

## 송아지의 바이러스성 설사

朴奉均

가축위생연구소

### 머릿말

송아지설사로 인한 경제적 손실은 크지만 원 인체라고 생각되는 미생물을 밝히기가 매우 어렵고 복잡하다. 여러 감염인자뿐 아니라 환경적, 영양적, 면역학적, 유전적 요소 등도 무시되어 질수 없다. 본 글에서는 송아지설사에 관여하는 바이러스를 살펴 조금이나마 이 질병을 이해하는데 도움을 주고저 지금까지 입수된 문헌을 중심으로 간단하게 기술해 보았다.

### Rotavirus

1969년 Nebraska農業研究所에서 송아지泄瀉發生時에採取한糞便濾過物에서 바이러스를分離하였다(Mebus 등, 1969). 처음에는 Nebraska calf scour virus 또는 reo-like virus로 불려지다가(Mebus 등, 1971) 후에 bovine rotavirus로 불려졌으며, reovirus, orbivirus 등과 Reoviridae에 속한다(Mohanty와 Dutta, 1981). 직경이 약 64mm이며 envelope는 없고 RNA virus이다.形態와 化學的 특성이 reovirus群과 유사하다(Welch, 1971). 6개의 structural polypeptide(p 102 k, p 91 k, p 84 k, p 45 k, p 37 k, p 34 k)로構成되어 있으며(Novo와 Esparza, 1981; Urquidi 등, 1981) 血球凝集성이 있고(Spence 등, 1976; Inaba 등, 1977) 感染된細胞培養物에서 바이러스의增殖과 함께 h-

emagglutinin inhibitor가生産되었다(Inaba 등, 1978).

Bovine rotavirus의分離바이러스 사이에는組織病理學的으로 차이가 인정되었으며 덜 virulent한分離바이러스의 polypeptide 전기영동상이 virulent한分離바이러스와 달랐다(Carpio 등 1981). 血清中和를通하여 적어도 2개의 다른血清型(type 1과2)이 있었다(Murakami 등, 1983).

Rotavirus는一般的으로細胞變性效果(CPE)의出現이 일정하지 않기 때문에細胞培養으로分離하기가 힘들어免疫형광기법, 免疫 전자현미경술과 같은特別한 기술을要하며 solid phase system (SPACE) (Bradburne 등, 1979), plaque reduction test (Estes와 Graham, 1980)와 같은技術이 계속해서開發되어지고 있다.여러가지細胞에順應되어 CPE를出現하면서增殖할 수 있다(Fernelius 등, 1972).

Bovine rotavirus는 Mebus (1975), Woode와 Bridger (1975), Tzipori (1981)에 의해 review되었다.

Rotavirus의 배설은接種後 48~72時間에 시작하여 적어도 14일까지 계속된다(Schwerts 등, 1983).

新生胎兒感染에서의臨床증상은 불현성감염 또는輕한 설사부터 심한 황색의 수양성하리, 탈수까지 다양하며(Mebus 등, 1971) 경우에 따라

서 감염된 송아지가 설사도 하기전에 죽는다(Mebus 등, 1969). 체온은 상승하거나 正常이며 코는 붉어져 딱지가 생기며 지나친 唾液分泌가 있을 수 있다. 보통 심하게 침울하고 먹기를 싫어한다. 脱水의 程度에 따라 죽기전에 전해질 불균형이 일어나며 경우에 따라서는 患畜의 50%에 이른다. 泄瀉의 發生시기는 一般的으로 출생후 3~10日쯤이다(Acres와 Babiuk, 1978).

肺는 약간 充血되거나 肺炎의 초기 症状을 보이나 이는 2次的인 것이다. 부검시 육안적 소견은 흡수되지 않은 牛乳, 水分, 단백질, 전해질 등으로 構成된 液体에 의해 腸이 팽창되어 있다. 장점막의 充血, 경우에 따라서는 腸 全般에 걸친 점상출혈외에는 별다른 소견이 없다. 垂急性으로 죽은 경우가 아니면 영양실조에 의한 지방위축이 심하다(Hibbs, 1974).

組織病理學的으로는 rotavirus의 본래의 病變은 纖毛上皮細胞에 있다(Theil 등, 1978; Pearson, 1978). 설사를 일으킨후 5~6시간 내에 纖毛는 빠르게 脱落되며 점차 미성숙평상피에 의해 교체된다. 경구감염시킨 송아지의 小腸上 部부터 感染되기 始作하여 나중에는 小腸全體에 感染된다(Mebus 등, 1972).

여러가지 動物의 血清에 대하여 calf rotavirus의 感染을 調査해 본 結果 guinea pig을 제외한 말, 양, 산양, 돼지, 개, 토끼, rat, 햄스터, 마우스, 송아지, 사람에서 觀察되었다(Takahashi, 1979). 1979년에 Schlafer와 Seott는 New York의 78개 牛群 110개 血清중 108개가 4~1024이상의 calf rotavirus에 대한 中和抗体를 가졌었다고 보고했다. Snodgrass 등(1980)은 1975-1978년까지 4년간 Scotland에서 수집한 소(牛)가검물의 23%에서 rotavirus를 檢出했다.

국소상피의 저항력과 血中抗体는 reoviruslike agent에 의한 송아지설사를 막는데 중요하게 평가되고 있다. 백신을 신생송아지에 경구접종시 설사발생이 현저히 감소되는데 이는 감염에 대

한 저항력이 血中抗体보다는 바이러스가 小腸上皮에 露出되는 것이 더 重要한 것으로 나타났다. 實驗적으로 死毒백신을 妊娠牛에 接種했을 때 血清中和抗体가 上昇하여 初乳와 乳中의 抗体를 높여 腸腔內에서 防禦力을 提供했다(Mebus 등, 1973). 30mg/ml以上の 免疫글로블린을 포함하는 充分한 量의 初乳를 攝取한 송아지는 泄瀉가 發生되지 않았다(McNulty, 1976). 그러나 野外조건에서의 効力은 불확실하다(Woode와 Bridegr, 1976).

진단은 바이러스의 분리, 형광항체법, negative contrast electron microscopy (England 등, 1976), ELISA와 counterimmunoelectrophoresis (Ekern 등, 1981)가 利用되고 있다.

### Coronavirus

1972年 美国 西部Nebraska에서 新生송아지 糞便으로부터 Stair 등에 의해 檢出되었으며 그 後 여러나라에서 分離되었다. 직경이 80~160nm의 크기에 특징적인 표면구조를 가졌다. RNA바이러스이며 에텔, 클로로포름, deoxycholate, 熱처리에 감수성이 있다(Sharpee 등, 1976; Sato 등, 1977). 트립신에 의해 쉽게 不活化되며 pH 5와 7에서 안정하나 pH 3에서는 感染力을 약간 잃는다(Sato 등, 1977). 血球흡착과 血球凝集性이 햄스터, 마우스, 랫트의 赤血球에서는 觀察되었으나 고양이, 개, 염소, 羊, 소, 말, 칠면조, 닭, 기니피, 토끼, 돼지, 사람(O형)의 赤血球에서는 관찰되지 않았다. 免疫형광현미경법(IFM)에 의해서 바이러스는 세포질에만 있음이 証明되었다(Langpap, 1979). b-ovine coronavirus는 human coronavirus OC 43과 抗原적으로 密接한 關係를 갖는다(Gerna 등, 1981).

Mebus 등은 實驗적으로 無菌송아지에 calf diarrhoea coronavirus를 感染시킨 後 腸病變을 研究하였다. 신생송아지에서는 19~24時間의 짧은 잠복기를 가지며 rotavirus보다 더 심한

임상증상과 腸損傷을 誘發시켰다. 臨床的으로는 중추신경계의 쇠약, 식욕부진, 침흘림, 泄瀉가 있었고, 부검시 육안적 소견으로는 第4胃에 凝乳와 小·大腸에 水樣性物質이 있었다. 組織學的으로는 小腸의 纖毛끝이 거친 덩어리로 덮혀 있었고 다른 纖毛의 끝은 上皮全體에 걸쳐 커다란 開口되어 있었다. 小腸中部의 纖毛는 짧아져 있었으며 근접한 융모와의 융합이 있었다. 융모의 表面은 不規則했으며 융모의 끝을 덮는 細胞는 거의 편평상피이었다(Mebus 등, 1975).

日本의 Takahashi 등(1980)은 檢査된 牛血清의 59%가 陽性이었다고 報告하였다.

무감별진단에서는 임상증상을 기초로 할 수 있으나 coronavirus의 特異抗原진단을 위하여는 실험실검사를 요한다. 바이러스는 免疫형광 현미경법에 의해서나 전자현미경(EM)으로 腸壁의 표본에서 증명할 수 있으며, 糞便바이러스는 전자현미경法 counterimmunoelectrophoresis(Mebus, 1979), hemadsorbitionelution hemagglutination assay(Balken 등, 1979), plaque assay(Vautherat, 1981) 등으로 검출할 수 있다. 트립신 처리는 바이러스의 增殖을 상승시키며(Toth, 1982), plaque形成의 촉진과 세포융합(Storz 등, 1981)을 돕는다. 송아지 氣管배양물의 感染을 증명하기 위해서는 血球凝集 시험이 자주 使用된다.

소 콩팥細胞에서 增殖시키고 縫口투여하는 馴化生毒백신이 使用돼 感染牛群에서 이환율과 폐사율을 줄이는데 도움이 되었다. rotavirus-coronavirus혼합백신이 初乳의 항체수준을 높이기 위해서 妊娠牛에 使用될 수 있다. 송아지가 充分한 초유를 섭취한다면 腸管内에서 상당한 방어력을 가질 수 있다(Kahrs, 1981).

### Parvovirus

1961年 송아지의 糞便에서 兪見된 바이러스는 높은 血球凝集価를 가졌으며 ether, 熱(Srivastava와 Lund, 1980)에 抵抗성이 매우 높

았다. 이를 Abinanti와 Warfield(1961)는 hemadsorbing enteric virus(HADEN)라 불렀다.

赤血球는 單層細胞상에 附着하며 이 분리바이러스는 parvovirus로 증명되었고 bovine parvovirus 1로 언급되고 있다. 모든 바이러스株의 增殖이 actinomycin D와 50 $\mu$ g/ml의 5-bromo-2'-deoxyuridine에 依해 抑制되는 것으로 보아 間接的으로 DNA가 viral genome임을 알수 있다(Storz와 Warren, 1970; Bates 등, 1972).

Nonsynchronization된 細胞보다도 synchronization된 細胞에서 DNA복제(S phase)가 시작되는 時期에 感染된 細胞에서 infections progeny의 生産은 더 빠른 比率로 增加한다(Parris와 Bates, 1976).

사람, 돼지, 고양이, 개, 랫트에서 分離된 parvovirus의 抗血清은 bovine parvovirus의 感染성과 혈구응집력을 抑制하지 못하였다(Storz와 Bates, 1973). 알려진 모든 bovine parvovirus는 抗原的으로 같으며 사람이나 다른 動物의 것과는 다르다(Hoggan, 1971; Storz 등, 1972).

細胞培養上에서 bovine parvovirus는 Cowdry type A의 Feulgen-positive 核內封入體를 誘導한다. 전자현미경으로는 이 核의 核質에 직경 20~22nm이며 육각형바이러스가 자리하고 있음을 알 수 있다.

Bovine parvovirus는 활발하게 增殖하는 primary bovine fetal cell인 肺(BFL), 脾臟(BFS), 睪丸, 콩팥, 副腎에서 자라는 것으로 밝혀졌으며 最適 증식은 BFL과 BFS에서 觀察되었다. 妊娠中 胎兒에서는 여러 臟器에서 再分離되었다고 Storz 등(1978)은 報告하였다.

Storz 등(1972)은 35개 牛群의 血清調査에서 6個를 제외한 29個牛群이 bovine parvovirus에 對한 抗体를 가졌음을 알아냈고 感染牛群에서 檢査된 소中 64%가 1:8 이상의 血구응집억제력을 가졌었다. Barnes 등(1982)은

south carolina의 乳牛群(대조군 : 73두, 시험군 : 104두)에 대한 血清調査에서 59.7%의 陽性率을 報告, bovine parvovirus에 대한 양성우들은 胎兒致死率이 높고 번식에 문제가 있는 群과 관련이 있음이 밝혀졌다.

實驗的으로 bovine parvovirus는 經口 또는 靜脈注射後 신생송아지의 腸細胞를 感染시켰다 (Storz와 Bafes, 1973). 腸管의 모든 용모의 흡수상피세포(enterocyte)가 감염되었으나 면역형광법에 依해 감염율이 가장 높게 나타난 곳은 空腸과 回腸이었다. 감염된 enterocyte는 파괴되었으며 이들 송아지는 粘液性泄瀉後 水樣性으로 發展했다. 바이러스는 接種 24時間後부터 糞便으로 배설되기 시작했다. viremia는 經口접종보다 정맥주사시 더 길었으며, 백혈구에서는 규칙적으로 赤血球에서는 가끔 바이러스가 分離되었다. viremia가 있는 동안은 다른 臟器들도 感染되었으나 胸線, 副腎을 포함한 임파세포에서 가장 뚜렷이 증식했다. 뇌감염도 일어났다.

Bovine parvovirus는 신생송아지에 병원성이 있다. 이 병원체의 이례적인 성질과 활발하게 증식하는 세포에 대한 친화성때문에 이 바이러스 감염의 중요성을 이해하고 탐구하기 위해 더 많은 노력이 필요하다.

Tzipori(1981)가 설사를 일으키는 여러 미생물과 함께 review했다.

#### Fringed particle

Fringed particle은 美國의 한 肥肉牛群의 송아지泄瀉糞便에서 發見된 virus樣粒子이다. 한 肥肉牛群에서 송아지의 약 80%가 설사를 일으켜 急速히 脱水되다가 出生後 몇일 안되어 죽었다. 살아남은 송아지를 安樂死시켜 剖檢한 結果 小腸과 大腸의 組織切片은 송아지설사 rotavirus(reovirus-like agent)와 coronavirus의 면역형광에 陰性이었다. 顯微鏡 관찰(LM)에서 小腸中部의 용모는 적은 數의 圓柱上皮細胞를 가졌으며 조그만 막대모양의 細菌이 纖毛表面

에 많이 붙어 있었다. 回腸組織의 切片에서 는 纖毛 上1/3의 上皮細胞에 空胞가 形成된 圓柱上皮細胞를 가졌으며 그들中 몇몇은 細胞質에 커다란 好酸性滴(초유)을 含有했었다. 많은 세균이 용모표면에 붙어 있었다. transmission electronmicroscopy(TEM)에 依해 검사된 분변재료는 많은 fringed viral particle(100nm의 크기)과 少數의 cubic symmetry의 60~70nm粒子를 含有했었다.

바이러스性粒子가 以前에 證明된 agent와 關係를 보이지 않기에 爲해서 이 物質을 더 이상 알아보기 위해 無菌송아지에 接種했다. 경구접종 시부터 설사를 일으킬때까지는 潛伏期가 8시간이었다. 病原性細菌에 감염되지 않았거나 무균송아지에서의 感染은 단지 24時間동안만 甚하게 發病했다. 대장균K99와 같은 세균이 複合 感染되었을 때는 致死를 일으켰다. 병변은 小腸의 纖毛上皮에서만 일어났다. 泄瀉를 일으키기 前後에 安樂死된 송아지는 纖毛上皮가 合胞細胞를 形成했으며 細胞質에 많은 바이러스를 含有했었다. 설사를 일으킨 뒤 2~3시간내에 감염세포는 튀어나오고 纖毛는 끝이 벗겨지거나 立方내지는 편평에 이르는 上皮細胞를 가졌었다 (Mebus등, 1978).

#### Astrovirus

설사하는 어린이의 糞便에서 최초로 알려진 以來(Madeley와 Cosgrove, 1975) 어린 羊(S-nod grass와 Gray, 1977), 송아지(Woode와 Bridger, 1978), 칠면조(McNulty등, 1980), 사슴(Tzipori등, 1981)을 포함한 여러 동물에서 檢出되었다.

바이러스의 모양이 언뜻보아 별모양을 하였다 하여 astrovirus라 했는데(Madeley와 Cosgrove 1975)이 명칭은 잠정적일 뿐 분류법에 의한 것이 아니다. 직경이 28~30nm되며 외가닥(Single Stranded) RNA genome으로 構成되어 있고 유기용매에 안정하다.

신생무균동물에서 輕한 설사나 준임상형을 유

발하며 腸内病原바이러스로서의 역할은 많은 연구를 要한다(Woode와 Bridger, 1978).

영국에서는 제한된 조사결과, 조사대상 22群中 半이 astrovirus에 대한 항체를 보유했었다(Woode와 Bridger, 1978). 송아지, 어린 羊, 사람으로부터 分離된 astrovirus사이에는 항원적으로 관계가 없었다(Snodgrass등, 1979). 조직학적으로는 小腸의 中間部位에서 輕한 纖毛 위축을 일으키며 면역형광기법으로 바이러스가 소장 상피세포에 감염하는 것을 알 수 있다(Snodgrass등, 1979). 현재는 direct electron microscopy 또는 조직배양을 이용한 면역형광항체법 두가지 方法이 糞便에서 바이러스를 檢出하는데 이용되고 있다.

### Calicivirus

영국에서 1978년 Woode와 Bridger가 송아지의 腸内病原体로서 calicivirus-like agent를 보고했다. 직경이 33nm의 크기에 single stranded RNA로 구성되어 있으며 무균송아지에서 설사를 일으키고 腸中부의 纖毛를 위축시켰으며 rotavirus에 의한 것보다는 훨씬 輕한 편이나 纖毛의 흡수상피세포에 대한 영향은 그 차이가 심했다. 腸内에서의 病原性を 明白히 하기 위해서는 더 많은 연구가 필요하다. 한정된 혈청 조사에서 영국에 광범위하게 분포했다.

### 맺는 말

설사는 어느 한 병원체에 의한 경우보다는 대부분 복합감염에 기인하기때문에 적절한 조치와 사양관리에따라 영향을 많이 감소시킬 수 있으리라 믿는다. 한두가지 백신을 이용해 설사를 막을 수 있다고 생각한다면 이는 바위에 계란을 던지는 격이 될 것이다.

### 〈参考文献〉

#### Rotavirus

1. Acres, S. D. and Babiuk, L. A. 1978.: Studies on rotaviral antibody in bovine serum and lacteal secretions

using radioimmunoassay. J Am Vet Med Assoc 173: 555-559.

2. Bradburne, A. F., Almeida, J. D., Gardner, P. S., Moosai, R. B., Nash, A. A. and Coombs, R. R. A. 1979.: A solid phase system (SPACE) for the detection and quantitation of rotavirus in feces. J. gen. Virol. 44:615-623.

3. Carpio, M., Bellamy, J. F. C. and Babiuk, L. A. 1981.: Comparative virulence of different bovine rotavirus isolates. Can J Comp Med 45:38-42.

4. Eken, L. J., Schipper, I. A. and McMahon, K. J. 1981.: Neonatal bovine enteritis: Detection of rotavirus by counterimmunoelectrophoresis and enzyme-linked immunosorbent assay. Can J comp Med 45:135-139.

5. England, J. J., Frye, C. S. and Enright, E. A. 1976.: Negative contrast electron microscopic diagnosis of viruses of neonatal calf diarrhea. Cornell Vet 66:172-182.

6. Estes, M. K. and Graham, D. Y. 1980.: Identification of rotaviruses of different origin by the plaque-reduction test. Am J Vet Res 41:151-152.

7. Fernelius, A. L., Ritchie, A. E., Classic, L. G., Norman, J. O. and Mebus, C. A. 1972.: Cell culture adaptation and propagation of a reovirus-like agent of calf diarrhea from a field outbreak in Nebraska. Arch Gesamte Virusforsch 37:114-130.

8. Hibbs, C. M. 1974.: Some viral diseases associated with cow calf production. Bovine Pract 9:51-56.

9. Inaba, Y., Sato, K., Takahashi, F., Kurogi, H., Akashi, H., Satoda, K., Omori, T. and Matumoto, M. 1978.: Production of calf rotavirus hemagglutinin inhibitors in the infected cell culture fluid. Microbiol Immunol 22: 647-649.

10. Inaba, Y., Sato, K., Takahashi, E., Kurogi, H., Satoda, K., Omori, T. and Matumoto, M. 1977.: Hemagglutination with Nebraska calf diarrhea virus. Microbiol Immunol 21:531-534.

11. McNulty, M. S., McFerran, J. B., Bryson, D. G., Logan, E. F. and Curran, W. L. 1976.: Studies on rotavirus infection and diarrhoea in young calves. Vet Rec 99:229-230.

12. Mebus, C. A. 1975.: Reovirus and rotavirus infections. Proc US Anim Health Assoc 79:345-349.

13. Mebus, C. A., Stair, E. L., Underdahl, N. R. and Twiehaus, M. J. 1971.: Pathology of neonatal calf diarrhea induced by a reo-like virus. Vet Pathol 8:490-505.

14. Mebus, C. A., Underdahl, N. R., Rhode, M. B. and Twiehaus, M. J. 1969.: Calf diarrhea (scours): Reproduced with a virus from a field outbreak. Univ Nebr Res Bull 233:1-16.

15. Mebus, C. A., White, R. G., Bass, E. P. and Twiehaus, M. J. 1973.: Immunity to neonatal calf diarrhea virus. JAVMA 163:880-883.

16. Mebus, C. A., White, R. G., Stair, E. L., Rhode, M. B. and Twiehaus, M. J. 1972.: Neonatal calf diarrhea: Results of a field trial using a reo-like virus vaccine. *Vet Med Small Anim Clin* 67:173-178
  17. Mohanty, S. B. and Dutta, S. K. 1981.: *Veterinary Virology*. Lea & Febiger, London pp. 26-27.
  18. Murakami, Y., Nishioka, N., Hashiguchi, Y. and Kuniyasu, C. 1983.: Serotypes of bovine rotaviruses distinguished by serum neutralization. *Infection and Immunity* 40:851-855.
  19. Myers, L. L. and Snodgrass, D. R. 1982.: Colostral and milk antibody titers in cows vaccinated with a modified live-rotavirus-coronavirus vaccine. 181:486-488.
  20. Novo, E. and Esparza, J. 1981.: Composition and topography of structural polypeptides of bovine rotaviruses. *J gen Virol* 56:325-335.
  21. Pearson, G. R., McNulty, M. S. and Logan, E. F. 1978.: Pathological changes in the small intestine of neonatal calves naturally infected with reo-like virus (rotavirus). *Vet Rec* 102:454-458.
  22. Schlafer, D. H. and Scott, F. W. 1979.: Prevalence of neutralizing antibody to the calf rotavirus in New York cattle. *Cornell Vet* 69:262-271.
  23. Schwers, A., Vanden Broecke, C., Pastoret, P. -P., Werenne, J., Dagenais, L. and Maenhaut, M. 1983.: Dose effecton experimental reproduction of rotavirus diarrhea in colostrum-deprived newborn calves. *Vet Rec* 112:250.
  24. Snodgrass, D. R.: Herring, J. A., Reid, H. W., Scott, F. M. M. and Gray, E. W. 1980.: Virus infections in cattle and sheep in Scotland 1975-1978. *Vet Rec* 106: 193-195.
  25. Spence, L., Fauvel, M., Petro, R. and Bloch, S. 1976.: Hemagglutinin from rotavirus. *Lancet* 2:1023.
  26. Takahashi, E., Inaba, Y., Sato, K., Kurogi, H., Akashi, H., Satoda, K. and Omori, T. 1979.: Bntibody to rotavirus in various animal species. *Nat Inst Anim H-lth Quart* 19:72-73.
  27. Theil, K. W., Bohl, E. H., Cross, R. F., Kohler, E. M. and Agnes, A. G. 1978.: Pathogenesis of porcine rotaviral infection in experimentally inoculated gnotobiotic pigs. *Am J Vet Res* 39:213-220.
  28. Tzipori, S. 1981.: The aetiology and diagnosis of calf diarrhea. *Vet Rec* 108:510-514.
  29. Urquidi, V., Novo, E. and Esparza, J. 1981.: Protein synthesis in cells infected with bovine rotavirus. 53:363-369.
  30. Welch, A. B. 1971.: Purification, morphology and partial characterization of a reovirus-like agent associated with neonatal calf diarrhea. *Can J comp Med* 35: 195-202.
  31. Woode, G. N. and Bridger, J. C. 1975.: Viral enteritis in calves. *Vet Rec* 96:85-88.
  32. Woode, G. N. and Bridger, J. C. 1976.: Rotavirus in calver. *Vet Rec* 99:322-32 .
- Coronavirus**
33. Balken, J. A. M., Van Leeuw, P. W., De Ellens, D. J. and Straver, P. J. 1979.: Detection of coronavirus in calf feces with a hemadsorption-elution-hemagglutination assay (HEHA). *Vet Microbiol* 3:205-211.
  34. Gerna, G., Cereda, P. M., Revello, M. G., Cattaneo, E., Battaglia, M. and Gerna, M. T. 1981.: Antigenic and biological relationships between human coronavirus OC43 and neonatal calf diarrhea coronavirus. *J. gen. Virol.* 54:9 -102.
  35. Kahrs, R. F. 1981.: Viral diseases of cattle. The IOW A State Univ. Press AMES IOWA p. 111.
  36. Langpap, T. J., Bergeland, M. E. and Reed, D. E. 1979.: Coronaviral enteritis of young calves: Virologic and pathologic findings in naturally occurring infections. *Am J Vet Res* 40:1476-1478.
  37. Mebus, C. A. 1979.: Calf coronavirus and rotavirus infections: An update. *Bovine Pract* 14:129-130.
  38. Mebus, C. A., Newman, L. E., Stair, E. L. 1975.: Scanning electron, light, and immunofluorescent microscopy of intestine of gnotobiotic calf infected with calf diarrheal coronavirus. *Am J Vet Res* 36:1719-1725.
  39. Sato, K., Inaba, Y., Kurogi, H., Takahashi, E., Ito, Y., Goto, Y., Omori, T. and Matumoto, M. 1977.: Physico-chemical properties of calf diarrhea coronavirus. *Veterinary Microbiology* 2:73-81.
  40. Sharpee, R. L., Mebus, C. A., Bass, E. P. 1976.: Characterization of a calf diarrheal coronavirus. *Am J Vet Res* 37:1031-1041.
  41. Stair, E. L., Rhodes, M. B., White, R. G. and Mebus, C. A. 1972.: Neonatal calf diarrhea: Purification and electron microscopy of a coronavirus-like agent. *Am J Vet Res* 33:1146-1156.
  42. Storz, J., Rott, R. and Kaluza, G. 1981.: Enhancement of plaque formation and cell fusion of an enteropathogenic coronavirus by trypsin treatment. *Infection and Immunity* 31:1214-1222.
  43. Takahashi, E., Inaba, Y., Sato, ., Ito, Y., Kurogi, H., Akashi, H., Satoda, K. and Omori, T. 1980.: Epizootic diarrhea of adult cattle associated with a coronavirus-like agent. *Vet Microbiol* 5:151-154.
  44. Toth, T. E. 1982.: Trypsin-enhanced replication of neonatal calf diarrhea coronavirus in bovine embryonic lung cells. *Am J Vet Res* 43:967-972.
  45. Vautherot, J. F. 1981.: Plaque assay for titration of bovine enteric coronavirus. *J gen Virol* 56:451-455.

## Parvovirus

46. Abinanti, F. R. and Warfield, M. S. 1961.: Recovery of a hemadsorbing virus (HADEN) from the gastrointestinal tract of calves. *Virology* 14:288-289.
47. Barnes, M. A., Wright, R. E., Bodine, A. B. and Alberty, C. F. 1982.: Frequency of bluetongue and bovine parvovirus infection in cattle in South Carolina dairy herds. *Am J Vet Res* 43:1078-1080.
48. Bates, R. C., Storz, J. and Reed, D. E. 1972.: Isolation and characterization of bovine parvoviruses. *J Infect Dis* 126:531-536.
49. Hoggan, M. D. 1971.: Small DNA virus. In comparative virology edited by K. Maromorosch and E. Kurstak, Academic press, New York, N. Y. : 43-79.
50. Parris, D. S. and Bates, R. C. 1976.: Effect of bovine parvovirus replication on DNA, RNA, and protein synthesis in Sphase cells. *Virology* 73:72-78.
51. Srivastava, R. N. and Lund, E. 1980.: The stability of bovine parvovirus and its possible use as an indicator for the persistence of enteric virus. *Watgr Research* 14:1017-1021.
52. Storz, J. and Bates, R. C. 1973.: Parvovirus infections in calves. *JAVMA* 163:884-886.
53. Storz, J., Bates, R. C., Warren, G. S. and Howard, T. H. 1972.: Distribution of antibodies against bovine parvovirus 1 in cattle and other animal species. *Am J Vet Res* 33:269-272.
54. Storz, J. and Warren, G. S. 1970.: Effect of antimetabolites and Actinomycin D on the replication of HADEN, a bovine parvovirus. *Arch ges Virusforsch* 30:271-274.
55. Storz, J., Young, S., Carroll, E. J., Bates, R. C., Bowen, R. A. and Keney, D. A. 1978.: Parvovirus infection of the bovine fetus: Distribution of infection, antibody response, and age-related susceptibility, 39:1099-1102.
56. Tzipori, S. 1981.: The aetiology and diagnosis of calf diarrhea. *Vet Res* 108:510-514.

## Astrovirus, Calicivirus and Fringed particle

57. Madeley, C. R. and Cosgrove, B. P. 1975.: 28nm particles in feces in infantile gastroenteritis. *The Lancet* ii:451-452.
58. McNulty, M. S., Curren, W. L. and McFerran, J. B. 1980.: Detection of astroviruses in turkey faeces by direct electron microscopy. *Vet Rec* 106:561.
59. Mebus, C. A., Rhodes, M. B. and Underdahl, N. R. 1978.: Neonatal calf diarrhea caused by a virus that induces villous epithelial cell syncytia. 39:1223-1228.
60. Snodgrass, D. R., Angus, K. W., Gray, E. W., Menzies, J. D. and Paul, G. 1979.: *Archives of virology* 60: 127.
61. Snodgrass, D. R. and Gray, E. W. 1977.: *Archives of Virology* 55:287.
62. Tzipori, S., Menzies, J. D. and Gray, E. W. 1981.: Detection of astroviruses in turkey faeces by direct electron microscopy. *Vet Rec* 106:561.
63. Woode, G. N. and Bridger, J. C. 1978.: *Journal of Medical Microbiology* 11:441.