소지가 있는) 정보만을 제공하기 때문이다.

개의 장내 세균 불균형 지수(DI)

장내 세균 불균형 지수(dysbiosis index, DI)는 PCR 기반 정량 검사법으로 현재 북미 지역과 유럽에서 상용화되어 있으며, 많은 임상 연구에서 활용되고 있는데(4, 7), 이는 개의 장내 세균 불균형 평가에 적합한 것으로 검증된 유일한 분석법이기 때문이다[1]. DI는 장내 세균 7종의 양을 측정한 것인데**(박스 2)**, 이 장내 세균의 양은 일반적으로 만성 장병증(chronic enteropathies, CE)이 있는 경우 혹은 광범위 항생제 사용(예: tylosin, metronidazole) 후에 변하게 된다(8, 9).

DI 분석법을 통해 이러한 세균종에 대한 참고치 구간을 도출할 수 있으며, 데이터를 종합하여 장내 세균 불균형의 정도를 단일 숫자로 수치화하는 것이 가능하다**(그림 2)**. DI가 0과 2 사이의 값이면 장내 미생물총의 변화 수준이 중간 정도임을 나타내고, DI가 2를 초과하면(DI > 2) 변화 폭이 크다는 의미이다. 이 분석법의 민감도와 특이도는 **박스 3**에 제시되어 있다.

[1] https://tx.ag/DysbiosisGI

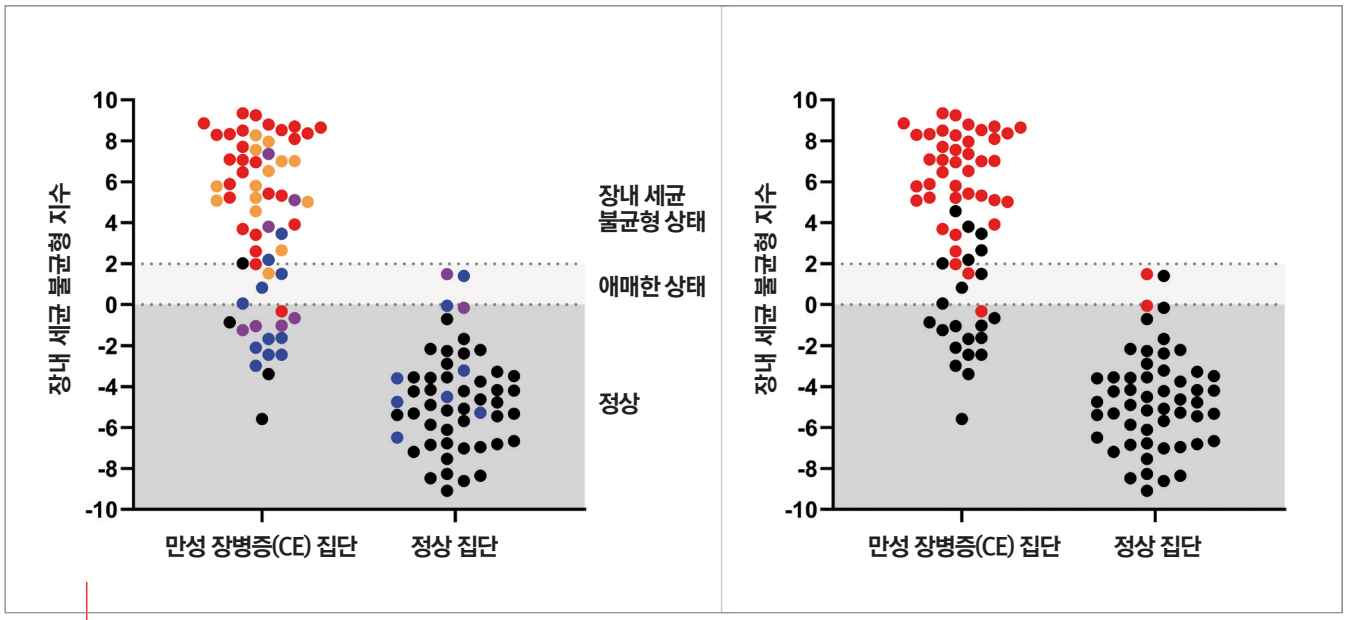


그림 2. 이 그래프는 만성 장병증(CE)이 있는 개와 정상 개의 코호트(동일 집단)를 비교하였을 때 장내 세균 불균형 지수(DI)의 차이를 보여준다(7). DI가 높을수록 장내 미생물총이 더욱 비정상적인 상태임을 나타낸다. DI가 2를 초과하면(DI > 2) 비정상적인 마이크로바이옴에 대해 높은 특이도를 갖는 반면, DI가 0과 2 사이의 값이면 모호한 상태이다. DI가 높을 수록 일반적으로 장내 정상 세균종의 다양성은 감소하고 참고치 구간을 벗어난 세균종은 더 많아지는 특징이 있다. 이 그래프는 참고치 구간 밖에 있는 세균종의 숫자를 색깔별로 보여준다(0은 검은색, 1은 파란색, 2는 보라색, 3은 주황색, 3을 초과한 경우 빨간색). 한편, 일부 개의 경우 모든 세균종이 참고치 구간 내에 있지만, 참고치 구간(검은 점) 내에서의 비정상적인 변화로 인해 DI가 증가하였다**(좌측)**.

또한, 이 두 집단을 대상으로 하여 도출된 데이터로부터 *C. hiranonis*의 양이 어떻게 장내 마이크로바이옴에 중요한 영향을 미치는지를 알 수 있다. 빨간색으로 표시된 검체들의 경우, *C. hiranonis*의 양이 줄어듦에 따라 일차 담즙산에서 이차 담즙산으로의 전환도 감소되면서 장내 마이크로바이옴의 비정상적인 변화가 초래되었다**(우측)**.

박스 2. 개의 장내 세균 불균형 지수(DI)에 포함된 7개의 세균 그룹과 장내 세균 불균형(dysbiosis)에서의 변화 정도

세균 그룹	세균 불균형에서의 변화
페칼리박테리움(*Faecalibacterium* spp.)	↓
투리시박터(*Turicibacter* spp.)	↓
블라우티아(*Blautia* spp)	↓
푸소박테리움(*Fusobacterium* spp.)	↓
클로스트리디움 히라노니스(*C. hiranonis*)	↓
연쇄상구균(*Streptococcus* spp.)	↑
대장균(*E. coli*)	↑

박스 3. 만성 장병증에서 장내 세균 불균형 지수(DI)의 민감도 및 특이도. DI가 0~2이면 미생물총의 변화 수준이 중간 정도임을 나타내고, 2를 초과하면 변화 폭이 크다는 의미이다.

장내 세균 불균형 지수(DI)	민감도	신뢰구간 (95%)	특이도	신뢰구간 (95%)
-1	0.82	0.73-0.88	0.91	0.84-0.96
0	0.74	0.65-0.82	0.95	0.89-0.98
2	0.63	0.53-0.72	1	0.96-1.00

또한, DI는 *C. hiranonis*의 양을 평가하여, 일차 담즙산을 이차 담즙산으로 전환시키는 장내 미생물총의 기능이 정상적으로 작동할지 예측한다(4). 적정 용량으로 전환된 이차 담즙산은 항균성이 있고, *C. difficile*, *C. perfringens*, *E. coli*와 같은 잠재적 장내 병원균을 억제하므로(10), *C. hiranonis* 수치 감소 및 담즙산 전환 감소는 개의 장내 세균 불균형과 더불어 장내 병원균의 과증식과 강력한 연관성이 있다**(그림 2)**(4,7,8,11). 설사를 하는 개에서 이러한 장내 병원균의 일부 또는 전부가 확인되면 원발성 감염이기보다는 오히려 만성 장병증에 따른 근본적인 장내 세균 불균형으로 인한 과증식임을 시사한다. 만성 장병증이 있는 개의 최대 60%에서 장내 상주하는 *C.hiranonis* 양이 감소하였으며, 따라서 이차 담즙산 역시 감소하였다(12).

질환 발병 시 장내 미생물총의 상태

표 1에서는 장내 세균이 질병을 초래하는 다양한 방식을 요약하고 있지만, 근본적인 병리는 장 손상의 위치와 중증도에 따라 환자마다 각기 다르다. 미생물총은 장의 점액층, 면역체계, 내강의 기질(luminal substrates)과 접촉하고 있으므로 이들 중 하나 이상의 변화는 미생물총 구성에 영향을 미친다. 따라서 장내 세균 불균형은 종종 질환 발병 시 비정상적인 장 상태를 알려주는 초기 마커가 된다**(그림 3)**.

장관 내강에 주로 한정되는 장내 세균 불균형(dysbiosis)은 췌장 외분비 기능부전(exocrine pancreatic insufficiency, EPI)(13), 광범위 항생제 치료 후(8,9) 또는 어린 동물에서 면역 체계 미성숙으로 인해 종종 나타난다. 만성 장병증은 염증을 비롯

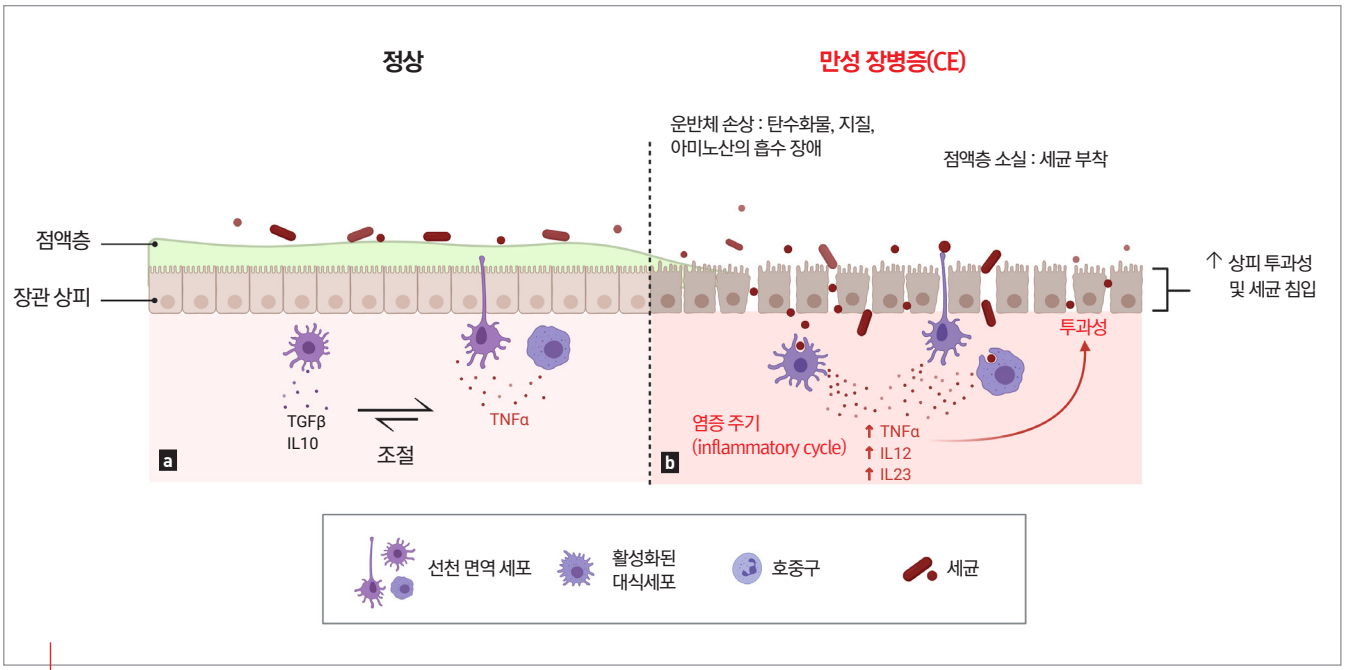


그림 3. 건강할 때의 장관(intestinal tract)과 질병이 있을 때의 장관. 건강한 장**(a)**은 균형 잡힌 마이크로바이옴, 내강의 세균이 상피 세포로 침입하지 못하도록 막는 점액층, 단단한 상피 세포 장벽, 균형 잡힌 면역 체계를 특징으로 한다. 만성 장병증**(b)**에서는 다양한 변화가 발생할 수 있으며, 이 모든 것이 잠재적으로 임상 징후를 유발할 수 있으므로, 여러 가지 측면을 고려하여 치료하여야 한다. 질환 발병 시 다음과 같은 변화가 생긴다.

- 마이크로바이옴의 불균형
- 점액이 소실되면서 내강 세균이 상피 세포에 부착하여 염증 촉진성(pro-inflammatory) 사이토카인을 자극
- 상피 장벽이 손상되고 이는 섭취한 음식의 이동과 함께 면역체계를 활성화하는 세균 항원의 유입을 초래
- 미세 융모 변연부(brush border)에 있는 운반체가 손상되어 영양소의 흡수 장애로 이어지고 세균 과증식을 유발

하여 점액층 및 점막 구조의 파괴를 동반하므로, 점막 표면에 더 많은 산소를 공급하게 되어 호기성 세균(*E. coli*)의 수를 증가시키고 장내 혐기성 정상 세균총(normal anaerobic flora)을 감소시킨다. 만성 장병증(CE)에서 진행되는 점막 구조의 소실은 탄수화물, 아미노산, 지방산, 담즙산을 운반할 막수송체의 결핍으로 이어지고, 결과적으로 영양소의 흡수 장애를 초래한다(14). 이렇게 위장관 내강에 기질의 양이 증가하면 세균 과증식 뿐만 아니라 직접적으로 삼투성 설사나 분비성 설사를 유발한다.

만성 장병증이 있는 개는 상피를 덮고 있는 점액층의 붕괴로 인해 점막 부착 세균 수가 대개 증가한다(15). 이는 *C. hiranonis*의 감소 및 이에 따른 담즙산의 전환이 정상적으로 이루어지지 못하는 것과 관련이 있으며, 이로 인해 *C. difficile* 및 *C. perfringens*가 더욱 과증식되어 염증 촉진성(*pro-inflammatory*) 면역 반응을 유발하게 된다.

표 1. 세균이 위장관 질환에 관여하는 기전

장내 세균 불균형의 주요 유형	가능한 결과
비정상적인 장관 내강 기질 (예: 소화되지 않은 영양소, 약물)	설사를 유발하는 세균 대사물의 증가
장내 공생균(예: C. hiranonis)의 소실로 인한 장내 미생물총의 기능 악화	일차 담즙산에서 이차 담즙산으로의 전환 감소는 장내 세균의 과증식 초래 항염증 대사산물의 부족
소장에서의 총 세균량 증가	미생물 대사산물 증가로 설사 유발 염증성 면역 반응 증가
점막 부착 세균 수의 증가	염증성 면역 반응 증가

장내 세균 불균형에 대한 진단적 접근

장내 세균 불균형(dysbiosis)은 일반적으로 장질환 및 변화된 환경 요인으로 인한 장 환경 변화로 인해 속발성으로 발생하므로, 환자의 약물 이력과 임상 증상을 함께 평가해야 한다. 장내 세균 불균형 지수(DI)에 대한 결과 해석은 개별 세균종, 특히 *C. hiranonis*의 양에 따라서 이루어져야 한다. 왜냐하면, *C. hiranonis*의 감소가 비정상 마이크로바이옴에 기여하는 주요 요인이기 때문이다. DI가 2를 초과하면 장내 세균 불균형의 특이도가 높고, DI가 모호한 범위에 있으면 대변 내 마이크로바이옴의 경미한 변화를 의미한다. 만성 장병증이 있는 일부 개는 DI가 0 미만이지만 참고치 구간을 벗어난 일부 세균종이 장내에 존재할 수 있으며, 이는 사소한 불균형을 의미한다. 일반적으로 DI가 비정상인 경우 기저 장질환이 의심되므로, 만성 장병증에 대한 정밀검사가 필요하다.

일부 약물이 DI에 영향을 미칠 수 있음에 유의해야 한다. 예를 들어, 오메프라졸(omeprazole)은 일시적으로 DI의 상승을 초래할 수 있지만 *C. hiranonis* 수치는 정상이므로 치료가 끝난 후 1-2주가 지나면 DI가 정상화된다. 광범위 항생제(예: 메트로니다졸 및 타이로신)는 심각한 대변 세균 불균형을 유발할 수 있지만**(그림 4)**, 대부분 약물 투여가 끝난 후 2-4주 이내에 장내 미생물

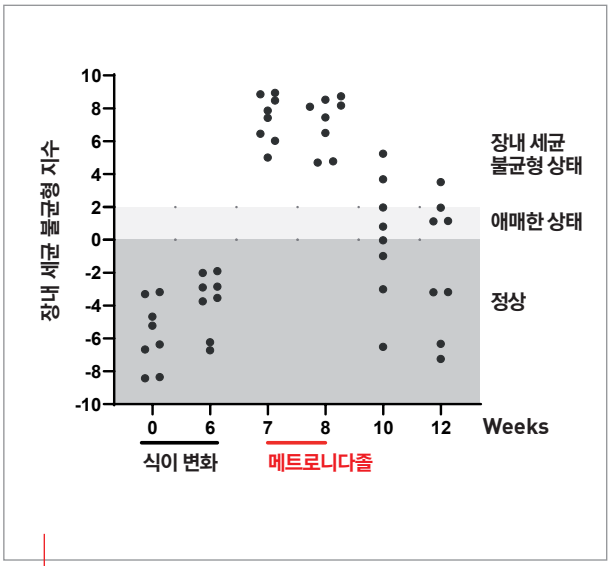


그림 4. 건강한 개의 마이크로바이옴에 대한 식이 전환 및 메트로니다졸(metronidazole)의 효과(8). 가수분해 단백질 식이(0–6주 사이에 급여함)는 장내 미생물총에 경미한 영향만 미치는 반면, 메트로니다졸(7주차와 8주차에 투여)은 심각한 장내 세균 불균형을 유발하며, 일부 개에게는 약물을 중단한 후에도 비정상적인 마이크로바이옴 구성이 유지된다(10–12주). 따라서 장질환 증례에 대한 일차적 치료로 식이 조절이 선호되며, 이는 특히 메트로니다졸과 비교할 때 식이 조절법은 장내 미생물총에 대해 부정적인 영향을 미치지 않기 때문이다.

총이 다시 정상화된다. 하지만 일부 개는 *C. hiranonis* 수가 급감하여 수개월 동안 장내 세균 불균형이 지속될 수 있다(8,11).

소장 내 미생물총 구성의 변화는 종종 대변의 마이크로바이옴의 변화를 초래하여 DI로 평가된다. 일부 환자의 경우, 소장 내 세균 수가 증가하여 질병이 유발되기도 한다. 위장관 패널 검사(GI panel)에서 엽산의 혈청 농도가 증가하고 혈청 코발라민(cobalamin)이 감소하는 경우 소장 내 세균 불균형을 암시하지만, 이 두 가지 마커 모두 민감도와 특이도가 낮다.

장내 세균 불균형의 치료

장내 세균 불균형은 장질환의 한 구성 요소에 불과한 경우가 많기 때문에, 보통은 근본 원인을 해결하기 위해 다양한 접근법을 통한 치료가 필요하다. 췌장 외분비 기능부전(EPI)이 있는 일부 증례에서 췌장 효소 보충제로 치료하면 임상 징후가 개선되고 몇 주 후에 장내 마이크로바이옴이 정상화되지만(13), 만성 장병증이 있는 개의 경우, 어떤 치료가 개별 환자에게 가장 적합한지 예측할 수 있는 마커가 없다. 따라서 단계적으로 치료법을 적용해 보아야 하는 경우가 많다(16). 장내 세균 불균형에 대한 치료법에는 식이 조절, 프리바이오틱스 및 프로바이오틱스 투여, 항생요법, 분변 미생물 이식술(fecal microbiota transplantation, FMT) 등이 있으며, 각 접근 방식은 서로 다른 기전에 초점을 맞추고 있다**(표 2)**. 따라서 치료법을 적절하게 조합하면 최선의 결과를 가져올 수 있을 것이다.

전반적인 건강상태가 안정적인 환자에게는 식이요법이 항상 첫 번째 치료 옵션이 되어야 한다. 여러 연구 결과에 따르면, 만성 장병증이 있는 개의 50–70%가 식이요법에 반응하며(16), 가수분해 단백질이나 (개별 개체가 처음 섭취하는) 새로운 단백질이 포함된 소화율이 높은 식이가 이러한 식이요법용으로 가장 흔히 사용된다. 대부분은 저자극성이며 위장관 내강에서 소화되지 않은 영양소를 줄여 세균의 과증식을 예방한다. 식품 반응성 장병증(food-responsive enteropathy)의 경우 대부분이 식이요법만으로도 임상적 관해 상태를 달성할 수 있으며 장의 염증 및 장

표 2. 세균이 위장관 질환에 관여하는 기전

치료	작용 기전	잠재적 부작용
• 식이 변화	• 소화율이 높아지면 장내 잔류 기질을 감소시켜 세균의 과증식을 예방 • 기저 질환이 면역 매개성인 경우 제한식이(새로운 또는 가수분해 성분을 포함)는 식이 항원을 제거	• 없음(식품 감수성(food sensitivity)이 없을 경우)
• 프리바이오틱스/섬유소	• 유익균 증식 • 프리바이오틱은 단쇄지방산(SCFA)으로 전환됨 • 섬유소는 유해한 세균 대사산물과 결합함	• 수용성/발효성 섬유소는 초기에 고창과 설사를 유발할 수 있음
• 프로바이오틱스	• 장벽의 면역 조절 기능 향상	• 부작용은 드물지만, 어떤 환자가 어떤 균주로부터 가장 이익을 얻는지 명확하지 않은 경우가 많음
• 항생제	• 점막 부착 세균을 비롯한 장내 세균의 양이 전체적으로 감소	• 장내 미생물총의 장기적인 변화 • 약물 치료 종료 후 세균 부하(bacterial load)의 재성장 • 항균 저항성의 증가
• 분변 미생물 이식술 (FMT)	• 장내 미생물총의 변화	• 효능은 근본적인 질병에 따라 다르지만 부작용은 드문 편 • 점막 부착 세균 제거에 있어서는 경미한 효과 • 동반 질환으로 인한 염증이 지속되면 장내 세균 불균형이 재발함

내 세균 불균형은 수개월에 걸쳐 점진적으로 개선된다(10,17).

증상이 경미한 경우에는 프로바이오틱스를 단독으로 투여하거나 식이 조절을 하면서 투여할 수 있다. 그 어떤 프로바이오틱스 제품이라 해도 프로바이오틱스로 투여되는 세균의 수는 기존의 장내 미생물총에 비해 그 양이 적기 때문에, 이들이 장내 미생물총 구성에 미치는 직접적인 영향은 미미하다. 하지만 이들이 점막에 부착되어 유익한 효과를 나타낼 수 있다. 유익한 효과로는 급성 설사가 지속되는 기간을 단축하고 구토나 설사와 같은 항생제 관련 위장관 부작용을 감소시키는 것 등이 있다(18). 고효능 다균주 프로바이오틱스(High-potency multi-strain probiotics)는 급성 출혈성 설사를 하는 개의 *C. perfringens* 를 감소시키고(19), 만성 장병증이 있는 개의 내장 장벽을 강화하는 것(20)으로 나타났다. 그러나 시중 판매 제품들 중 많은 경우에서 적절한 품질 관리가 이루어지지 않고 있기 때문에, 발표된 임상 연구에서 효능이 나타난 제품을 선택하는 것이 중요하다.

프리바이오틱스(Prebiotics)는 유익균의 증식을 촉진하는 난소화성 탄수화물이며, 수용성/불용성 및 발효성/비발효성 섬유소로 나눌 수 있다. 발효성 프리바이오틱스는 대장균에 의해 단쇄 지방산(short chain fatty acids, SCFA)으로 전환된다. 시중에 판매되는 대부분의 GI 식단에는 프리바이오틱스가 포함되어 있으며, 일부 질병(예: 대장염)에는 고섬유질 식단이 도움이 될 수도 있다. 수용성 섬유소인 차전자피(psyllium husk)를 체중 1kg 당 0.5-1g을 매일 식단에 추가하면 대장 질환이 있는 동물의 대변 상태를 개선시킬 수 있다. 프리바이오틱스 제품은 낮은 용량으로 투여를 시작해 용량을 점차 증가시키면서 원하는 대변 굳기(consistency)를 얻을 때까지 조절한다.

그동안 만성 장병증의 치료에는 타이로신(tylosin)이나 메트로니다졸(metronidazole) 등의 항생제가 권장되어 왔지만, 현재는 일차 치료법으로 이러한 항생제를 사용하는 것에 대해 논쟁이 있다(16). 항생제를 투여하면 전체 세균량이 감소하여 임상 징후가 개선될 수 있기는 하지만, 항생제가 근본적인 질병 과정을 거의 해결하지 못하기 때문에(15,21,22) 치료 후 세균이 다시 자라면서 종종 재발하게 된다. 메트로니다졸(10-15mg/kg q12h) 및 타이로신(25mg/kg q12h)을 4-6주간 투여하는 방식이 일반적이나, 앞서 언급한 바와 같이 두 약물 모두 대장 내 세균 불균형을 유도하며 이러한 불균형 상태가 때때로 몇 달 동안 지속되는 것으로 밝혀졌다(8,9,11). 연구에 따르면, 메트로니다졸은 급성 설사를 하는 개에게 지속적인 장내 세균 불균형을 촉진하였으며(11), 아목시실린 클라불란산(amoxicillin-clavulanic acid)은 내성 대장균의 증식 속도를 촉진하였다(23). 항생제는 다양한 이유로 만성 장병증에 대한 일차 치료법으로써 권장되지 않는다. 만성 장병증이 있는 개 중 10-16%만이 항생제

"식이 조절은 장내 미생물총에 부정적인 영향을 미치지 않기 때문에 장질환 치료를 위해서 일차적으로 선택해야 합니다."

Jan S. Suchodolski

© Ewan McNeill

그림 5. 분변 미생물 이식술(FMT)을 위해 정상견의 대변을 생리식염수와 혼합하여 표본을 준비

© Ewan McNeill

그림 6. 분변 미생물 이식술(FMT)은 정상견의 대변 혼합물을 카테터와 주사기를 사용한 관장을 통해 장질환이 있는 개에게 주입하는 방식이다.

에 반응하고, 대부분의 경우 치료를 중단한 후 재발하며, 약물은 장내 마이크로바이옴에 부정적인 영향을 미친다. 그러나, 식이요법 및 항염증 치료가 실패한 경우, 또는 전신 염증 징후가 있는 환자(16), 장점막에 세균이 침입하여 지속적으로 문제가 되는 환자의 경우(예: 대장균으로 인한 육아종성 대장염) 항생제 사용을 고려한다. 만성 장병증이 있는 개의 증례 중 소수는 항생요법 이외의 치료에 반응하지 않을 수 있는데, 이 경우 장기간 약물투여가 필요하며, 항생제의 효능을 볼 수 있는 한에서 최저 용량으로 점감하며(taper) 투약한다.

분변 미생물 이식술(FMT)은 정상적인 장내 미생물총을 회복하는 데 도움을 주며, 일부 증례에서는 장내 세균 불균형의 임상 징후를 개선하는 것으로 나타났다(11). 구강 캡슐, 내시경, 관장을 통해 건강한 개체의 대변을 환자의 장내로 옮기는 방법으로**(그림 5, 6)**, 인간을 대상으로 한 FMT는 감염성 및 재발성 *C. difficile* 감염 증례에 높은 성공률을 보였지만(90% 이상) 만성 기저 장염증으로 인한 염증성 장질환에 대한 성공률은 다소 낮았다.

동물을 대상으로 한 FMT는 여전히 도입 단계에 있는데, **박스 4**에서 간단한 프로토콜을 확인할 수 있다. 현재까지 수의학 분야에서는 소수의 FMT 치료 증례가 보고된 바 있고 성공 여부는 기저 질환에 따라 극명하게 달랐다(24). FMT는 *C. hiranonis*의 증식을 촉진하여 담즙산 대사를 회복하는 데 도움이 되므로**(그림 7)**, *C. difficile* 또는 *C. perfringens*와 같은 장내 병원체의 과증식과 관련된 담즙산 전환이 제대로 이루어지지 않는 증례, 항생제 유발 장내 세균 불균형이 발생한 증례, 장점막에 경미한 손상이 있는 증례에서 유익하다. 또한 급성 설사 증례에서 FMT 치료를 하였을 때 대변 점수(fecal score)가 개선되었으며, 어린 강아지의 파보 바이러스 감염 증례 및 *C. difficile* 감염으로 인한 만성

박스 4. 분변 미생물 이식술을 위한 관장 프로토콜(24에 근거함)

소화기 계통 질환 및 최근 항생제 노출이 없고 전신 질환의 징후가 없는 건강한 개의 대변에서 기생충과 장병원체를 선별검사하고 장내 세균 불균형 지수(DI)로 대변의 상태를 사전 평가한다(임상적으로 문제 없는 건강한 개임에도 적절한 담즙산 전환에 필요한 *C. hiranonis*가 부족한 경우가 일부 있기 때문).

보관 – 방금 배출한 대변을 사용할 수도 있고 비닐 봉지에 넣어 최대 일주일 동안 4℃에서 냉장 보관한 후 사용할 수도 있다. 이보다 긴 시간 동안 보관하기 위해 대변을 냉동해야 하는 경우, 냉동하기 전에 대변을 글리세롤과 혼합하면 세균이 보존된다(대변 10g당 생리식염수 35mL, 글리세롤 5mL과 혼합하여, 50mL씩 부분 표본(aliquots)으로 나누어 냉동).

필요한 재료 : 0.9% 생리식염수, 붉은 고무 카테터(12FG 또는 14FG), 카테터 팁 주사기 60mL, 블렌더, 건강한 개의 대변, 비정균 윤활제

1. 필요한 대변의 양을 계산한다. 체중 1kg 당 약 5g으로 계산한다.
2. 블렌더에 0.9% 생리식염수를 약 60mL 넣은 다음 냉장 혹은 냉동 상태의 대변을 넣고 큰 조각이 보이지 않도록 액화될 때까지 고속으로 블렌딩한다. 초대형견의 경우 대변이 충분히 액화되려면 생리식염수가 더 많이 필요할 수 있다.
3. 혼합된 재료를 주사기에 집어넣고 고무 카테터를 부착한다. 분변 물질이 카테터 팁에 나타날 때까지 주사기 플런저를 누른다. 이렇게 하면 분변 이식을 받는 개의 결장으로 공기가 유입되는 것을 방지할 수 있다.
4. 카테터를 결장에 완전히 삽입한 다음 관장한다. 분변 이식을 받는 개에게 진정제를 투여할 필요는 없다.
5. 분변 이식 후 가능한 4-6시간 동안 금식하고 활동을 제한하여 조기 배변의 가능성을 줄인다.

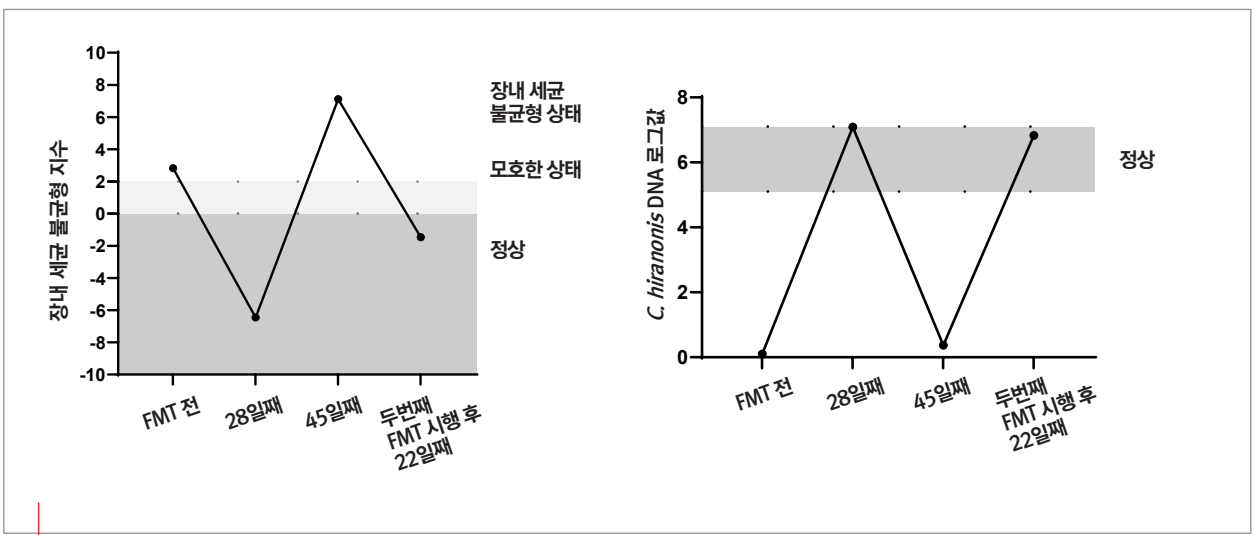


그림 7. 통상적인 치료에 반응하지 않은 만성 장병증이 있는 개의 장내 세균 불균형 지수(DI)(a)와 *C. hiranonis*의 양(b)을 나타내는 두 그래프를 통해 분변 미생물 이식술(FMT)이 장내 마이크로바이옴에 미치는 효과를 확인할 수 있다. FMT 시행 후 DI와 담즙산 전환균인 *C. hiranonis*의 양이 정상화되었으며, 대변의 상태 또한 2일 이내에 개선되었다. FMT 후 약 45일에 대변의 상태가 다시 악화되고 DI가 증가하여 두 번째 FMT를 시행하였더니 대변의 상태가 다시 좋아졌다. 만성 장병증이 있는 개는 대부분 구조적 기저 손상이 남아 있기 때문에 장내 세균 불균형 상태가 재발하는 경우가 많으며 이로 인해 반복적인 시술이 필요하다.

설사 증례에서 표준 항생요법의 보조치료로 FMT를 하였을 때에도 대변 점수가 개선되는 것으로 나타났다(25).

만성 장병증이 있는 개는 장의 염증 및 구조적 손상으로 인해 속발성으로 장내 세균 불균형이 초래되며, 기저 병리가 근절되지 않으면 장내 세균 불균형 및 임상 징후가 재발한다. 따라서 만성 장병증이 있는 개에서 분변 미생물 이식술의 성공률은 증례마다 상이하며, 만성 장병증이 있는 개의 많은 증례에서 치료 후 2–3일 이내에 대변 점수가 개선되지만, 몇 주 후에 재발하여 재발성 설사를 하는 것으로 보고된 바 있다. 따라서 이러한 환자의 경우, 기저 질환 과정에 대한 적절한 식이 및 항염증 치료가 필요하며(위 참조), 통상적인 치료로는 반응이 좋지 못한 경우(예: 지속적인 무른 변)에 대한 보조 치료법으로 분변 미생물 이식술을 고려해 볼 수 있다.

알림: 이 글의 저자는 상업적인 목적으로 마이크로바이옴 검사를 제공하는 Texas A&M Gastrointestinal Laboratory의 직원이다.

결론

장내 마이크로바이옴은 숙주 건강에 중요한 역할을 하는데 위장관 질환이 있는 많은 동물들은 장내 세균 불균형이 발생하며, 이로 인해 임상 징후를 초래할 수 있는 비정상적인 미생물총의 기능이 유발된다. 장내 세균 불균형 지수(DI)는 많은 사례에서 유용한 진단 도구이지만, 장내 미생물총 구성을 개선하기 위해서는 여러 가지 기저 원인을 고려하여 다양한 치료법을 시도함과 동시에 장기적인 접근 또한 필요하다.

REFERENCES

1. Ziese AL, Suchodolski JS. Impact of changes in gastrointestinal microbiota in canine and feline digestive diseases. *Vet. Clin. North. Am. Small. Anim. Pract.* 2021;51(1):155-169.
2. Whitfield-Cargile CM, Cohen ND, Chapkin RS, *et al*. The microbiota-derived metabolite indole decreases mucosal inflammation and injury in a murine model of NSAID enteropathy. *Gut. Microbes.* 2016;7(3):246-261.
3. Giaretta PR, Suchodolski JS, Blick AK, *et al*. Distribution of bile acid receptor TGR5 in the gastrointestinal tract of dogs. *Histol. Histopathol.* 2019;34(1):69-79.
4. Li Q, Larouche-Lebel E, Loughran KA, *et al*. Gut dysbiosis and its associations with gut microbiota-derived metabolites in dogs with myxomatous mitral valve disease. *MSystems.* 2021;in press.
5. Pavlidis P, Powell N, Vincent RP, *et al*. Systematic review: bile acids and intestinal inflammation-luminal aggressors or regulators of mucosal defence? *Aliment. Pharmacol. Ther.* 2015;42(7):802-817.
6. Werner M, Suchodolski JS, Lidbury JA, *et al*. Diagnostic value of fecal cultures in dogs with chronic diarrhea. *J. Vet. Intern. Med.* 2021;35(1):199-208.
7. Al Shawaqfeh MK, Wajid B, Minamoto Y, *et al*. A dysbiosis index to assess microbial changes in fecal samples of dogs with chronic inflammatory enteropathy. *FEMS Microbiol. Ecol.* 2017;93(11): DOI: 10.1093/femsec/fix136
8. Pilla R, Gaschen FP, Barr JW, *et al*. Effects of metronidazole on the fecal microbiome and metabolome in healthy dogs. *J. Vet. Intern. Med.* 2020;34(5):1853-1866.
9. Manchester AC, Webb CB, Blake AB, *et al*. Long-term impact of tylosin on fecal microbiota and fecal bile acids of healthy dogs. *J. Vet. Intern. Med.* 2019;33(6):2605-2617.
10. Wang S, Martins R, Sullivan MC, *et al*. Diet-induced remission in chronic enteropathy is associated with altered microbial community structure and synthesis of secondary bile acids. *Microbiome* 2019;7(1):126.
11. Chaitman J, Ziese AL, Pilla R, *et al*. Fecal microbial and metabolic profiles in dogs with acute diarrhea receiving either fecal microbiota transplantation or oral metronidazole. *Front. Vet. Sci.* 2020;7:192.
12. Blake AB, Guard BC, Honneffer JB, *et al*. Altered microbiota, fecal lactate, and fecal bile acids in dogs with gastrointestinal disease. *PLOS One* 2019;14(10):e0224454.
13. Isaiah A, Parambeth JC, Steiner JM, *et al*. The fecal microbiome of dogs with exocrine pancreatic insufficiency. *Anaerobe* 2017;45:50-58.
14. Giaretta PR, Rech RR, Guard BC, *et al*. Comparison of intestinal expression of the apical sodium-dependent bile acid transporter between dogs with and without chronic inflammatory enteropathy. *J. Vet. Intern. Med.* 2018;32(6):1918-1926.
15. Giaretta PR, Suchodolski JS, Jergens AE, *et al*. Bacterial biogeography of the colon in dogs with chronic inflammatory enteropathy. *Vet. Pathol.* 2020;57(2):258-265.
16. Procoli F. Inflammatory bowel disease, food-responsive, antibiotic-responsive diarrhoea, protein losing enteropathy. *Advance Small Anim. Care* 2020;1:127-141.
17. Bresciani F, Minamoto Y, Suchodolski JS, *et al*. Effect of an extruded animal protein-free diet on fecal microbiota of dogs with food-responsive enteropathy. *J. Vet. Intern. Med*. 2018;32(6):1903-1910.
18. Torres-Henderson C, Suchodolski J, Lappin MR. Effect of *Enterococcus faecium* strain SF68 on gastrointestinal signs and fecal microbiome in cats administered amoxicillin-clavulanate. *Top. Companion Anim. Med.* 2017;32(3):104-108.
19. Ziese AL, Suchodolski JS, Hartmann K, *et al*. Effect of probiotic treatment on the clinical course, intestinal microbiome, and toxigenic *Clostridium perfringens* in dogs with acute hemorrhagic diarrhea. *PLOS One* 2018;13(9):e0204691.
20. White R, Atherly T, Guard B, *et al*. Randomized, controlled trial evaluating the effect of multi-strain probiotic on the mucosal microbiota in canine idiopathic inflammatory bowel disease. *Gut Microbes* 2017;8(5):451-466.
21. Westermarck E, Skrzypczak T, Harmoinen J, *et al*. Tylosin-responsive chronic diarrhea in dogs. *J. Vet. Intern. Med*. 2005;19(2):177-186.
22. Westermarck E, Myllys V, Aho M. Effect of treatment on the jejunal and colonic bacterial flora of dogs with exocrine pancreatic insufficiency. *Pancreas* 1993;8:559-562.
23. Werner M, Suchodolski JS, Straubinger RK, *et al*. Effect of amoxicillin-clavulanic acid on clinical scores, intestinal microbiome, and amoxicillin-resistant *Escherichia coli* in dogs with uncomplicated acute diarrhea. *J. Vet. Intern. Med*. 2020;34(3):1166-1176.
24. Chaitman J, Gaschen F. Fecal microbiota transplantation in dogs. *Vet. Clin. North. Am. Small Anim. Pract*. 2021;51(1):219-233.
25. Pereira GQ, Gomes LA, Santos IS, *et al*. Fecal microbiota transplantation in puppies with canine parvovirus infection. *J. Vet. Intern. Med*. 2018;32(2):707-711.

MYTHS IN CAT NUTRITION

고양이 영양에 관한 잘못된 믿음

고양이가 건강하게 생활하려면 무엇을 먹어야 하는지 혹은 먹어서는 안 되는 지에 대하여 근거 없는 믿음을 가지고 있는 경우가 많다. 이 글은 그러한 그릇된 통념의 일부를 잠재우는 것에 목적이 있다.

핵심 포인트

1. 고양이의 치아 위생을 위한 가장 좋은 방법은 적극적 구강 관리법과 소극적 관리법을 모두 활용하는 것이다. 시판 중인 일반적인 구강 관리용 건사료는 그 자체만으로는 고양이의 구강 건강에 거의 또는 전혀 유익하지 않다.
2. 돼지고기는 고양이가 섭취하기 적합한 단백질과 지방 공급원이며, 고양이 사료에 조리된 돼지고기를 포함하는 것은 금기 사항이 아니다.
3. 고양이에게 간식, 특히 사람이 먹던 음식(table scraps)을 너무 많이 주지 않도록 한다. 간식은 동물의 일일 급여량의 10%를 초과해서는 안 된다.
4. 고양이에게 아무 때나 임의로 먹이를 주는 것은 좋지 않다. 보호자는 정확한 일회 급여량을 하루 동안 일정한 간격으로 몇 번에 걸쳐 제공하도록 한다.

서론

고양이는 각종 전설과 민담에 가장 흔히 등장하는 동물 중 하나로, 종종 그 천성이 신비롭고 고집이 센 것으로 묘사된다. 따라서 (전설과 민담에 등장하는 고양이가 아닌) 실제 우리 주변의 고양이에게 필요한 영양학적 요구에 대하여 혼란을 야기하는 이야기, 반쪽짜리 진실, 때로는 순전한 오류가 많은 것은 어쩌면 당연지사일지도 모르겠다. 이 짧은 글에서는 인간이 가장 좋아하는 반려동물인 고양이에게 먹이를 주는 것과 관련된 잘못된 믿음과 진실을 구분하고자 한다.

잘못된 믿음 – 건사료가 치아를 깨끗하게 한다

보호자들은 보통 고양이에게 건사료를 먹이면 치아에 있는 치태와 치석의 양이 줄어들고 습식 사료를 먹이는 것보다 구강 위생 측면에서 상당한 이점이 있다고 믿고 있다. 확실히 단단한 건사료나 크로켓(croquettes)을 씹으면 치아가 깨끗해질 것이라는 생각이 들기는 하는데, 동물이 건사료를 씹을 때 알갱이가 깨지고 부서지면서 약간의 기계적 세척 작용이 발생할 것이기 때문이다. 또, 건사료는 입안에서 구강 세균의 먹이가 되는 음식물 찌꺼기를 적게 남기고 치태를 천천히 형성한다. 그럼에도 불구하고, 건사료를 먹은 동물들에게도 치태와 치석이 매우 많이 축적되어 치주 질환을 앓게 되는 경우가 많으므로(1,2) 건사료 급여의 이점에 대한 근거는 확실하지는 않다.

한 연구에 따르면, 부드러운 음식을 먹은 반려동물은 단단한 음식을 먹은 경우에 비해 치은염과 치태가 더 많이 발생하였다(3). 가정식과 시판용(습식 및 건식) 사료를 비교한 또 다른 연구에서는, 고양이에게 가정식 사료를 먹이면 구강 건강 문제가 발생할 가능성이 증가하는 것으로 나타났으며, (가정식과 비교하여) 시판용 사료를 급여하는 경우 급여량의 적어도 일부만이라도 건사료가 포함되면 상당히 유익한 것으로 나타났다(4). 또한 추가 연구에서도 (가정식이든 시판용 사료이든) 습식사료를 급여한 고양이와 비교할 때, 건사료를 먹인 고양이에서 림프절병증(lymphadenopathy)의 감소와 함께 치주 질환 및 치석 발생이 감소하였다(5). 그럼에도 불구하고, 또 다른 사례 연구에서는 습식사료가 치태 및 치석 형성에 있어 일반적인 건사료와 유사한 영향을 미친다고 밝혔다(1,6). 중요한 점은, 시판용 건사료는 일반적으로 앞니의 경계부에서 부서지는데, 이는 구강 위생 개선에 거의 또는 전혀 도움이 되지 않는다는 것이다. 왜냐하면 건사료가 부서질 때 치은 경계부와 치은연하(subgingival) 영역(즉, 치아 건강에 가장 중요한 영역)에 쌓인 치태와 치석은 영향을 받지 않기 때문이다(7,8).

2세 이상의 고양이 중 2/3가 치주 질환(periodontal disease)의 징후를 보인다는 점을 감안할 때(5), 일반 건사료와 차별화된, 구강 세정 능력이 개선된 시판용 건사료가 개발된 것은 놀라운 일이 아니다. 치아 건강을 위한 "덴탈 사료(dental diets)"는 치태와 치석을 조절하는 데 도움이 되도록 만든 모양, 크기, 질감을 갖춘 키블로 구성되어, 치아와의 접촉을 최대화한다(9). 덴탈 사료는 대체로 치태와 치석의 축적을 방지하는 데 도움이 되는 성분을 포함하고 있으며, 확실히 VOHC®[1] 승인 제품은 구강 건강에 대한 이점이 인증된 제품이다.

구강 위생을 위한 보조제와 간식 및 치아 건강을 위한 덴탈 사료를 급여하는 것은 일종의 소극적 구강 관리법으로써, 적극적 구강 관리법과는 반대되는 개념이다. 적극적 구강 관리법은 보호자가 치아를 닦거나 구강에 젤을 도포하여 치태를 제거하는 방법이다. 소극적 구강 관리법만으로는 치은을 임상적으로 건

[1] Veterinary Oral Health Council

Karolina Hołda

PhD, Warsaw, Poland

Dr. Hołda는 Poland의 Warsaw 생명과학 대학을 졸업하고 Faculty of Veterinary Medicine in Ghent에서 학업을 계속하였다. 고양이와 개의 영양학 전문가로서 영양 자문 서비스 회사(karolinaholda.com)를 운영하면서, 개와 고양이의 올바른 영양에 대한 온라인 교육 과정 또한 제공하고 있다. 수의학 및 동물학 분야 저널에 70편 이상의 논문을 등재하였다.

강하게 유지할 수 없다. 이는 동물이 덴탈 사료를 씹을 때 모든 치아를 사용하는 것이 아니고, 제품과 접촉하는 치아의 경우에도 각 치아의 전체 표면이 씹는 행위에 동원되는 것이 아니므로 구강 내 많은 부분이 관리되지 않은 채 방치되기 때문이다. 치아 건강을 위한 고양이용 껌인 덴탈츄(dental chews)의 구강 위생 작용은 작은 어금니(premolars)에 집중되어 있다. 동물은 주로 이 작은 어금니를 사용하여 무엇이든 깨물기 때문이다 **(그림 1)**. 반면 적극적 구강 관리법의 경우, 보호자가 앞니를 칫솔질해 주는 것이 비교적 용이하기 때문에 앞니와 송곳니에 효과적이다(10).

구강 위생을 유지하는 가장 좋은 방법은 어찌 되었든 매일 치아를 닦는 것이다. 보호자들이 반려동물의 치아를 매일 닦아주는 것은 매우 어려운 일이지만, 세균 치태(bacterial plaque)의 양을 줄일 수 있다**(그림 2)**. 보호자들은 건사료가 치아 청결에 도움이 된다고 믿고 싶겠지만, 사실상 대부분의 건사료는 치주 질환의 위험을 유의하게 감소시키지 않는다. 특정 덴탈사료 제품들의 경우 약간은 유익한 부분이 있을 수 있는데, 치은연하(subgingival) 부위도 관리가 가능한 제품이어야 하므로 보호자에게 영양가 있으면서도 치아 건강에도 도움이 되는 덴탈사료 제품을 추천할 때에는 VOHC®의 높은 요구 사항을 충족하는 제품이 권장된다(11). 궁극적으로 고양이의 구강을 건강하게 유지하는 가장 좋은 방법은 수의사와 보호자간 긴밀한 의사소통을 기반으로 동물병원에서 이루어지는 정기적인 구강 관리를 통해 적극적 구강 관리법과 소극적 구강 관리법을 병행하는 것이다.

© Shutterstock

그림 1. 고양이는 치아 건강용 덴탈츄를 씹을 때 주로 소구치를 사용한다.

© Philippe Hennet

그림 2. 매일 양치질하는 것은 구강 위생을 유지하는 적극적 관리법이다.

잘못된 믿음 – 고양이는 돼지고기를 먹으면 안 된다

돼지고기는 단백질과 필수 아미노산의 우수한 공급원이지만 고양이에게 돼지고기를 먹이면 안 된다는 잘못된 믿음이 있다. 확실히 돼지고기는 지방 함량이 높은 식품이므로 사료의 주성분으로 사용할 경우 이 점을 고려해야 한다. 시판용 건식 및 습식 사료 모두에서 돼지고기의 살코기, 피부, 지방, 내장은 농축 단백 공급원으로써 역할을 하기 때문에 자주 사용되는 성분이다. 돼지고기에 대한 나쁜 소문은 주로 오제스키병(Aujeszky disese, 가성 광견병이라고도 함)을 유발하는 헤르페스 바이러스과(Herpesviridae Family)에 속하는 특정 바이러스와 관련이 있다. 오제스키병은 농장 동물 및 야생 동물, 특히 돼지에게 발병하는 감염성 질환으로, 고양이와 개가 감염된 돼지고기를 날 것으로 섭취하는 경우 오제스키병에 걸릴 수 있다(12). 감염된 동물은 불완전마비(paresis), 마비(paralysis), 자해로 이어지는 심한 소양증 등 주로 신경계와 관련된 징후가 나타난다. 인간은 해당 바이러스에 저항력이 있어 감염되지 않지만, 불행하게도 고양이에게 오제스키병은 치명적이다.

오제스키병에 대한 통제 및 관리는 국가적인 차원에서 공공 수의방역으로 이루어지며, 선별검사를 위해 무작위로 혈액 검체를 채취하여 돼지 개체군 내에서 오제스키병이 발병하는지 지속적으로 모니터링한다. 보고되는 발병 건수는 현재 꾸준히 감소하고 있으며, 현재 많은 유럽 지역에서 공식적으로 오제스키병이 퇴치되었다고 발표하였다. 하지만 유럽 고양이 질병 자문위원회(European Advisory Board on Cat Diseases)는(13),

© Shutterstock

그림 3. 멧돼지는 서유럽의 특정 지역에서 흔히 볼 수 있으며 오제스키 바이러스의 병원소(reservoir) 역할을 할 수 있다.

서유럽 등지에 서식하는 멧돼지**(그림 3)**에게 오제스키병 감염률이 높을 수 있으며, 이로 인해 이 바이러스에 감염된 사냥개들이 산발적으로 보고되고 있다고 전하였다. 그러나 이 같은 사실에도 불구하고 이 바이러스가 고양이 사료를 오염시킬 위험은 높지 않다.

사실 중요한 것은 돼지고기를 반려동물에게 주려면 항상 먼저 조리를 해야 한다는 것이다. 조리를 하면 바이러스가 파괴되어 안전해지기 때문이다. 그러나 사람이 섭취하도록 가공된 돼지고기 제품을 고양이에게 먹이지는 말라고 조언하고 싶다. 각종 햄, 소시지, 콜드컷(cold cuts)은 돼지고기를 익힌 후 제조하지만 보통 지방 함량이 높으며, 동물에게 잠재적으로 해로울 수 있는 아질산나트륨(sodium nitrite), 인산염(phosphates)과 같은 보존제가 포함되어 있기 때문이다. 요컨대, 사람이 섭취하도록 고도로 가공된 동물성 식품은 반려묘를 위한 건강한 간식이 될 수 없다.

잘못된 믿음 – 사람이 먹는 음식은 고양이에게 해롭지 않다

사람이 섭취하는 음식 중 일부가 개와 고양이에게는 유독할 수 있다는 사실을 대부분의 보호자들이 알고 있다. 예를 들어, (요리 소스로 자주 사용되는) 양파와 마늘 혹은 (보통 사람들은 달콤한 간식으로 자주 먹는) 건포도와 초콜릿은 반려동물에게 유독하고 치명적일 수 있다. 식탁에서 먹다 남은 음식을 반려동물에게 먹이지 말아야 하는 이유는 그 밖에도 많다. 인간의 음식은 흔히 소금, 후추, 향신료 등으로 양념을 많이 하며, 바로 먹을 수 있는 가공 식품(위에서 언급한 바와 같이)에도 동물의 건강에 악영향을 줄 수 있는 성분이 포함되어 있다. 또한 인간의 음식은 일반적으로 지방이 풍부하기 때문에 열량이 높으며 고양이의 영양 요구량 측면에서 균형이 맞지 않는다. 사람이 섭취하도록 만들어진 음식은 확실히 동물의 주된 사료가 될 수 없으며 되어서도 안 된다. 보호자가 정말로 고양이에게 "자신이 먹던 음식" 중 뭔가를 꼭 주고 싶다면, 그 음식은 동물에게 유독할 수 있는 성분이 포함되어 있지 않아야 하며 수의사의 조언에 따라 모든 간식은 적당량만 제공되어야 한다. 끼니와 끼니 사이의 간식 급여 빈도는 일일 열량 섭취량의 10%를 초과하지 않는 범위 내에서 이루어지도록 하는 것이 중요한데, 그렇지 않으면 빠르게 비만으로 이어질 수 있다. 또한 간식을 과도하게 섭취하면 주식인 사료의 섭취에 불균형을 초래하여 개별 영양소의 결핍 또는 과잉을 유발할 수 있다.

고양이에게 사람의 음식을 주는 것이 행동학적으로도 바람직하지 못하다는 사실을 보호자가 알고 있어야 한다. 고양이가 보호자로부터 맛있는 것을 얻을 수 있다는 것을 알게 되면, "더 맛있는" 것을 달라고 보채거나 주식(staple food) 섭취를 거부할 것이다. 또한 보호자 가족 중 누구라도 실수로 이러한 특성을 조장하는 나쁜 습관에 물들 수 있다는 점 역시 수의사로서 조언해 줄 필요가 있다. 예를 들자면, 아동이나 아동의 조부모가 커피나 차에 넣을 우유를 꺼내려고 냉장고 문을 열 때마다 몰래 고양이에게 먹이를 주는 경우 등이 있다**(그림 4)**.

잘못된 믿음 – "겨우 1kg 더 나가는 건데"

여러 가지 이유로 반려동물에게 비만은 아주 흔하게 나타나지만, 보호자가 고양이의 과체중을 자신의 입장에서 보기 때문에 특히 그렇다. 사람의 경우 체중이 1kg 증가하였을 때 생리적 차이는 미미하다. 하지만 일반적으로 체중이 5kg정도 나가는 고양이의 경우에는 "겨우" 1kg만 증가하여도 체중의 20%가 증가한 것이므로 비만 범주에 속하게 된다. 따라서 보호자의 왜곡된 인식을 바로잡기 위해, 고양이의 과체중을 인간의 경우에 빗대어 설명할 필요가 있다. 예를 들어, 체중이 약 55kg인 여성의 체중이 20%(11kg) 증가했다면, 확실히 체중의 차이를 스스로 알아차렸을 것이다. 고양이에게 흔히 먹이는 간식의 열량을 인간에게 해당하는 동등한 비율의 열량으로 변환한 포스터를 동물병원의 진료실에 걸어 놓는 것도 보호자 교육에 도움이 되는 좋은 방법이다**(그림 5)**. 이러한 포스터를 통해 고양이에게 있어 작은 큐브 치즈 하나가 인간에게는 더블 햄버거에 해당된다는 메

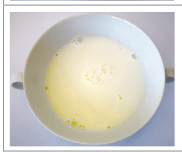
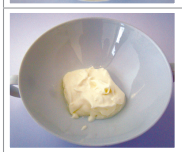
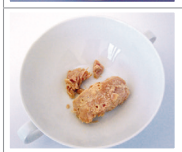
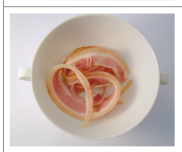
© Shutterstock

그림 4. 보호자 가족은 자칫하면 냉장고 문을 열 때마다 반려묘에게 먹이를 주는 아주 좋지 못한 습관에 물들 수 있다. 이 경우, 고양이 역시 냉장고 문이 열리는 소리가 들릴 때마다 먹이를 먹는다는 인식을 가지게 된다.

그림 5.

간식이 일일 열량 섭취량에 미치는 영향

보호자가 고양이에게 일일 급여량 이외에 추가적으로 간식을 주면, 하루 총열량 섭취량*이 급격히 증가한다. 이는 체중을 유지하는 수준으로만 사료를 급여 중인 고양이의 체중 증가 요인이 되며, 체중 관리 프로그램 진행 시 고양이의 체중 감량 속도가 느려지거나 더 이상 체중이 감량되지 않거나 혹은 도리어 체중을 증가시키는 요인이 된다. 다음은 음식 섭취에서 간식이 미치는 잠재적 영향을 보여주는 몇 가지 예이다.

양	섭취 열량(Kcal)	열량 과잉 섭취량* *체중 4kg의 고양이/ 하루 200kcal 기준
저지방 치즈 15 mL 스푼으로 2번	54	21%
요거트 15 mL 스푼으로 2번	41	16%
 전지(full fat) 우유 100mL	58	23%
 크림 25g	96	38%
 참치(염장) 25g	28	11%
리버 파테(liver pâté) 43g	154	61%
간 25g	30	12%
 햄껍질(ham rind) 30g	255	101%
고지방 크림치즈 60g	62	25%

© Marianne Diez – *Veterinary Focus* Special Edition "Tackling obesity in cats"

© Shutterstock

그림 6. 매일 퍼즐 피더(puzzle feeding toy)를 사용하여 급여하면 고양이에게 인지 자극을 줄 수 있을 뿐 아니라 과도한 열량 섭취도 피할 수 있다.

시지를 전달할 수 있다. 한 연구에서는 과식(즉, 양껏 먹이거나 간식을 주는 경우) 및 신체 활동 부족이 고양이 비만의 주요 원인이라는 사실을 보호자에게 아무리 강조해도 지나치지 않다는 결론을 내렸다(14).

잘못된 믿음 – 고양이는 언제든지 음식에 접근할 수 있어야 한다

많은 보호자들은 보통 건사료를 하루 종일 그릇에 담아둔 채로 놔두고(제대로 계량하지 않은 경우가 많음) 특정 시간에만 고양이에게 습식 사료를 주곤 한다. 이는 일반적으로 보호자가 고양이에게 하루에 여러 번 소량씩 사료를 제공할 수 없는 상황인 경우가 많기 때문이다. 안타깝게도 이러한 급여 방식으로는 고양이가 얼마나 많은 양의 사료를 먹는지 보호자가 적절하게 통제할 수 없다. 건사료는 고열량 식품이기 때문에 소량의 키블도 칼로리가 높다. 보호자들은 자신의 반려묘가 "얼마나 먹어야 하는지"를 알고 싶어 하지만, 대부분의 고양이들은 필요 이상으로 더 많이 먹기 때문에 과도한 열량으로 인해 비만이 된다(15). 또한, 보호자가 고양이에게 충분한 환경 풍부화(environmental enrichment)나 활동적인 놀이를 해주지 않으면 지루함을 느낀 고양이들이 과식을 하게 되는 경우도 많다.

건사료는 비교적 적은 양으로 필요한 에너지와 영양소를 공급하기 때문에, 고양이가 야생에서 먹는 먹이의 유형 및 그러한 먹이로부터 얻을 수 있는 열량과 유사하지 않다. 이는 고양이에 따라서 영양학적 요구량에 알맞은 사료를 섭취한 후에도 배고픔을 느낄 수 있음을 의미한다. 습식 사료의 경우 수분 함량이 약 80% 정도이기 때문에, 건사료와 상황이 다르며 일반적으로 열량이 4배 정도 낮다. 또한 경제적이거나 실용적인 면도 고려된다. 습식 사료는 칼로리당 가격이 비싸므로 보호자가 필요 이상으로 많은 양을 제공할 가능성이 낮을 뿐 아니라, 부패 속도 또한 빠르기 때문에 보호자가 정확히 잰 급여량을 정해진 시간에 제공할 가능성이 높다.

특히, 과체중이나 비만이 될 경향이 있는 고양이를 키우는 보호자는 고양이가 임의로 먹지 못하게 해야 하며 일일 급여량을 주방 저울로 정확히 측정한 다음 여러 끼니로 나누어 급여를 해야 한다. 끼니는 규칙적으로(즉, 하루 중 정해진 시간에) 제공하는 것이 가장 좋다. 하지만, 그릇에 담아서 급여함과 동시에 상호작용이 가능한 장난감 형태의 퍼즐 피더 역시 매일 사용하도록 한다. 장난감 형태의 퍼즐 피더는 사료를 느리게 먹도록 유도하여 열량 섭취를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 고양이에게 유익한 인지 자극을 제공하기 때문이다**(그림 6)**.

결론

고양이에게 무엇을 먹여야 하는지 먹여서는 안 되는지에 대하여 미처 예상치 못한 견해를 가진 보호자들을 일선 수의사들이 만나는 것은 놀라울 정도로 흔한 일이다. 하지만 이러한 보호자들 역시 자신이 반려동물을 위해 최선을 다하고 있다는 소신을 가지고 그러한 잘못된 믿음을 따른다. 따라서 수의사가 보호자에게 질 좋은 교육 자료를 보여주면서 명확하고 신중하게 의사소통을 한다면, 많은 경우 이러한 잘못된 믿음을 바로잡을 수 있으며 반려묘를 위한 최상의 영양을 제공하는데 도움을 줄 수 있다.

REFERENCES

1. Harvey CE, Shofer FS, Laster L. Correlation of diet, other chewing activities and periodontal disease in North American client-owned dogs. *J. Vet. Dent.* 1996;13:101-105.
2. Logan EI. Dietary influences on periodontal health in dogs and cats. *Vet. Clin. North. Am. Small. Anim. Pract.* 2006;36:1385-1401.
3. Watson AO. Diet and periodontal disease in dogs and cats. *Aust. Vet. J.* 1994;71(10):313-318.
4. Buckley C, Colyer A, Skrzywanek M, *et al*. The impact of home-prepared diets and home oral hygiene on oral health in cats and dogs. *Brit. J. Nutr*. 2011;106(0):S124-S127.
5. Gawor JP, Reiter AM, Jodkowska K, *et al*. Influence of diet on oral health in cats and dogs. *J. Nutr*. 2006;136:2021S-2023S.
6. Boyce EN, Logan EI. Oral health assessment in dogs: study design and results. *J. Vet. Dent*. 1994;11:64-74.
7. Westfelt E, Rylander H, Dahlen G, *et al*. The effect of supragingival plaque control on the progression of advanced periodontal disease. *J. Clin. Periodontol*. 1998;25:536-541.
8. Niemiec BA. Periodontal therapy. *Top. Companion. Anim. Med.* 2008;23:81-90.
9. Logan EI, Finney O, Herrerren JJ. Effects of a dental food on plaque accumulation and gingival health in dogs. *J. Vet. Dent*. 2002;19(1):15-18.
10. Niemiec B, Gawor J, Nemec A, *et al*. World Small Animal Veterinary Association Global Dental Guidelines. *J. Small Anim. Pract.* 2020;61(7):E120-E125.
11. Nemec A. The VOHC® seal – what does it mean? *Vet. Focus website (https://vetfocus.royalcanin.com/en/scientific/the-vohc-seal-what-does-it-mean)* 2021.
12. Thiry E, Addie D, Belák S, *et al*. Aujeszky's Disease / Pseudorabies in Cats: ABCD guidelines on prevention and management. *J. Feline Med. Surg.* 2013;15(7):555-556.
13. European Advisory Board on Cat Diseases Web site. Aujeszky's Disease – Pseudorabies in cats. Available at: http://www.abcd-catsvets.org/aujeszkys-disease-pseudorabies/ Accessed April 30, 2021
14. Kienzle E, Bergler R. Human-animal relationship of owners of normal and overweight cats. *J. Nutr.* 2006;136(7):1947S-1950S.
15. Rowe E, Browne W, Casey R, *et al*. Risk factors identified for owner-reported feline obesity at around one year of age: dry diet and indoor lifestyle. *Prev. Vet. Med*. 2015;121(3-4):273-281.

HOMEMADE DIETS – GOOD OR BAD?

가정식 – 좋은가, 나쁜가?

Marjorie L. Chandler

DVM, MS, MANZCVS, Dip. ACVN, Dip. ACVIM, MRCVS, VetsNow, Glasgow, UK

Dr. Chandler는 California State University에서 학사(BS)를 마치고 Colorado State University(CSU)에서 석사 학위(MS)와 수의사 면허(DVM)를 취득했다. 몇 년 동안 임상에 있다가 CSU와 뉴질랜드의 Massey University에서 소동물의학 및 임상 영양학 전공으로 레지던트 과정을 마쳤다. 미국수의내과학회(ACVIM)와 미국수의영양학회(ACVN) 인증자격 전문의이자, 호주–뉴질랜드수의과학회(ANZCVS) 회원, 유럽펫푸드산업연합(FEDIAF) 산하 과학 자문 위원회 의장, 유럽 수의 영양학 교육회(European Veterinary Nutrition Educators Group) 창립회원, 세계소동물수의사회(WSAVA) 산하 글로벌 영양학 위원회 공동 의장이다. 현재 영국의 종합동물병원 여러 곳에서 임상 수의영양을 담당하면서 수의내과 전문의로 일하고 있다.

임상 현장에서 수의사는 반려동물에게 가정식을 먹이고 싶어 하는 보호자를 만나는 경우가 많다. 이 글에서는 가정식 급여가 가져올 수 있는 잠재적 위험과 유익을 모두 살펴본다.

핵심 포인트

1. 시판용 사료를 급여하는 경우보다 흔하지 않지만, 몇몇 보호자들은 가공 음식(prepared food)에 대한 불신과 오해로 인해 좋은 의도에서 가정식 급여를 한다.
2. 웹사이트와 책에서 찾아볼 수 있는 가정식 레시피의 대부분은 반려동물의 영양학적 요구도를 충족하지 못하며, 질병을 유발할 수 있다.
3. 고양이에게 생식을 급여하면, 병원성 세균 노출 위험과 그로 인해 분변을 통한 병원체 배출 가능성이 있어, 보호자의 건강 및 공중보건에 위협이 될 수 있다.
4. 반려동물이 완전 균형 식이를 섭취할 수 있도록 보호자가 선택한 급여 방식에 대한 이해와 명확하면서도 공감적인 의사소통이 필요하다.

서론

"가정식(homemade)"라는 용어는 반려동물 사료에 적용될 때, 시판용 사료를 제외한 모든 펫푸드를 망라하며, 육류만을 사용한 레시피에서부터 채식 위주 또는 완전 채식(vegan) 레시피에 이르기까지 아주 넓은 범위를 포괄하고 재료 역시 조리된 것과 날 것을 모두 포함한다. 반려동물의 식이를 직접 준비하기로 마음먹은 보호자들 중 대부분은 반려묘나 반려견에게 영양학적으로 최상이라 믿는 것을 제공하고 싶어 한다. 그렇지만 보호자들은 미국수의영양학회(ACVN) 인증 전문의®의 도움을 구할 수 있음에도, 책과 인터넷, 친구, 소동물 영양에 대한 적절한 교육을 충분히 받지 못한 비전문가로부터 레시피를 구할 가능성이 더 높다. 이 글에서는 반려동물 가정식에 대해 알아보고 가정식이 가져올 수 있는 잠재적 위험과 유익에 대해 설명하고자 한다.

가정식의 유행

얼마나 많은 반려동물들이 가정식을 먹는지에 대한 정확한 수치를 파악하기는 어렵다. 예를 들어, 2008년에 미국과 호주에서 실시된 한 조사에 따르면, 반려견 보호자 93.2%와 반려묘 보호자 98.9% 이상이 반려동물의 식이에 시판용 펫푸드를 일정 부분 이상 포함시킨다고 보고했다(1). 개의 30.6%, 고양이의 13.1%가 사람이 먹던 음식이나 먹다 남은 음식 혹은 가정식을 섭취했으며, 개 16.2%, 고양이 9.6%는 뼈나 날 것이 주식에 포함되어 있었다. 반려동물의 먹이에 뼈나 날 것을 포함시킨 사람들의 80% 이상이 호주에 거주하고 있었다. 보호자의 3% 미만은 반려동물에게 가정식만 급여하였으며, 개의 약 7%는 주식으로 먹는 식이 중 절반 이상이 가정식의 형태였다.

같은 해에 실시된 또 다른 연구에 따르면, 반려묘 보호자의 95.5%가 시판용 사료를 고양이에게 먹였으며, 시판용 사료가

아닌 식이를 급여한다는 기준을 충족한 반려묘 보호자는 2.7%에 불과했다. 반면, 반려견 보호자의 86.8%는 "시판용 사료"를 급여하였고, 10.0%는 "시판용 사료가 아닌 식이"를 급여하였으며, 나머지 3.2%는 이 두 가지 범주의 어느 기준도 충족하지 못했다(2). 보다 최근에 수행된 글로벌 연구에 따르면, 일반 시판용 사료를 급여한 개는 79%였고 고양이는 90%였으나, 그 사료만 급여한 개는 13%, 고양이는 32%뿐이었다(3). 개의 64%와 고양이의 46%에게 가정식이 제공되었고, 생식은 개의 66%와 고양이의 53%에게 제공되었다. 앞서 언급하였던 연구에서 밝힌 바와 같이, 가정식 및 생식을 먹이는 풍습이 호주에서 다시 유행하였는데 반려동물의 식이와 관련해서는 상당한 지리적 차이가 드러난다. 즉 호주와는 대조적으로, 스리랑카에서는 개의 42%가 가정식을 섭취하며 18%만 시판용 사료를 섭취하는 것으로 나타났다. 나머지 40%는 두 가지 방식을 병용한 경우로 보고되었다. 또한, 동일한 연구에 따르면, 개의 49%가 식사와 별개로 우유를 섭취하였고, 57%가 영양 보충제(dietary supplement)를 섭취하는 것으로 나타났다(4).

이와 같은 연구들을 비롯하여 기타 여러 가지 조사 결과에 따르면, 전반적으로 보호자가 가정식을 개에게 급여하는 비율은 약 7-10%이고, 고양이에게 급여하는 비율은 4% 미만인 것으로 나타났다. 하지만 이러한 결과는 선택 편향으로 인해, 전체 반려동물 보호자 인구수를 반영하지 못할 수 있다. 예를 들어, 위의 연구 중 하나는(3), 소셜 미디어에서 개와 고양이에 관심을 가진 그룹으로부터 반려동물 보호자의 자체 선택을 통해 설문조사를 완료했다. 이러한 방식의 표본추출법은 잠재적으로 편향된 인구 집단으로부터 나온 피드백으로 인해 결과를 왜곡할 수 있다. 예를 들어, 가정식을 제공하는 보호자는 반려동물 급여 방식에 대한 설문 조사에 응하는데 더 관심이 있을 수 있다. 혹은 반대로 자신이 가정식을 급여한다는 사실을 보고하고 싶어하지 않을 가능성도 있다. 따라서 반려동물에게 가정식을 제공하는 보호자의 실제 백분율을 확인하는 것은 쉽지 않다.

가정식을 선택하는 이유

반려동물은 가족 구성원으로 여겨지는 경우가 많으며, 어떤 식이를 제공할지에 대한 결정은 보호자의 문화적 신념, 가치관, 정체성을 반영하기도 한다. 따라서, 보호자들은 저마다 음식에 대해 가지고 있는 철학에 따라 반려동물에게 완전 채식(vegan), 유기농, 천연 식품만 제공하기를 원하기도 한다. 반려동물을 사람처럼 대하는 문화가 점차 보편화되면서, 반려동물의 먹이라기보다는 보호자의 저녁 식사처럼 보이는 가정식을 제공하는 데에 관심을 가지는 보호자들도 있다. 가정식을 먹이는 그 밖의 이유로는 기호성(예: 반려동물이 선호하는 음식 선택), 펫푸드 가공 과정에 대한 불신 및 오해, 특정 성분(곡물, 육류 부산물 등)을 배제하려는 목적, 반려동물의 식단을 "더 잘" 관리하고자 하는 의도 등이 있다**(그림 1)**. 또한 보호자가 반려동물을 애지중지하기 때문에, 시판용 사료가 건강하지 못하거나 영양가가 낮을 수 있다는 걱정 때문에, 실질적인 혹은 인식적인 건강상 이점 때문에 가정식이나 생식을 먹인다는 보고도 있다(2)**(표 1)**

© Shutterstock

그림 1. 보호자는 자신의 반려동물이 더 맛있게 먹고 즐거워하리라 기대하면서 식이를 선택한다.

한 편 이상의 연구에서, 시판용 반려동물 사료에 대한 보호자의 우려와 가정식 급여 사이에 연관성이 있는 것으로 나타났다. 반려동물에게 시판용 사료가 아닌 식이를 50% 이상 제공하는 보호자는, 시판용 사료를 75% 이상 먹이는 보호자보다 시판용 사료, 식품 가공과정, 펫푸드 산업 전반에 대한 우려와 불신이 컸다(2). 또한 시판용 사료가 아닌 식이를 제공하는 보호자는, 시판용 사료를 급여하는 보호자보다 생식 및 가정식에 대해 더 긍정적인 태도를 보였다. 가정식을 제공하는 보호자는 가공 식품이 반려동물의 건강에 유해하고, 익히면 필수 영양소가 파괴되며, 유기농 식품이 다른 식품보다 더 안전하고 건강하다고 믿는 경향이 있었다. 일부 보호자는 반려동물에게 줄 음식을 준비하는 과정 자체를 좋아하여서, 이러한 부분이 보호자들의 설문 응답에 잠재적인 영향을 미쳤을 수도 있다(2).

표 1. 보호자가 반려동물에게 가정식을 제공하는 몇 가지 이유

- 기호성 – 보호자가 반려동물이 좋아하는 음식을 선택할 수 있음
- 반려동물을 애지중지하는 마음
- 보호자의 음식에 대한 철학(채식, 유기농 식품 등)에 부합하는 식이 제공
- 펫푸드 가공과정에 대한 불신이나 오해, 가공(조리) 식품이 건강하지 못하다는 믿음
- 펫푸드 회사에 대한 불신
- 곡물, 부산물 등의 성분을 배제하려는 의도
- 식이 관리 목적
- 개에게 고단백 또는 “육식성” 식이를 급여하려는 목적
- 시판용 사료로는 불가능한 특별한 영양학적 목적의 용도 (예: 동반질환 또는 여러 성분에 대한 식이역반응)

생식을 지지하는 사람들은 생식과 고단백 식이가 야생에서 갯과 동물(canids)과 고양잇과 동물(felids)이 섭취하는 것과 유사한 자연적인 영양분을 더 많이 공급하는 느낌이 든다고 전한다(1). 개에게 생식을 급여하는 보호자 218명을 대상으로 한 연구에서, 생식을 제공하는 주된 이유를 물었을 때 26%는 개의 육식성을 존중하기 위해서라고 하였고, 24%는 반려동물의 건강을 개선하기 위해서, 21%는 시판용 사료가 과거에 문제를 일으켰기 때문에, 19%는 시판용 사료를 신뢰하지 않기 때문에, 6%는 개가 시판용 사료를 먹지 않아서, 4%는 기타 이유를 언급했다(5). 생식 급여의 주된 이점에 대해서 이들 보호자들 중 57%는 반려동물의 식이를 완전히 관리하고 구성 성분을 알 수 있는 점이라고 답하였고, 23%는 보호자가 선호하는 동물성 단백을 주요 구성성분으로 한 식이를 급여할 수 있는 점, 11%는 반려동물이 생식에 대해 확실히 더 큰 만족감을 나타낸다는 점과 더불어 먹는 시간이 더 오래 걸려 건강에 이롭다는 점을 꼽았다. 응답자의 3%만이 기호성이 좋은 점이라고 응답했고, 1%는 탄수화물이 없다는 점, 나머지 1%는 재료가 신선하다는 점이 주된 이점이라고 응답했다.

영양요법을 위한 가정식

건강한 반려동물과 식이요법이 필요한 반려동물을 위한 다양한 시판용 사료가 있지만, 특정 문제가 있는 개별 동물에 적합한 사료를 찾을 수 없다면 가정식이 유용할 수도 있다. 예를 들어, 만성 췌장염과 신장 질환이 있는 개의 경우, 수의영양학 전문의에게 적합한 저지방 저인산 가정식을 처방받을 수 있으며, 림프관 확장증(lymphangiectasia)과 같은 일부 장 질환의 경우 시판용 사료보다 지방 함량이 더 낮은 가정식이 유익할 수 있다. 또한 여러 가지 성분에 대해 식이역반응을 보이는 일부 동물들의 경우에도, 맞춤형 가정식이 유익하다. 가정식은 보호자 및 반려동물이 선호하는 음식을 선택할 수 있기 때문에 경우에 따라 기호성이 더 좋다. 따라서 대체로 식욕이 떨어진 상태인 만성 신장질환이 있는 동물에게는 특히 유익하지만, 과체중인 동물에게는 해롭다.

가정식은 시판용 건사료 및 습식 사료보다 소화가 잘 되어 대변량이 줄어들고 대변의 상태는 더 좋아진다고 알려져 있다. 그러나 음식의 소화율에 영향을 미치는 요소에는 구성 성분, 식이섬유의 양과 종류, 다양한 가열 조리법 등이 있다. 건사료, 생식 그리고 생식과 동일한 재료를 조리한 식이를 섭취한 고양이를 대상으로 한 연구에서 건사료에 비해 생식 및 가정식이 명백하게 분변에서 소화율이 더 높은 것으로 나타났다(6). 새끼 고양이에게 두 가지의 생식과 건사료를 제공하고 분변에서 소화율을 비교한 또 다른 연구에서는, 유기물, 단백질, 열량의 소화율이 두 가지 생식에서 더 높게 나타났고, 그 결과 대변 생성은 더 적었으나 대변 점수에는 차이가 없었다(7). 이 연구들은 다양한 재료와 가공 여부 모두를 두고 식이를 비교하였기 때문에, 가공 여부만의 영향을 판단하기는 어렵다.

소화율이 적절한 영양분을 신체에 공급하기에 충분하기만 하다면, 사료의 소화율이 높은 것이 모든 동물에게 반드시 유익한 것만은 아니다. 칼로리 섭취 밀도가 더 낮아야 하는 과체중 반려동물과 대장 건강을 위해 섬유질이 많은 사료가 필요한 동물의 경우, 소화율을 떨어뜨리는 식이섬유를 풍부하게 함유한 사료가 유익하다. 반대로, 소장 질환이 있는 일부 환자나 칼로리 밀도가 더 높은 식단이 필요한 경우에는 소화율이 높은 식이가 도움이 된다.

가정식의 잠재적 문제점

영양 불균형

영양학적으로 불균형 및 불완전한 가정식으로 인해 발생한 문제에 대한 수많은 증례 보고(case report)와 증례 연구(case series)가 있다**(표 2)**. 이들 중 다수는 영양불균형이 성장하는데 결정적인 영향을 미치는 강아지나 새끼고양이와 관련이 있지만, 성견과 성묘의 영양 불균형 또한 보고되고 있다(8,9). 식이 칼슘이 부족하거나 칼슘과 인의 비율이 맞지 않을 경우, 대사성골질환(metabolic bone disease)이나 영양 결핍에 의한 속발성 부갑상선기능항진증(hyperparathyroidism)이 발생하며**(그림 2)**, 이와 동시에 비타민 D결핍으로 인한 구루병(rickets)이 발생할 수 있다. 가정식을 섭취한 개에서 보고된 질병은 비타민 D부족, 저칼슘혈증, 비타민 A결핍(10), 저나트륨혈증, 저염소혈증, 고인산혈증, 타우린 결핍증 등이 있다(11). 불균형인 가정식으로 인한 칼슘 및 비타민 D 결핍으로 인해 새끼고양이의 골질환이 발생했다는 보고 또한 있었다(12). 불균형 가정식으로 비타민 E가 부족한 고지방 식이를 섭취한 고양이에게서 황색지방증(Pansteatitis)이 보고되기도 하였다(13). 대부분 간으로 구성된 식단을 고양이에게 급여하면 비타민 A 과다증을 유발할 수 있는데, 이는 비가역성 골성골극(bony osteophytes)과 외골증(exostose)을 광범위하게 유발하여 통증과 파행(lameness)을 초래한다. 물론, 임상 현장에서 보고되지 않은 영양 관련 증례가 많기 때문에 이러한 질병의 실제 유병률은 알 수 없다.

가정식 레시피의 영양 분석

여러 연구에서 가정식의 레시피에 대해 분석하였는데, 모든 연구에서 기존에 발표된 레시피의 대부분에 결함이 있다고 보고하였다(14-16) **(그림 3)**. 34개의 출처로부터 개를 위한 200가지 가정식 관리 식단(64.5%는 수의사, 35.5%는 일반인이 작성)

표 2. 반려동물을 위한 가정식 관리 식단에서 흔히 결핍되는 영양소

- 칼슘
- 비타민 D
- 아연
- 필수 지방산(리놀레산, 오메가-3 지방산)
- 비타민 E
- 콜린
- 구리
- 철
- 티아민
- 망간
- 셀레늄

© Dr Pauline Jamieson, VetsNow Referrals

그림 2. 영양이 결핍된 가정식을 급여 받은 만성신장질환이 있는 개의 두개골 D-V 방사선 사진. 영양실조와 만성 신장질환으로 인한 속발성 부갑상선 기능항진증이 발생한 것으로 보인다. 전신 골감소증이 있으며, 일부 대뇌 피질이 얇아져 있다.

을 분석한 연구에서 대부분의 식단이 영양학적으로 완전하지 못한 것으로 밝혀졌다(14). 레시피 중 92%는 설명이 모호하거나 불완전하였으며(예를 들면, 재료, 준비 방법, 영양 보충제에 관한 설명 부족), 29%는 영양 보충제에 대한 설명을 생략했다. 레시피의 칼로리는 380 ~ 16,348kcal까지로 다양하였으며, 레시피의 95%에서 필수 영양소가 하나 이상 NRC[1] 또는 AAFCO[2] 가이드라인 기준 미달이었고, 83.5%는 여러 영양소가 복합적으로 부족하였다. 가장 흔하게 결핍된 영양소는 비타민 D, 비타민 E, 아연, 콜린, 구리, 오메가-3 지방산, 칼슘 등이었다. 고양이를 위한 114가지 가정식에 대한 연구에서는, 모호하고 부적절한 설명과 영양결핍이 똑같이 발견되었으며, 특히, 콜린, 철, 티아민, 아연, 망간, 비타민 E, 구리가 부족하였다. 레시피 중 어느 것도 NRC 영양 섭취 권장량을 충족하지 못하였다(16).

식이요법과 관련해서는, 또 다른 연구에서 개와 고양이의 신장 식이(renal diet)를 위한 67가지 가정식 레시피(수의학 서적, 반려동물 보호자가 저술한 책, 관련 웹사이트에서 발췌) 중 어느 것도 NRC 영양 섭취 권장량을 모두 충족하지 못했다고 보고하였다. 아미노산 결핍이 빈번하였고, 콜린, 셀레늄, 아연, 칼슘이 부족한 레시피가 많았다(17). 그러나 한 연구에 따르면, 시판용 신장 처방식을 급여하고 있던 만성신장질환(CKD)과 고칼륨혈증을 앓고 있는 18마리의 개에게 미국수의영양학회(ACVN) 인증 전문의®가 고안한 저칼륨 가정식 신장 처방식으로 전환하였을 때, 1-2주 이내에 한 마리를 제외한 모든 개의 혈청 칼륨 농도가 정상으로 되돌아왔다(18).

공개된 많은 가정식 레시피에는 특정되지 않은 비타민과 미네랄 보충제의 사용이 포함되어 있을 것이다. 이러한 제품들은 구성 성분이 다양하며, 반려동물용으로 판매되는 대부분의 제품들이 가정식에 사용되도록 성분이 배합되어 있지는 않다. 또한, 사람용 영양 보충제는 개와 고양이에게는 과도한 용량의 비타민 D가 포함되어 있을 수 있다. 또한 사람용 영양 보충제에는 타우린이 없을 수도 있는데, 이는 고양이에게 필수 영양소이며 가정식에 충분히 들어 있거나 충분하지 않을 수도 있다. 한 연구에 따르면, 고양이용 식단 재료로 사용되는 모든 시판용 토끼 고기의 타우린 농도가 타우린 최소 섭취 권장량의 20~90%에 지나지 않아 영양 권장량을 충족하지 못하였다(19).

서로 다른 다양한 레시피를 돌아가며 급여하면 특정한 하나의 레시피로는 부족할 수 있는 영양소의 결핍을 보완할 수 있을 것이라 짐작된다. 하지만, 7가지 각기 다른 레시피를 돌아가며 급여하는 것에 대한 효과를 분석한 연구에 따르면, 영양 결핍이 만회되지 않은 것으로 나타났다(14). 가정식 레시피에서 부족한 영양소(예: 아연)가 대체로 서로 비슷하기 때문에, 레시피를 돌아가며 사용하여도 완전하고 균형 잡힌 식이를 제공할 수 없는 것이다.

식이 배합

영양학적으로 잘 배합된 가정식일지라도 영양 불균형이 발생할 수 있는데, 그 이유는 실제 사용된 재료가 데이터베이스의 재료와 일치하는 경우에만, 컴퓨터의 배합과 완성된 가정식의 배

"보호자들은 반려동물 가정식 레시피를 마음대로 바꾸어 버리는 경우가 많은데, 이를 레시피 드리프트(recipe drift)라고 일컫습니다. 레시피 드리프트를 거치면서 보호자들은 재료의 양을 변경하거나, 다른 재료로 대체하거나, 영양 보충제의 첨가를 빼먹기도 하죠. 이렇게 변경사항이 생기면 식이의 영양 구성 또한 변하고 부적합한 식이가 될 가능성이 있습니다."

Marjorie L. Chandler

[1] NRC = National Research Council
[2] AAFCO = Association of American Feed Control Officials

그림 3. 칠면조, 쌀, 혼합 야채를 기반으로 한 성견용 가정식 레시피(인터넷 출처)를 평가하기 위해 BalanceIt®.com 소프트웨어를 사용하여 컴퓨터 분석을 한 결과. 회색 막대는 영양소가 충분한 수준을 나타내고, 빨간색과 흰색 막대는 영양소가 결핍된 수준을 나타낸다.

영양소	필요량(%)	양(Mcal 당)	범위
단백질	170.4%	76.702 g	45 to (최대치 없음) g
아르기닌	434.1%	5.556 g	1.28 to (최대치 없음) g
히스티딘	458.9%	2.203 g	0.48 to (최대치 없음) g
이소류신	362.9%	3.448 g	0.95 to (최대치 없음) g
류신	364.6%	6.199 g	1.7 to (최대치 없음) g
라이신	391.3%	6.182 g	1.58 to (최대치 없음) g
메티오닌	246.8%	2.049 g	0.83 to (최대치 없음) g
메티오닌 – 시스틴	176.0%	2.869 g	1.63 to (최대치 없음) g
페닐알라닌	276.2%	3.121 g	1.13 to (최대치 없음) g
페닐알라닌 – 티로신	312.2%	5.776 g	1.85 to (최대치 없음) g
트레오닌	283.2%	3.398 g	1.2 to (최대치 없음) g
트립토판	218.8%	0.875 g	0.4 to (최대치 없음) g
발린	301.4%	3.707 g	1.23 to (최대치 없음) g
총 지질	189.7%	26.181 g	13.8 to (최대치 없음) g
탄수화물	100.0%	114.014 g	0 to (최대치 없음) g
콜린	81.4%	273.063 mg	335.429 to (최대치 없음) mg
엽산	162.3%	87.653 mcg	54 to 최대치 없음 mcg
나이아신	780.7%	26.543 mg	3.4 to (최대치 없음) mg
판토텐산	132.6%	3.978 mg	3 to (최대치 없음) mg
리보플라빈	69.6%	0.905 mg	1.3 to (최대치 없음) mg
티아민	124.2%	0.696 mg	0.56 to (최대치 없음) mg
비타민 A	185.5%	695.680 mcg	375 to 18750 mcg
비타민 B12	41.7%	0.003 mg	0.007 to (최대치 없음) mg
비타민 B6	549.0%	2.086 mg	0.38 to (최대치 없음) mg
비타민 E	11.8%	1.477 IU	12.5 to (최대치 없음) IU
칼슘	14.3%	0.179 g	1.25 to 6.25 g
염화물	219.0%	0.657 g	0.3 to (최대치 없음)
구리	49.5%	0.906 mg	1.83 to (최대치 없음) mg
요오드	0.0%	0.000 mg	0.25 to 2.75 mg
철	73.7%	7.368 mg	10 to (최대치 없음) mg
마그네슘	181.5%	0.272 g	0.15 to (최대치 없음) g
망간	328.7%	4.102 mg	1.25 to (최대치 없음) mg
인	97.6%	0.976 g	1 to 4 g
칼륨	86.3%	1.295 g	1.5 to (최대치 없음) g
셀레늄	126.2%	0.101 mg	0.08 to 0.5 mg
나트륨	146.0%	0.292 g	0.2 to (최대치 없음) g
아연	52.9%	10.580 mg	20 to 최대치 없음 mg
칼슘:인의 비율	100.0%	0.183	0 to 2 n/a
EPA+DHA	100.0%	0.042 g	0 to 10.53 g
비타민 D	14.0%	17.642 IU	125 to 750 IU

© BalanceIt.com

합이 일치하기 때문이다. 한 연구에서, 가정식 식단들을 화학적으로 분석한 뒤 컴퓨터 분석과 비교하였을 때 일관성이 높은 것으로 나타났다(14). 하지만 권장되는 바와 정확하게 동일한 재료를 보호자들이 선택하는 것 자체가 무척 어려운 일인데, 일례로 다진 고기만 하더라도 지방 함유량이 경우에 따라 매우 다르다. 더욱 딱 들어맞는 표현을 빌리자면, 레시피 드리프트(recipe drift)라는 상황이 많이 발생한다고 말할 수 있는데, 이는 보호자들이 가정식 레시피를 마음대로 바꾸어 버리는 것을 두고 일컫는 말이다. 레시피 드리프트를 거치면서 보호자들은 재료의 양을 변경, 추가, 생략하거나 다른 재료로 대체하기도 하고, 영양보충제를 빼먹기도 한다. 이렇게 변경사항이 생기면 식이의 영양 구성 또한 변하고 부적합한 식이가 될 가능성이 있다.

사실 영양 문제는 시판용 사료에서도 확인된 바 있다. 일례로, 미국에서 판매되고 있는 고양이용 캔 사료 90개 중 12개에서, 특히 소규모 펫푸드 회사에서 제조한 파테(pâtés) 캔을 비롯한 캔 사료 제품에서 티아민(비타민 B1) 농도가 AAFCO 기준의 최저치 미만인 것으로 확인되었다(20). 시판용 사료에 첨가된 비타민 D 과잉으로 인한 리콜 사태도 있었다. 이는 개 사료에 사용되는 프리믹스(premix) 첨가 시 발생한 결함으로 인해 초래되었다. 이러한 오류는 품질 검사 단계에서 발견되어야 하며 동일 결함이 있을 수 있는 일괄 생산분을 시장에서 전량 회수하여야 한다. 이처럼 펫푸드는, 배합 비율 불균형 가능성 때문에 사료의 품질 관리와 정기적인 영양 분석의 중요성이 강조되고 있다. 이것은 가정식에 내재하는 단점이며, 시판용 사료와 달리 재료 준비 과정에서 품질 관리가 이루어지지 않고 레시피도 영양 균형이나 안전성이 일반적으로 검증되지 않기 때문이다. 따라서 가정식의 경우 개별 반려동물에게 사실상의 "급여 시험(feeding trial)"을 하는 것이라 볼 수 있다. 보호자가 식재료를 올바르게 선택하고 레시피를 임의로 변경하지 않더라도, 가정식 급여 기간이 길어질수록 식재료 구입처에서 상황에 따라 공급 가능한 식품이 변경될 수 있으므로, 레시피 출처에서 참고한 데이터베이스와 정확하게 일치하는지 알 수 없다. 이것은 가정식으로 식이요법을 하는 동물의 경우 질병 관리에 영향을 미칠 수 있기 때문에 특히 중요하다.

비용

보호자는 반려동물에게 가정식을 주면 비용을 절약할 수 있다고 믿어서 가정식 급여를 원할 수도 있다. 그러나 한 연구에 따르면, 개에게 온전히 가정식만을 제공하는 것은 시판용 건사료를 주는 것보다 일반적으로 비용이 더 많이 든다. 하지만, 일부 캔 사료보다는 저렴할 수도 있다(21).

생식의 위험성

가정식에는 생육과 뼈가 포함될 수 있다. 큰 뼈를 씹어 먹는 경우, 식이 칼슘이 충분히 공급되지 못하고 치태나 치주염을 방지하지 못하며 치아 골절을 유발할 수 있다. 가정식이든 시판용이든 생육을 사용한 식이는 잠재적인 병원성 물질 오염으로 인해 개, 고양이, 보호자의 건강을 위험에 빠뜨릴 수 있다. 이는 조리 과정을 거친 시판용 건사료에서도 가끔 발생하는 것으로 보고되었지만, 시판용 건사료는 기본적으로 세균을 죽이는 고온의 열처리 과정을 거치기 때문에 흔하게 발생하지는 않는다. 개봉하지 않은 캔 제품은 캔 안에 있는 사료가 멸균되어 있기 때문에 오염될 가능성이 훨씬 더 적다. 미생물 오염은 생식에서 발생할 가능성이 훨씬 더 높으며, 이에 대한 보고가 여러 번 있었다. 예를 들어, 생육을 냉동한 시판용 제품이나 동결 건조 펫푸드의 경우, 다양한 동물 매개성 세균 및 병원성 기생충에 오염된다는 점이 여러 연구를 통해 지적되었다(22,23).

가정에서 만든 생식의 몇 퍼센트가 오염되어 있는지를 모니터링할 수 없기 때문에 모르지만, 사람이 소비하는 육류 및 가금류 제품의 오염률은 잘 알려져 있다. 유럽 21개 국가에서 수행된 78개 연구에 대한 메타 분석에 따르면, 주요 병원균은 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)이었으며, 이

© Shutterstock

그림 4. 모든 진료 상담에서 현재 반려동물이 섭취하고 있는 식이에 대한 논의를 포함한 영양 평가가 수행되어야 한다.

는 가금류 제품의 38.5%(범위: 25.4~53.4%)에서 검출되었고, 그다음으로 캄필로박터 종(*Campylobacter* species)이 33.3%(범위: 22.3~46.4%)에서 검출되었다. 리스테리아 모노키토게네스(*Listeria monocytogenes*) 및 살모넬라 종(*Salmonella* spp.)의 오염률은 각각 19.3%(14.4~25.3%) 및 7.1% (4.60~10.8%)로 낮았다(24).

중요한 것은 보호자가 오염된 생식을 섭취한 반려동물에게서 세균 감염의 명백한 임상 징후를 알아보지 못하여도, 반려동물은 여전히 분변과 타액으로 병원균을 배출하는 중이라는 점이다. 배설물을 통한 병원균 배출은 공중보건 상 문제가 되며, 보호자 가족 구성원을 비롯해 특히 면역저하자, 어린이, 노인, 임산부에게 위험하다. 또한 생식을 통해 항생제 내성균이 전파될 수도 있다. 생식은 고양이가 ESBL 생성 장내세균(extended-spectrum beta-lactamase producing *Enterobacteriaceae*)을 배출하도록 하는 위험 요소인 것으로 확인된 바 있다(25).

식단 선택에 대한 보호자와의 논의

보호자가 반려동물을 위한 식이 선택에 대해 강한 감정을 느낄 수 있으므로, 영양은 논의하기 까다로운 주제일 수 있다. 영양 평가의 일부로 급여 방식에 대해 질문하고, 사료 선택의 이유에 대해 무비판적인 태도로 이야기를 나누는 것이 중요하다**(그림 4)**. 보호자는 시판용 반려동물 사료의 재료 혹은 가공 과정에 대해 잘못된 인식을 가질 수 있으며, 편향되고 잘못된 정보를 제공하는 온라인이나 책에서 "데이터"를 얻었을 수 있으므로, 보호자에게 더 많은 조언을 원하는지 물어보는 것이 좋다. 특히, 대부분의 가정식 레시피의 경우와 같이, 식이가 완전하지 않거나 균형이 맞지 않을 때, 반려동물의 영양 권장량에 대한 정보를 제공하는 것이 도움이 된다. 이때, 영양 관련 질환(예를 들어, 어린 동물에게 있어서 영양 결핍에 따른 속발성 부갑상선기능항진증)의 위험이 있거나 이미 발병한 경우, 식단을 교정하는 것이 우선 시급하다. 시각적으로 잘 정리되어 있는 정보를 서면으

로 제공하면 말로만 하는 조언보다 더욱 효과적이며, 말로만 조언을 하면 보호자가 추후에 정확하게 기억하지 못하거나 잘못 해석할 수 있다.

수의사를 비롯해 동물병원 진료팀은, 반려동물에게 가장 이로운 선택이 되기를 바라는 마음에서 보호자가 기존의 식이를 선택했을 것이라는 점을 반드시 인식해야 하며, 보호자의 반려동물 관리 및 보살핌의 긍정적인 측면에 주목한다. 보호자는 반려동물을 자신이 제대로 관리하지 못한다고 수의사가 평가한다는 느낌이 들면, 방어적인 태도를 보일 가능성이 높고 필요한 식이 변화를 시행할 가능성이 줄어든다. 일단 보호자가 식이를 변경할 의향이 있다면, 완전하고 균형 잡힌 식단으로의 전환을 위해, 시판용 사료로 전환하거나 평판이 좋은 웹사이트(예: Balanceit.com)에서 제공하는 프로그램 및 영양 보충제를 활용하거나, 미국수의영양학회(ACVN) 인증 전문의®에게 의뢰를 하는 등의 선택지를 포함한 확실한 계획이 있어야 한다.

결론

보호자들은 가정식이 반려동물의 건강을 위한 최선의 선택 혹은 유일한 선택이라고 믿기 때문에 가정식 급여를 선택하였을 것이다. 따라서 가정식 급여에 따른 잠재적 위험과 유익을 모두 알고 있어야 한다. 근본적으로 가능한 한 병원체로부터 안전한 식이를 준비해야 하며 적절한 영양 보충제를 첨가하여 완전하고 균형 잡힌 영양을 제공해야 한다. 영양 결핍은 반려동물에게 장단기적으로 영양 관련 질병을 유발할 수 있기 때문에, 임상 수의사 역시 진료 시마다 영양 상담을 꼭 시행하도록 힘써야 한다.

REFERENCES

1. Laflamme DP, Abood SK, Fascetti AJ, *et al*. Pet feeding practices of dog and cat owners in the United States and Australia. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2008;5:687-694.
2. Michel JE, Willoughby KN, Abood SK, *et al*. Attitudes of pet owners toward pet foods and feeding management of cats and dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2008;233:1699-1703.
3. Dodd S, Cave N, Abood S, *et al*. An observational study of pet feeding practices and how these have changed between 2008 and 2018. *Vet. Rec.* 2020;186:(19):643.
4. Seneviratne M, Subasinghe DWD, Watson PJ. A survey of pet feeding practices of dog owners visiting a veterinary practice in Colombo, Sri Lanka. *Vet. Med. Sci.* 2016;2(2):106-116. DOI: 10.1002/vms3.16
5. Morelli G, Bastianello S, Catellani P, *et al*. Raw meat-based diets for dogs: survey of owners' motivations, attitudes and practices. *BMC Vet. Res.* 2019;15:74.
6. Kerr KR, Vester Boler BM, Morris CL, *et al*. Apparent total tract energy and macronutrient digestibility and fecal fermentative end-product concentrations of domestic cats fed extruded, raw beef-based, and cooked beef-based diets. *J. Anim. Sci.* 2012;90(2):515-522.
7. Hamper BA, Kirk CA, Bartges JW. Apparent nutrient digestibility of two raw diets in domestic kittens. *J. Feline Med. Surg.* 2016;18(12):991-996.
8. de Fornel-Thibaud P, Blanchard G, Escoffier-Chateau L, *et al*. Unusual case of osteopenia associated with nutritional calcium and vitamin D deficiency in an adult dog. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* 2007;43(1):52-60.
9. Chastain CB, Panciera D, Waters C. Nutritional secondary hyperparathyroidism in six cats. *Small Anim. Clin. Endocrinol.* 2000;10(2):5.
10. Hall G, Breheny C, Khan Z, *et al*. Severe nutritional deficiencies and osteopenia in a dog fed a homemade raw diet. *Vet. Rec. Case Rep.* 2020;8(1):e001038.
11. Hutchinson D, Freeman LM, McCarthy R, *et al*. Seizures and severe nutrient deficiencies in a puppy fed a homemade diet. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2012;241:477-483.
12. Lenox C, Becvarova I, Archipow W. Metabolic bone disease and central retinal degeneration in a kitten due to nutritional inadequacy of an all-meat raw diet. *JFMS Open Reports* 2015;1(1):2055116915579682.
13. Niza MMRE, Vilela CL, Ferreira LMA. Feline pansteatitis revisited: hazards of unbalanced home-made diets. *J. Feline Med. Surg.* 2003;5:271-277.
14. Stockman J, Fascetti AJ, Kass PH, *et al*. Evaluation of recipes of home-prepared maintenance diets for dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2013;242:1500-1505.
15. Dillitzer N, Becker N, Kienzle E. Intake of minerals, trace elements and vitamins in bone and raw food rations in adult dogs. *Br. J. Nutr.* 2011;106 Suppl 1:S53-56.
16. Wilson SA, Villaverde C, Fascetti AJ, *et al*. Evaluation of the nutritional adequacy of recipes for home-prepared maintenance diets for cats. *J. Am. Vet. Med. Assoc*. 2019;15:254(10):1172-1179.
17. Larsen JA, Parks EM, Heinze CR, *et al*. Evaluation of recipes for home-prepared diets for dogs and cats with chronic kidney disease. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2012;240(5):532-538.
18. Segev G, Fascetti AJ, Weeth LP, *et al*. Correction of hyperkalemia in dogs with chronic kidney disease consuming commercial renal therapeutic diets by a potassium-reduced home-prepared diet. *J. Vet. Intern. Med*. 2010;24(3):546-550.
19. Owens TJ, Fascetti AJ, Calvert CC, *et al*. Rabbit carcasses for use in feline diets: amino acid concentrations in fresh and frozen carcasses with and without gastrointestinal tracts. *Front. Vet. Sci*. 2021 https://doi.org/10.3389/fvets.2020.592753
20. Markovich JE, Freeman LM, Heinze CR. Analysis of thiamine concentrations in commercial canned foods formulated for cats. *J. Am. Vet. Med. Assoc*. 2014;244(2):175-179. DOI: 10.2460/javma.244.2.175
21. Vendramini THA, Pedreinelli V, Macedo HT, *et al*. Homemade versus extruded and wet commercial diets for dogs: cost comparison. *PLOS One* 2020;15(7):e0236672.
22. van Bree FPJ, Bokken GCAM, Mineur R, *et al*. Zoonotic bacteria and parasites found in raw meat-based diets for cats and dogs. *Vet. Rec.* 2018;182:50.
23. Jones JL, Wang L, Ceric O, *et al*. Whole genome sequencing confirms source of pathogens associated with bacterial foodborne illness in pets fed raw pet food. *J. Vet. Diagn. Invest.* 2019;31(2):235-240. DOI: 10.1177/1040638718823046
24. Gonçalves-Tenório A, Silva B, Rodrigues V, *et al*. Prevalence of pathogens in poultry meat: a meta-analysis of European published surveys. *Foods* 2018;7(5):69-85. DOI: 10.3390/foods7050069
25. Baede VO, Broens EM, Spaninks MP, *et al*. Raw pet food as a risk factor for shedding of extended-spectrum beta-lactamase-producing *Enterobacteriaceae* in household cats. *PLOS One* 2017;12:e0187239.

DIET AND CANINE DILATED CARDIOMYOPATHY
식이와 개의 확장성 심근병증

핵심 포인트

- 무곡물(grain-free) 사료가 개에서 확장성 심근병증의 원인일 수 있다는 최근 보고는 현재 많이 연구되고 있는 주제이다.
- 확장성 심근병증(DCM)이 있는 개의 체내에서 타우린이 어떤 역할을 하는지 파악하고 DCM에 영향을 미칠 수 있는 다른 잠재적인 요인을 확인하기 위해 후속 연구가 필요하다.

개의 심장병과 특정 식이 사이에는 어떤 연관성이 있는가? 이 글에서는 이와 관련된 최근 상황의 개요와 함께 임상 수의사에게 도움이 될 만한 사항들을 공유하고자 한다.

서론

확장성 심근병증(Dilated cardiomyopathy, DCM)은 좌심실 수축기능 장애, 심방 및 심실의 확장,심실성 빈맥을 유발하는 심근의 특발성 기능 이상이다. 도베르만 핀셔(Doberman Pinscher), 그레이트 데인(Great Dane), 스탠다드 슈나우저(Standard Schnauzer), 아이리쉬 울프하운드(Irish Wolfhound) 등은 DCM에 대하여 명백한 품종 소인이 있으며, 이는 유전적으로 물려받거나 혹은 유전적 돌연변이에 의한 것으로 설명된다**(그림 1)**. 고양이와 마찬가지로, 개의 식이 관련 DCM(diet-associated DCM)도 잘 설명되어 있으며 1990년대부터 금세기 첫 10년동안 상당수의 증례들이 보고되었는데, 이 증례들은 주로 타우린(taurine) 결핍이 특징이었으며 단백질이 적거나 양고기 및 쌀이 포함된 사료와 관련이 있었다(1-3). 당시 여러 연구에서 위험 요인을 조사하였는데, 주로 이런 식이는 대사 요구도를 충족시키기에 충분한 개의 타우린 합성 능력에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다(4-6).

특정 질병의 관리를 위해 단백질 함량을 더 낮춰 배합한 사료를 비롯하여, 결과적으로 시판용 사료를 다양하게 변경한 후에, 2016년도 말까지는 유전적 질병 소인이 없는 품종의 개에게서 DCM이 진단되는 경우가 가끔 있었다. 그런데 그 이후부터 임상 수의사들이 더 많은 DCM 증례가 있다는 것을 인지하기 시작했다. 미국 식품의약국(United States Food and Drug Administration, FDA)에서는 2018년 7월에 개의 사료와 DCM 간의 연관 가능성에 대한 조사를 하겠다고 발표했으며, 2019년 2월과 6월이 되어서 결과에 대한 업데이트가 이루어졌다. 가장 최근 업데이트는 2020년 9월에 이루어졌는데, 개의 DCM이 사료와 관련 있는 것으로 의심되는 1,100건 이상의 보고서가 포함되어 있었고, 이에는 시판용 무곡물(grain-free) 사료, 특히 렌틸콩 및 완두콩과 같은 콩류가 포함된 사료가 있었다. 또한 이 보고서에는 DCM이 있는 개의 하위 집단에 대한 자세한 추적 조사 내용도 포함되어 있었는데, 타우린 보충제와 함께 식이를 모두 변경하는 경우 완전히 또는 부분적으로 질병이 치료된 것으로 나타났다(7).

곡물이 개와 고양이에게 알러지 및 기타 부정적인 건강 문제를 유발한다는 근거 없는 주장들이 무곡물(grain-free) 사료의 유행에 기여하였다. 그러나, 곡물이 반려동물의 건강을 위협한다는 근거는 없으며, 의학적 또는 영양학적으로 무곡물 사료의 적응증도 없다. 여러 단체에서 시행되는 서술적 연구 및 탐색적 연구가 진행 중이거나 발표되고는 있지만, 무곡물 사료와 연관된 DCM에 있어서 특정한 식이적 특성이 어떤 역할을 하는지는 아직 불분명하다.

© Shutterstock

그림 1. 도베르만 핀셔(Doberman Pinscher)와 그레이트 데인(Great Dane)을 포함한 특정 견종은 유전적으로 확장성 심근병증(DCM)에 걸리기 쉬운 것으로 잘 알려져 있다. 최근에는 특정 사료 성분으로 인해 개가 심장병에 걸릴 수 있는지에 더 많은 관심이 모이고 있다.

Jennifer Larsen

DVM, PhD, Dip. ACVN, School of Veterinary Medicine, University of California, Davis (UCD), USA

Dr. Larsen은 University of California, Davis (UCD) 수의대를 졸업한 후, 영양 생물학 전공으로 박사 학위를 취득하고 미국수의영양학회(ACVN) 인증 전문의 자격을 취득했다. 현재 UCD 수의대의 임상영양학 교수이며, UCD 부속동물병원 영양지원 서비스 책임자로서 임상 영양 컨설팅을 제공하고 있다.

Joshua A. Stern

DVM, PhD, Dip. ACVIM (Cardiology), School of Veterinary Medicine, University of California, Davis, USA

Dr. Stern은 2008년에 Ohio State University 수의대를 졸업하고, 동대학 부속동물병원에서 소동물 순환 인턴십을 하였다. 그리고 나서 North Carolina State University에서 심장내과 레지던트 과정을 마치고, Washington State University에서 심장 유전학으로 박사 학위를 받았다. 현재 UCD 부속동물병원 심장내과 교수이자 Veterinary Medical Center Operations의 부학장이다. 주요 관심 분야는 심장 유전학 및 심장 약물 유전학이며, 특히 수의 심장내과 환자에게 제공되는 개별화된 의료 서비스의 역할에 중점을 두고 있다.

임상소견 및 진단지침

DCM은 무증상(asymptomatic)일 수 있지만, 임상 징후로 기침, 호흡곤란, 빈호흡, 실신이 나타날 수 있으며 때때로 복수가 차기도 한다. 승모판폐쇄부전(mitral valve regurgitation)이 발생하여 약한 수축기 심잡음 및 갤럽음(S_3)이 좌측 심첨에서 청진될 수 있다. 동성 빈맥, 상심실성(supraventricular) 빈맥 혹은 심실성 빈맥이 확인되기도 한다. 증례에 따라 심잡음(murmur)이나 부정맥이 무증상 DCM의 첫 징후로 나타날 수 있으므로, 이를 간과해서는 안 된다. 청장년기에 해당하는 대형 견종에서는 원발성 판막 질환(primary valvular disease)이 흔하지 않은 편이며, 울혈성 심부전(congestive heart failure, CHF)이 발병하기 전에 DCM을 감지하는 것이 장기적으로 환자 관리에 유익하기 때문에, 의심되는 견종에서 심잡음, 갤럽음이나 빈맥을 새롭게 확인하게 되면 반드시 철저한 심장 검사가 이루어져야 한다**(그림 2)**.

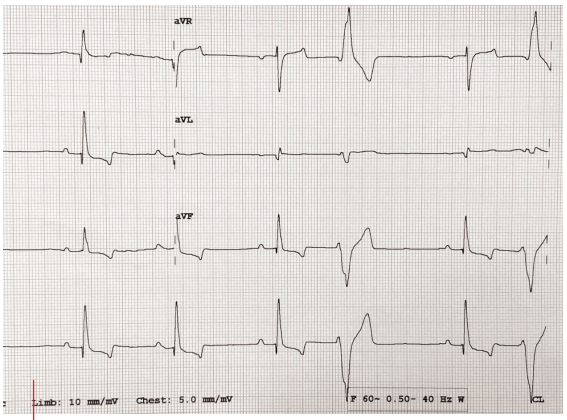
© Shutterstock

그림 2. 환자에게 발생한 심잡음, 갤럽음, 심부정맥을 일상적인 임상 검사로 찾아낼 수 있다. 비정상적인 심음이 있으면, 심장 생체표지자, 심전도, 흉부 방사선 사진, 심장초음파와 같은 검사를 비롯한 심장에 대한 추가 검사를 반드시 시행해야 한다.

DCM이 있는 개는 대부분 심전도(electrocardiogram, ECG)가 정상으로 보이지만 경우에 따라서 심방 확장 패턴 및 심실 확장 패턴(리드 II에서 좌심실 R이 3.0mV이상)이 관찰될 수 있다. DCM 증례는 많은 경우, ECG complex가 비교적 정상적으로 측정되기 때문에 개의 심실 확장 패턴에 대한 소견은 특이도는 높지만 민감도는 높지 않다. 동성 빈맥, 심방 세동, 심실 부정맥이 흔히 나타나며**(그림 3)**, 어떤 경우에는 심실 확장이나 수축기능 장애가 있기 전에 빈맥성 심실 부정맥(ventricular tachyarrhythmias)이 발생할 수 있다. 이를 감지하는 데는 홀터 모니터링(Routine Holter monitoring)이 도움이 되며, 특히 육종 집단(breeding populations)에서 DCM을 선별하는 주된 검사로 홀터 모니터링이 활용되고 있다.

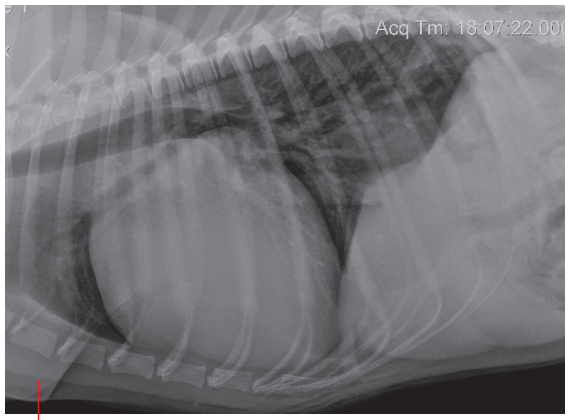
초기 단계의 질병을 진단하는 경우, 방사선 소견이 모호할 수 있다. 질병 단계에 따라 흉부 방사선 사진은 정상 범위 내에 있을 수도 있고, 폐정맥 팽창 및 폐부종을 동반하거나 동반하지 않은 상태로 심방 비대와 심실 비대(특히 좌측)가 나타날 수도 있다**(그림 4)**. 또한 경우에 따라서 양측 심방 및 심실의 확장(enlargement)이 나타날 수도 있다. 심장초음파검사는 개의 DCM 진단을 위한 최선의 진단 검사일 뿐만 아니라, 잠복형(무증상) DCM인 경우 특히 중요한 검사이다. 명백한 DCM 증례에서는 좌측(때로는 우측) 심방 및 심실의 확장(dilation)과 수축기능 감소가 발견된다.

심장 생체표지자(biomarkers)는 무증상 심질환 선별법에 대한 연구에서 주요 주제로 다루어지고 있다. NT-proBNP는 심실이 확장 또는 비대해지거나, 심실벽이 부하를 받거나 늘어날 때 방출되며, 울혈성 심부전(CHF)이 있는 개의 NT-proBNP 농도는 일반적으로 증가한다. 따라서 기침이나 호흡곤란이 있는 개의 경우 NT-proBNP 농도로 CHF를 진단하거나 배제할 수 있다. 그러나 NT-proBNP는 무증상 심질환을 선별하는 데 도움이 될 수 있지만 위양성이 잦다는 점이 문제가 된다. 심장 트로



© Joshua Stern

그림 3. 식이 관련 DCM으로 확진된 2년령의 골든 리트리버(Golden Retriever)의 심전도(ECG). 심실 조기 수축(Ventricular premature complexes)이 관찰되는데, 이는 DCM의 일반적인 특징으로 관찰 즉시 신속하게 심기능 평가를 해야 한다.



© Joshua Stern

그림 4. 2년령의 골든 리트리버(Golden Retriever)의 심부정맥과 약한 심잡음을 평가하기 위해 촬영한 측면 흉부 방사선 사진. 심초음파에서 심각한 DCM이 확인된 이 개는 평생 무곡물 사료를 섭취한 식이력이 있으며, 사료를 변경하자 극적으로 질병이 개선되었다.

포닌-I(troponin-I)도 심장 생체표지자로써, 무증상 심근병증에서 상승한다. 그러나 심장 트로포닌-I 검사 역시 DCM에 대해 특이도가 높기는 하지만, 모든 DCM 증례를 선별해낼 만큼 민감도가 높지는 않다. 흥미롭게도 최근 한 연구에 따르면, 네 가지 품종의 외관상 건강해 보이는 개들을 대상으로 무곡물 사료를 급여한 결과, 곡물 포함 사료를 먹인 경우에 비해서 심장 트로포닌-I가 상승한 것으로 나타났다(8).

식이 관련 DCM의 위험 요인

식이 관련 DCM 증례에서 타우린 결핍을 포함한 다양한 요인이 역할을 하는 것으로 여겨진다. 그러나, 많은 증례에서 정밀 검사를 하면서 타우린 검사는 수행하지 않았거나, 수행한 경우에도 혈장 또는 전혈의 타우린 농도가 낮지 않은 것으로 나타났다. 식이 관련 개의 DCM 증례의 대부분은 CHF가 동반될 수도 있고 그렇지 않을 수도 있는 심기능장애가 명백할 때 확인되며, 이러한 상황에서 황 아미노산 대사(sulfur amino acid metabolism), 특히 타우린 동역학(kinetics)은 특징적이지 않다는 점에 주목해야 한다. 이 때 혈중 타우린 농도 검사 결과와 심근의 변화 사이의 연관성을 발견할 수 없는 것은 다른 요인 때문일 수 있다. 예를 들자면, 타우린은 체내 황 아미노산이 적정 수준인지, 또 간접적으로는 전반적인 메틸기 공여체(methyl donor)가 적정 수준인지를 분석하는 생체표지자로써 오랫동안 사용되어 왔다. 그러나 다른 표지자 또는 기타 검사를 통해 임상 소견을 더욱 완전하게 설명할 수 있다. 타우린이 개의 DCM에 있어 어떤 역할을 하는지 조사하고 DCM에 영향을 미칠 가능성이 있는 다른 잠재적 요소(영양소)들의 연관성에 대해 완전히 설명하려면 추후 더 많은 연구가 필요하다.

개의 DCM은 많은 경우 식이적 특성과 관련이 있는데, 특히 재료의 특정 성분과 관련되어 있다. 무곡물 사료에 일반적으로 사용되는 완두콩이나 렌틸콩과 같은 특정 성분은 보통 이러한 무곡물 사료에 너무 과도하게 함유되어 있는 것으로 보인다. 여러 연구에서 무곡물 사료를 DCM의 위험 요인으로 지목하였지만, 이에 대한 근거는 불분명하다(8,9,10,11). 콩류는 상당한 양의 섬유질과 단백질뿐만 아니라 전분의 공급원이다. 그러나 콩류는 황 아미노산이 부족하며, 일부는 단백질의 소화 흡수 및 아미노산 생체 이용에 부정적인 영향을 미치는 항영양 인자(anti-nutritional factors)를 포함하고 있다. 알맞은 조리 시간과 온도를 비롯해 적합한 제조 과정을 거치면, 이러한 항영양 인자가 대부분 제거될 것이라 예상해 볼 수는 있지만, 이러한 절차는 특정 성분 배합에 따라 제조업체에서 세심하게 관리해야 한다. 또한, 일부 아미노산(특히 라이신, 시스테인, 메티오닌)은 가공 중 비효소적 변화를 일으켜 전체적인 단백질 소화율에는 부정적인 영향이 없더라도 생체 이용률은 감소할 수 있다. 요컨대, 펫푸드의 다양한 특성이 식이를 통해 섭취하는 아미노산의 전반적인 균형과 장내 마이크로바이옴(microbiome)에 영향을 미친다(12). 이는 또한 황 함유 대사산물, 대사 중간생성물, 콜린과 같은 메틸기 공여체, 비타민과 같은 효소 보조인자의 체내 가용성과 활용에 영향을 미칠 가능성이 높다.

"전혈 및 혈장 타우린 농도의 저하가 질병 위험성과 부적절한 영양 상태를 나타내는 매우 좋은 지표임을 고려할 때, 가능한 한 DCM이 있는 모든 개를 대상으로 전혈 및 혈장 타우린 농도를 측정해야 합니다."

Jennifer Larsen

시판용 펫푸드와 DCM 발병 위험성

기저 메커니즘에 대한 완전한 이해 없이는, 개의 식이 관련 DCM을 예방하는 데 도움이 될 수 있도록 어떻게 사료 배합을 수정해야 하는지 구체적으로 권고하기는 어렵다. 감자와 콩류를 포함해 다양한 재료를 사용하여 필요한 단백질과 전분을 공급할 수 있도록 수년에 걸친 연구 끝에 성공적으로 배합된 균형 잡힌 펫푸드 제품들이 다양하게 시중에 판매되고 있다. 그러나, 시판용 사료는 더욱 다양한 개 집단을 대상으로 하여야 하므로 열량 및 영양소 필요량 측면에서 "평균적"이지 않은 많은 개의 개별 요구도를 충족할 수 있어야 한다. 식품의 화학적 분석으로는 아미노산 생체이용률을 추정할 수 없기 때문에 생체 내 시험(in vivo testing) 또한 필수적이다(13).

많은 펫푸드 제조업체에서 무곡물 사료에 타우린을 보충하기 시작하였는데, 이렇게 하면 DCM을 예방할 수 있을 것이라는 주장이 있었기 때문이다. 그러나, 이런 방식은 황 아미노산의 생체이용률 저하나 결핍을 가리게 된다. 단백질 수준을 의도적으로 제한하는 일부 사료(몇몇 수의사 처방식)에 타우린을 추가하는 것이 비합리적인 것은 아니지만, 아마도 생체 내 타우린이 적정 농도로 가장 잘 유지되려면 체내에서 이용 가능한 메티오닌 및 시스테인의 농도를 증가시키는 것이 가장 좋은 방법일 것이다(14). 소화 흡수가 용이한 고품질의 단백 공급원 및 정제된 메티오닌 보충제의 사용이 권장되며, 전반적인 아미노산 균형과 황 아미노산 대사에 필요한 메틸 공여체 또한 적절하게 공급해 줄 수 있어야 한다(15).

의심되는 증례의 평가

개별화된 영양 평가는 환자 관리에 있어 아주 중요한 측면이다. 병력, 환자 상태, 신체검사 소견과 함께 급여 식단을 평가하면, 식이 옵션을 포함한 진단 및 치료 계획을 알 수 있다. 현재 체중, 과거 체중, 신체충실지수(body condition score), 근육충실지수(muscle condition score)를 모두 고려해야 한다.

전혈 및 혈장 타우린 농도 측정은 DCM이 있는 모든 개와 고양이에게 이루어져야 한다. 기타 추가적인 요인이 질병의 진행에 영향을 미칠 수 있지만, 그럼에도 타우린 농도가 낮다면 질병 위험성과 영양 결핍을 나타내는 매우 좋은 지표가 된다(16). 만일 혈액 표본에서 응고나 용혈이 발생한 경우, 과립구 및 혈소판의 타우린 함량이 높기 때문에 타우린의 혈장 농도가 거짓으로 높아질 수 있다. 그러나 타우린의 전혈 농도는 이러한 표본 자체나 처리 과정으로 인한 문제가 생기지 않는다. 따라서, 우선 혈장 타우린 농도가 낮을 때는 타우린 결핍 진단이 내려질 수 있으나, 혈장 농도가 정상이거나 애매모호하게 나온다면 전혈 타우린 농도를 확인하여 타우린 결핍 진단을 입증할 수 있다. 더욱이, 전혈 타우린 농도는 식사 후 약간만 변하는 반면, 혈장 타우린 농도는 장기간 섭취한 사료 대비 혈액 채취 이전에 섭취한 식이 구성 및 타우린 상태에 따라 상당히 많이 변할 수 있다.

관리 상 권장사항

식이 문제에 기인한 심질환이 의심되는 경우, 특히 예상 칼로리 요구량과 실제 칼로리 요구량 간에 불일치가 큰 경우라면, 식이를 변경해야 한다. 실제로 2020년 FDA 보고서는 식이 변경을 통해 심질환이 해결되거나 개선되었다고 밝혔으며, 최근 두 편의 연구에서는 무곡물 사료 또는 비전형(non-traditional) 사료를 먹인 개가 DCM 진단을 받았을 때 우선 치료의 일부로써 사료를 변경하면 생존 기간이 연장되고 심장 기능이 개선되는 것으로 나타났다(9,11). 시판용 사료 급여를 완전히 중단하고자 하는 보호자에게는 수의영양학회 인증 영양전문가와의 상담을 통해 맞춤형 가정식 레시피를 급여하도록 권장한다. 인터넷이나 출간물에 나온 레시피는 기록 방식이 정확하지 않을 뿐 아니라 수의학 분야의 최신 지견을 포함하지 못하여 질병 관리에 적합하지 않으므로 권장하지 않는다.

미국에서는 식이 문제로 인한 DCM이 의심되는 경우, 식이력에 관계없이 무조건 FDA에 보고해야 한다. 도베르만 핀셔(Doberman Pinscher) 품종의 경우, 병인을 밝히는 데 도움이 되는 유전자 검사가 (노스캐롤라이나 주립대학 및 기타 시설을 통해) 가능하다. 하지만, 개별 개체마다 한 가지 이상의 원인이 있을 수 있음을 기억해야 한다.

심장의 수축 기능 장애 여부와 상관없이, 심실 확장이 있는 개에게는 초기에 안지오텐신 전환효소 억제제(angiotensin converting enzyme inhibitors, ACE inhibitors)를 투여하는 것이 유익하다. 심실 확장이 있는 도베르만 핀셔를 대상으로 한 대규모 연구에 따르면, ACE 억제제를 투여하면 CHF의 발병이 지연된다(17). 이 연구는 한 가지 품종에 대한 평가로 한정되긴 했지만, 무증상 DCM이 있는 다른 품종의 개에게도 ACE 억제제(예: 에날라프릴 0.5mg/kg q12H PO)의 경구 투여를 고려해 볼 수 있다. 또한, 동일한 연구에서 도베르만 핀셔의 심장 확장(heart enlargement)과 수축 기능 장애가 일정 수준

"최근 한 연구에 따르면, 외관상 건강해 보이는 개들을 대상으로 무곡물 사료를 급여한 결과, 곡물 포함 사료를 먹인 경우에 비해서 심장 트로포닌-I 가 상승한 것으로 나타났는데, 이는 심근 손상을 의미합니다."

Joshua A. Stern

에 도달하였을 때, 피모벤단(Pimobendan)을 경구 투여하면 (~0.3mg/kg PO q12H) CHF 발병을 늦추어 유익한 것으로 나타났다(17). 피모벤단은 심장의 수축력을 증가시키면서 혈관을 확장시켜주는(inodilator) 약물로 인산에스테르 가수분해효소 III(phosphodiesterase III) 억제와 근섬유 칼슘 감작 효과가 있다. 필자는 임상 현장에서, 무증상 심근병증이 있는 모든 개에게 품종, 혈중 타우린 농도, 식이력에 따른 사료 변경, 타우린 보충 유무에 관계없이, 피모벤단과 ACE 억제제를 모두 투여하였다. DCM 및 CHF가 있는 개에 대한 치료는 기존 피모벤단 및 ACE 억제제 투여에 더하여 푸로세미드(furosemide) (그리고 종종 스피로노락톤(spironolactone))를 추가하였으며, 약물 처방은 심실부정맥(ventricular arrhythmias) 또는 심방세동(atrial fibrillation)을 해결하기 위해 필요에 따라 자주 수정하였다.

타우린 보충제는 안전하며 타우린 결핍이 확인된 경우를 적응증으로 하여 급여한다(개 한 마리당 500–1500mg q12H). 카르니틴(carnitine) 보충제도 고려할 수 있지만(50mg/kg q8H), 적응증과 유익성을 평가하기 어렵고 비용이 많이 든다. 또한, 오메가-3 지방산은 심질환에 도움이 되는데, 권장량은 하루에 총 EPA+DHA가 125mg/kg0.75 이다. 수의사는 총섭취량을 계산할 때, 기본 식이와 영양 보충제를 포함하여 개가 섭취한 모든 음식에서 지방산 함유량을 고려해야 한다.

식이 관련 DCM이 있는 개는 대부분 식이를 변경하거나 영양을 보충해 주는 것을 비롯한 적절한 치료를 통해 개선된다. 또한 경우에 따라서 이러한 치료를 통해 DCM이 개선되는 정도가 상당할 수 있는데, CHF가 회복되어 더 이상 약물을 쓰지 않아도 되는 수준에 이르기도 한다. 그 회복 정도가 고양이의 DCM 증례에서 볼 수 있는 것과 유사하며, (유전성 DCM과 비교할 때) 개의 식이 관련 DCM의 명백한 특징이다.

결론

개의 확장성심근병증(DCM)과 식이 사이의 연관성은 현재까지 명확하게 밝혀지지 않았지만, 특정 영양 요인이 질병에 영향을 미친다는 것을 뒷받침하는 증거는 충분히 확보되어 있다. 심장 잡음, 갤럽음, 빈맥이 있는 경우에는 항상 철저한 심장 정밀 검사를 시행하여야 하며, 자세한 식이 이력 및 전혈 타우린 농도 측정 또한 필요하다. DCM으로 확진된 개에게 적절한 치료법을 사용한 조기 중재와 더불어 적합한 사료로 식이를 변경하면 치료 결과 측면에서 상당한 효과를 거둘 수 있다.

REFERENCES

1. Fascetti AJ, Reed JR, Rogers QR, *et al*. Taurine deficiency in dogs with dilated cardiomyopathy: 12 cases (1997-2001). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2003;223:1137-1141.
2. Backus RC, Cohen G, Pion PD, *et al*. Taurine deficiency in Newfoundlands fed commercially available complete and balanced diets. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2003;223:1130-1136.
3. Sanderson SL, Gross KL, Ogburn PN, *et al*. Effects of dietary fat and L-carnitine on plasma and whole blood taurine concentrations and cardiac function in healthy dogs fed protein-restricted diets. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2001;62:1616-1623.
4. Backus RC, Ko KS, Fascetti AJ, *et al*. Low plasma taurine concentration in Newfoundland dogs is associated with low plasma methionine and cyst(e)ine concentrations and low taurine synthesis. *J. Nutr.* 2006;136:2525-2533.
5. Ko KS, Backus RC, Berg JR, et al. Differences in taurine synthesis rate among dogs relate to differences in their maintenance energy requirements. *J. Nutr.* 2007;137:1171-1175.
6. Torres CL, Backus RC, Fascetti AJ, *et al*. Taurine status in normal dogs fed a commercial diet associated with taurine deficiency and dilated cardiomyopathy. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)* 2003;87(9-10):359-372.
7. www.fda.gov/animal-veterinary/cvm-updates/interdisciplinary-scientific-cooperation-will-lead-way-understanding-non-hereditary-dcm. Accessed 25th April 2021.
8. Adin D, Freeman L, Stepien R, *et al*. Effect of type of diet on blood and plasma taurine concentrations, cardiac biomarkers and echocardiograms in 4 dog breeds. *J. Vet. Intern. Med.* 2021;35(2):771-779.
9. Kaplan JL, Stern JA, Fascetti AJ, *et al*. Taurine deficiency and dilated cardiomyopathy in golden retrievers fed commercial diets. *PLOS One* 2018;13(12):e0209112.
10. Walker AL, DeFrancesco TC, Bonagura JD, *et al*. Association of diet with clinical outcomes in dogs with dilated cardiomyopathy and congestive heart failure. *J. Vet. Cardiol.* 2021 (epub ahead of print)
11. Freid KJ, Freeman LM, Rush JE, *et al*. Retrospective study of dilated cardiomyopathy in dogs. *J. Vet. Intern. Med.* 2021;35(1):58-67.
12. Kim SW, Rogers QR, Morris JG. Maillard reaction products in purified diets induce taurine depletion in cats which is reversed by antibiotics. *J. Nutr.* 1996;126(1):195-201.
13. Hendriks WH, Bakker EJ, Bosch G. Protein and amino acid bioavailability estimates for canine foods. *J. Anim. Sci.* 2015;93:4788-4795.
14. Backus RC. Could dietary taurine supplementation in dogs be masking a problem? In *Proceedings*, American College of Veterinary Internal Medicine Forum 2009; Montreal, Canada.
15. Mansilla WD, Marinangeli CPF, Ekenstedt KJ, *et al*. Special topic: The association between pulse ingredients and canine dilated cardiomyopathy: Addressing the knowledge gaps before establishing causation. *J. Anim. Sci.* 2019;97(3):983-997.
16. Zicker SC, Rogers QR. Use of plasma amino acid concentrations in the diagnosis of nutritional and metabolic diseases in veterinary medicine. In *Proceedings*, IV Congress of the International Society for Animal Clinical Biochemistry 1990:1-15.
17. Summerfield NJ, Boswood A, O'Grady MR, *et al*. Efficacy of pimobendan in the prevention of congestive heart failure or sudden death in Doberman Pinschers with preclinical dilated cardiomyopathy (the PROTECT Study). *J. Vet. Intern. Med.* 2012;26(6):1337-1349.

FAQs ABOUT CAT NUTRITION

고양이 영양에 관해 자주 묻는 질문들

Ana Luísa Lourenço

BVSc, PhD, Dip. ECVCN, University of Trás-os-Montes and Alto Douro, Villa Real, Portugal

Dr. Lourenço는 University of Trás-os-Montes & Alto Douro(UTAD)에서 동물학 및 수의학 학위를 취득하였고, 동대학원에서 박사까지 마쳤다. 그후, Ghent and Utrecht University에서 소동물 영양학 전공으로 대체 레지던트 프로그램(alternative residency)을 수료하였다. Dr. Lourenço는 현재 School of Agricultural and Veterinary Sciences of UTAD 소속 조교수이며, 유럽수의영양학회(ECVCN)에서 수의영양학 전문의 인증을 받았다.

고양잇과 종은 Ana Lourenço의 질의응답에서도 설명하고 있지만, 여러 측면에서 독특하며, 영양학적 요구도 남다르다.

핵심 포인트

1. 고양이는 절대적으로 육류 섭취가 필요한 동물이며, 고양이에게 동물성 제품이 전혀 없는 균형 잡힌 유지 식단을 구성하는 것은 이론적으로만 가능할 뿐 극히 어렵다.
2. 고양이는 "유당 불내증"이 있기 때문에 우유를 주어서는 안 된다고 흔히들 말한다. 그러나 이것이 고양이에게 우유를 절대 주면 안 된다는 의미는 아니다.
3. 탄수화물은 고양이에게 금기 사항은 아니지만, 식이의 탄수화물 공급원은 쉽게 소화할 수 있는 형태이어야 한다.
4. 고양이는 식수가 부족한 경우 소변을 농축하는 놀라운 능력을 가지고 있다. 하지만, 최적의 건강상태를 유지하기 위해서는 가능한 한 자유롭게 물을 마실 수 있게 해야 한다.

서론

고양이는 약 10,000년 전 인간에 의해 처음으로 길들여졌고, 그 이후로도 계속 인간의 반려동물로서 큰 인기를 누리고 있다. 당연히 우리 인간은 소중한 반려묘에게 가장 좋은 것만 주기를 원하게 되었고, 지난 수십 년 동안 고양잇과 종에 대한, 특히 이들의 영양학적 요구에 초점을 맞춘 연구들이 많이 수행되어 왔다. 이를 통해, 적어도 식이 측면에서 볼 때 고양이는 독특한 특성을 아주 많이 가지고 있는 동물이라는 점이 더욱 명백해지고 있으며, 이 글에서는 그 중 일부에 대하여 다루면서 그러한 특성들의 실질적인 의미를 알아볼 것이다.

Q: 고양이에게 동물성 식품이 없는 식이를 먹여도 되는가?

A: 고양이는 종종 완전한 또는 필연적 육식동물(strict or obligatory carnivores)로 언급된다. 야생에서 고양이는 전적으로 다른 동물을 먹이로 섭취하며, 고양이의 해부학적 구조는 사냥을 통해 먹이를 잡아먹도록 되어 있고, 고양이의 신진대사는 야생의 먹이에 맞게 적응되어 있다(1)**(그림 1)**. 고양이의 영양학적 요구사항은 다양하며, 그 중 일부는 고유한 대사 과정을 통해 충분한 양이 생성되지 않기 때문에 식이를 통해 공급되어야 한다. 연구에 따르면, 고양이는 건강 유지에 필수적인 영양소가 적어도 45가지 이상이며(2), 고양이는 대사적 특이성이 있기 때문에 다른 잡식 동물보다 단백질, 아르기닌, 메티오닌, 시스테인, 타우린, 아라키돈산, 비타민 A, 비타민 D, 나이아신, 피리독신을 더 많이 섭취해야 한다(1,2).

© Shutterstock

그림 1. 고양이는 수세기 동안 먹이를 사냥하여 잡아먹도록 진화했으며, 고양이의 신진대사는 육식을 기반으로 한다.

몇몇 필수 영양소는 주로 동물 유래 성분을 섭취함으로써 얻어진다. 이러한 영양소로는 일부 아미노산(리신, 메티오닌, 시스테인, 타우린), 비타민(A, D, B_{12}), 지방산(아라키돈산, 에이코사펜타엔산, 도코사헥사엔산)이 있다. 이러한 필수 영양소들은 동물성 식품이 아니면 섭취하기가 매우 어렵기 때문에, 비동물성(non-animal) 원료로 고양이 사료를 만들려면 화학적 합성을 통해서나 특정 비동물성 식품으로 대체하여 이러한 영양소를 공급해야 한다. 이때 이러한 대체 과정이 간단하지 않을 뿐더러 다른 문제들을 불러올 수 있으므로 다음과 같은 사항을 고려해야 한다. 첫째, 제품에 필수 영양소가 함유되어 있다는 사실 자체보다는, 해당 영양소의 실제 함유량을 아는 것이 중요하다. 이는 이러한 비동물성 제품이 동등한 동물성 제품보다 영양물질 농도가 더 낮거나 활성도가 더 낮기 때문이다(예: 비타민 D_3 대신 비타민 D_2 함유). 따라서, 생체이용률(즉, 대사가 가능하거나 체내 저장이 가능한 영양소의 양)이 수치로 표기되어 있어야 한다.

둘째로, 식물성 및 비동물성 원료에서 추출한 일부 성분들이 식이에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 즉, 이러한 성분들은 탄수화물의 함량과 구조에 부정적인 영향을 미치는 등, 영양소의 전반적인 소화율과 생체이용률을 변화시킬 수 있으며 기호성도 떨어뜨릴 수도 있다.

셋째로, 흔히 발생하는 질병에 미치는 영향의 측면에서 이러한 사료의 위험도가 평가되어야 하는데, 예를 들어 소변 pH에 미치는 영향으로 인해 방광 결석이 형성될 가능성이 있다. 요컨대, 화학적으로 분석하였을 때 완벽하게 균형이 맞을 뿐 아니라 고양이에게 유지식(maintenance food)으로 장기간 급여하기에 적합하다고 입증된 무동물(animal-free) 사료를 생산하는 것은 굉장히 어렵다. 현재 시판 중인 고양이용 채식(vegetarian) 사료나 완전 채식(vegan) 사료의 경우 이와 같은 데이터가 부족한 것으로 확인되었으며, 현재까지의 연구에 따르면 필수 영양소 권장량조차 충족시키지 못하는 경우가 많은 것으로 나타났다(3,4,5). 무동물 사료를 먹은 고양이의 건강에 별다른 영향이 없는 경우도 있다고 보고한 연구가 있었지만(3), 이러한 경우 해당 고양이들이 야외에서 사냥을 할 수 있는 환경에서 생활하는지 여부가 불분명하였을 뿐 아니라 해당 고양이들이 영양 결핍의 징후를 보이지 않는지 조사한 기간도 충분히 길지 못했다.

필자는 여태까지 세계적으로 이름 있는 펫푸드 기업에서 동물성 성분이 없는 고양이 사료를 생산한다는 소식을 들어본 적이 없다. 이는 그 자체로 중요한 사실인데, 이러한 펫푸드 기업들은 이러한 형태의 사료를 연구하고 생산하는 데 필요한 심층적인 지식과 재정 자원 모두를 가지고 있으며, 일부 보호자들에 의해 이미 형성된 수요가 존재한다는 점을 감안할 때, 이러한 사료가 현재로서는 적어도 고양이에게 불필요하게 높은 위험을 초래할 수 있다는 것을 입증하고 있다. 수십 년에 걸친 연구를 통해, 고양이 영양학 분야에서는 이전에는 예상하지 못했던 수많은 정보들이 밝혀졌지만 그럼에도 여전히 연구할 것들이 많이 남아있다. 따라서 고양이 사료를 가능한 한 안전하게 배합하기 위해서는 과학적 근거가 뒷받침되어야 한다. 결국 요점은, 장기적으로 동물성 사료에 비하면 차선책에 불과할 가능성이 다분한 대체 사료보다는 고양이는 육류 기반 사료를 먹어야 한다는 것이다.

Q: 고양이 심장병은 식이와 연관성이 있는가?

A: 간략하게 답하자면, 일부 상황에서는 관련이 있다. 1980년대 후반에 타우린은 고양이의 확장성 심근병증의 발병률을 감소시키는 핵심 영양소임이 확인되었다(6). 심장 근육 내 타우린의 수치가 낮으면 확장성 심근병증 및 심부전이 어떻게 초래되는지 그 기전은 아직 완전히 알려지지 않았지만, 심장근의 칼슘 및 에너지 대사 장애에 기인하는 것으로 추정된다(7,8). 타우린은 고양이의 자연 먹이에 풍부한 비단백 β-아미노설폰산(non-protein β-amino sulfonic acid)이다. 고양이는 대부분의 포유동물과 달리 타우린 합성 대사 경로의 핵심 효소인 시스테인 이산소화효소(cysteine dioxygenase)와 시스테인 설핀산 탈탄산효소(cysteine sulfinic acid decarboxylase)의 농도가 낮다(9). 이러한 특성은 고양이가 메티오닌과 시스테인을 사

"일부 식물성/비동물성 대체 재료를 사용한 식이는 영양소의 소화율 및 생체이용율을 떨어뜨릴 뿐더러 기호성을 감소시켜 식단에 부정적인 영향을 미칩니다."

Ana Luísa Lourenço

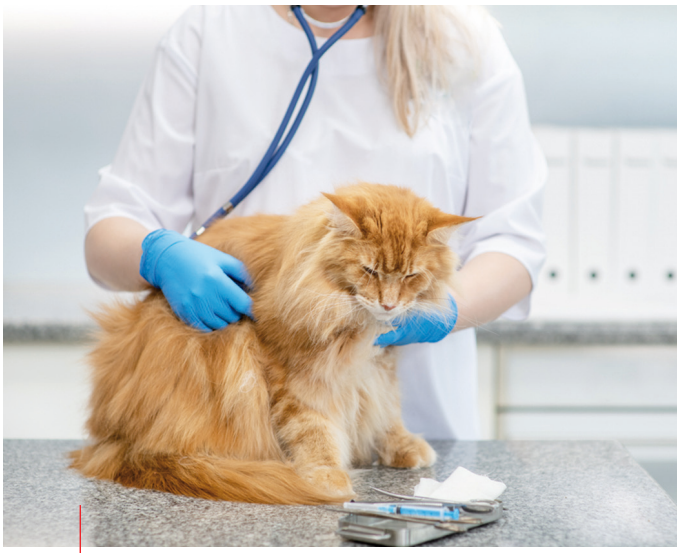
용하여 타우린을 효율적으로 합성할 수 없다는 것을 의미하며, 따라서 고양이는 대사 기질(metabolic substrate)로써 필요한 타우린을 식이를 통해서만 얻을 수 있다.

타우린이 필수 영양소로 알려지자, 사료 제조업체들은 시판용 고양이 사료에 타우린을 첨가하기 시작했으며, 한때 고양이의 심근병증의 주요 원인이었던 타우린 결핍이 이제는 드문 일이 되었다. 오늘날 대부분의 고양이 심근병증은 가정식을 먹인 고양이에게 발생하고 있지만, 식이 문제로 인한 심근병증이 발병할 수 있는 동물은 고양잇과 동물로만 국한되지 않는다는 점에 주의한다. 최근 미국 식품의약국(FDA)에서 보고한 바에 의하면 특정 사료와 확장성 심근병증 발병 사이에 연관성이 있을 가능성이 강조되었으며, 최근 보고된 대부분의 증례는 개에게 발생했지만 소수의 고양이에게도 발생했다(10). 다양한 요인이 아직까지 불분명하지만, 심근병증이 발병한 동물에게 먹인 사료를 중심으로 조사가 이루어졌고, 보다 구체적으로 말하자면 사료에 첨가된 타우린의 생체이용률 수준이 낮은 것이 의심스럽게 여겨졌다. 확장성 심근병증의 병인과 관련된 다양한 요인이 있으므로 이 글에서 어떤 결론을 도출하기는 어려우며, 보다 철저하고 세밀한 데이터 확보가 필요하다는 점을 다시 한번 강조하고 싶다.

확장성 심근병증이 있는 고양이의 경우, 원인으로 추정되는 타우린 결핍 사료가 확인되고 검사에서 혈장 및 전혈의 아미노산 수준이 낮은 것이 확인되면**(그림 2)**, 사료에 타우린을 보충하자마자 즉각적인 심기능 개선이 나타난다. 그리고 (고양이가 위기가 임박했을 때 생존한다고 가정하면) 질병 상태는 6개월 이내에 해결된다. 따라서 특정 사료가 고양이에게 심장병을 유발할 수 있는 것은 사실이지만, 잘 배합된 시판용 사료를 제공하면 심근병증에 쉽게 걸리지는 않는다.

Q: 고양이에게 우유를 먹여야 하는가?

A: 대부분의 고양이들은 우유 마시는 것을 좋아하지만, 그렇다고 우유가 고양이의 건강에 좋은 것은 아니다**(그림 3)**. 따라서 아마도 더 적절한 질문은 "고양이에게 우유를 얼마나 주는 것이 적절하며 우유 섭취와 관련되어 나타날 수 있는 문제는 무엇인가?"일 것이다. 다른 모든 포유동물과 마찬가지로, 고양이는 생후 첫 몇 주 동안 오로지 모유 섭취만으로 생존하며, 이유식을 섭취하기 시작한 이후에도 완전히 젖을 뗄 때까지 부분적으로는 모유에 의존한다**(그림 4)**. 고양이의 장관 락타아제 활성(lactase activity)은 나이가 들면서 감소하고 모유에 존재하는 주요 당분인 유당을 소화하는 능력도 나이가 들면서 감소한다. 고양이가 섭취한 유당의 양이 유당 소화 능력을 초과하면 남은 유당이 위장관에서 발효되어 구토 및 설사와 같은 임상 증상을 유발한다. 연구에 따르면, 성묘의 유당 소화 능력은 새끼 고양이보다 적어서 매일 체중 1kg 당 (최소) 1.3g의 유당을 소화할 수 있음이 확인되었다(11). 동물 젖의 유당 농도는 다른 종(예: 소, 양, 염소)의 젖과 다른 형태의 유제품(즉, 탈지유, 저지방유, 전유) 모두에서 놀라울 정도로 일정하며, 평균 최대값은 5%라는 점이 눈길을 끈다(12). 이것은 고양이가 하루에 체중 kg당 최대



© Shutterstock

그림 2. 고양이에게 확장성 심근병증이 의심되는 경우, 혈장 타우린 수치를 확인해 보는 것이 좋다.

© Shutterstock

그림 3. 대부분의 고양이들은 우유 마시는 것을 좋아하지만, 그렇다고 우유가 고양이의 건강에 좋은 것은 아니며, 과량 섭취 시에는 특히 좋지 않다.

25mL를 섭취할 수 있음을 의미한다. 따라서 4kg의 고양이가 매일 100mL 미만의 우유를 먹는다면, 유당 불내증의 임상 징후가 나타나지는 않을 것이다. 그러나 경우에 따라 개별 고양이의 유당 소화 능력이 특히 낮을 수도 있으므로, 일부 고양이는 우유를 소량 섭취하더라도 임상 징후가 나타날 수 있다.

그러나 유당 불내증과는 별개로, 고양이에게 정기적으로 우유를 주고자 한다면 사료에 함유된 전반적인 영양소와 섭취하는 에너지의 양을 고려하는 것이 중요하다. 어미 고양이의 젖은 모든 필수 영양소를 함유하여 새끼 고양이에게 매우 완전한 식품이지만, 이유를 한 이후에는 고양이에게 균형 잡힌 식이가 되지 못한다. 또한 우유는 에너지 밀도가 높기 때문에 고

© Shutterstock

그림 4. 암컷 고양이의 모유는 생후 첫 몇 주 동안 새끼 고양이에게 완전한 영양분을 공급해준다.

양이에게 정기적으로 급여하는 경우, 완전하고 균형 잡힌 식이의 필수 구성 요소로 보거나 추가적인 간식으로 간주해야 한다. 이 때 제공되는 양은 기본 식단의 에너지 함량의 10%를 초과하지 않아야 한다. 젖소의 전유(whole milk)는 에너지 밀도가 69kcal/100mL(탈지유의 에너지 밀도는 전유의 약 절반)이고(12), 중성화된 4kg 고양이의 1일 평균 열량 요구량을 130–190kcal(52~75kcal/$kg^{0.67}$)로 잡는다면, 간식으로 제공되는 1일 우유의 양은 20–30mL이며 탈지유를 사용할 경우 이 양의 약 두 배 수준이 된다. 이 수준에서 유당 섭취량은 최대치보다 훨씬 더 낮다.

마지막으로 고려해야 할 또 다른 측면은 일부 고양이가 카제인(casein)에 알러지 반응을 보일 수 있다는 점이다. 카제인 알러지가 고양이에게 흔한 것으로 보고되지는 않았지만(13), 분명히 카제인 알러지가 있는 고양이에게는 우유를 절대로 먹여서는 안 된다.

요컨대, 대부분의 고양이에게는 적당량의 우유를 먹여도 되지만, 과량의 우유는 장기적으로 고양이에게 해로울 수 있다.

Q: 고양이가 탄수화물을 소화하고 대사할 수 있는가?

A: 고양잇과 종의 신진대사와 생리는 기본적으로 극소량의 탄수화물을 공급하는 작은 동물(예를 들어 쥐와 새)을 먹이로 하는 야생의 식이에 기반하여 진화하였으며(14), 만일 선택을 할 수 있다면 집고양이 역시 여전히 탄수화물 함량이 낮은 먹이를 선택할 것이다(15). 이러한 사실은, 고양이가 탄수화물을 소화하거나 대사할 수 없을 것이라는 가정으로 이어진다. 사실, 포도당(가장 단순한 탄수화물)은 잡식성 동물이나 초식성 동물만큼 육식 동물인 고양이에게도 필수적이다. 포도당은 뇌와 적혈구, 백혈구, 신수질(renal medulla), 고환, 눈의 일부 특정 세포에 있어 유일하고도 주요한 에너지 공급원이기 때문이다(16). 또한 포도당은 일부 비필수 아미노산, 비타민 C, 핵산의 합성에도 필요하고, (수유 중인 어미의 경우) 유당을 생산하는 데에도 필요하다(16). 그럼에도 불구하고 고양이는 다른 영양소로부터 필요한 포도당을 합성할 수 있기 때문에 고양이의 식이에 탄수화물이 필수불가결한 것은 아니다.

고양이에게 포도당을 정맥 투여하면 혈당 농도가 정상 기저선 수준으로 빠르게 회복되며, 고양이의 공복 혈당 수준은 영양학적 요구도가 다른 포유동물의 혈당 수준과 매우 유사하므로(16) 고양이는 명백히 실제로 탄수화물 대사를 할 수 있다. 고양이가 다른 동물들, 예를 들면, 개 또는 돼지(17)보다 복합 탄수화물에 대한 소화 능력이 떨어지는 방향으로 진화했지만, 탄수화물이 적절하게 처리되고(즉, 분쇄하거나 익히는 경우) 과량 섭취하지 않는 한 고양이는 효과적으로 탄수화물을 소화하고 흡수할 수 있다(18). 따라서 바람직한 질문은 "고양이에게 탄수화물을 먹여야 하는가?"라기 보다는 오히려 "고양이의 식이에 탄수화물을 포함시킬 때 고려해야 할 사항은 무엇인가?" 일 것이다. 그리고 이에 대한 대답은, 고양이에게 탄수화물을 조리하지 않고 생으로 주거나 소화 능력을 초과하는 양을 주어서 안 된다는 것이다.

Q: 고탄수화물 사료를 먹이면 고양이가 당뇨병에 걸릴 수 있는가?

A: 당뇨병은 고양이에게 비교적 흔한 질병이며, 일부 연구에서는 유병률이 1.25%로 높게 나타났다(16). 당뇨병이 있는 고양이의 보호자는 고양이의 식이를 구성하는 탄수화물 성분이 당뇨병을 초래하는 요인인지 질문할 수 있다**(그림 5)**. 첫째로, 고양이의 야생 식이에는 일반적으로 탄수화물이 매우 소량[대사 가능 에너지(metabolizable energy, ME) 기준으로 약 2%정도]이기 때문에, 대부분의 시판용 고양이 사료에 왜 탄수화물이 상대적으로 높게 포함된 것인가에 대하여 생각해 볼 필요가 있다. 단순히 탄수화물이 단백질이나 지방보다 더 저렴하고 보존이 잘되며 건사료를 만들기 위해 탄수화물이 더 필요하기 때문인 것만은 아니다. 탄수화물에 다양한 유익한 특성이 있기 때문이다. 탄수화물은 위장관에서 광범위하게 소화되고 흡수되며, 식이를

© Shutterstock

그림 5. 탄수화물 과잉 섭취가 고양이의 당뇨병에 영향을 미치는지에 대하여 뒷받침할 만한 근거는 충분하지 않다.

통해 섭취하는 에너지원으로 지방과 단백질의 일부를 대체할 수 있으며, 또한 아미노산에 대한 대사 절감 효과(metabolic-sparing effect)도 있기 때문이다.

고양이 당뇨병은 주로 인슐린 저항성으로 인한 포도당 불내증에 의해 발생하는 내분비 장애이므로, 고양이 사료에 포함된 탄수화물 함량이 질병의 원인이 된다고 가정할 수도 있지만, 이 가설을 뒷받침할 만한 근거는 매우 빈약하다(16). 당뇨병이 있는 고양이에게 저탄수화물 식이를 제공하면 혈당 조절이 더 잘되고 임상적으로 회복 점수가 높다고 제시하는 일부 데이터가 있다(19). 그래서 당뇨병 고양이는 확실히 저탄수화물 식이를 하면 유익할 수 있지만, 그렇다고 하여 반드시 탄수화물이 질병의 원인이라는 의미는 아니다.

혈당 수치는 식사 후 상승하고, 이 상승 효과를 상쇄하기 위해 췌장에서 생리적 인슐린이 방출된다. 탄수화물 함량이 높은 사료와 당뇨병 간에 연관성이 있다면, 어떤 식으로든 이러한 기전이 변화되어 내당능이 낮아지고 인슐린 민감성이 감소할 것이다. 일부 연구에서는 고양이에게 고탄수화물/저단백 사료를 먹일 때, 고단백/저탄수화물 사료를 먹인 것에 비해 내당능(glucose tolerance)의 변화가 나타나는 것을 발견했지만, 다른 연구에서는 이를 확인하지 못했다(20). 최소 하나 이상의 연구에서 사료의 탄수화물 함량과 인슐린 민감성 간에 어떤 관계가 있는 것을 확인하지 못했으며(21), 전분 농도가 높은 사료도 일반적으로 고양이에게서 고혈당(hyperglycemia)과 당뇨(glycosuria)를 일으키지 않는 것으로 밝혀졌다.

더욱이, 고양이의 췌장 β-세포에서 인슐린 분비가 과도하게 일어나는 원인이 고탄수화물 사료에 따른 혈당 수치 상승 때문이라는 주장(그리고 이것이 세포 파괴 및 후속적으로 당뇨병으로 이어질 수 있다는 주장)은 한 연구에 의해 반박되었는데, 해당 연구에서는 고양이 췌장 β-세포가 잡식성 동물보다 아미노산에 더 반응하고 포도당에 덜 반응한다고 주장하였다(22). 이는 고양이 당뇨병의 원인이 사료의 탄수화물 함량에 있다기보다 그 밖의 다양한 것에 있다는 점을 시사한다. 그럼에도 불구하고 한 연구에 따르면, 고양잇과 종은 개나 인간보다 혈중 포도당 제거율이 더 낮으며 만성 고혈당 상태(포도당 주입으로 30mmol/L가 10일 이상 유지됨)는 인슐린 분비를 해치는 β-세포의 기능 장애와 손실을 유발할 수 있다고 한다(16). 그러나 이는 먹이 섭취에 대한 고양이의 생리적 반응과 흡사하지 않다는 점에 주목할 필요가 있다. 따라서 결론적으로, 현재 사료의 탄수화물 함량이 고양이에게 당뇨병을 유발할 수 있다는 가설을 뒷받침할 만한 확실한 근거는 없다. 비활동적인 생활 방식과 과도한 칼로리 섭취로 인한 비만, 노화는 여전히 당뇨병의 가장 큰 위험 요소이다(16).

© Shutterstock

그림 6. 대부분의 고양이는 물을 무제한으로 이용할 수 있지만, 물을 많이 마시지는 않는다.

Q: 고양이는 물을 마시지 않아도 건강할 수 있는가?

A: 고양이도 물 없이는 생존할 수 없지만, 외인성 수단(물을 마시거나 먹이 속의 수분으로)**(그림 6)**과 내인성 과정(탄수화물, 지방, 단백질의 산화로 생성된 물) 모두를 통해 필요한 수분 요구량을 충족한다. 고양이는 소변, 대변, 증발 과정을 통해 수분을 소실하고, 다양한 요인들(질병, 주변 온도 및 습도 포함)이 이러한 과정을 통한 수분 소실량을 증가시킬 수 있다. 고양이의 일반적인 일일 평균 수분 섭취요구량은 체중 1kg당 약 50mL 정도이다(23).

고양이는 필요한 경우 신장에서 물을 재흡수 하여 소변을 농축할 수 있는 놀라운 능력이 있다. 이것이 건조한 환경에서 생존을 돕기 위한 중요한 진화적 적응일지 모르지만, 이 능력으로 인해 수분 섭취량이 감소하고 그에 따라 요로 질환이 쉽게 발병하는 것으로 알려져 있으며, 실제로 요로 질환은 이 종에서 매우 흔하다(24). 요로 질환 발병 위험을 줄이기 위해, 집 주변에 음수대나 물그릇을 추가로 배치하는 등 고양이가 물을 더 많이 섭취할 수 있도록 돕는 모든 조치 또는 전략을 사용하는 것이 권장된다**(그림 7)**. 그러나, 동시에 스트레스는 고양이 건강 문제의 주요 원인이 될 수 있으므로 고양이를 화나게 할 수 있는 것은 피하는 것이 중요하다. 고양이의 수분 섭취량을 최대화하는 데 도움이 되는 한편 스트레스 요소를 최소화하는 요소를 각 개별 반려묘에 맞게 조정해야 하며(24), 가장 좋은 방법은 그저 고양이가 물을 어떻게, 어디서, 언제 마실지 결정할 수 있도록 해주는 것이다.

그러나 꼭 물을 마시는 것만이 유일한 선택지는 아니다. 사료에 포함된 수분도 고양이의 수분 섭취 요구량을 충족시키는 좋은 옵션이다. 자연에서의 먹이감은 고양이에게 좋은 수분 공급원이다. 왜냐하면, 야생에서 생존하기 위해 잡아 먹는 먹이감(작은 설치류 및 새)에는 약 70%의 수분이 포함되어 있기 때문이다

© Shutterstock

그림 7. 음수대 사용은 고양이가 스트레스 없이 물 섭취를 늘리도록 돕는 한 가지 방법이 될 수 있다.

(14). 고양이의 기호성이 높기만 하다면, 수분 함량이 높은 식이를 제공하는 것은 분명히 매우 효과적이고 스트레스가 없다. 수년 전에 고양이가 생선 혹은 육류만으로 수분 섭취 요구량을 충족할 수 있다는 것이 밝혀졌다(25). 보다 최근의 연구에 따르면, 고양이의 일일 수분 섭취량과 생성된 소변량은 건사료(약 8%의 수분)보다 습사료(약 75-80%의 수분 함유)를 제공할 때 훨씬 더 높았다(26). 따라서 고양이에게 스트레스만 주지 않는다면 어떤 방식이든 수분 섭취를 늘려주는 것이 좋으며, 그 중에서도 수분 함량이 높은 식이를 급여하는 것은 항상성 유지를 위해 충분한 수분 섭취를 보장하는 가장 쉬운 방법이다.

결론

고양이는 여러가지 면에서 독특하지만 특히 고양이에게 필요한 영양학적 요구와 그 특이성을 이해하면 "고양이는 작은 개가 아니다"라는 격언을 다시 한번 생각해 보게 된다. 고양이의 영양학적 요구는 개와 아주 크게 달라서, 수의사가 보호자와 고양이에게 필요한 식이에 대하여 상담하는데 상당한 시간을 할애하는 것은 무척 가치 있는 일이다. 반려동물의 건강은 진료실에서의 원활한 의사소통에서부터 시작되며, 보호자에게 최상의 조언을 해주기 위해서는 소동물 임상 수의사가 훌륭한 영양학적 지식을 갖추어야 한다는 것은 당연지사일 것이다.

REFERENCES

1. Morris JG. Idiosyncratic nutrient requirements of cats appear to be diet-induced evolutionary adaptations. *Nutr. Res. Rev.* 2002;15:153.
2. National Research Council. Nutrient Requirements of Dogs and Cats. Washington, D.C.: *National Academies Press;* 2006;361-370.
3. Engelhard R. Feldstudie zur vegetarischen Ernährung von Hunden und Katzen. *Thesis*, Ludwig-Maximillians-Universität München, 1999.
4. Kanakubo K, Fascetti AJ, Larsen JA. Assessment of protein and amino acid concentrations and labeling adequacy of commercial vegetarian diets formulated for dogs and cats. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2015;247:385-392.
5. Zafalon RVA, Risolia LW, Vendramini THA, *et al*. Nutritional inadequacies in commercial vegan foods for dogs and cats. *PLOS One* 2020;15:1-17.
6. Pion PD, Kittleson MD, Rogers QR, *et al*. Myocardial failure in cats associated with low plasma taurine: a reversible cardiomyopathy. *Science* 1987;237:764-768.
7. Schaffer S, Sayed-Mozaffari M, Kramer J, *et al*. Effect of drug-induced taurine depletion on cardiac contractility and metabolism. *Biochem. Pharmacol.* 1986;35:985-989.
8. Huxtable RJ. From Heart to Hypothesis: a mechanism for the calcium modulatory actions of taurine. In: Huxtable RJ, Franconi F, Giotti A. (eds*) The Biology of Taurine. Advances in Experimental Medicine and Biology* Vol 217. Boston, MA. Springer 1987;371-387.
9. Park T, Jerkins AA, Steele RD, *et al*. Effect of dietary protein and taurine on enzyme activities involved in cysteine metabolism in cat tissues. *J. Nutr.* 1991;121:181-182.
10. Food and Drug Administration. FDA Investigation into Potential Link between Certain Diets and Canine Dilated Cardiomyopathy. 2019;1-17.
11. Kienzle E. Carbohydrate metabolism of the cat (3); Digestion of sugars. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr*. 1993;69:203-210.
12. Pereira PC. Milk nutritional composition and its role in human health. *Nutrition* 2014;30:619-627.
13. Mueller RS, Olivry T, Prélaud P. Critically appraised topic on adverse food reactions of companion animals (2): Common food allergen sources in dogs and cats. *BMC Vet. Res*. 2016;12:10-13.
14. Plantinga EA, Bosch G, Hendriks WH. Estimation of the dietary nutrient profile of free-roaming feral cats: possible implications for nutrition of domestic cats. *Brit. J. Nutr*. 2011;106 Suppl:S3-48.
15. Hewson-Hughes AK, Hewson-Hughes VL, Miller AT, *et al*. Geometric analysis of macronutrient selection in the adult domestic cat, *Felis catus*. *J. Exp. Biol.* 2011;214:1039-1041.
16. Verbrugghe A, Hesta M. Cats and carbohydrates: The carnivore fantasy? *Vet. Sci.* 2017;4:1-22.
17. Verbrugghe A, Hesta M, Daminet S, *et al*. Nutritional modulation of insulin resistance in the true carnivorous cat: A review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*. 2012;52:172-182.
18. De-Oliveira LD, Carciofi AC, Oliveira MCC, *et al*. Effects of six carbohydrate sources on diet digestibility and postprandial glucose and insulin responses in cats. *J. Anim. Sci.* 2008;86:2237-2246.
19. Behrend E, Holford A, Lathan P, *et al*. 2018 AAHA Diabetes Management Guidelines for Dogs and Cats. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* 2018;54:1-21.
20. Perez-Camargo G. Cat nutrition: What is new in the old? *Comp. Cont. Educ. Pract. Vet*. 2004;26(Suppl 2A):5-10.
21. Hoenig M. Comparative aspects of diabetes mellitus in dogs and cats. *Mol. Cell. Endocrino*l. 2002;197:221-229.
22. Curry DL, Morris JG, Rogers QR, *et al*. Dynamics of insulin and glucagon secretion by the isolated perfused cat pancreas. *Comp. Biochem. Physiol. Part A: Physiol*. 1982;72:333-338.
23. Zentec J. Untersuchungen zum Mineralstoffhaushalt der Katze unter besonderer Berücksichtigung des Magnesiums. *Thesis*, *Tierärztliche Hochschule,* Hannover, 1987.
24. Handl, S, Fritz J. The water requirements and drinking habits of cats. *Vet. Focus* 2018;28.3:32-40.
25. Prentiss PG, Wolf AV., Eddy HA. Hydropenia in cat and dog; ability of the cat to meet its water requirements solely from a diet of fish or meat. *Am. J. Physiol.* 1959;196:625-632.
26. Zentek J, Kaufmann D, Pietrzak T. Digestibility and effects on fecal quality of mixed diets with various hydrocolloid and water contents in three breeds of dogs. *J. Nutr.* 2002;132:1679S-1681S.

PET OBESITY:
NEW CHALLENGES, NEW SOLUTIONS
반려동물 비만 : 새로운 도전, 새로운 해결책

Alexander J. German

BVSc, PhD, CertSAM, Dip. ECVIM-CA, SFHEA, FRCVS, School of Veterinary Science, University of Liverpool, UK

German 교수는 1994년 University of Bristol을 졸업하고 수의사가 된 후 2년간 대소동물을 모두 보는 동물병원에서 근무하였다. 그 후 Bristol 대학으로 돌아와 박사 학위를 취득하고, 소동물 내과 전공으로 레지던트 과정을 마쳤다. 그는 2002년 University of Liverpool로 자리를 옮겨 현재 소동물 내과학 교수로 재직하고 있으며, Royal Canin으로부터 연구 자금을 지원받고 있다. 그의 임상 및 연구 관심 분야는 소화기내과학과 비교생물학적 관점에서 본 비만이다.

이 글을 통해 Alex German은 더 이상 새로운 문제가 아닌 반려동물의 비만을 가장 잘 해결할 수 있는 몇 가지 새로운 아이디어를 소개하고자 한다.

핵심 포인트

1. 비만은 더 이상 새로운 문제는 아니지만, 최근 몇 년간 반려동물의 비만 유병률이 거침없이 증가하고 있다.
2. 반려동물이 과도한 지방을 줄이고 건강한 체중을 유지할 수 있도록 보호자를 돕는 새로운 전략이 필요하다.
3. 애초에 비만이 발생하는 것을 방지하려면 보다 나은 예방 조치가 필요하다.
4. 비만 동물을 다룰 때는 "체중 낙인 (Weight stigma)"을 지양해야 하며, 보호자의 순응도를 높이려면 원활한 의사소통이 필수적이다.

서론

비만은 "개체의 건강에 악영향을 미칠 정도로 체지방이 축적된 질병"으로 정의할 수 있으며, 반려동물과 인간 모두의 웰빙과 건강에 부정적인 영향, 수명 단축, 삶의 질 저하를 초래한다. 최근의 많은 과학적 관심과 언론의 관심에도 불구하고 비만 유병률은 계속 증가하고 있으며, 줄어들 기미가 보이지 않는 것이 문제이다(1,2). 이 글에서는 반려동물 비만의 현주소를 살펴보고, 비만이라는 만성 질환을 관리하는 데 도움이 될 수 있는 가능한 옵션을 찾아보고자 한다.

무엇이 문제인가?

전반적인 비만 유병률 증가

지난 30년 동안 수많은 연구를 통해 반려동물의 비만 발병률이 보고되었다. 물론 연구 결과를 비교할 때는 신중을 기해야 하겠지만, 개와 고양이 모두 비만 유병률이 증가하는 경향이 뚜렷하다. 1점부터 9점까지 신체 충실 지수(body condition score, BCS)로 개의 체격을 평가한 연구에서 8점이나 9점을 받은 비만한 개의 수는 2007년 10%에서 2018년 19%로 증가하였고, 같은 기간에 측정된 고양이 비만은 19%에서 34%로 증가하였다(2).

성장기 동물의 유병률 증가

성장기 동물의 비만 추세는 훨씬 더 우려스럽다. 최근 연구에 따르면, 생후 12-13개월이 된 고양이의 과체중 및 비만 유병률이 7%인데(3), 이는 수의사가 아닌 보호자가 보고한 체중에 대한 데이터를 사용했다는 점을 감안한다면 과소평가된 것일 수 있다. 사람으로 치면 청소년기에 해당하는 개의 상황은 한 층 더 걱정스럽다. 한 연구에 따르면, 청소년기(24개월 미만)의 개 516마리 중 190마리(37%)가 과체중이거나 비만이었으며, 성장기 동안 비만 유병률이 꾸준히 증가하였다. 즉, 생후 6개월 미만에서는 21%(21/100)였는데, 18-24개월령에서는 52%(16/31)로 증가하였다(4).

품종 인기도 변화

최근 소형견, 특히 단두종(brachycephalic)의 인기가 높아짐에 따라, 개의 인구통계학적 변화도 중요하다. 역사적으로 볼 때, 비만 경향은 일반적으로 중대형견에게 나타났지만, 최근 연구 조사에 따르면(2) 현재 비만 유병률이 가장 큰 품종은 소형견과 초소형견이다**(그림 1)**.

보호자의 평가

보호자는 종종 반려동물의 신체 상태를 과소평가하여 실제보다 날씬하다고 생각한다. 이는 체형에 대한 전반적인 인식 자체가 정확하지 않거나, 과체중 및 비만 상태의 반려동물을 계속 보다 보니 익숙해지거나, 그들의 반려동물과 같은 품종 중 "완벽한" 사례로 비치는 동물에 대한 미디어 이미지로 인한 것일 수 있다. 이와 관련된 일례로, 최근 수행된 관찰 연구에 의하면 내셔널 도그쇼에서 촬영된 동물의 26%가 과체중인 것으로 판정되었다(5). 이는 반려견의 신체 상태에 대한 수의사와 보호자의 평가가 다른 이유가 될 수 있으며, 보호자가 비만에 관해 전문가의 평가를 신뢰하지 않는 이유에 대한 설명이 될 수 있다(6).

"선을 넘은" 동물의 수 증가

BCS 9점 척도는 유용한 도구이지만, BCS 9점은 정상 체중의 40% 이상 과체중인 동물을 나타내는 것으로 최근 반려동물 비만의 심각성을 제대로 반영하지 못하고 있다는 점이 큰 문제이다**(그림 2)**. 많은 반려동물이 현재 BCS 9점 척도의 "선을 넘고" 있다. 장기간에 걸쳐 이루어진 조사연구에서(필자의 미공개 데이터) 정상 체중의 40% 이상 과체중인 동물은 평균 46%로 집계되었는데, 최근(2015-2020년)에는 이러한 동물이 59%에 달하는 것으로 조사되었다.

체중 관리 프로토콜의 효과

체지방률과 체중관리 프로그램의 성공 간에 부정적 상관관계가 있다는 점을 감안할 때, 비만한 반려동물을 정상 체중으로 되돌리는 데는 상당한 어려움이 있다. 일부 전문가들은 체중 관리가 어렵지 않다고 주장하지만(7) 이것은 잘못된 인식이며, 이는 아마도 초기 비만 연구의 대다수가 젊고 건강하며 중등도 과체중(20% 미만)이고 보호자의 영향도 받지 않는 집단을 대상으로

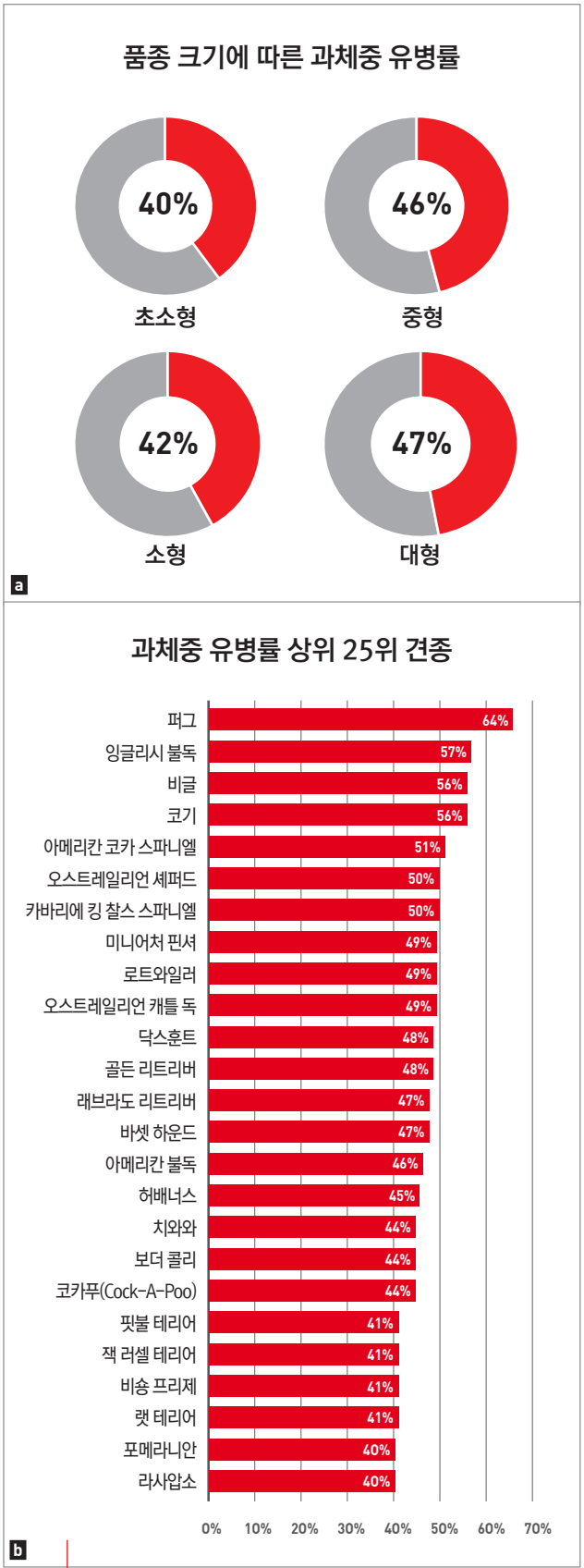
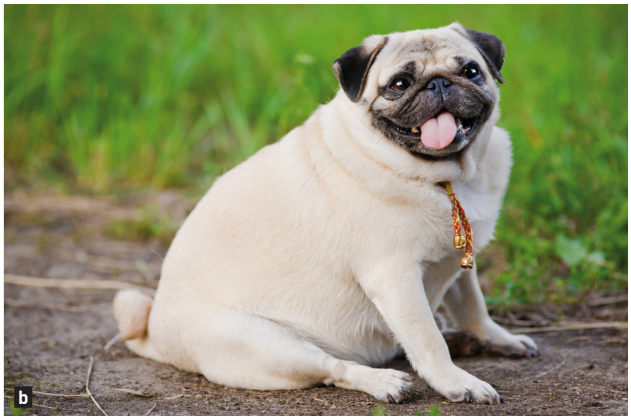


그림 1. Banfield 동물병원에서 진료를 보았던 다양한 견종의 과체중 유병률. 과체중 유병률은 견종의 크기에 따라 증가했지만**(a)**, 크기가 작은 품종이 가장 큰 영향을 받았으며**(b)**, 퍼그(Pug)가 64%로 과체중 유병률이 가장 높은 품종으로 확인되었다.



© A. German/University of Liverpool

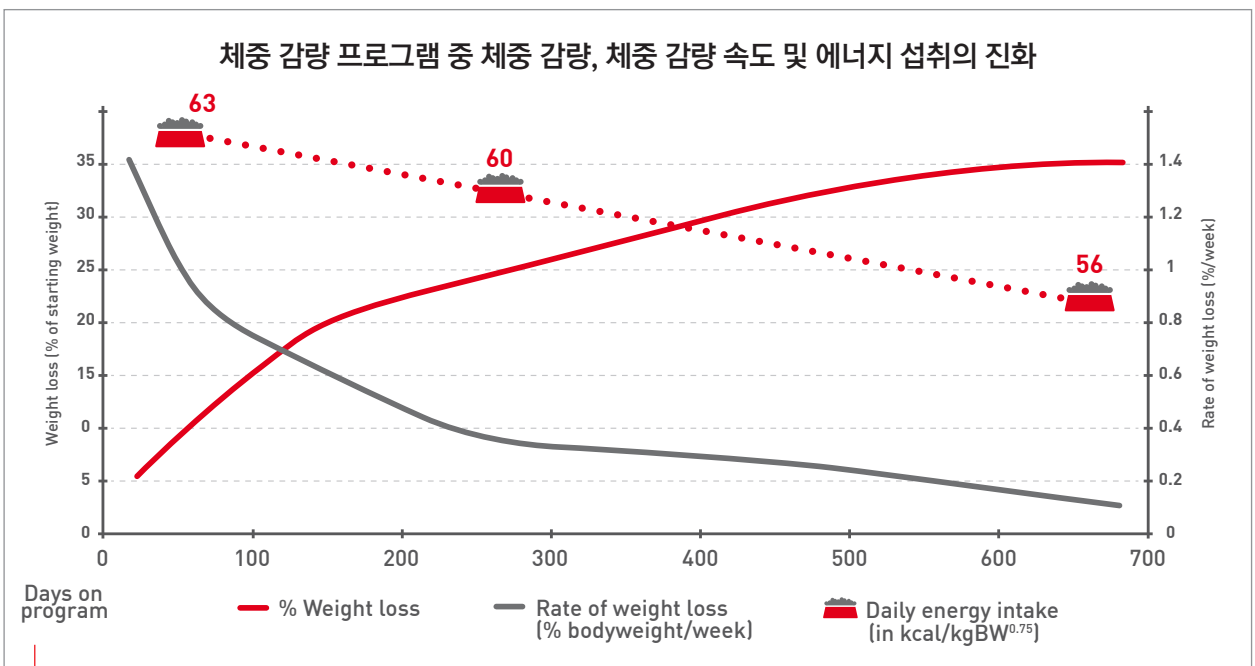
© Shutterstock

그림 2. 매우 심각한 비만 상태인 고양이(a)와 개(b). 심각한 비만은 정상 체중보다 체중이 40%이상인 경우로 정의된다. 따라서 사진의 개와 고양이는 기존의 BCS 9점 척도에서 규정할 수 있는 신체 수준을 넘은 상태이다.

이루어졌기 때문일 것이다. 그러나 이는 비만 반려동물의 전형적인 모습을 보여주지 못한다. 좀 더 최근의 연구에 의하면, 상당한 열량 섭취 제한에도 불구하고 체중 감소율이 보통 주당 1% 미만인 것으로 나타났다(8,9). 그 이유는 실제로 반려동물 집단이 상당한 다양성을 띠며(나이, 중성화 상태, 품종 측면), 아주 심한 과체중인 경우가 많고 동반 질환이 있는 경우도 많기 때문이다(10). 그러나 사람이 먹던 음식과 간식을 먹이는 등의 보호자 요인도 중요하다(9). 이것은 앞서 일부 개 집단을 대상으로 하였던 연구 결과에서 나타난 것과는 달리, 비만한 반려동물의 체중을 감량하는 것이 그리 쉽지 않다는 사실을 보여준다.

체중 감량 프로그램의 전반적인 성공률은 실망스러울 때가 많다. 한 연구에서는 6개월 과정의 체중 감량 프로그램에 등록한 비만한 개 중 53%만이 과정을 완수하였으며 보호자에게 실시한 영양 교육은 거의 별다른 변화를 만들지 못했다(8). 체중 관리 이행 여부를 조사한 두 번째 연구에서 개의 61%가 목표 체중에 성공적으로 도달한 반면(10), 비만 고양이를 대상으로 한 유사 연구에서는 45%만이 목표 체중에 도달하였다(11). 성공 및 실패와 관련된 핵심 요소는 비만의 심각성이다. 즉, 체지방량이 많을수록 동물이 프로그램을 완수하지 못할 가능성은 더 높아진다. 체중 감량 프로그램에서 체중 감소가 꾸준히 이루어지지 못한다는 점도 중요하다. 즉, 첫 12주 동안은 순응도가 일반적으로 양호하여 80% 이상의 동물이 여전히 체중 감량 프로그램을 실천하며 평균적으로 체중의 8% 이상을 감량하는 수준을 유지하였지만**(그림 3)**, 이 기간 동안 목표 체중에 도달한 동물은 극소수였으며 그 이후 몇 주 동안 프로그램을 중단하는 경우가 더 많아졌다.

또 다른 문제는 나중에 체중이 다시 감량 전으로 돌아가는 동물이 많다는 점이다. 최근 연구에서, 개 48%와 고양이 46%가 목표 체중에 성공적으로 도달한 후 감량 전 체중으로 돌아갔다(12,13). 이는 매우 실망스러운 일로 비만 관리가 반려동물 보



© Royal Canin / Redrawn by Sandrine Fontègne

그림 3. 체중 관리 프로그램을 시작한 후 첫 12주 즈음에 개의 체중 감량이 가장 뚜렷하게 나타난다.

호자에게 상당한 어려움을 주는 평생에 걸친 숙제와 같다는 사실을 보여준다.

느린 체중감량 비율, 낮은 프로그램 완수율, 감량 전 체중으로 돌아갈 위험이라는 세 가지 문제점은 성공적인 체중 관리가 아직 실험 중이며 실제로 프로그램에 참여하는 소수의 동물만이 목표를 달성할 수 있다는 사실을 보여준다. 그러나 가장 우려되는 부분은 비만한 개와 비만한 고양이가 어떤 종류의 체중 관리도 전혀 받고 있지 않다는 사실이다. 모든 반려견과 반려묘의 절반 이상이 과체중이거나 비만인 것으로 추정되지만(1), 동물병원 의료 기록에 체중 상태가 언급된 동물은 1.4% 뿐이다(14). 비만이라는 질병을 공식적으로 진단하는 수의사가 거의 없다는 점을 감안할 때, 체중 관리 성공률이 매우 낮은 것은 어쩌면 당연한 일이다.

비만에 대한 태도

질병의 원인을 고려할 때, 사회에서는 "책임과 비난"할 대상을 찾는 경향이 있다. 즉, 질병에 걸린 자가 피해자 또는 가해자로 간주된다. 소위 말하는 "질병 낙인(disease stigma)*"은 개인이 도덕적 실패나 기타 실패로 인해 특정 질병에 걸리게 되었다고 비난을 받을 때 발생하며(15), 여기에는 인간의 비만이 포함된다. 비만한 사람들이 게으르기 때문이라거나, 과식하기 때문이라거나, 아니면 둘 다이기 때문에 비만하게 되었으므로 스스로에게 비만이 된 책임이 있다는 사회적 인식이 지배적이다. 비만은 개인이 통제할 수 없는 여러 위험 요소를 지닌 복잡한 만성 질환이라는 증거가 있음에도 불구하고, 이러한 사회적 인식이 체중에 의한 차별을 정당화하는 데 쓰이고 있다는 주장이 최근 한 연구를 통해 제기되기도 했다(16).

*https://implicit.harvard.edu/implicit/selectatest.html

"비만인 반려동물을 대할 때 최선의 전략은 현재 우리의 접근 방식을 수정하여, 가능한 한 많은 동물의 삶의 질을 향상할 수 있도록 유익을 최대화하고 실패를 최소화하는 것입니다."

Alexander J. German

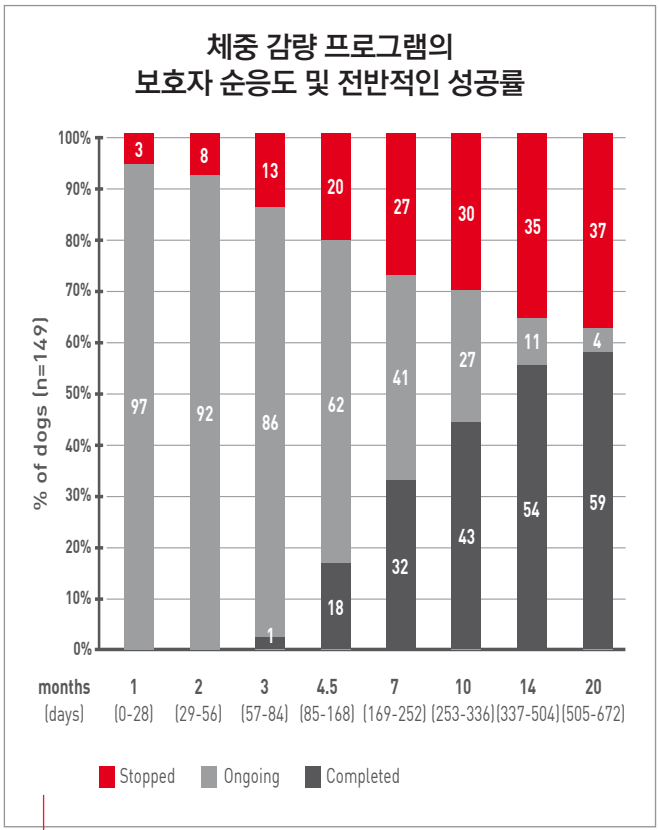
또한 체중 낙인(weight stigma)은 많은 의료 전문가들에게서도 흔히 발견되는데(15), 최근 수의사들을 대상으로 이 문제에 대한 조사가 이루어졌다. 한 연구에서, 수의사들은 개의 과체중을 설명함에 있어 자신들이 낙인 용어(stigmatizing terms)를 사용하였음을 인정하였고, 비만인 개와 그 보호자에 대한 비난과 좌절감, 혐오감을 느꼈다고 보고하였다(17). 또한 수의사들은 비만한 보호자가 반려견도 비만해지도록 하는 데 책임이 있다고 생각한다고 밝혔으며, 이러한 보호자가 치료 권장 사항을 제대로 이행할지 여부에 대해서도 비관적이었다. 다른 연구에서도 체중 낙인에 대한 간접적인 증거가 있었다. 예를 들면, 대부분의 수의사들은 "보호자 관련" 요인이 반려동물의 비만 발병의 주요 원인이라고 믿고 있었다(18). 이와 같은 믿음은 반려동물 비만에 대해 유전적 요인을 포함한 다른 여러 가지 위험 요인이 확인되었다는 사실에 부합하지 않는다.

체중 낙인(weight stigma)은 비만한 사람에게 체중 감량을 촉진하는 효과가 있기 때문에 긍정적이라는 인식도 있다. 하지만 실제로 체중 낙인은 성공적인 체중 감량의 기회를 감소시킬 뿐만 아니라 정신 건강에 미치는 악영향 때문에 비만한 사람에게 부정적인 영향을 미친다는 근거가 있다(19). 체중 낙인이 비만한 개와 고양이가 받는 보살핌에 영향을 미칠 수 있지 않을까 하는 의구심이 들기도 한다. 체중 낙인으로 인한 태도가 동물병원 진료 기록에 "과체중" 또는 "비만"이라는 용어를 기록하는 수의사가 거의 없다는 사실(14)과 관련이 있는가? 그리고 수의사가 보호자와 비만에 관한 대화를 꺼리는 이유를 설명할 수 있는가? 필자의 견해로는, 반려동물과 사람 모두의 비만에 대하여 수의사를 비롯한 더 넓은 사회의 태도가 바뀔 때까지 우리는 이 비만이라는 질병을 효과적으로 관리하는 데 있어 계속해서 고군분투하게 될 것으로 보인다.

해결책은 어디에 있는가?

체중 관리 전략의 재고

필자는 최선의 전략이 현재 우리의 접근 방식을 수정하여, 가능한 한 많은 동물의 삶의 질을 향상할 수 있도록 유익을 최대화하고 실패를 최소화하는 것이라 믿는다. 첫 번째로 고려해야 할 측면은 체중 감량의 목표이다. 즉, 현재 대부분의 경우 체중 감량의 목표가 정상 체중, 체중 감량 비율 등과 같은 "수치"에 초점이 맞춰져 있다. 그러나 수치 대신, 체중 감량의 목표를 체중 감량으로 인해 얻을 수 있는 이점, 다시 말해 건강한 신진대사, 이동성(mobility), 삶의 질 향상 등과 같은 유익성과 연관 지어야 한다. 체중 감량 계획에 동의하기 전에, 보호자의 관심사와 우선순위에 대해 깊이 있는 대화를 나누는 것이 도움이 된다. 예를 들어, 보호자는 반려견이 심각한 골관절염을 앓고 있다고 걱정할 수 있다. 이러한 경우 주요 우선순위는 반려견의 이동성을 향상하는 것이다. 즉, 체중의 특정 비율을 줄이는 것이 체중 감량의 결과가 아니라, 이동성을 더 좋게 하고, 만성 통증을 줄이는 것이 체중 감량의 결과이며, 실제 체중 감량은 단순히 전체 목표를 향한 과정의 일부일 뿐이어야 한다.



© Royal Canin / Redrawn by Sandrine Fontègne

그림 4. 체중 관리 프로그램에 대한 보호자의 순응도 및 전반적인 성공률을 보여주는 막대 차트. 보호자의 순응도는 프로그램을 시작한 지 5개월이 지나면 뚜렷하게 감소한다.

또 다른 고려 사항은 체중 감량 프로그램의 실패가 언제 발생하는지 파악하는 것이다. 앞서 설명한 바와 같이, 프로그램 순응도는 일반적으로 처음 몇 주 동안 매우 양호하며, 체중 감소율도 일반적으로 주당 1%까지로 괜찮은 수준이다**(그림 3)**. 그러나 이 시기가 지나면, 체중 감량 속도가 느려지고 순응도에 문제가 발생하면서 프로그램 진행이 더욱 어려워진다**(그림 4)**.

따라서 동물의 체중을 이상적인 수준으로 감량하려는 프로그램을 설계하는 것보다, 오히려 표준 "시간 제한" 프로토콜이 유용할 수 있다. 이는 화학요법에 비유될 수 있는데, 화학요법은 표준 용량과 시기, 한정된 치료 기간이 포함되어 정해진 절차대로 시행된다. 시행 후 결과를 검토하고 그에 따라 추가 치료 및 프로토콜을 권장한다. 체중 감량 프로그램도 비슷한 방식으로 접근할 수 있다. 이러한 프로토콜에 대한 합리적인 기간은 12주인데, 이는 환자가 감량해야 하는 체중과 관계없이 이 기간 동안 결과가 가장 좋고, 보호자가 프로그램을 완수하도록 돕는 것이 일차 목표가 될 수 있다는 점을 감안하기 때문이다. 12주 후 결과는 체중 감량 측면 뿐만 아니라 달성한 건강상의 유익성을 검토하여 평가할 수 있다. 그러면, 다음 단계에 대한 합의가 쉽게 이루어질 수 있다. 이것은 추가 체중 감소 또는 체중 유지로 전환이 될 수 있으며, 여기서 우선순위는 체중이 감량 전으로 돌아가는 것을 방지하는 것이다.

이러한 접근 방식에는 잠재적인 유익이 많다. 첫째, 목표 체중을 달성하는 데 크게 연연하지 않음으로써 삶의 질 향상과 같이 보호자에게 특별히 중요한 요소에 더 중점을 둘 수 있다. 12주 후에 프로그램이 시작되기 전에 합의된 목표(예: 이동성 향상, 동반질환인 골관절염에 대한 진통제 사용 감소)를 검토하면 추가 체중 감량의 필요성을 알 수 있다. 둘째, 종료 시점을 정하면 체중 감량 과정이 어렵더라도 끝나는 지점이 가까이 보이기에 보호자가 약속한 것에 대해 더 큰 확실성을 가질 수 있다. 셋째, 체중 감량의 가장 성공적인 기간을 최대화한다(그 다음 순응도를 극대화한다). 그리고 마지막으로, 명목상의 "목표 체중"에 도달함으로써 성공이 결정되는 것이 아니며 오히려 약간의 체중 감소로도 삶의 질이 향상된다는 점을 인식시킨다. 몇몇 연구들을 통해, 이러한 접근 방식을 활용하면 12주 동안 시작 체중의 10% 범위만큼 감량이 가능했으며(20), 일반적으로 이동성 및 삶의 질을 눈에 띄게 개선시키는 결과를 볼 수 있음이 밝혀졌다.

비만 예방에 더욱 집중하기

대부분의 개와 고양이가 결코 처음부터 체중 관리 프로그램을 시작하지 않는다는 점을 감안하면, 수의사는 비만 예방에 더욱 중점을 두어야 한다. 비만 예방은 세 가지 주요 요소로 구성된다. 즉, 비만이 발병하기 전에 "비만 위험이 있는" 개체를 식별하고, 위험이 있는 개체를 평생 동안 적극적으로 모니터링하고, 적정 체중 및 건강한 생활 방식을 유지하도록 돕는 것이다.

비만 발생 전에 "비만 위험인" 동물을 확인하기

알려진 위험 요소**(박스 1)**를 고려하여 비만 위험이 있는 개와 고양이를 확인하면 만반의 예방 조치를 취할 수 있다. 가장 중요한 위험 요인 몇 가지를 정리하면 다음과 같다.

- **성장 패턴.** 인간의 경우 소아가 추후 비만이 될 위험이 특정 성장 패턴과 관련이 있는데, 이에는 급성장 및 따라잡기 성장(catch-up growing)이 포함된다. 이와 유사한 현상이 고양이(21)와 개(22) 모두에게서 나타나는 것으로 보고되었다.
- **품종.** 비만은 유전적 영향으로 인해 특정 품종(예: 래브라도 리트리버, 골든 리트리버, 퍼그)에서 더 빈번하게 나타날 수 있다. 고양이의 경우, 잡종 고양이(도메스틱 숏헤어 및 도메스틱 롱헤어)가 가장 유전적으로 위험하며, 당연히 유전적 요인도 비만의 위험 요소이다.
- **중성화.** 중성화는 개와 고양이 모두에게 중요한 위험 요소이다. 성 호르몬의 변화가 행동의 변화를 유발할 수 있어, 특히 식욕을 증가시키고 신체 활동을 감소시킬 수 있기 때문이다. 중성화 수술은 미리 계획적으로 실시되기 때문에, 중성화 수술 후에는 예외 없이 비만 예방 전략을 시행해야 한다.

- **동반질환.** 동반질환이 있으면 많은 경우 열량 섭취가 늘거나 에너지 소비가 줄어들어 에너지 대사에 변화를 가져올 수 있으며, 이로 인해 부적절한 체중 증가가 초래된다.
- **음식과 섭식 행동.** 비만과 음식 간의 연관성과 관련하여 다양한 의견이 있지만, 틀림없이 가장 일관되게 비만을 초래하는 것으로 확인된 위험 요소는 사람이 먹던 음식과 간식 등으로 제공되는 여분의 음식이다. 또한 고양이의 특정 섭식 행동도 비만 위험 요소와 관련이 있다.
- **환경 및 활동.** 실내(특히 아파트)에 거주하는 동물은 실외에 사는 동물보다 비만에 걸릴 위험이 더 높다. 고양이는 개와 함께 살거나 다른 고양이와 함께 살거나 하면 비만이 되기 쉽다.

박스 1. 개와 고양이의 과다 체중과 비만을 유발할 수 있는 다양한 위험 요소

에너지 대사에 미치는 질병의 영향

- 부신피질기능항진증으로인한 다식증(개)
- 코르티코스테로이드, 항경련제와 같은 약물의 부작용에 의한 다식증(개)
- 중성화(고양이, 개)
- 근골격계 질환으로 인한 신체활동 감소(고양이, 개)
- 갑상선기능저하와 관련된 기초 대사율 감소(개)

식이 관련 문제

- "식료품점"에서 구입한 사료(개)
- "프리미엄" 사료(고양이)
- 건사료(고양이)
- (식이 탄수화물이 아닌) 식이 지방 함량(고양이)
- 자유 급식(free-choice feeding)(고양이)
- 무제한 급식(*ad libitum* feeding)(개)
- 식사 및 간식 횟수(개)
- 사람이 먹던 음식(고양이, 개)
- 반려동물을 곁에 두고 음식 준비를 하는 경우(고양이, 개)

보호자 요인

- 낮은 평균 소득(개)
- 보호자의 체질량 지수(개, 고양이)
- 비만을 질병으로 보지 않는 인식(개)
- 비만이 건강에 위험하지 않다는 믿음(개)
- 예방적 건강 관리에 대한 낮은 관심(고양이)
- 산책 빈도 및 지속 시간(개)
- 반려동물과 노는 시간 부족(고양이)
- 반려동물을 지나치게 사람처럼 대하는 태도(개)
- 반려자를 대신하는 반려동물(고양이)
- 섭식 행동에 대한 면밀한 관찰(고양이, 개)
- 보호자와 반려동물 간의 매우 강한 유대감(고양이, 개)
- 반려동물을 아기로 취급(개)
- 반려동물이 보호자와 침대에서 잠을 자도록 허용(개)

- **보호자 요인.** 다양한 보호자 요인도 개와 고양이의 비만과 관련이 있다.

비만 위험 개체에 대한 평생 적극적 모니터링

위의 요인들을 통해, 수의사는 개별 동물의 비만 위험성을 알아볼 수 있어야 하고, 예방 전략을 잘 계획할 수 있어야 하며, 비만이라는 질병이 발병하기 전에(예를 들어, 생후 12주나 그 이전에) 예방 전략을 시행하고 평생 지속해야 한다.

주요 전략은 첫 백신 접종 시점부터 성장기 및 성년기에 이르기까지 체중을 지속적으로 모니터링하는 것이다. BCS가 성견의 체중상태를 확인하는 유용한 수단이지만, 기존 방법은 성장기 동물을 대상으로는 적절하게 검증되지 않았다. 대신 성장 곡선을 사용하여 체중을 모니터링하면 유용하다(23). 최근 강아지용 성장 곡선이 개발되었는데(https://www.waltham.com/resources/puppy-growthcharts), 이를 사용하면 비정상 성장 패턴, 그 중에서도 비만 위험과 연관된 성장 패턴을 신속하게 알아차릴 수 있다(24). 강아지는 생후 6개월까지 매달 체중을 측정해야 하며, 그 다음에는 성견의 체중에 도달할 때까지 적어도 3개월마다 체중을 측정해야 한다. 이것은 강아지가 이상적인 신체 조건에서 골격 성장을 이룰 가능성을 최대화하며, 이 시점에서 BCS를 사용하여 환자의 건강 기록에 기록된 체중을 "이상적인 건강 체중"과 비교하여 최적의 상태인지 확인할 수 있다. 이 때부터의 목표는, 반려동물의 남은 성년기 동안 건강 체중이 유지되도록(±5% 이내로) 하는 것이다. 동물의 체중은 6개월마다 측정해야 이상적이지만, 1년에 한 번 이상만(즉, 연간 백신 접종 시) 체중을 측정해도 된다. 하지만 노년기에는 체중을 더 자주, 예를 들자면 3개월마다 측정해야 한다. 동물의 체중 측정은 동일한 전자 저울을 사용하는 것이 이상적이므로 체중 측정을 위해 동물병원 진료를 받는 것이 좋다. 이때 신체 상태를 평가하고 기타 사소한 건강 문제를 해결할 수 있다. 그러나 동물병원 방문이 어려운 경우(예: 고양이가 매우 예민한 경우), 가정에서 전화 상담을 하면서 체중을 측정할 수 있다. 이때 보호자는 욕실 저울이나 여행용 손저울(luggage scale)을 사용한다(예: 고양이를 이동장에 넣어 체중을 측정한다). 어떤 방식이든지, 현재 반려동물의 체중을 이상적인 건강 체중과 비교해야 하며, 5%이상의 편차가 나타나는 경우 건강 체중이 될 수 있는 방안을 모색해야 한다.

건강한 체중과 생활 방식을 유지하도록 돕기

다양한 전략을 사용하여 비만 위험이 있는 개별 동물의 비만을 예방할 수 있다. 열량 섭취를 조절하거나 열량 소비를 증가시키는 등의 전략이 광범위하게 포함된다.

- **열량 섭취 조절.** 주식 사료 급여를 중심으로 열량 섭취를 조절한다. 동물의 생애 단계에 맞추어서 영양학적으로 완전하고 균형 잡힌 사료를 먹여야 한다. 보호자와 수의사가 의논하여 사료를 선택하며, 더 자세한 내용이 필요한 수의사는 관련된 내용이 수록된 믿을 만한 책들을 찾아보도록 한다. 대부분

© Shutterstock

그림 5. 많은 보호자들이 반려동물의 사료량을 측정하는데 계량컵을 사용한다. 그러나 계량컵은 빠르게 사용하기에는 쉽지만, 일회분 용량이 들쭉날쭉하여 반려동물이 과식하게 되기 쉽다.

의 반려동물은 강한 음식 추구 행동을 보이며, 보호자는 이를 외면하기 어렵다. 이러한 경우, 단백질과 섬유질이 많은 음식을 사용하면 포만감이 커져 자발적으로 음식 섭취와 음식 추구 행동이 감소한다. 다른 전략으로는 물을 넣어서 사료의 부피를 부풀리거나(비용 효율적인 경우 습식 사료로 전환), 사료 알갱이를 공기로 부풀려 사료의 에너지 밀도를 줄이는 것 등이 포함된다. 마지막으로, 더 많이 씹어야 하는 모양의 사료 알갱이를 선택하면 음식 섭취 시간을 늘리는 데 도움이 된다.

어떤 사료를 선택하든 정확한 양을 먹이는 것이 중요한데, 이는 동물의 생의 단계와 급여하는 음식에 따라 달라진다. 반려동물의 개별 상황(예: 체중, 품종, 성별, 중성화 상태, 활동 수준 등)에 맞게 유지 열량 요구량을 계산하여 결정하거나 제조업체의 지침에 따라 결정할 수 있다. 일일 섭취량을 정확하게 측정하고(아래 참조) 2주 동안 먹여본 후 결과를 검토한다. 사료를 급여한 2주 동안 체중이 줄었다면, 사료 섭취량을 10%까지 늘리고, 체중이 늘어났다면 10%까지 줄여야 한다. 체중 증감이 잦아들 때까지 체중 측정 및 사료량 조절을 반복한다. 그 후, 일정한 시간 간격을 두고 체중을 계속 측정하여 체중이 일정하게 유지되고 있는지 확인한다.

- **정확한 일회 분량 측정.** 사료의 에너지 밀도를 조금만 과대 평가하여도 심각한 과식을 초래할 수 있으므로, 특히 건사료의 경우 일회 분량을 가능한 한 정밀하고 정확하게 측정한다. 급여량을 측정하기 위해 사용하는 계량컵은 간편하긴 하지만 신뢰하기 어려운데, 일회 분량의 측정이 들쑥날쑥하게 되어 과식을 일으키기 쉽기 때문이다(9). 따라서 전자 저울을 사용하여 측정하는 것이 바람직하다**(그림 5)**. '스마트 그릇(smart bowls)'과 컴퓨터로 제어되는 푸드 호퍼(food hoppers)가 개발되면 정확한 일일 급여량을 자동으로 측정할 수 있게 되어 미래에는 일회 분량을 정확히 측정하는 것이 더욱 쉬워지게 될 것이다. 또한 일부 장치는 하루 종일 사료 섭취를 모니터링하여 사료 섭취 패턴을 차트에 기록함으로써, 보호자가 반려동물의 건강 문제를 더 쉽게 발견할 수 있도록 해줄 것이다**(그림 6)**.
- **추가 음식의 책임감 있는 급여.** 사람이 먹던 음식, 간식 등 추가적인 음식을 주는 것이 비만을 유발하는 요인이 되지만, 보호자들은 종종 이렇게 추가적으로 먹인 음식이 반려동물의 일일 섭취량에 얼마나 많은 과잉 열량을 제공하는지 알지 못한다. 따라서 예방 프로그램에는 이에 대한 통제가 반드시 포함되어야 한다. 건사료를 먹일 경우, 일일 급여량의 일부를 간식으로 사용해야 한다. 다른 음식이 포함되는 경우, 그 양은 일일 총 에너지 공급량의 최대 10%까지로 제한해야 하며, 이에 따라 주식으로 먹는 사료 섭취량을 줄여야 한다.
- **급여 방법과 패턴.** 대부분의 개와 고양이의 보호자들은 반려동물 사료를 하루에 한두 번 정도 사료 그릇에 부어준다. 하지만, 이렇게 하면 반려동물이 사료를 급하게 먹게 되고 결과적으로 음식 없이 긴 시간을 보내면서 굶주리게 되어, 음식 추구 행동을 고조시킬 수 있다. 일부 고양이 보호자들은 주식으로 혹은 보조식으로 건사료를 하루 종일 먹을 수 있도록 놔둔다. 그러나 이것은 비만 발생의 위험 요소로 알려져 있다. 수의학 전문가들은 사료 섭취를 느리게 하는 퍼즐 피더(puzzle feeders)를 사용하거나 혹은 사료 그릇을 변형시켜 사용할 것을 권장한다. 이렇게 하면 과식의 위험을 감소시킬 수 있고 (위장관의 생리적 "포만 신호"가 방출되는 데 시간이 걸리기 때문), 사료 섭취 시간이 길어져 반려동물이 더 오랫동안 더 즐겁게 사료를 먹을 수 있기 때문이다.

© Shutterstock

그림 6. 정확한 일일 섭취량을 자동으로 측정하는 전자식 푸드 호퍼(food hoppers)는 체중 조절에 도움이 될 것이며, 일부 장치는 하루 종일 사료 섭취를 모니터할 수도 있으므로 보호자가 반려동물의 먹이 패턴을 차트로 확인할 수 있다.

• **열량 소비 증가.** 모든 예방 프로그램에서 부분적으로 신체활동 수준을 검토하는 것이 일반적이지만, 사실 신체활동은 동물의 전체 열량 소비에 중간 정도만 영향을 미칠 뿐이다. 평균적으로 말해, 추가로 1000보를 걸어도 열량 소비량은 $kg^{0.75}$ 당 약 1kcal 정도 증가시킬 뿐이지만, 신체활동은 다른 유익한 점이 있다. 즉, 심혈관 및 근골격의 건강을 개선하고 보호자와 반려동물의 유대감을 강화하는 것 등이다. 정확한 신체활동량이 개별 동물에게 적합하게 조절되어야 하며 동반되는 모든 의학적 문제를 고려해야 한다. 개의 경우 하루에 30분 이상 산책하는 것이 좋지만, 더 오래 자주 산책하는 것이 더 좋으며, 추가 놀이 시간도 도움이 될 수 있다. 고양이의 경우 실외를 돌아다니는 것이 가능하고 안전하다는 조건 하에 그렇게 하도록 해주면 좋으며, 일반적으로 하루에 두 번 이상 한 번에 1-2분씩 짧은 놀이 시간을 갖는 것도 유익하다.

비만에 대해 좋은 대화나누기

많은 수의사들이 보호자와 비만에 대해 이야기하기를 꺼린다. 비만은 사회적 낙인이기 때문이다. 따라서 동물병원의 구성원들과 함께 체중 낙인 문제를 다루고, 그렇게 함으로써 비만에 관한 의사소통을 개선하는 것이 중요하다. 체중 낙인은 무의식적으로 드러나게 되는데, 수의사는 이러한 편견이 결과에 미칠 수 있는 영향을 인식하지 못한 채 비만 증례에 접근할 수 있다. 따라서 수의사를 비롯한 동물병원 직원 전원이 스스로 암묵적으로 가지고 있는 비만에 대한 편견을 빠르게 확인하는 것이 비만 동물을 진료 및 관리하는 데 도움이 된다(25). 예를 들어, 반려동물이 비만인 보호자에게 수의사가 해주는 조언과 의사소통 방식을 모두 적극적으로 바로잡음으로써 수의사의 권고사항을 일관되게 전달할 수 있다. 실제로 체중 낙인을 해결하는 데 있어 중요한 측면은 보호자와 더 나은 의사 소통을 하는 것에 중점을 두는 것이다. 따라서 비만에 대해 보호자와 이야기를 나누는 상황에 대비한 적절한 훈련이 필수적이다. 모든 대화를 공감적으로 이어 나가고 비난하는 듯한 단어 사용을 자제하여 보호자를 감정적으로 지지해주며 비판은 금한다. 반려동물의 비만이 보호자의 탓이라는 느낌을 주지 않도록 주의해야 한다. 그렇지 않으면 역효과를 낳을 가능성이 있기 때문이다, "살찐"이나 "뚱뚱한" 등과 같은 "유해한" 용어의 사용은 피해야 한다. 왜냐하면 보호자가 불편함과 불쾌감을 느낄 수 있으며, 문제 해결을 권하는 데 별로 도움이 되지 않기 때문이다. 최근 "환자 우선 화법(patient-first language)"의 사용이 인의에서 권장되고 있는데, 반려동물 비만에도 이와 유사한 전략이 사용되어야 한다. 따라서 사용할 단어 선택이 매우 중요하다. 앞서 말한 바처럼, 수의사는 대화에서 보호자가 먼저 이야기를 꺼내도록 해야 하며 개가 "뚱뚱하다"라든지 "살찐 개"라는 식의 표현은 삼간다. 암 환자에게도 "암 덩어리"와 같은 표현을 쓰지 않는 것처럼 말이다. (고칠 수 있는 질병에 걸렸다는 의미로) 반려동물이 "비만에 걸렸다."라고 표현하는 것이 좋다. 이런 단어 선택 상의 변화가 사소해 보일 수 있지만, 이런 표현은 환자에게 뚱뚱하다는 꼬리표를 붙이지 않도록 해준다.

"한 연구에서, 수의사들은 개의 과체중을 설명함에 있어 자신들이 낙인 용어(stigmatizing terms)를 사용하였음을 인정하였고, 비만인 개와 그 보호자에 대한 비난과 좌절감, 혐오감을 느꼈다고 보고하였습니다."

Alexander J. German

그럼에도 불구하고, 특히 보호자가 다른 이유(예를 들면, 관련 없는 질병 또는 정기 예방접종)로 반려동물을 데려온 경우, 상담 중에 비만 이야기를 꺼내는 방법을 찾는 것이 까다로울 수 있다. 한 가지 전략은 "다른 주제부터 이야기하는 것"인데, 체중과 신체 상태의 변화 측면에서 말을 꺼내는 것이다. 예를 들어, 동물병원에서 (앞서 설명한 바와 같이 비만 예방을 위해) 체중을 정기적으로 기록하고 있다면, '비만'에 대해 직접 논의하지 않아도 '건강한 표준 체중'과 편차가 있다는 점을 보호자에게 자연스럽게 강조할 수 있으며, 이때 역시 단어 선택이 중요하다. 또 다른 전략으로는, (BCS 차트를 진료실에 배치해 놓은 경우) 보호자가 수의사의 도움을 받으면서 자신의 반려견의 BCS를 평가해 보도록 하는 것이다. 다른 주제로 접근하면 '비만'이라는 용어를 사용하지 않고도 체중 관리에 대해 논의할 수 있다. 보호자와 전문가 모두 이것이 위태로운 문제라는 것을 알고 있기 때문이다.

그러나 원인과 해결의 관점에서 주제를 본격적으로 다루기 전에 보호자가 이 주제에 대하여 이야기를 나누는 것이 편안한지를 확인하는 것이 현명한 선택이다(예: "Fluffy의 체중이 현재 건강한 상태를 넘어선 것으로 확인되었는데, 이 부분과 관련해 Fluffy를 도와줄 수 있는 것들에 관해 이야기를 나누어도 괜찮으신가요?"). 이러한 전략은 보호자에게 선택권이 있다는 느낌을 주어 체중 관리 계획을 보다 용이하게 수용할 수 있도록 해준다.

비만을 질병으로 분류하기

최근 비만을 질병으로 분류하려는 움직임이 있다. 특히 비만이 질병의 공식적인 정의에 부합하기 때문이다(26). 일부에서는

비만이 과도한 열량 섭취에 대한 정상적인 생리반응이라고 주장하지만(7) 비만이 실제로 병리적 과정임을 시사하는 중요한 과학적 근거가 있으며, 20개 이상의 국내 및 국제 수의사 단체가 동물의 비만을 공식적으로 질병으로 분류하는 것을 지지하고 있다. 비만을 질병으로 분류하면, 수의사가 비만 반려동물을 관리하는 방법에 긍정적인 영향을 미칠 것이다. 예를 들어, 비만의 원인을 논의할 때 보호자 요인에만 초점을 맞추기보다는 유전적 요인과 같은 다른 측면을 포함하여 질병 발병 기전의 복잡성을 강조할 수 있다. 이렇게 하면 수의사가 비만인 동물의 보호자와 대화를 나눌 때 비판적인 입장이 되지 않으므로 도리어 신뢰를 얻고 보호자 역시 체중 관리 조언을 수용할 가능성이 높아진다.

결론

최근 반려동물 비만의 인구통계학적 측면이 변화함에 따라 이에 대한 우려가 깊어지고 있다. 체중 관리 프로토콜이 잘 정립되어 있기는 하지만 완벽하다고 할 수는 없는 상태이고 수의사도 이를 시행하지 않는 경우가 많다. 비만에 대한 사회적 낙인이 상당하기에 수의사가 보호자와 논의하기가 쉽지 않다는 사실도 도움이 되지 않는다. 간단한 해결책은 없지만, 수의사가 단기 체중 감량 계획을 고려하고, 어린 동물의 비만을 예방하고, 비만에 대한 보다 효과적인 대화를 나눈다면 이 문제를 더욱 효율적으로 관리할 수 있다. 인간의 비만과 마찬가지로 공식적으로 동물의 비만도 질병으로 분류한다면 수의사가 보다 적극적이고 효과적으로 비만 관리를 시작하는 계기가 될 수 있을 것이다.

REFERENCES

1. Association for Pet Obesity Prevention. Pet Obesity survey results 2017-2018. [accessed 6th July 2021]. Available from: https://petobesityprevention.org
2. Banfield® Pet Hospitals. Obesity in dogs and cats – state of pet health report [accessed July 6th 2021]. Available from: https://www.banfield.com/state-of-pet-health/obesity
3. Rowe E, Browne W, Casey R, *et al*. Risk factors identified for owner-reported feline obesity at around one year of age: dry diet and indoor lifestyle. *Prev. Vet. Med.* 2015;121:273-281. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2015.07.011
4. German AJ, Woods GRT, Holden SL, *et al*. Dangerous trends in pet obesity. *Vet. Rec.* 2018;182:25. DOI: 10.1136/vr.k2
5. Such ZR, German AJ. Best in show but not best shape: a photographic assessment of show dog body condition. *Vet. Rec.* 2015;177:125: DOI: 10.1136/vr.103093
6. White GA, Hobson-West P, Cobb K, *et al*. Canine obesity: is there a difference between veterinarian and owner perception. *J. Small Anim. Pract.* 2011;52:622-666. DOI:10.1111/j.1748-5827.2011.01138.x
7. Hargreaves R. 'We shouldn't classify pet obesity as a disease'. *Vet. Rec.* 2019;185:667.
8. Yaissle JE, Holloway C, Buffington CA. Evaluation of owner education as a component of obesity treatment programs for dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc*. 2004;224:1932-1935.
9. German AJ, Holden SL, Mason SL, *et al*. Imprecision when using measuring cups to weigh out extruded dry kibbled food. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)* 2011;95:368-373. DOI: 10.1111/j.1439-0396.2010.01063.x.
10. German AJ, Titcomb J, Holden SL, *et al*. Cohort study of the success of controlled weight loss programs for obese dogs. *J. Vet. Intern. Med*. 2015;29:1547-1555. DOI: 10.1111/jvim.13629
11. O'Connell EM, Williams M, Holden SL, *et al*. Factors associated with overweight cats successfully completing a diet-based weight loss program: an observational study. *BMC Vet. Res.* 2018;14:397. DOI: 10.1186/s12917-018-1740-5
12. German AJ, Holden SL, Morris PJ, *et al*. Long-term follow-up after weight management in obese dogs: the role of diet in preventing regain. *Vet. J*. 2012;192:65-70.
13. Deagle G, Holden SL, Biourge V, *et al*. Long-term follow-up after weight management in obese cats. *J. Nutr. Sci*. 2014;3:e25; DOI: 10.1017/jns.2014.36
14. Rolph NC, Noble PJM, German AJ. How often do primary care veterinarians record the overweight status of dogs? *J. Nutr. Sci.* 2014;3:e58. DOI: 10.1017/jns.2014.42
15. Puhl RM, Heuer CA. Obesity stigma: important considerations for public health. *Am. J. Public Health* 2010;100:1019-1028.
16. Riveros-McKay F, Mistry V, Bounds R, *et al*. Genetic architecture of human thinness compared to severe obesity. *PLOS Genetics* 2019; doi.org/10.1371/journal.pgen.1007603
17. Pearl RL, Wadden TA, Bach C, *et al*. Who's a good boy? Effects of dog and owner body weight on veterinarian perceptions and treatment recommendations. *Int. J. Obes. (Lond.)* 2020; Pub online ahead of print; DOI: 10.1038/s41366-020-0622-7.
18. Bland IM, Guthrie-Jones A, Taylor RD, *et al*. Dog obesity: owner attitudes and behaviour. *Prev. Vet. Med.* 2010;92:333-340.
19. Sutin AR, Stephan Y, Terracciano A. Weight discrimination and risk of mortality. *Psychol. Sci.* 2015;26:1803-1811.
20. Flanagan J, Bissot T, Hours MA, *et al*. Success of a weight loss plan for overweight dogs: the results of an international weight loss study. *PLOS One* 2017;12:e0184199. DOI: 10.1371/journal.pone.0184199
21. Serisier S, Feugier A, Venet C, *et al*. Faster growth rate in *ad libitum*-fed cats: a risk factor predicting the likelihood of becoming overweight during adulthood. *J. Nutr. Sci.* 2013;2;e11. DOI:10.1017/jns.2013.10
22. Salt C, Morris PJ, Butterwick RF, *et al*. Comparison of growth patterns in healthy dogs and dogs in abnormal body condition using growth standards. *PLOS One* 2020;15:e0238521. DOI: 10.1371/journal.pone.0238521
23. https://www.waltham.com/resources/puppy-growth-charts Accessed 6th July 2021
24. Salt C, Morris PJ, Wilson D, *et al*. Association between life span and body condition in neutered client-owned dogs. *J. Vet. Intern. Med.* 2019;33:89-99. DOI: 10.1111/jvim.15367
25. https://implicit.harvard.edu/implicit/ Accessed 6th July 2021
26. American Medical Association House of Delegates. Recognition of obesity as a disease. Resolution 420 (A-13). www.npr.org/documents/2013/jun/ama-resolution-obesity.pdf?t=1544195051473

CALCIUM AND PHOSPHORUS – GETTING THE BALANCE RIGHT

칼슘과 인 – 균형 맞추기

성장 중인 강아지에게는 특정 영양소와 미네랄을 과다 혹은 과소 공급하지 않도록 하는 것이 중요하지만 이 과정은 생각보다 어려울 수 있는데, 이 글에서는 이와 관련된 내용을 다루고자 한다.

핵심 포인트

1. 칼슘과 인의 적절한 공급 (절대적 양 및 상대적 비율)은 개의 건강한 골격 발달을 위해 매우 중요하다.
2. 정기적인 체중 측정 및 권장 성장 곡선과의 비교는 강아지에게 최적의 에너지가 공급되는지 모니터링하기 위한 가장 좋은 방법이며, 이는 BCS가 적합하지 않기 때문이다.
3. 성장하는 개에서 칼슘과 인의 요구량은 개체별 예상되는 성견 체중과 나이에 따라 다르다.
4. 과량의 단백질 섭취가 강아지에게 문제를 일으키는 것은 아니지만, 최적의 성장률을 확보하고 성장기 정형외과 질환 예방에 도움이 되도록 에너지 공급을 제한해야 한다.

서론

성장기 정형외과 질환(Developmental orthopedic diseases, DOD)은, 골연골증(osteochondroses), 관절이형성증(joint dysplasia), 골이영양증(osteodystrophy), 뼈 기형(bone deformities)과 같은 질병을 통칭하며, 개에게 흔히 발생하고 빠르게 성장하는 대형견 및 초대형견 품종의 경우 특히 발병 위험이 높다. 성숙 단계(maturation phase)는 모든 종의 주요 생애 단계이며, 빠르게 성장하는 어린 동물들은 이 기간 동안 상당한 골격 취약성을 나타내게 되는데, 개는 이러한 범주에 속한다. 적정량의 열량과 영양소를 공급하는 균형 잡힌 식이를 제공하는 것은 건강한 근골격의 기초가 된다. 열량과 영양소가 결핍되면 영양과 크게 관련 없는 일부 문제까지 악화시킬 수 있기 때문이다. DOD의 징후는 경미하고 일시적인 파행부터 심각한 운동 장애에 이르기까지 다양하며, 사지 중 적어도 한 곳 이상이 통증을 동반하며 변형되거나 관절 부종을 수반할 수 있다. 생후 첫 몇 개월 동안의 영양실조는 동물의 건강을 평생 손상시킬 수 있다.

너무 많다는 것은 얼마만큼을 말하는가?

성장 중인 강아지에게 사료를 줄 때 중요한 것은 개별 개체에게 필요한 최적의 에너지 요구량을 결정하는 것이다. 과도한 열량 섭취는 급격한 과체중을 초래하여(즉, 권장 수준보다 급격한 성장 속도), 성장 중인 골격에 추가적인 부담을 주게 된다(1). 예를 들어 고관절 이형성증**(그림 1)**과 같이 유전적 소인이 있는 일부 정형외과 질환의 경우에도, 성장기 강아지의 열량 섭취를 적정 수준으로 제한하면 이러한 질환의 유병률을 감소시키는 것으로 나타났다(2). 과다 열량 섭취로 인해 빠르게 성장하는 강아지는 성견이 되었을 때 과체중이나 비만일 위험이 훨씬 더 높은 것으로 알려져 있다(3). 품종, 활동 수준, 거주 환경, 건강 상태와 같은 몇 가지 요인이 일일 에너지 필요량에 영향을 미치므로 정확한 필요 열량 수준은 개체마다 상당히 다르다. 성견의 경우, 열량이 과잉 공급되고 있는지 혹은 부족한지 모니터링하는 데 추천되는 방법은 신체충실지수(body condition scoring, BCS)를 사용하는 것이다. 성견이 BCS가 높고 체지방이 과도한 것으로 확인되면, 이는 급여하고 있는 식이가 불필요하게 열량이 높다는 것을 나타낸다. 이는 성장기의 강아지에게는 해당되지 않는데 고열량 식이가 강아지의 성장률을 증가시키며 과체중이더

Linda Böswald

Dip. ECVCN, Ludwig-Maximilian University, Munich, Germany

Dr. Böswald는 뮌헨의 Ludwig-Maximilian University에서 수의학을 공부했으며 동대학원에서 수의영양학을 전공하였다. 2018년에 포유류의 칼슘과 인 대사를 비교수의학적으로 분석한 논문으로 박사 학위를 받았고 현재 이 분야에 대한 연구를 계속하고 있다. 이후 인턴, 레지던트 과정을 거친 다음, 2020년에 유럽수의영양학회(ECVCN)에서 인증한 수의영양학 전문의 자격을 취득하였다.

Britta Dobenecker

Dip. ECVCN, Ludwig-Maximilian University, Munich, Germany

Dr. Dobenecker는 Hannover's School of Veterinary Medicine을 졸업한 후, 하노버의 Institute of Physiological Chemistry와 뮌헨의 Institute of Animal Nutrition에서 학위 논문을 준비하여 박사 학위를 취득하였다. 유럽수의영양학회(ECVCN)에서 인증한 수의영양학 전문의 자격을 갖추었으며, 현재 Ludwig-Maximilians University의 Institute of Animal Nutrition and Dietetics의 연구소장으로 있다. 주요 연구 관심 분야는 개와 고양이의 칼슘과 인이 골격 및 신장 건강에 미치는 영향이다.

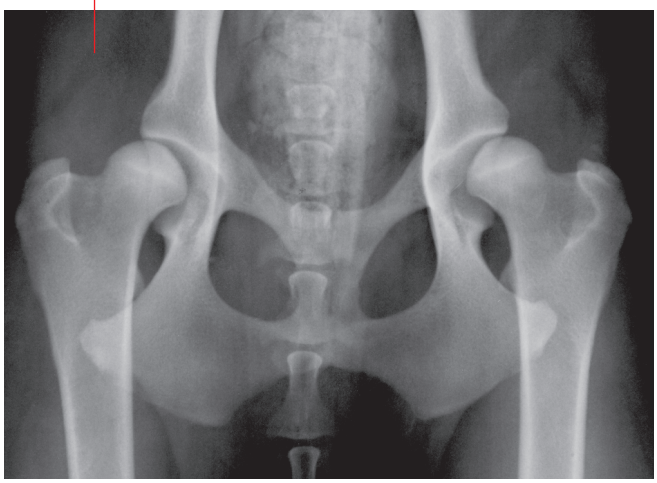
라도 추가적으로 지방이 축적되지 않을 수 있기 때문이다. 사실, 이런 강아지들은 심지어 날씬하고 영양이 불량한 상태로 보이기도 하지만, 그럼에도 몸무게는 아주 많이 나간다. **그림 2**의 동배 남매(littermates)는 성장기의 열량 섭취가 미치는 영향을 단편적으로 보여준다. 두 강아지는 신체충실지수 점수가 동일하지만, 8주 이후부터 더 높은 열량을 섭취한 좌측 강아지가 똑같이 날씬함에도 몸집은 확실히 크다.

성장률 증가와 이로 인해 추가되는 무게는 성장 중인 골격에 추가적인 스트레스를 주기 때문에 최적의 성장률을 결정하기 위한 가장 좋은 방법은 규칙적인 체중 측정(예: 매주 체중 측정)을 통해 강아지의 체중을 모니터링하고 성장 곡선 상에서 비교하는 것이다(4). 최적의 성장 곡선은 성견이 되었을 때 예상되는 이상적인 체중에 따라 달라지므로 가능한 한 정확하게 성장 곡선을 추정하는 것이 중요하다.

시판용 사료의 포장에 표기되어 있는 일일 열량 섭취 권장량은 다소 높을 수 있다는 점과 2006년 미국 국립연구위원회(National Research Council, NRC)에서 발표한 공식을 사용하여 필요 열량을 계산하면 다소 과도한 결과가 도출되는 경향이 있음에 유의해야 한다. 최근 수행된 연구에 따르면, 성장하는 군집견(colony dogs)과 일반 가정의 강아지 모두 필요 열량이 현저히 낮았으며(4,6), 최근 업데이트된 권장량은 이 같은 사실을 반영하여 도출한 것이다[1]. 성장기 강아지의 평균 일일 에너지 요구량 (대사가능 열량, ME)은 다음과 같이 추정할 수 있다(4).

$$\text{ME intake [MJ]} = 1.063\text{-}0.565 \times \frac{\text{actual BW}}{\text{expected mature BW}} \times \text{actual BW}^{0.75}$$

그림 1. 14개월 된 호바와트(Hovawart)의 심각한 양측성 고관절 이형성증(bilateral hip dysplasia)을 보여주는 방사선 사진. 많은 경우 강아지의 정형외과 질환은 유전적 소인을 갖고 있지만, 성장기 강아지에게 열량 섭취를 적정 수준으로 제한하면 이런 질환의 발병률이 감소하는 것으로 나타났다.



© Shutterstock

식이의 칼슘과 인

뼈의 두 가지 주요 구성 성분인 칼슘과 인은 기능적인 면과 상호 조절적인 면에서 서로 연결되어 있으므로 칼슘과 인은 동시에 고려하는 것이 가장 좋다. 영양학적 문제로 인해 유발되는 성장기 정형외과 질환(DOD)의 측면에서 봤을 때 칼슘과 인 중 하나 또는 두 가지 모두의 과다 및 결핍이 주요 요인이 될 수 있으므로, 두 미네랄의 개별 요구량뿐만 아니라 그 비율(권장 범위는 1:1에서 2:1 사이)도 신중하게 계산해야 한다. Ludwig-Maximilian University의 연구자들이 증례를 모아 후향적 평가를 수행한 결과, DOD의 징후를 가진 대부분의 성장기 강아지들이 칼슘 및 인을 과도하게 섭취하거나 부족하게 섭취하고

[1] https://fediaf.org/self-regulation/nutrition.html

© B. Dobenecker

그림 2. 폭스하운드(Foxhound) 잡종의 동배남매(littermates)인 2마리의 성장기 강아지. 수컷 강아지(우측)는 권장되는 성장 곡선에 따라 적정량의 열량을 섭취하였고, 암컷 강아지(좌측)는 과도한 수준의 열량을 섭취하였다. 2마리 모두 BCS는 5/9이었다.

있는 것으로 밝혀졌는데, 흥미롭게도 그 분포가 수년 후에는 바뀌었다. 첫 번째 조사(1998년)에서는 질병이 발생한 강아지의 61%가 칼슘을 과다 섭취하였으며, 20%만이 칼슘 섭취가 부족하였다(1). 2018년에 실시된 두 번째 조사에서는 DOD 환자의 대다수(58%)가 칼슘이 부족한 식이를 섭취하고 있었으며, DOD 진단을 받기 전에 칼슘을 과다 섭취한 경우는 21%에 불과하였다(7).

"개의 품종, 활동 수준, 주거, 건강 상태와 같은 여러 요인이 일일 에너지 요구량에 영향을 미치므로 필요한 정확한 열량은 개체마다 상당히 다릅니다."

Britta Dobenecker

영양 부족이 인간에게는 큰 영향을 미치지 못하는데 개의 성장에는 왜 그렇게 문제가 되는지에 대하여 의문이 들기도 한다. 한 가지 가능한 설명은, 인간과 달리 개는 훨씬 빨리 성장하며 거의 모든 성장 단계가 단 1년 이내에 이루어지기 때문이라는 것이다.

결과적으로 제한된 기간 동안의 부적절한 영양 공급은 어린이와 십대보다 강아지에게 불균형적으로 더 큰 위험을 초래한다. 그러나 개는 다른 종, 특히 인간과 또 다른 차이점이 있음을 고려해야 한다. 즉, 칼슘과 인의 과잉 또는 결핍에 대한 보상 기전은 갯과 동물에게 사실상 존재하지 않는다는 점이다(8). 이 두 가지 미네랄의 경우, 장관 내 흡수가 주요 조절 경로가 아니고 골격 체계가 필요에 따라 칼슘과 인을 저장하고 이동시킨다(9,10). 갯과 동물이 포식자로 진화해왔다는 점을 고려하면 그 의미가 더욱 와닿는다. 먹이를 구할 수 있으면 풍부한 열량과 미네랄을 공급받지만, 그렇지 못할 경우 즉 열량과 미네랄이 모두 부족하면 장관에서의 흡수 촉진이 사실상 불가능하였다. 이로 인한 칼슘과 인의 골기반 조절작용이 성장기 강아지와 성견의 칼슘과 인 결핍에 기인한 임상 징후의 발현에 한 가지 요인이 되었다는 것이다.

성장기에 칼슘 섭취가 부족하면 영양 문제로 인한 속발성 부갑상선기능항진증을 유발할 수 있으며, 전반적인 골형성이 감소하여 일반적인 신체 활동으로도 병리적 골절을 비롯한 다양한 임상 징후가 발생할 수 있다(11). 이러한 맥락에서, (소화율 저하나 음식물 과잉 섭취로 인하여) 대변 건조물(fecal dry matter)의 배출이 증가하면 칼슘과 인의 소실량도 증가한다(12–14). 따라서 이런 경우 칼슘과 인의 일일 필요량이 증가하게 된다는 점을 파악하는 것이 중요하다. 앞서 언급했듯이 칼슘이 부족한 식이를 먹는 강아지 중 DOD로 진단받는 강아지의 수가 상당히 증가하고 있다. 그러나 도리어 칼슘 과잉 문제가 연구자들에게 더 많은 관심을 받고 있는데, 일부 논문에서는 성장기의 그레이트데인(Great Dane)에게 칼슘을 과량 섭취시킨 결과 DOD가 발생하였다고 보고하였다(15, 16). 그러나 이러한 실험 중 대부분은 칼슘 섭취량만을 권장 섭취량보다 증가시켰고 이것은 인, 아연, 구리와 같은 골격 발달에 중요한 다른 미네랄의 체내 활용 감소로 이어졌다. 결과적으로 DOD는 이러한 미네랄, 특히 인의 이차적(상대적) 결핍에 의해 야기되거나 악화될 수 있다(17). 이는 DOD의 임상 징후 기록이 없는 중대형견 품종에서 과잉의 식이 칼슘에 잉여 인이 또한 공급되었을 때(인의 소화율 감소에 대한 고려)의 영향을 조사한 연구 결과와도 일치한다(18). 반대로, 인 섭취 저하는 골격 건강에 상당한 (그러나 가역적인) 부작용을 유발하는 것으로 나타났으며(19,20)**(그림 3)**, 여러 증례 보고서에 설명된 기타 다른 발달 장애도 인 결핍 식이와 관련이 있었다(21,22). 단백질을 일일 권장량 이상의 수준으로 섭취하면 골격 발달에 해로운 영향을 미치는 것으로 의심하는 경우가 많지만 이는 그릇된 믿음이라는 점에도 주목할 필요가 있다. 연구에 따르면, 성장기 강아지가 섭취하는 단백질은 골격 발달에 아무런 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다(23,24).

© B. Dobenecker

그림 3. 6.5주 동안 인이 적은 사료를 섭취하게 한 폭스하운드(Foxhound) 잡종 강아지는 다리가 굽고 발가락이 벌어져 있다. 2주간 적절하게 인이 보충된 사료를 섭취시키자 이러한 문제는 통증 없이 완전히 교정되었다.

일일 영양소 필요량은 어떻게 계산되는가?

개체군 대다수의 영양소 요구량을 충족시킬 수 있는 일일 권장량을 정할 때 기본 접근법은 다양한 생의 단계에서 각 영양소의 순 요구량을 결정하고, 영양 공급원에 따라 생체 이용률이 어떻게 달라지는지를 확인하는 것이다. 이러한 필요량을 추정하는 데는 여러 가지 방법이 있다. 특정 영양소의 섭취량과 효과의 관계를 연구하는 실험을 통해 섭취 부족, 적당량 섭취, 과잉 섭취로 인해 어떤 일이 발생하는지를 설명하고자 할 때에는 고도의 표준화 작업이 수반되어야 하며, 연구 중인 영양소의 효과를 평가하기 위해 적절한 표적 매개 변수를 신중하게 선택해야 한다. 칼슘과 인의 경우 매개 변수를 정의하는 것이 다소 어렵다. 한편으로는 영양결핍의 발생과 특정 임상 징후의 출현 사이에 장기간의 잠복기가 있을 수 있다. 칼슘과 인의 항상성은 엄격하게 조절되므로 결핍된 정도가 심각해도 혈청 농도는 오랫동안 정상으로 유지된다. 반면에 식이 칼슘과 인의 비율, 열량 섭취량, 성장률 및 골격 질환에 대한 유전적 소인과 같은 요인들은 임상 징후를 악화시키는 것으로 알려져 있다. NRC(5)에서 정의한 대로, 성장기 강아지의 칼슘 및 인 요구량은 대형견과 초대형견 품종을 사용한 연구와 주로 6개월 미만의 강아지를 대상으로 한 연구 데이터를 기반으로 하며, 모든 크기의 견종의 전체 성장 기간을 아우를 수 있도록 추정된 연구 데이터도 함께 사용한다. 목표는 성장 중인 모든 개의 요구량을 "충족시키거나 초과하는" 것이므로, 요구량이 가장 높은 그룹, 즉 초대형 품종의 강아지 권장량을 추론하는 것이 합리적이다. 그러나 이 방법은 개체 차이를 고려하지 않으며, 최대 성장 강도를 보이는 주요 성장 기간은 소형견과 대형견 간 지속시간이 서로 다르다. 대형견과 초대형견은 12-15개월까지 자라지만, 소형견은 7-8개월쯤에 최종 체중에 도달하므로 소형견의 영양소 요구량을 과대평가할 수 있다. 이외에도, 초기 성장 기간의 데이터로 영양소 요구량을 추론하면, 1일 요구량 증가가 둔화되는 후기 성장 기간의 요구량은 과대평가될 수 있다.

영양 계산법

영양소의 일일 최적 공급량을 결정하기 위한 또 다른 방법은 신체 유지 및 기능 수행에 필요한 양을 합산하는 계승(factorial) 계산법이다. 이 방법의 장점은 선택된 생의 단계에 대한 정확한 개별 필요량을 고려할 수 있다는 점이다. 계승 계산법은 젖소의 우유 생산 및 비육 돼지를 위한 최적의 사료 급여량을 결정하기 위해 농장 동물에게 성공적으로 사용되었다. 성장기의 강아지에게 결정할 인자는 성장하는 동안 신체 조직의 증가와 현재 체중 유지를 위해 요구되는 양이다(25). 신체 유지를 위한 영양소 요구량은 대변, 소변, 땀, 피부, 털 등으로 인한 피할 수 없는 내인성 손실을 보상하는 데 필요한 영양소의 양이다. 즉, 내인성 손실을 정량화하면 이는 "순 유지 요구량(net maintenance requirement)"이 된다. 그러나 섭취한 영양소의 100%가 신체에 흡수되지 못하기 때문에 "총 유지 요구량(gross maintenance requirement)" 또는 급여 권장량을 얻으려면 실제 생체 이용률을 고려해야 한다(26).

산출 공식은 다음과 같다.

$$\text{Feeding recommendation for maintenance} = \frac{e}{\text{availability [\%]}} \times 100$$

(where e = the endogenous losses)

"성장기 강아지의 칼슘 및 인 요구량은 대형견과 초대형견 품종을 사용한 연구와 주로 6개월 미만의 강아지를 대상으로 한 연구 데이터를 기반으로 하며, 모든 크기의 견종의 전체 성장 기간을 아우를 수 있도록 추정된 연구 데이터도 함께 사용합니다."

Linda Böswald

표 1. 대사 체중($kg^{0.75}$)에 비례한 성장기 강아지의 칼슘 및 인 필요량(26에서 발췌).

성견이 되었을 때 체중(kg)	10	35	60
현재 나이 (주차)	**칼슘 ($mg/kg^{0.75}$)**		
9	550	–	–
13	436	634	776
17	361	512	610
22	339	479	565
26	335	466	542
31	316	444	519
35	251	350	405
39	217	300	348
44	213	294	342
48	193	266	306
52	187	258	296
현재 나이 (주차)	**인 ($mg/kg^{0.75}$)**		
9	352	–	–
13	197	291	362
17	158	225	269
22	151	213	251
26	152	210	244
31	141	196	227
35	124	172	197
39	121	166	190
44	125	171	196
48	116	158	180
52	114	155	177

총 급여 권장량은 영양소의 생체이용률에 의해 크게 영향을 받는다. 평균 생체이용률이 절반으로 감소하면 섭취 권장량은 두 배가 된다. 미네랄의 생체 이용률은 공급원이 되는 식품과 전체 식이 구성에 따라 달라지므로, 평균 생체이용률은 적정 섭취 수준을 보장하는 안전역(safety margin) 범위 내에 있다.

신체 조직 성장을 고려하여 추가적인 영양소 섭취 허용량을 등식에 넣어 다음과 같이 계산한다

$$\text{Net requirement for growth} = \text{average daily gain} \times \text{nutrient concentration in gained tissue}$$

따라서 성장기 강아지의 사료 섭취 권장량은 다음과 같이 산출한다.

$$\frac{\text{(e + net requirement for growth)}}{\text{availability [\%]}} \times 100$$

박스 1. 현재 체중 20kg이고 성견이 되었을 때 예상 체중 35kg인 생후 22주차 저먼셰퍼드(German Shepherd) 강아지 Max에게 필요한 칼슘(Ca)과 인(P) 수치 계산 방법

1.

Max는 생후 22주차이고 성견이 되었을 때 예상 체중은 35kg이다. 이에 따라 표 1을 참고하면, 일일 권장량으로 칼슘 479mg/$kg^{0.75}$ 과 인 213mg/$kg^{0.75}$이 제시되어 있다. 현재 체중 20kg인 Max가 필요로 하는 칼슘과 인의 절대량을 계산하면 다음과 같다.

- 일일 칼슘 권장 섭취량: 479mg x $20^{0.75}$kg
  = 479mg x 9.46kg = 4,530mg (또는 4.5g)
- 일일 인 권장 섭취량: 213mg x $20^{0.75}$kg
  = 213mg x 9.46kg = 2,014mg (또는 2.0g)

2.

시판용 건사료를 제공하는 경우, 선택한 사료의 칼슘 및 인 함량이 현재 성장기 강아지에게 적합한지 확인하는 것이 필요하다. 일일 에너지 요구량이 7.0 MJ ME (1,673 kcal)라고 가정하면(4) 사료에 포함될 칼슘과 인 함량은 다음과 같이 계산할 수 있다.

- 칼슘 함량 4.5g/7 MJ ME
  = MJ ME당 칼슘 0.64g (2.69g/1000kcal ME)
- 인 함량 2.0g/7 MJ ME
  = MJ ME당 인 0.29g (1.20g/1000kcal ME)

3.

보호자는 성장기 대형견에게 딱 맞는 균형 잡힌 건사료를 선택했다. 100g당 1.6 MJ ME (382kcal)이고, 칼슘 1.1%와 인 0.7%를 함유하고 Ca:P의 비율이 1.6:1이었다. 이제 Max의 ME 요구량을 공급해 줄 사료의 일일 급여량을 계산한다.

- 7MJ ME/1.6MJ ME x 100g = 438g

4.

위의 일일 사료 급여량을 통해 공급되는 칼슘과 인의 섭취량을 영양소 요구량과 비교해 본다. 사료의 ME 함유량에 비례하여 계산하거나(i) 개별 개체에 대한 절대량으로(ii) 계산할 수 있다.

(i) ME와 비례하여, 칼슘과 인의 함량은 다음과 같이 계산된다.

- 100g당 칼슘 1.1g → Ca 1.1g/1.6MJ ME
  = Ca 0.68g/MJ ME (Ca 2.88g/1000kcal)
- 100g당 인 0.7g → P 0.7g 당 1.6MJ ME
  = P 0.43g/MJ ME (P 1.83g/1000kcal ME)

따라서 이 사례의 식이는 MJ ME당 필요한 칼슘 및 인 수준을 충족한다 (2단계에서 계산한 대로).

(ii) 또는 사료를 통해 공급되는 칼슘과 인의 절대량을 다음과 같이 계산할 수 있다.

- 사료 438g의 Ca 1.1% → 1.1 x 438/100
  = 사료를 통해 공급되는 칼슘 4.818g
- 사료 438g의 P 0.7% → 0.7 x 438/100
  = 사료를 통해 공급되는 인 3.066g

이를 Max가 필요로 하는 칼슘과 인의 절대량과 비교하면(1단계에서 계산한 대로) 충족됨을 알 수 있다.

급여 습관을 위해, 일일 급여량을 측정하여 작은 용기에 보관한다. 보호자가 Max에게 훈련 보상용 간식을 주고 싶다면, 미리 측정해 놓은 일일 급여량에서 키블을 덜어내어 준다. 이렇게 하면 과도한 열량을 섭취할 위험이 없어진다(**그림 4**).

갯과 동물은 신체 크기와 체중에서 독특하게 높은 편차를 보이기 때문에, 개별 강아지의 성장 곡선을 생성하려면 성견이 되었을 때의 예상 체중을 잘 추정하는 것이 중요하다(동성 부모의 이상적인 체중을 기준으로 하거나, 또는 이것이 가능하지 않은 경우 품종 표준에 따른 평균 체중). 또한 소형, 중형, 대형, 초대형견 품종 간에 성장률에 차이가 있으므로 칼슘 및 인 공급에 대한 권장량을 좀더 잘 정하기 위해 성견이 되었을 때의 예상 체중에 따라 분류할 필요가 있다. 또한 성장은 선형 프로세스가 아니므로 연령 그룹을 사용하면 권장량을 더욱 차별화할 수 있다. 조직 증가에 따른 필요량 백분율은 초기 성장기에 가장 높다. 그리고 나서 개가 성체 체중에 가까워지면 필요량은 감소하고 유지 필요량이 전체 열량 및 영양소 필요량의 대부분을 차지하게 된다. 칼슘과 인에 대한 계승 계산은 이 두 가지 측면을 모두 고려해야 한다.

급여 권장량을 표현하는 데는 다양한 방법들이 있다. NRC는 대사가능 열량(ME)와 관련된 값을 제공하고 있다. 이 기준을 사용하여 계산된 절대값은 에너지 요구량에 따라 다른데, 이는 개별 사례의 평균과 상당히 차이가 날 수 있다. 예를 들어, 뉴펀들랜드(Newfoundland) 강아지는 기질과 활동의 차이로 인해, 나이와 체중이 같은 그레이트 데인(Great Dane) 강아지보다 ME 필요량이 더 낮을 것으로 예측할 수 있다. ME 기준에 대한 대안으로, 일일 권장 섭취량을 대사 체중(metabolic body weight)($kg^{0.75}$)과 연관시키는 방법도 있다. 이 방법은 개별 개체에 대한 정확한 필요량을 계산하여 균형 잡힌 식이를 제공하는 것을 가능하게 해주어 유익하지만, 식이에 필요한 영양소 함량에 대해 직접적으로 알려주지는 않는다. 이는 개별 ME 필요량을 사용하여 각 경우에 따라 계산해야 한다.

계산에 필요한 다양한 연령별 및 성견이 되었을 때 예상 체중별 칼슘과 인의 권장량은 표 1에 정리해 두었고, 시판용 사료를 먹이는 강아지의 경우 구체적인 예**(박스 1)**를 참고하면 도움이 될 것이다.

© Shutterstock

그림 4. Max의 훈련을 위해 보호자는 계산된 일일 급여량 내에서 사료 알갱이로 보상해야 한다.

© B. Dobenecker

그림 5. 시판 중인 종합비타민과 미네랄 보충제의 수는 엄청나게 많으며, 수의사는 보호자가 반려견의 필요에 맞는 제품을 선택하도록 안내해 주어야 한다.

표 2. 현재 체중 20kg이고 성견이 되었을 때 예상 체중이 35kg인 생후 22주차 저먼셰퍼드(German Shepherd) 강아지의 영양소 요구량을 충족하도록 만든 가정식 식이

급여한 음식	양 [g/d]	열량 [MJ ME]	Ca [mg]	P [mg]
소고기	600	4.8	24	1188
익힌 감자	250	0.5	15	115
채소	100	0.2	34	30
과일	100	0.2	11	16
식물성 오일	15	0.5	0	0
생선 오일	5	0.2	0	0
말린 양 개껌(dried tripe as chew)	30	0.6	27	54
영양 보충제	20	0	4500	2100
총 급여량		**7.0**	**4611**	**3503**
권장 섭취량		**7.0**	**4530**	**2014**

보호자가 강아지에게 가정식을 먹이고 싶어 한다면, 대부분의 레시피에는 일일 영양소 요구량을 충족시키기 위해 미네랄과 비타민이 보충되어야 한다는 점을 꼭 알려야 한다. 또한 시중에 다양한 영양 보충제가 판매되고 있으므로, 적절한 제품을 선택할 수 있도록 식이의 모든 구성 요소로부터 공급되는 영양소의 양을 더해서 영양소 요구량과 비교해야 한다**(그림 5)**. 가정식 급여량의 예시가 **표 2**에 정리되어 있는데, 칼슘 22.5%와 인 10.5%가 포함된 미네랄 보충제 20g으로 일일 권장량이 충족되고 있음을 알 수 있다. 또한, 사료의 Ca/P 비율이 1.3/1이면 이상적인 범위(권장 범위 1/1~2/1) 내에 있다는 점에 유의한다. 그러나 영양소 요구량을 충족하기 위해서는, 영양소 농도가 낮을 경우에는 일일 영양 보충제의 양을 늘리고, 영양소 공급이 높을 경우에는 일일 영양 보충제의 일일 영양 보충제의 양을 줄여야 한다.

결론

대사가능 열량 및 영양소 요구량은 성장하는 동안 계속 변하므로, 강아지의 영양소 요구량에 대한 올바른 관점을 가지고 급여량을 정기적으로 조정해주어야 한다. 성장기 강아지의 경우 권장되는 성장 곡선에 따라 바람직하게 성장하고 있는지 2개월 간격으로 평가하는 것이 적합하지만, 체중 측정은 매주 해야 하며 최적의 성장 곡선과 체중을 비교하여 성장 속도를 모니터링해야 한다. 이상적인 체중과 편차가 있는 경우 식이를 (특히 대사가능 열량 측면을 고려하여) 즉시 조정해야 한다. 요컨대, 이 글에서는 대사가능 열량, 칼슘 및 인 만을 주로 설명하였지만, 일반적으로 환자의 영양소 요구량을 검토할 때는 모든 미네랄, 미량 원소, 비타민에 대한 필요량도 포함되어야 하며, 이러한 필요량 계산이 그리 어렵지 않다. 다시 말해, 균형 잡힌 식이를 급여하기 위해서는 필요한 모든 요소에 대한 고려가 필요하다.

REFERENCES

1. Dobenecker B, Kienzle E, Köstlin R, *et al*. Mal- and over-nutrition in puppies with or without clinical disorders of skeletal development. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 1998;80(1-5):76-81.
2. Kealy RD, Olsson SE, Monti KL, *et al*. Effects of limited food consumption on the incidence of hip dysplasia in growing dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1992;201:857-857.
3. German AJ. Promoting healthy growth in pets. (Abstract) International Nutritional Science Symposium, Atlanta, USA, 2016.
4. Klein C, Thes M, Böswald LF, *et al*. Metabolisable energy intake and growth of privately owned growing dogs in comparison with official recommendations on the growth curve and energy supply. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2019;103(6):1952-1958.
5. National Research Council (NRC). Nutrient Requirements of Dogs and Cats. National Academic Press, Washington D.C. 2006
6. Dobenecker B, Endres V, Kienzle E. Energy requirements of puppies of two different breeds for ideal growth from weaning to 28 weeks of age. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2013;97(1):190-196.
7. Böswald L, Elmiger C, Dobenecker B. Nährstoffversorgung in der Aufzucht von Hunden – tierschutzrelevante Befunde und Fallbeispiele. In *Proceedings*, DVG Tierschutztagung München 2018.
8. Mack JK, Alexander LG, Morris PJ, *et al*. Demonstration of uniformity of calcium absorption in adult dogs and cats. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2015;99(5):801-809.
9. Böswald LF, Dobenecker B, Clauss M, *et al*. A comparative meta-analysis on the relationship of faecal calcium and phosphorus excretion in mammals. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2018;102(2):370-379.
10. Schmitt S, Mack J, Kienzle E, *et al*. Faecal calcium excretion does not decrease during long-term feeding of a low-calcium diet in adult dogs. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2018;102(2):e798-e805.
11. Becker N, Kienzle E, Dobenecker B. Calcium deficiency: a problem in growing and adult dogs: two case reports. *Tierarztliche Praxis. Ausgabe K, Kleintiere/heimtiere* 2012;40(2):135-139.
12. Kienzle E, Dobenecker B, Wichert B, *et al*. Effect of fecal water and dry matter excretion on fecal mineral excretion in dogs studied in a fiber model. *J. Nutr.* 2006;136(7):2001S-2003S.
13. Kienzle E, Brenten T, Dobenecker B. Impact of faecal DM excretion on faecal calcium losses in dogs eating complete moist and dry pet foods – food digestibility is a major determinant of calcium requirements. *J. Nutr. Sci.* 2017;6(3):1-3.
14. Kienzle E, Hofmann C, Dobenecker B. The increase of faecal calcium excretion with increasing faecal dry matter excretion in dogs is an independent *per se* effect of faecal dry matter excretion. In: *Proceedings*, Congress of the European Society of Veterinary and Comparative Nutrition Turin, Italy, 2019.
15. Hazewinkel HAW, Goedegebuure SA, Poulos PW, *et al*. Influences of chronic calcium excess on the skeletal development of growing Great Danes. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* 1985;135:305-310.
16. Schoenmakers I, Hazewinkel HAW, Voorhout G, *et al*. Effect of diets with different calcium and phosphorus contents on the skeletal development and blood chemistry of growing Great Danes. *Vet. Rec.* 2000;147(23):652-660.
17. Dobenecker B. Factors that modify the effect of excess calcium on skeletal development in puppies. *Br. J. Nutr.* 2011;106(S1):S142-S145.
18. Dobenecker B, Kasbeitzer N, Flinspach S, *et al*. Calcium-excess causes subclinical changes of bone growth in Beagles but not in Foxhound-crossbred dogs, as measured in X-rays. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2006;90(9-10):394-401.
19. Kiefer-Hecker B, Kienzle E, Dobenecker B. Effects of low phosphorus supply on the availability of calcium and phosphorus, and musculoskeletal development of growing dogs of two different breeds. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2018;102(3):789-798.
20. Kiefer-Hecker B, Bauer A, Dobenecker B. Effects of low phosphorus intake on serum calcium, phosphorus, alkaline phosphatase activity and parathyroid hormone in growing dogs. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2018;102(6):1749-1758.
21. Fritz J, von Rosenberg S, Bensinger K, *et al*. Two cases of malnutrition associated with locomotor problems in growing puppies without alterations of x-ray density of long bones. In: *Proceedings*, Congress of the European Society of Veterinary and Comparative Nutrition, Vienna, Austria, 2008.
22. Cetinkaya MA, Yardimci C, Sağlam M. Carpal laxity syndrome in forty-three puppies. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.* 2007;2(02):126-130.
23. Nap RC, Hazewinkel HA, Voorhout G, *et al*. Growth and skeletal development in Great Dane pups fed different levels of protein intake. *J. Nutr.* 1991;121(suppl_11):S107-S113.
24. Nap RC, Hazewinkel HA, Voorhout G, *et al*. The influence of the dietary protein content on growth in giant breed dogs. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.* 1993;6(01):1-8.
25. Kienzle E, Zentek J, Meyer H. Body composition of puppies and young dogs. *J. Nutr.* 1998;128(12):2680S-2683S.
26. Böswald LF, Klein C, Dobenecker B, *et al*. Factorial calculation of calcium and phosphorus requirements of growing dogs. *PLOS One* 2019;14(8):e0220305.

veterinary focus #32.1

The worldwide journal for the companion animal veterinarian

© Shutterstock

© Shutterstock

© Shutterstock

© Smadar Tal/ Koret School of Veterinary Medicine

COMING UP...

In our next issue, we will look at various start of life topics.

- DHA (docosahexaenoic acid) and neural development in puppies
  Russ Kelley, USA
- Kitten kindergartens
  Kersti Seksel, Australia
- Milk replacements – when, what and how
  Emmanuel Fontaine, USA
- Antibiotic use in young animals
  Scott Weese, Canada
- Vaccination and immune response in kittens
  Kelly St. Denis, Canada
- Growth charts: how to use them
  Caitlin Grant, Canada
- Kitten-friendly consults
  Liz O'Brien, Canada
- Amniocentesis in dogs
  Smadar Tal, Israel

ROYAL CANIN®

veterinary focus #31.3

Origine du papier : VIRTON (Belgique)
Taux de fibres recyclés : 0%
Certification : 100% PEFC
Impact sur l'eau : 0.012 P tot kg/tonne

PEFC™ 10-31-1668

Editorial committee
- Craig Datz, DVM, Dip. ACVN, Senior Scientific Affairs Manager, Royal Canin, USA
- Mark Edwards, BVSc, MRCVS, Regional Scientific Communications Manager Asia Pacific, New Zealand
- María Elena Fernández, DVM, Spain
- Bérengère Levin, DVM, Scientific Affairs Manager, Royal Canin, France
- Philippe Marniquet, DVM, Dip. ESSEC, Veterinarian Prescribers Marketing Manager, Royal Canin, France
- Anita Pachatz, DVM, Scientific communication Manager, Royal Canin, Austria
- Sally Perea, DVM, Dip. ACVN, Augmented Algorithms Certified Nutritionist, Royal Canin, USA
- Alice Savarese, DVM, PhD, Scientific Communication Specialist, Italy
- Heather Weese, BSc, DVM, MSc Scientific Affairs Manager, Royal Canin Canada
- Daphne Westgeest, DVM, Scientific Communication Advisor, RC Belux

Translation control
- Andrea Bauer-Bania, DVM (German)
- Marta Hervera, veterinaria, PhD, Especialista EBVS (R) Veterinary & Comparative Nutrition, Acre. AVEPA GENC. (Spanish)
- Sergey Perevozchikov, DVM, PhD (Russian)

Deputy publisher: Buena Media Plus
Chairman: Julien Kouchner;
CEO: Bernardo Gallitelli
11-15, quai De Dion-Bouton
92800 Puteaux, France
Phone: +33 (0) 1 76 21 91 78
Editor-in-chief: Ewan McNeill, BVMS, Cert VR, MRCVS
Editorial secretary
- Laurent Cathalan (laurent.cathalan@1health.fr)

Artwork
- Pierre Ménard

Printed in the European Union
ISSN 2430-7874
Legal deposit: November 2021
Cover: Royal Canin
Authors portraits: Manuel Fontègne
Veterinary Focus is published in Brazilian Portuguese, English, French, German, Italian, Polish, Russian, Spanish and Korean.
Find the most recent issues on: https://vetfocus.royalcanin.com and www.ivis.org.

The licensing arrangements for therapeutic agents intended for use in small animal species vary greatly worldwide. In the absence of a specific license, consideration should be given to issuing an appropriate cautionary warning prior to administration of any such drug.

Veterinary Focus is fully covered by copyright. No part of this publication may be reproduced, copied or transmitted in any form or by any means (including graphic, electronic or mechanical), without the written consent of the publishers © Royal Canin SAS 2021. Proprietary names (trademarks) have not been specially identified. It cannot, however, be conducted from the omission of such information that they are non-proprietary names and as such can be used by everyone. The publishers cannot take any responsibility for information provided on dosages and methods of application. Details of this kind must be checked for correctness by the individual user in the appropriate literature. While every effort has been made by the translators to ensure the accuracy of their translations, no responsibility for the correctness of the original articles and thus no resulting claims against professional negligence can be accepted in this connection. Views expressed by authors or contributors do not necessarily reflect the views of the publishers, editors or editorial advisors.

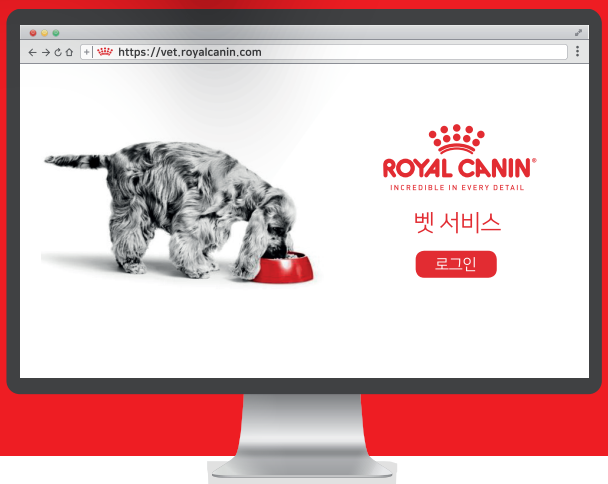
We welcome offers to write ideas for papers and suggestions for topics and authors, which should be directed to the editor. *Veterinary Focus* is fully covered by copyright. No part of this publication may be reproduced, copied or transmitted in any form or by any means (including graphic, electronic or mechanical), without the written consent of the publishers © Royal Canin SAS 2021. Proprietary names (trademarks) have not been specially identified. It cannot, however, be conducted from the omission of such information that they are non-proprietary names and as such can be used by everyone. The publishers cannot take any responsibility for information provided on dosages and methods of application. Details of this kind must be checked for correctness by the individual user in the appropriate literature. While every effort has been made by the translators to ensure the accuracy of their translations, no responsibility for the correctness of the original articles and thus no resulting claims against professional negligence can be accepted in this connection. Views expressed by authors or contributors do not necessarily reflect the views of the publishers, editors or editorial advisors.

로얄캐닌 벳 서비스
신청하기

https://vet.royalcanin.com

ROYAL CANIN

로얄캐닌 벳 서비스 출시!



맞춤 체중 관리 솔루션,
벳 서비스의 체중 감량 프로그램을 체험해 보세요!

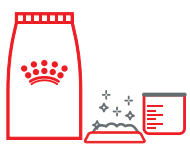
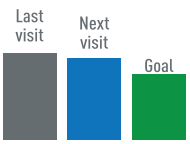
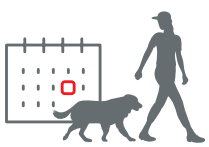
VET SERVICES

로얄캐닌 벳 서비스란(Vet Service)란?

로얄캐닌의 반 세기 연구와 혁신을 담은 **영양학 온라인(e) 플랫폼**입니다.
이젠 쉽고 편하게 수의사 선생님들의 영양학적 전문 영역을 더 강화하세요.

벳 서비스 안의 체중 감량 프로그램 기능을 만나보세요.

단 1분! 과체중 또는 비만 반려동물을 위한 체중 감량 계획이 수립됩니다.
시각화된 자료로 보호자와의 효과적인 상담이 가능합니다.

일 급여량 자동 계산	체중 감량 스케줄	내방 빈도 증대	지속적인 모니터링
			

벳 서비스(Vet Services) 신청 문의하기

로얄캐닌 벳 서비스 신청 방법 및 추가 문의사항은
QR 코드를 통해 남겨주시면 자세하게
안내 받으실 수 있습니다.