

장내 단쇄지방산의 생성과 생리적 반응(2)

(Physiological Response to Short Chain Fatty Acid Production in the Intestine)

Monty S. Kerley*, PhD, Gregory D. Sunvold**, PhD,

조영웅***, PhD

서론(Introduction)

단쇄지방산(Short chain fatty acids, SCFA)은 초산, 프로피온산 및 낙산 등을 일컫는 집합적인 용어이다. 단쇄지방산은 장내 혐기성 세균발효에 의해 생성되어진다. 우리들의 세균성 생성과 단쇄지방산의 세포성 이화작용에 관한 지식은 원래 제1위 발효연구로부터 유래를 찾을 수 있다.

반추수가 아닌 동물에서의 연구는 단쇄지방산의 발견에 부수되어 유도된 생리학적 영향이라고 강조되어질 수가 있다.

최근 재조사(reviews)들에서 과거부터 현재까지의 우수한 단쇄지방산의 고찰(discussions)들을 제공해주고 있다.

각종 식이성 섬유원(dietary fiber sources)들로부터의 단쇄지방산의 생산은 실험실내 발효시스템²에 의해 예측이 가능하게 되었다. 알려진 생리적 반응들은 이 논문에서 고찰되어질 개와 고양이의 장의 건강에 중요한 단쇄지방산에 의해 도출되었다.

단쇄지방산은 섬유질(다당류는 베타 배당체 결합으로 구성된다)과 내전분(resistant starch)의 세균성 발효로 생성된다. 섬유질의 형태는 다당류 조성, 중합의 구조와 정도(structure and degree of polymerization)에 따라 결정되며 또한 존재하는 세균중 주도하는 종류,

생산된 단쇄지방산의 상관비율, 생산을 그리고 단쇄지방산 생산이 이루어지는 장내 위치 등이 영향을 주게 된다.

초식동물들은 단쇄지방산을 대사에너지원으로 사용한다. 단쇄지방산은 또한 동물체내에서 무수한 다른기능들을 가지고 있다. 장내에서 단쇄지방산의 존재는 병원성 세균총, 운동성과 분비반응의 자극, 장혈행의 증가, 철분흡수의 촉진 및 점막상피세포 증식을 증가시킨다. 따라서 사료중에 섬유질 성분을 처방하는 영양학적 목적은 장의 건강을 유지하는데 장의 각 분절내에서 단쇄지방산을 생산토록 하기 위함이다.

이것은 쉽게 발효되어질 수 있는 섬유질원을 제공해줌으로써 달성되며 또한 그것으로 인하여 장내 미생물수효를 적절하게 유지하는데 도움을 주게된다.

장내 병원체 감소(Intestinal pathogen Reduction)

유용한 고유세균집단의 유지는 장내에서 병원미생물의 과잉증식을 예방하는데 중요한 것으로 인식되고 있다.

이점(benefits)들이란 단쇄지방산의 생산으로부터 유래되어진 고유세균집단에 의해 제공되며 더욱이 장에 있는 병원체 집락(총)을 직접 억제한다. 단쇄지방산의 첨가가 병원성 세균^{3,4}의 성장을 억제하는 것으로 나타났다. 회장점막상에 집락으로 있는 유산균(Lactobacilli)의 존재는 장점막세포에 부착되어 있는 병원성 대장균을 막아내는 것으로 나타났다. 기계적으로 볼 때 유산균은 단백질 분해효소 성분을 생산하고 그것이 점액성분과 결합되어서 회장내에 있는 상피세포들에 대장균

* Association Professor, Department of Animal Science, College of Agriculture, University of Missouri, Columbia, Missouri, U.S.A.

** Research and Development, The Iams Company, Lewisburg, Ohio, U.S.A.

*** 조영웅(역자) 대한수의사회 사무처장

(K88 주름돌기)의 유착을 막아준다.

우리 실험실에서 헬스터에게 과일유래 과당류(fructooligosaccharides, FOS)를 급여하는 것이 자돈에서 클로스트리디움 디피실(*Clostridium difficile*) 감염과 대장균 감염을 예방할 것이라는 것을 예시하여준 바 있다. 우리들은 이와같은 방어작용이 비피도박테리움속세균(*Bifidobacteria* spp.)과 집단이 동시에 증가하는 작용에 의해 달성된다는 메카니즘을 제시한다.

이러한 조사연구들은 몇가지 메카니즘에 의해 본래의 세균들이 병원세균성 작용을 억제하는 것을 보여준다. 우리가 세운 추론은 유용한 세균들을 선발하여 가장 영양학적으로 유용한 섬유기질/혼합제를 만들어 가지고 장 전체에 걸쳐 단쇄지방산 생성을 촉진시켜주는 것이다.

다른 최근의 업적은 장 세균집단과 과일유래 과당류(FOS)인 새로운 섬유질원(novel fiber source)의 영향과 작용양상에 대한 앞선 증거를 제시해준다.

장운동성(Gut Motility)

단쇄지방산은 장내 위치에 따라 장운동성에 영향을 주는 것으로 예시된 바 있다. 회장과 대장은 둘다 충분히 높은 단쇄지방산 농도를 가지고 있을 경우 평활근에 영향을 이끌어 내는 것으로 예상되어질 수 있었다. 개에서 회장에 단쇄지방산을 투여할 때 연동성 수축의 증가와 회장에서부터 이동시간과 비우는 시간이 감소된다. 수축자극은 단쇄지방산 연쇄길이가 감소(초산 > 프로피온산 > 낙산) 축소되거나 회장에서 농축의 존재와 같은 것이 증가되어 진다⁸. 회장내에서의 제반 영향들은 상부소장으로서는 전달되지 않는다.

비록 결장내에서 단쇄지방산의 자극성 영향이 완벽하게는 밝혀지지는 않았지만¹¹ 생리적 및 높은 수준의 단쇄지방산 농도들은 결장수축들을 억제하는 것으로 나타난다. 회장의 자극과 결장에의 자극결핍은 아마도 결·회장역류를 막아주는 것으로 보인다.

단쇄지방산에 의한 자극에 따라 증가된 회석물은 또한 회장에서부터 회석물과 잠재적인 독성세균들의 과잉증식을 막아주는 것을 증가시키게 한다. 단쇄지방산의 장 수축을 자극시킨다는 제안들에 따른 3가지 가설 메카니즘들은¹¹; (1) 단쇄지방산은 미주신경 또는 장막

근신경원 중 하나와 연결되어 화학감수성 수용체들을 활성화시킴으로 신경반응을 이끌어 내며, (2) 조절성 펩티드들이 단쇄지방산에 의해 방출되고 운동영향을 증대시키고 그리고 (3) 단쇄지방산은 평활근 긴장에 직접 관여하는 것이다.

한편 장운동에 관한 단쇄지방산의 이러한 영향들은 분명하지 않고 두 가지의 설명이 가능한 것으로 나타났다. 높은 수준의 단쇄지방산량이 존재하는 소장의 항진된 운동성은 소장의 내용물을 공복화시켜 대장으로의 이동을 증진시켜 소장중 회장내에서 생기는 과도한 양의 발효를 방지해 준다. 대조적으로 대장내에서 증가된 운동성을 일으키는 단쇄지방산의 결핍은 대사 에너지원으로서 단쇄지방산을 신체가 흡수와 활용을 할 수 있도록 해준다.

장의 혈류(Intestinal Blood flow)

개의 결장속으로 단쇄지방산을 점적시켜주면 결장의 혈액흐름은 증가된다. 이 실험에 사용된 개들은 신경병사들이 증가된 혈류의 원인으로 시작되는 메카니즘과 같이 그럴듯하게 나타나지 않도록 신경을 제거하였다. 다른 실험에서는 단쇄지방산이 결장에서 동맥들의 저항을 완화시켜주는 것으로 나타났다. 이것은 단쇄지방산에 의해 장에서 혈류를 증가시킬 수 있는 그럴듯한 하나의 메카니즘이다. 두번째 가망성있는 이유로는 혈류의 증가와 이에 따른 장대사작용의 증가를 일으켜 단쇄지방산 흡수를 증가시키는데 있다.

혈류의 증가와 장운동의 조절에 대한 단쇄지방산의 복합반응들은 단쇄지방산의 흡수를 촉진시키는데 협력하는 작용을 할 수도 있다는 것이다. 이것은 아마도 생리학적 단쇄지방산 농도가 혈류반응들을 일으키는 데 필요한 것으로 보인다¹³. 따라서 장내강속에 있는 단쇄지방산의 존재는 바뀐 운동과 혈류를 통해 단쇄지방산 흡수를 촉진시키는 것으로 나타난다.

이온흡수/설사(Ion Absorption/Diarrhea)

결장 내에서의 단쇄지방산의 존재는 활성이온(소듐, Na)흡수와 주위 단쇄지방산 생산요인(예, 유용한 고유 미생물층의 유지)에 의해 설사를 예방하는 것으로 나

타난다. 단쇄지방산의 흡수는 나트륨 흡수를 촉진시킨다^{14,15}. 신경절제 결장내강에 대한 낙산투여는 나트륨 흡수에 필수적인 것으로 나타난 바 있다.

낙산이 없을 경우에는 결장점막이 나트륨의 정량흡수에서 정량분비까지 변화된다. 나트륨 흡수를 야기하는 단쇄지방산의 메카니즘은 밝혀지지 않았지만 그러나 단쇄지방산은 결장내강으로부터 나트륨을 제거하는데 필수적이었다. 삼투적으로 유도된 설사의 예방은 결장내에서 단쇄지방산의 유지를 통해 이루어진다.

발효에 의한 단쇄지방산 관련인자들은 이온흡수에 관여하는 단쇄지방산의 효과와 같이 설사의 예방에 있어서 어쨌든 중요한 것이다. 대장로의 발효기질(fermentable substrate) 수송은 세균성장과 차기 단쇄지방산의 생산을 이루어낸다. 단쇄지방산은 광범위한 병원체에 대해 독성을 가진다. 따라서 이러한 병원체들에 대항하기 위해서는 장내에서 단쇄지방산 생산을 보장하고 병원체로부터 보호해주는 사료를 주어야 한다. 식이성기질(dietary substrate)은 세균성 발효를 촉진시켜줌으로 역시 중요한 것이다. 발효기질은 유용한 고유세균¹⁶들의 집락을 이루게 하는 성질(소인)을 갖도록 도와준다.

유산균(*Lactobacillus* spp.)에 의해 합성된 미확인산물(unidentified products)들은 회장점막에 부착되어 대장균 K88ab주G1108E와 대장균K88ac주1107을 억제하는 것으로 나타났다. 따라서 식이성 섬유배양(추출)물들은 단쇄지방산 생산 뿐만아니라 유용세균들의 군집성장을 촉진시켜주는 틈새환경(niche environment)을 창출하여 능력이 발휘되도록 선발되어야만 한다.

장세포증식(Intestinal Cell Proliferation)

단쇄지방산은 상피세포증식¹⁷을 조정하는 것으로 나타났다. 세포증식을 정지시키는데 있어서 낙산의 시험관내(in vitro) 및 생체내(in vivo) 효과에 관한 실험에서 세포형태학과 초미세구조의 변화를 일으키고 유전자 표현(Gene expression)에서도 변화를 일으키는 것으로 요약되었다.

낙산은 히스톤들의 과아세틸화를 일으켜 히스톤 탈아세틸 효소들을 억제시켰고, 이것이 세포증식에 관한 낙산의 가능성있는 작용메카니즘으로 제시되어 왔다. 다른 것들은 지속적인 단쇄지방산 또는 공장과 근위결

장상피¹⁹내의 생리학적 수준이 증가된 점막 DNA에 있어서 낙산의 용합을 나타냈다.

마찬가지로 공장과 근위결장내의 상피세포생산물에 관한 단쇄지방산의 용량의 존형 자극효과는 낙산은 최고수준으로 그리고 초산은 최저수준으로 존재할 때 효능의 순위에 대한 평가가 이루어졌다²⁰.

단쇄지방산의 증식작용은 소장과 대장내에서 상피세포들에 중요한 생리학적 혼합 단쇄지방산을 근위결장내에 주입해주었을 때 점막 RNA가 통계적으로 증가되고 회장내에 점막의 무게가 숫자적으로 증가되었다. 따라서 단쇄지방산은 장부위에서 간접수단에 의해 조절되는 단쇄지방산 생산이외에도 증식작용을 하는 것으로 나타났다. 여러 연구에서 단쇄지방산과 체내생성호르몬 사이의 관련을 포함하는 이러한 메카니즘을 지적하고 있다. 단쇄지방산 자극에 의해 양의 췌장 랑게르한스소도(섬)세포에서 인슐린을 방출한다²¹. 장글루카곤 또는 장PYY(intestinal PYY)는 단쇄지방산이 인슐린 방출을 자극하지 않는 어떤 품종의 개들에서 단쇄지방산 증식작용의 조정자들이 될 수도 있다²².

단쇄지방산은 자율신경계를 통하여 단식시킨 쥐(fasted rats)들의 대장내에서 상피세포 증식을 자극해주는 것으로 나타나고 있다²³. 높은 역가의 낙산을 가지고 실시한 연구에서 단쇄지방산은 장상피점막의 증식과 분화에 있어서 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다. 따라서 단쇄지방산은 장의 건강을 직접 조절하는데 관여하고 있다고 할 수 있다.

장세포 대사(Intestinal cell Metabolism)

단쇄지방산의 존재하에 장세포의 증식은 아마도 에너지기질(energy substrate)의 항진된 이용성에 기인되는 것으로 보여진다. 단쇄지방산의 영향에 대한 보고서에서는 결장세포(colonocytes)에 의한 대사작용에 의해 그 작용이 달라진다고 한다.

쥐에서 권장되는 에너지원은 다음과 같다.

낙산 > 아세트초산 > 글루타민 > 포도당의 순서이다. 쥐, 양 및 사람에서의 다른 실험들에서는 단쇄지방산이 결장세포에 의한 에너지원으로 활용되어진다는 관찰을 확인하여 주었다^{25,28}. 따라서 단쇄지방산은 장세포들에 대한 장내강의 에너지원을 제공한다. 이러한

정보는 장의 건강에 관한 단쇄지방산의 직접 작용한다는 것을 지적하여 주는 것이다.

단쇄지방산의 생리학적 역할은 질병상태에 있을 동안에 보다 더 중요하게 될 수가 있다. 예를 들면 괴양성 결장염을 앓고 있는 환자와 장질환이 없는 것으로 확인된 사람들에서의 연구에서 괴양성 결장염을 앓고 있는 환자들에서는 낙산의 산화가 줄어든 것으로 밝혀졌다. 이러한 결과들에서 특수한 질병상태에 있는 장세포에 의해서도 낙산의 요구량이 증가된다는 것을 제시하고 있다.

장의 건강과 섬유(Intestinal Health and Fiber)

장의 건강은 유용한 고유세균집단과 기능성, 흡수성 장상피의 적절한 유지에 따른다. 단쇄지방산은 이러한 두 가지 기능들에 있어서 주요한 생리적인 역할을 한다. 장의 건강을 증진시키기 위해서는 섬유기질(fiber substrate)을 단쇄지방산 생산을 촉진시키는 것으로 선정하는 것과 유용한 고유세균총이 지배를 하게 해주면 된다.

우리 연구실에서 수용성 과당류(soluble oligosaccharides, 水溶性寡糖類)중 목재유래 과당류와 과일유래 과당류(xylooligosaccharides and fructooligosaccharides)를 가지고 연구를 시행한 결과, 비피도박테리아속균(*Bifidobacteria*)의 성장을 촉진시키는 것으로 나타났다^{29,30}.

비피도박테리아속균들은 인간질환을 감소시켜주는 원인이 되고 병원성 및 부패세균의 성장을 억제시켜 주는 것으로 제시되고 있다. 우리의 연구는 비피도생

성(*Bifidogenic*) 존재로서의 과실유래 과당류가 동정되었다^{31,31}. 목재유래 과당류와 과일유래 과당류는 장상피대변수(음와의 깊이, 표지지수)가 기본사료를 급여한 설치류에서 장위치(맹장 대 원위결장)에 따라 다른 영향을 주었다.

돼지를 모델로 한 유사한 실험에서는 기초사료를 급여시킬 때 장상피위축을 예방하고 과일유래 과당류가 비피도박테리아속세균총을 촉진시켜 주었다³⁵. 우리의 실험실에서는 과일유래 과당류를 급여시키는 것이 클로스트리디움 디피실(*Cl. difficile*)과 대장균에 의해 발생하는 질병의 예방과 대사산물 배출시 생기는 냄새를 감소(미발표자료)시키는 것을 발견하였다. 분변을 통하여 질소배출을 증가시키는 것은 발효성 섬유를 급여시킴으로써 달성될 수 있게 된다.

단쇄지방산의 생리기능은 여러가지이다.

이러한 기능들은 장의 건강을 유지시키는데 큰 부분을 책임지고 있다. 선택된 식이성 섬유에 있어서 영양학적 목표는 유용한 고유세균들의 집단화를 쉽게 선택 해주거나 세포증식과 분화를 자극시켜 장상피의 건강을 증진시켜줌으로써 단쇄지방산 생산을 촉진시키는 것이다.

개와 고양이에서의 차후 연구는 장전체에 걸쳐 위치에 따라 이러한 목표들을 달성하도록 식이성섬유기질들을 동정(同定)하도록 방향을 잡아야만 되겠다.

덧붙여서, 단쇄지방산의 생리적 영향에 관한 확설을 확정 또는 논박하는 연구는 앞으로 개와 고양이 영양에 대한 우리들의 지식이 되어질 것이다.

참 고 문 헌

1. Wrong OM. Definitions and history. In: *Physiological and Clinical Aspects of Short-Chain Fatty Acids*.(ed. JH Cummings, JL Rombeau, T Sakata). Cambridge, England: Cambridge University Press. 1995 : 1~14.
2. Reinhart GA. *In vivo* fermentation as a predictor of *in vivo* fiber utilization. In: *Recent Advances (in Canine and Feline Nutritional Research: Proceedings of the 1996 Iams International Nutrition Symposium)*. Wilmington, OH: Orange Frazer Press. 1996.
3. Van der Wal P. Salmonella control of feedstuffs by pelleting or acid treatment. *Zootechnia* 1980; Nov: 28.
4. Izat AL, Tidwell NM, Thomas RA, Reiber MA, Adams MH, Colberg M, Walddroup PW. Effects of a buffered propionic acid in diets on the performance of broiler chicks and on microflora of the intestine and carcass. *Poultry Sci* 1990; 69: 818.
5. Blomberg L, Henriksson A, Conway PL. Inhibition of adhesion of *Escherichia coli* K88 to piglet ileal mucus by *Lactobacillus* spp. *Appl Environ Micro* 1993; 59: 34.
6. Brown D. Applications of FOS in human foods. In: *Recent Advances in Canine and Feline Nutritional Research: Proceedings of the 1996 Iams International Nutrition Symposium*. Wilmington, OH: Orange

- Frazer Press, 1996. 7. Willard M. Effects of dietary FOS supplementation on canine small intestinal bacterial populations. In: *Recent Advances in Canine and Feline Nutritional Research: Proceedings of the 1996 Iams International Nutrition Symposium*. Wilmington, OH: Orange Frazer Pres, 1996. 8. Kamath PS, Hoepfner MT, Phillips SF. Short-chain fatty acids stimulate motility of the canine ileum. *Am J Physiol* 1987; 253: G427. 9. Kamath PS, Phillips SF, Zinsmeister AR. Short-chain fatty acids stimulate ileal motility in humans. *Gastroent* 1988; 95: 1496. 10. Fich A, Phillips SF, Hakim NS, Brown ML, Zinsmeister AR. Stimulation of ileal emptying by short-chain fatty acids. *Dig Dis Sci* 1989; 34: 1516. 11. Cherbut C. Effects of short-chain fatty acids on gastrointestinal motility. In: *Physiological and Clinical Aspects of Short-Chain Fatty Acids*. Cambridge, England: Cambridge University Press. 1995: 191~208. 12. Kviety PR, Granger DN. Effect of volatile fatty acids on blood flow and oxygen uptake by the dog colon. *Gastroenterology* 1981; 80: 962. 13. Mottensen FV, Nielsen H. *In vivo* and *in vitro* effects of short-chain fatty acids on intestinal blood circulation. In *Physiological and Clinical Aspects of Short-Chain Fatty Acids*(ed. J. H. Cummings, J.L. Rombeau and T. Sakata). Cambridge, England: Cambridge University Press. 1995: 391~400. 14. Roediger WEW, Moore A. Effect of short-chain fatty acid on sodium absorption in isolated human colon perfused through the vascular bed. *Dig Dis Sci* 1981; 26: 100. 15. Roediger WEW, Rae DA. Trophic effect of short-chain fatty acids on mucosal handling of ions by the dysfunctional colon. *Brit J Surg* 1982; 69: 23. 16. Macfarlane GT, Gibson GR. Bacterial infections and diarrhea. In: *Human Colonic Bacteria: Role in Nutrition, Physiology and Pathology*(ed. G.R. Gibson and G.T. Macfarlane) Boca Raton, FL: CRC Press. 1995: 201~226. 17. Kruh J. Effects of sodium butyrate, a new pharmacological agent, on cells in culture *Molecular Cell Biochem* 1992; 42: 65. 18. Vidali G, Boffa LC, Bradbury EM, Allfrey VG. Butyrate suppression of histone deacetylation leads to accumulation of multiacetylated forms of histone H3 and H4 and increased DNase I sensitivity of the associated DNA sequences. *Proc Natl Acad Sci USA*. 1978; 75: 2239. 19. Kripke SA, Fox DA, Berman JM, Settle RG, Rombeau JL. Stimulation of intestinal mucosal growth with intracolonic infusion of short-chain fatty acids. *J Parent Ent-er Nutr* 1989; 13: 109. 20. Sakata T. Stimulatory effect of short-chain fatty acids on epithelial cell proliferation in the rat intestine: a possible explanation for trophic effect of fermentable fibre, gut microbes and luminal trophic factors. *Br J Nutr* 1987; 58: 95. 21. Mannis JG, Boda JM. Insulin release by acetate, propionate, butyrate and glucose in lambs and adult sheep. *Sm J Physiol* 1967; 213: 756. 22. Goodlad RA, Lenton W, Ghatei MA, Adrian TE, Bloom SR, Wright NA. Proliferative effects of fibre on the intestinal epithelium: Relationship to gastrin, enteroglucagon and PYY. *GUT* 1987; 28: 221. 23. Sakata T, von Engelhard W. Stimulatory effect of short chain fatty acids on the epithelial cell proliferation in rat large intestine. *Comp Biochem Physiol*, 1993; 74: 459. 24. Roediger WEW. Utilization of nutrients by isolated epithelial cells of the rat colon. *Gastroenterology* 1982; 83: 424. 25. Baldwin RL, Jesse VI, Jesse BW. Developmental changes in glucose and butyrate metabolism by isolated sheep ruminal cells. *J Nutr* 1992; 122: 1149. 26. Beaulieu KE, McBurney MI. Supplemental dietary fiber increases substrate oxidation in isolated rat colonocyte. *FASEB J* 1994; 8: A811(Abstr). 27. Chapman MAS, Grahn MF, Boyle MA, Hutton M, Rogers J, Williams NS. Butyrate oxidation is impaired in the colonic mucosa of sufferers of quiescent ulcerative colitis. *Gut* 1994; 35: 73. 28. Clausen MR, Mortensen PB. Kinetic studies on the metabolism of short-chain fatty acids and glucose by isolated rat colonocytes. *Gastroenterology* 1994; 106: 423. 29. Mitsuoka T, Hidaka H, Eida T. Effect of fructooligosaccharides on intestinal microflora. *Die Nahrung* 1987; 31: 927. 30. Okazaki M, Fujikawa S, Matsumoto N. Effect of xylooligosaccharide on the growth of bifidobacteria. *Bifidobacteria Microflora* 1990; 9: 77. 31. Hidaka H, Eida T, Takizawa T, Tokunaga T, Tashiro Y. Effects of fructooligosaccharides on intestinal flora and human health. *Bifidobacteria Microflora* 1986; 5: 37~50. 32. Hidaka H, Tashiro Y, Eida T. Proliferation of bifidobacteria by oligosaccharides and their useful effect on human health. *Bifidobacteria Microflora* 1991; 10: 65. 33. Homma N. Bifidobacteria as a resistance factor in human beings. *Bifidobacteria Microflora* 1988; 7: 35. 34. Howard MD, Gordon DT, Garleb KA, Kerley MS. Dietary fructooligosaccharide, xylooligosaccharide and gum arabic have variable effects on cecal and colonic microbiota and epithelial cell

proliferation in mice and rats. *J Nutr* 1995; 125: 2604. 35. Howard MD, Gordon DT, Pace LW, Garleb KA, Kerley MS. Effects of dietary supplementation with fructooligosaccharides on colonic microbiota populations and epithelial cell proliferation in neonatal pigs. *J Ped Gastro Nutr* 1995: in press.

BST에 대하여

BST 사용시 꼭 알고 있어야 할 주의사항은?

- A. 1) 건강한 젖소에 사용해야 합니다. 유방염, 부제병 등 질병에 걸린 상태에서는 사용하지 마십시오.
- 2) 몸짙(BCS, 신체충실지수)이 양호한(BCS 3이상) 개체에 적용하십시오.
- 3) 마른 개체 또는 영양상태가 좋지 않을 때는 임신확인후 몸짙이 회복된 시기에 사용하십시오.
- 4) 조산우보다는 2산차 이후에 사용하는 것이 좋습니다.
- 5) BST 사용기간 중에는 에너지 균형을 위한 고에너지 사료급여가 필요합니다.
- 6) 유량이 단기간에 20% 정도 증가하므로 고능력우에 맞는 위생관리, 특히 유방염 예방조치(착유기 관리, CMT test, 과착유 방지 등)를 실시하십시오.

애견 사이트

개족보 · 심리 · 훈련방법등 체계적 정리

개가 「수난을 겪는」 계절이 다가왔다. 그러나 인터넷상에서는 개를 보호하자는 운동도 한창이다. 야후에는 개를 보호하자는 운동(<http://www.yahoo.com/Recreation/Animals-Insects-and-Pets/Dogs>)에 대한 정보가 잘 정리돼 있다.

「개 작가모임(<http://www.prodogs.com/dwaa>)」은 60년전에 생긴 모임. 인터넷이 생긴이후 웹상에서도 개에 관해, 개의 관점에서 보는, 그리고 개를 위한 글들을 전세계 독자들에게 전달하고 있다. 개를 사랑하는 사람들은 접속해 볼만한 코너.

「개고르기(<http://earth.myriad.net/dogs/dogindex.html>)」는 전세계의 개들에 관한 정보를 알파벳순으로 담고 있다. 특징, 종자에 관한 족보와 유래, 특징, 그리고 그 종자와 관련된 웹사이트 목록등이 체계적으로 정리돼 있다. 이 사이트를 이용하면 기르고 있는 강아지가 순종인지 잡종인지 사진을 대조해 볼 수 있다. 한국산 진도개와 삼살개는 아직 없다.

「개 훈련 아카데미(<http://www.cyberdog.com>)」는 개의 행동과 심리등에 관한 자세한 설명과 개를 훈련시키기 위한 요령을 안내하고 있다. 특히 「당신의 개를 절대로 때리지 마시오」 등과 같은 코너에서는 명견을 만들기 위한 원칙과 16가지 훈련 팁, 개 심리학을 자세히 소개하고 있다. 버클리대학 「개놈」프로젝트(<http://mendel.berkeley.edu/dog.html>)는 광견병과 같은 「정신질환」에 대한 설명과 유전인자 분석등 개혈통에 대한 과학적 입문서 역할을 하고 있다.

개먹이에 대해 새 정보를 찾고 싶은 사람은 「홉오프」사(<http://www.hopoff.com>)나 「IAMS」사(<http://www.iamsco.com>)에 접속하면 도움을 얻을 수 있다.