大韓獸醫學會誌(1987) 第27卷 第1號
Korean J. Vet. Res. (1987) Vol. 27, No. 1, pp. 127~135

電針刺戟이 염소의 第一 및 四胃運動에 미치는 영향

南治州 · 鄭昌國 · 趙忠鎬 · 成在基
서울大學校 獸醫科大學

(1987. 1. 7 接受)

Effects of Electroacupuncture on Motility of the Rumen and Abomasum of Goats

Tchi-chou Nam, Chang-kook Cheong, Choong-ho Jo and Jai-ki Sung
College of Veterinary Medicine, Seoul National University

(Received January 7th, 1987)

Abstract: Ruminal and abomasal motility after electroacupuncture was investigated in normal goats and in goats with induced hypocalcaemia. Electroacupuncture was performed with a current of 1 volt and 3Hz at the acupoints of Tien Ping(positive) and Pai Hui(negative) for 30 minutes.

The adequate range of electroacupuncture stimulation for goats was 1 to 2 volt and 2 to 3 Hz.

After electroacupuncture stimulation in normal goats, rates of rumen and abomasal contractions were not changed or were slightly increased, but amplitudes of rumen and abomasal motility markedly increased.

The effects of electroacupuncture stimulation lasted from about 10 minutes to 30 minutes after the end of electroacupuncture.

The amplitudes of rumen motility were increased by the administration of bethanechol chloride in goats. Ruminal contractions were not influenced by electroacupuncture following atropine sulphate.

The rates of rumen and abomasal movements were not changed, but its amplitudes were reduced by inducing hypocalcaemia in goats. Motility of the rumen and abomasum was not accelerated by electroacupuncture in goats with induced hypocalcaemia.

緖 論

東洋醫學인 獸醫針術은 간편하고 경제적이며 有效하여 민간에서 전해져 내려오고 있었다. 그러나 針術의 治療機轉에 대하여는 많이 硏究되어 있지 않아 醫學的 지지를 받지 못하였다. 最近 歐美 각국 西洋 醫學界에서 東洋醫學에 대한 관심도가 높아져 基礎에서 臨床에 이르기까지 활발한 硏究가 進行되고 있다.

鍼術은 消化器系 疾病에 대하여 效果가 있으며 確實히 胃 運動에 영향을 미친다. 正常人의 足三里에 刺針하였을 경우 胃運動은 振幅의 增大, 收縮回數의 增加, 胃의 收縮時間의 연장과 排泄時間의 短縮 등을 觀察할 수 있었다(權五鉉과 崔泰巖, 1978; O'connor와 Bensky, 1975).

針術의 消化器系에 대한 作用은 副交感神經 興奮과 유사하였으며, 副交感神經 抑制劑인 애트로핀에 의하여 차단되었다(Clifford와 Lee, 1979; Clifford 등, 1977). 또 針術에 의한 胃運動의 감소는 內臟神經을 통한 交感神經性 受容體의 反射的 刺戟에 기인하는 것이라고 하였다(Dai 등, 1974). 한편 어느 穴位에 刺針하느냐에 따라 胃 機能이 완만하기도 하고 항진되기도 한다는 사실도 밝혀졌다(權五鉉과 崔泰巖, 1978;

O'connor와 Bensky, 1975).

最近 獸醫臨床分野에서도 針通電에 의한 消化器疾患의 治療效果에 대하여 報告되었다.

川井와 橋口(1983)는 소화기장해 3例中 全例 有效하였다고 하였으며, 太田(1985)와 野村(1983)는 第四胃轉位症 罹患牛에 있어서 通電後 10~20分에 胃 運動이 亢進되어 有效하였다고 하였다.

本 硏究에서는 反芻獸에서 發生率이 높은 消化器 疾患에 대하여 針術이 效果가 있는지를 알기 위하여 소와 비슷한 解剖構造와 生理機能을 갖고 있는 韓國在來山羊에 있어서 健康한 狀態와 低칼슘血症狀態에서 電針刺戟이 第一胃 및 第四胃의 運動性에 미치는 效果를 調査하였다.

材料 및 方法

實驗動物: 臨床的으로 건강하다고 認定되는 암수 성숙한 2~3세, 체중 20kg 內外의 韓國在來山羊 14頭를 3實驗群으로 나누어 實驗하였다. 1群은 通電條件, 電極裝着, 筋電圖 記錄方法 등의 豫備實驗群이었고, 2群은 正常狀態에서 電針刺戟이 第一胃 및 四胃의 運動에 미치는 效果를 調査하는 實驗群이었고, 3群은 低칼슘血症을 유발시킨 후 電針刺戟이 第一胃 및 四胃의 運動性에 미치는 影響을 調査하는 實驗群이었다.

通電條件: 基礎實驗結果 山羊에 適當한 것으로 認定되는 1volt, 3Hz, 造穴은 一般的으로 消化器系의 針治療에 사용되는 天平(+), 百會(-) 穴位를 擇하여, No. 4 針을 1.5~2cm 刺入하고, TEC pulse 刺激裝置 AM-3000(デンカ製藥株式會社, 日本)으로 20~30分 通電시켰다.

電極의 裝着: 本 實驗에 使用한 電極은 직경 7mm의 silver plate 雙極電極이었다. 電極의 裝着은 先人들의 방법을(Gregory, 1982; Ruckebusch, 1970; Itabisashi와 Matsumoto, 1966) 응용하여 Fig. 1 및 2에서와 같이 第一胃運動性을 調査하기 위하여는 좌측겸부를 개복하고 第一胃 背囊에, 第四胃運動性을 調査하기 위하여는 우측겸부를 개복하여 第四胃 幽門部에 각각 漿膜下織 근육층 속에 電極間 5mm 間隔으로 삽입 매몰 고정시켰다.

低칼슘血症 誘發: 低칼슘血症은 Huber 등(1981)과 Daniel(1983)의 方法에 따라 4.7% disodium ethylenediaminetetraacetate(Na_2-EDTA) 溶液을 NaOH로 pH 7.0으로 맞추어서 頸靜脈으로 2.5mg/kg/min 속도로 임상적으로 低칼슘血症의 증상을 보일때까지 주입하였다.

血淸칼슘濃度測定: Na_2-EDTA를 주입하기 전과 주입 完了한 후에 경정맥으로 血液을 採取하여 血淸을 분리한 다음 Ca測定用試藥 set(國際試藥株式會社, 日本)로 OCPC變法에 의하여 分光光度計(島津株式會社, 日本)로 測定하였다.

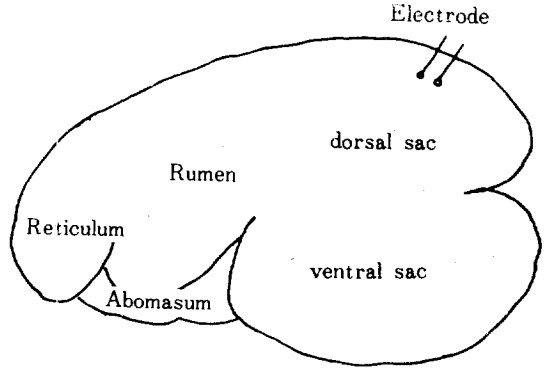

Fig. 1. Points of electrode placement in the rumen.

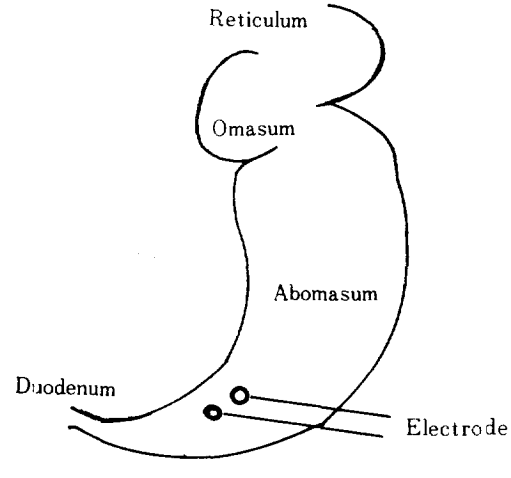

Fig. 2. Points of electrode placement in the abomasum.

Bethanechol chloride 및 atropine sulphate: Bethanechol chloride는 0.2mg/kg을 皮下 注射하였으며, atropine sulphate는 0.2mg/kg을 靜脈注射하였다.

筋電圖記錄: 第一胃 및 第四胃 收縮運動은 胃壁에 入植시킨 電極을 physiograph(Narcobiosystem, USA)에 연결하여 筋電圖를 기록하였다. 이때의 時定數는 0.03였고, 기록속도는 0.1cm/sec였다.

結 果

韓國在來山羊의 정상상태와 低칼슘血症狀態에서 天

平, 百會 穴位에서 1 volt, 3Hz로 20~30分 電針 刺戟하였을때 第一胃 및 第四胃의 運動性에 미치는 影響을 調査한 成績은 다음과 같다.

山羊에 대한 通電範圍: 山羊의 電針刺戟에 대한 適當한 通電條件은 體幹部를 包含하여 前肢, 後肢까지 규칙적인 刺戟을 나타내는 效果가 있으며, 四肢强直, 발작, 울부짖음, 고통 등을 호소하지 않을 정도인 1~2 volt, 2~3Hz였으며, 本 實驗에서는 1 volt, 3Hz의 電針刺戟을 實施하였다.

정상상태의 山羊의 第一 및 四胃運動에 電針刺戟이 미치는 效果: 정상상태의 山羊에서 電針刺戟이 第一 및 四胃運動에 미치는 效果는 Fig. 3 및 4와 같다.

정상상태의 山羊의 第一胃運動은 10분동안 7~8회의 비교적 규칙적인 primary contraction과 secondary contraction이 연속되었다. 그러나 항상 이 두 波形이 연속되는 것은 아니었다.

電針刺戟후 第一胃 運動은 수축횟수는 거의 變化가 없거나 약간 增加하였으나, 振幅은 상당히 增加되었다. 또한 電針刺戟전에는 波形은 比較的 규칙적이었으나 電針刺戟후에는 불규칙하였다.

電針刺戟效果는 通電終了後 10분경에 일어나서 30분까지 지속하다가 그후 通電前으로 回復하는 경향이었다.

정상상태의 第四胃運動은 通電前 1분동안 약 6~7회의 수축횟수를 보였으며, 電針刺戟終了후 收縮回數는 變化되지 않거나 또는 약간 增加하였으며 그러나 振幅은 상당히 增幅하였다. 通電 30분후에는 通電前으로 복귀하는 경향을 보였다. 第四胃運動은 電針刺戟前後 다같이 波形이 불규칙 하였다.

정상상태의 山羊에 bethanechol chloride 投與가 第一胃運動에 미치는 效果: 副交感神經의 긴장을 높여 內臟臟器의 運動을 활발히 하는 bethanechol chloride를 山羊에 皮下注射한후 第一胃運動을 觀察한 성적은 Fig. 5와 같다. Bethanechol chloride投與 5분후부터 第一胃運動의 振幅이 增加되기 시작하였으며, 運動回數는 變化되지 아니하였다. 이와같은 작용은 약 30분동안 지속되었으며 그후 정상으로 回復되는 경향을 보였다.

정상상태의 山羊에 atropine sulfate 投與後 針刺戟이 第一胃運動에 미치는 影響: 副交感神經遮斷劑인 atropine sulphate를 山羊에 投與한 후 電針刺戟을 시켰을 때 第一胃運動의 變化를 觀察한 成績은 Fig. 6과 같다. Atropine sulphate 投與後 第一胃運動의 收縮回數는 變化하지 아니하였으나 振幅은 크게 감소되었다. 이때에 電針刺戟을 實施하여도 第一胃運動性에는 變化를 일으키지 아니하였다.

低칼슘血症 山羊의 第一胃 및 四胃運動에 針刺戟이 미치는 影響: Na_2-EDTA로서 山羊에 低칼슘血症을 유발시키고 이때 針刺戟을 實施한 후 第一胃 및 四胃運動에 미치는 영향을 조사한 성적은 Fig. 7 및 8과 같다.

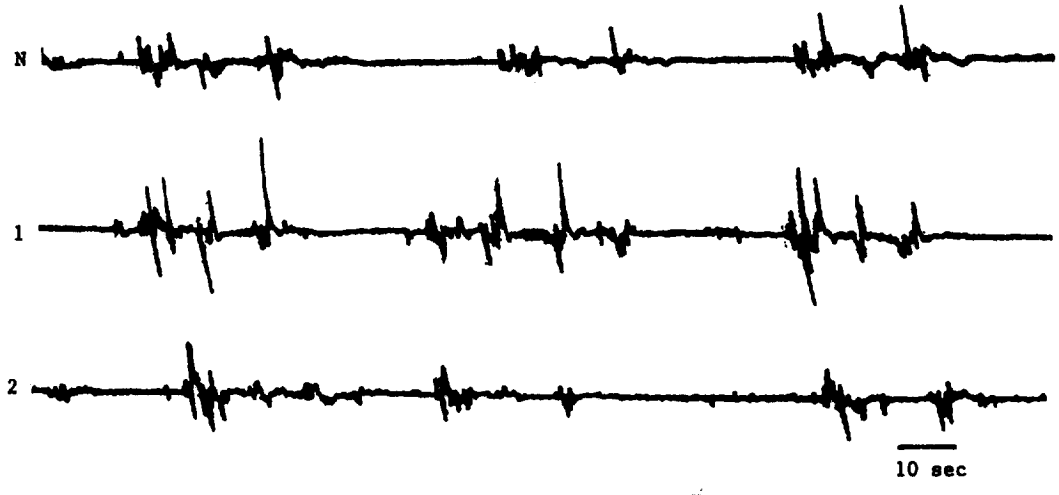

Fig. 3. Influence of electroacupuncture on ruminal motility in normal goats.

N : Normal tracing, 1 : 10min after electroacupuncture, 2 : 30min after electroacupuncture.

Fig. 4. Influcence of electroacupuncture on abomasal motility in normal goats.

N : Normal tracing, 1 : 10min after electroacupuncture, 2 : 30min after electroacupuncture.

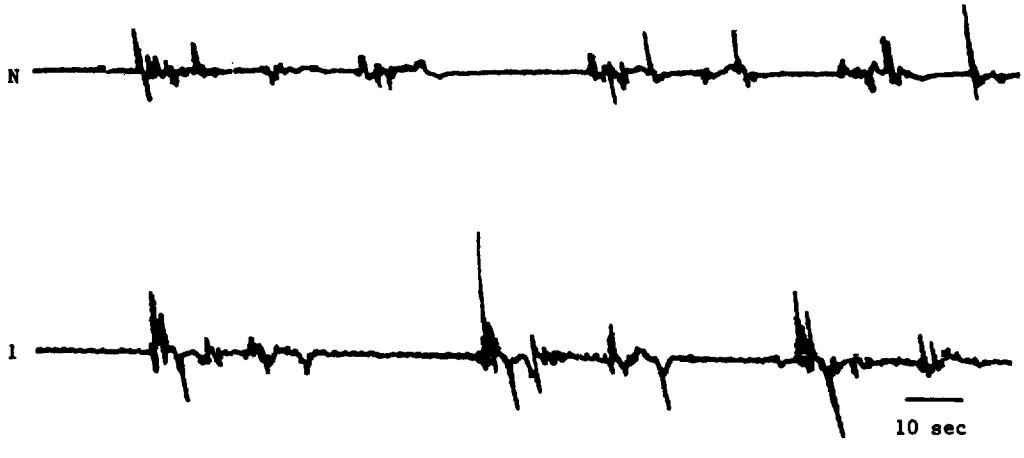

Fig. 5. Influence of bethanechol chloride on ruminal motility in normal goats.

N : Normal tracing, 1 : After bethanechol chloride

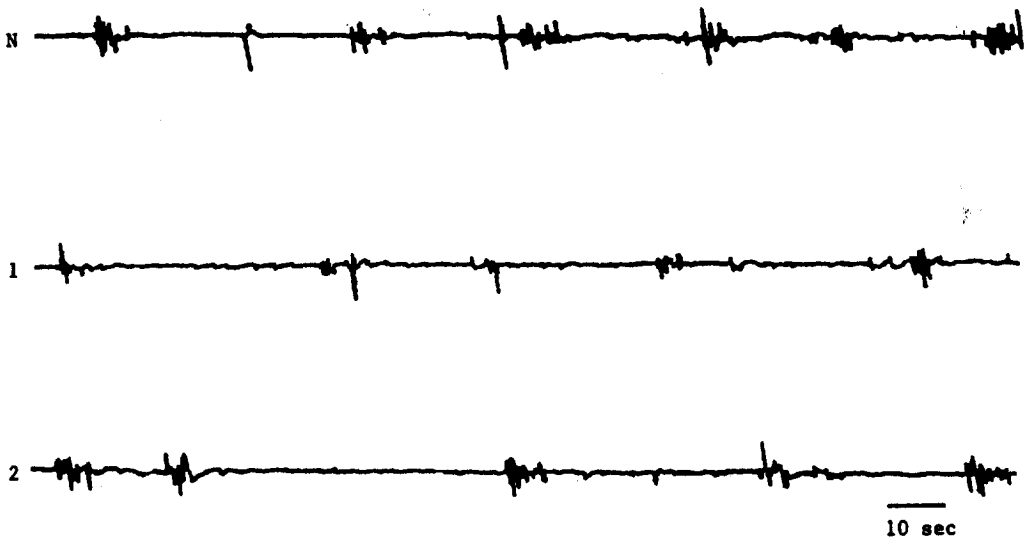

Fig. 6. Influence of electroacupuncture on ruminal motility after administration of atropine sulphate in goats.

N : Normal tracing, 1 : After atropine sulphate, 2 : After electroacupuncture.

Fig. 7. Influence of electroacupuncture on ruminal motility after induction of hypocalcaemia in goats.

N : Normal tracing, 1 : After induction of hypocalcaemia, 2 : After electroacupuncture.

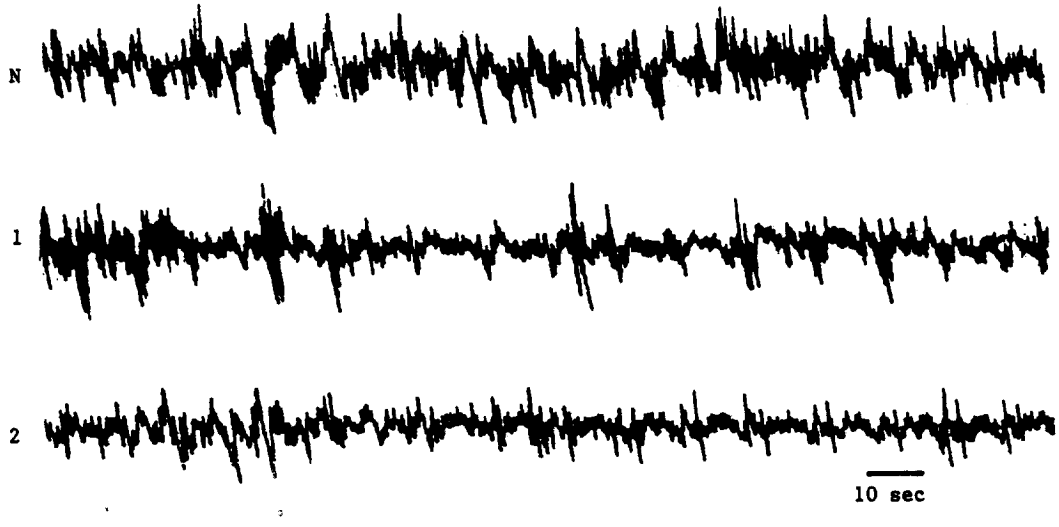

Fig. 8. Influence of electroacupuncture on abomasal motility after induction of hypocalcaemia in goats.

N : Normal tracing, 1 : After induction of hypocalcaemia, 2 : After electroacupuncture.

低칼슘血症 狀態에 이르면 불안, 흥분하고 경련이 일어나며, 後軀가 비틀거리고, 이상한 울부짖는 소리를 내며 虛脫狀態에 빠지기도 하고, 쓰러졌다가 일어서는 등의 임상증상을 보였다. 低칼슘血症을 유발하기 위한 Na_2-EDTA 주입시간은 20~50분이었으며, Na_2-EDTA 주입전의 血淸칼슘濃度는 5.94~9.64mg/dl였으나, 低칼슘血症을 나타낼때 血淸칼슘濃度는 1.49~4.12mg/dl였다.

低칼슘血症 狀態에서는 第一胃運動의 收縮回數는 低칼슘血症을 일으키기 전과 크게 變化하지 아니하였으나, 振幅은 크게 감소되었다. 한편 低칼슘血症狀態에서 電針刺戟을 實施하였을 때 第一胃運動性은 低칼슘血症 狀態의 運動性과 유사하였으며 刺戟效果가 없었다.

低칼슘血症 상태에서는 第四胃運動의 收縮回數는 거의 變化가 없었으나 振幅은 다소 減少하였다. 電針刺戟후에도 低칼슘血症 狀態의 第四運動性에는 變化가 나타나지 아니하였다.

考 察

소에 대한 針電極治療의 임상례에서는 症例에 따라 通電이 다소 차이지지만 1~8 volt, 2~30Hz의 通電範圍에서 실시되고 있다(野村, 1985; 太田, 1985; 川井와 橋口, 1983). 그러나 山羊에 대한 적당한 通電條件에 관하여는 보고되어 있지 않다. 본 실험에서 電壓과 周波數를 組合하여 조사하였던 바 산양의 체간부를 포함하여 前後肢까지 자극효과를 보이면서 강직이나 고통 등의 이상증상을 보이지 않는 通電範圍는 1~2 volt, 2~3Hz이라는 것을 확인하였다.

胃의 收縮運動을 조사하는 방법에는 여러가지가 있다. 胸骨과 最後 肋骨의 결합부사이의 피부에 한 전극을 장착하고, 다른 전극은 꼬리의 기부에 장착하여 electromyographic signals로 electrogastrogram을 기록하는 방법(Phillipson, 1970) 第一胃壁이 수축할때 동시에 피부가 움직일수 있도록 제 1 위를 피부사이에 유착시켜 이를 기록하는 방법(Reid, 1963) 또 rumen cannula를 통하여 공기나 물을 채운 balloon을 胃內에 넣고 압력기록계에 연결하여 기록하는 방법(Quin 등, 1983) 등이 종래 이용되어 왔다. 그러나 최근에는 直接 위벽에 電極을 入植시켜 physiograph에 연결하여 筋電圖를 기록하는 방법(Gregory, 1982; Ruckebush, 1970, Itabashi와 Matsumoto, 1966)을 사용하기에 이르렀다.

Anderson 등(1959)에 의하면 dorsal vagal nucleus에 인접해 있는 神經 center와 formatio reticularis alba 내에 있는 神經 center가 第一, 二胃 운동을 유발하고 조절하는 機能이 있는 것 같다고 하였으며, Harding과 Leek(1971)는 반추수의 前胃의 주기적 활성은 中樞神經系의 조절하에 있으며, 延髓에 있는 胃中樞의 주기적 활성은 중추신경계의 高位領域에서 부터 격리될 때는 오로지 末梢의 求心性 活性에 의존하게 된다고

하였으며, 中里와 大賀, (1984)는 반추수의 各胃 운동은 迷走神經의 지배하에 있으며, 迷走神經切斷後는 第一 및 二胃運動은 소실하나, 第三 및 四胃는 自動性 收縮運動을 계속한다고 하였다.

緬羊의 第一胃收縮운동은 第一胃背·腹囊收縮(primary contractions)에 이어 第二胃와 第一胃의 後方 또는 第一胃의 前方(secondary contractions)으로 이어지며 1분에 약 0.8~1.1회로 일련의 收縮連鎖運動을 나타낸다고 하였다(中里와 大賀, 1984; Gregory, 1982).

본 실험에서 正常山羊의 第1胃運動은 1분에 0.7~0.8회의 收縮運動을 보임으로 앞의 선인들의 성적(中里와 大賀, 1984; Gregory, 1982)과 비슷하였다. 한편 電針刺戟後에는 第一운동의 振幅은 크게 증가하였고, 波形은 불규칙하였다. 이 電針刺戟 효과는 電針刺戟 종료후 10분이 경과한 후에 나타나서 30분까지 지속하다가 그후 電針刺戟前의 상태로 회복되어가는 경향을 보였다.

山羊과 緬羊의 第四胃收縮運動은 噴門部에서는 약하고, 幽門部에서는 강하게 나타나며 1分當 6~7회의 放電群을 보였으며, 약간 불규칙한 波形이었으나 현저한 것은 아니었다고 하였다(原茂, 1979, 1974; Ruckebush, 1970).

본 실험의 正常山羊의 第四胃收縮運動은 1분에 약 6~7回로서 앞에서 보고한 성적(原茂, 1979, 1974; Ruckebush, 1970)과 일치하였다. 한편 電針刺戟 종료후 10분경에 第四胃 收縮運動의 振幅은 상당히 增幅하였으며 第一胃와 비슷하게 30분후에는 通電前상태로 복귀하는 경향이었다. 第四胃 收縮運動은 通電前後 다 같이 波形이 불규칙하였는데 이 결과는 선인들의 보고와 같다.

본 실험에서 第一 및 四胃運動에 대한 電針刺戟 효과는 通電完了후 약 10분이 지나서 나타났으며 30분이 지나면 소실되는 경향을 보였는데, 이는 針術의 효과는 拔針後 약 25분동안 지속한다는 결과(Rogers와 Ottaway, 1974)와, 토끼에서 電針刺戟을 하였을때 15~30분이내 胃腸管運動의 수축수와 振幅이 증가하였다는 성적(Matsumoto와 Hays, 1973)과 매우 유사하였다.

수의임상에서 反芻촉진의 목적으로 많이 사용하고 있는 副交感神經興奮劑인 bethanechol chloride를 정상산양에 투여하였던 바 第一胃運動은 電針刺戟 효과와 거의 비슷한 효과를 나타내었다. 또 副交感神經抑制劑인 atropine sulphate를 正常山羊에 주사한후 電針刺戟을 실시하였을 때에는 第一胃運動은 電針刺戟에 反應을 나타내지 아니하였다.

迷走神經 末梢端을 자극하면 第一 및 二胃는 一過性으로 수축하며, 이 자극 효과는 atropine sulphate 투여에 의하여 차단된다. 따라서 acetylcholine(Ach)이 第一 및 二胃의 收縮運動의 전달물질이라고 생각하였으며, 迷走神經背幹을 자극하였을 때 第四胃는 약간 수축운동을 일으켰으나 Ach를 주사하였을 때에는 상당한 수축운동이 일어났었다고 하였다(中里와 大賀, 1984).

한편 緬羊의 第一, 二 및 四胃의 운동은 兩側 大內臟神經切斷에 의하여도 영향을 받지 않기 때문에 交感神經活動은 胃運動에 대하여 필요불가결한 것은 아니라고 하였으나(Duncan, 1954) 그러나 大內臟神經을 자극하면 第一胃는 약간 수축운동을 일으키며, 第四胃는 自發性 수축이 抑制된다고 하였다. 이와같은 사실은 交感神經도 반추수의 胃運動에 어느정도 영향을 미치고 있는 것으로 생각된다고 하였다(中里와 大賀, 1984).

緬羊에서 低칼슘血症을 유발시켰을 때 第一胃運動은 低칼슘血症의 임상증상이 나타나기전에 거의 사라지기 시작하였지만 第四胃운동은 低칼슘血症의 임상증상이 나타날 정도로 血中 칼슘농도가 감소되어서도 약간 감소되었을 뿐이었다고 하였다(Huber 등, 1981). 또한 第一 및 四胃의 收縮運動의 振幅과 收縮回數는 정상血清칼슘농도의 약 50%가 감소함으로써 현저하게 감소되었으며, 第一胃 收縮運動과 血中 칼슘함량과는 유의성 있는 상관관계가 있으나, 第四胃 收縮力은 유의성이 없었다고 하였다(Daniel, 1983).

본 연구에서는 低칼슘血症을 유발시켰을 때 第一 및 四胃의 收縮運動의 振幅은 크게 감소되어 앞의 선인들(Daniel, 1983; Huber 등, 1981)의 보고와 일치하였다. 그러나 第一 및 四胃運動의 운동횟수는 低칼슘血症을 유발시키기전과 비해 變化가 거의 없었는데 이는 低칼슘血症에서는 胃收縮運動回數도 감소되었다는 선인들의 결과와는 일치하지 않는다.

第一 및 第四胃運動은 血中칼슘함량과 密接한 관계가 있는 것 같다. 본 실험에서는 低칼슘血症을 유발시킨후 電針刺戟을 실시하여야 하므로 重症의 低칼슘血症에 도달시키지는 아니하였다. 그러므로 第一胃 및 四胃의 收縮運動回數는 감소하지 아니한 것으로 추측된다.

본 실험에서 第一胃 收縮運動은 第四胃 收縮運動보다 현저하게 감소되었는데 이런 현상은 앞의 선인들의 결과와 일치하며, 이는 第四胃는 自動性 收縮運動을 계속하고 있기 때문이라고 생각된다.

본 실험의 低칼슘血症상태에서 電針刺戟을 하였을 때에 第一 및 四胃 運動性에는 영향을 미치지 아니하였다. 이는 胃運動을 촉진시키는 전달물질인 Ach는 低

칼슘血症에서는 충분히 유출되지 아니하는 것이 아닌가 추측된다. 실제 임상례에서 産後起立不能症患畜에 針通電 치료를 할 때 低칼슘, 低燐 상태에서는 通電效果가 거의 없었다고 하였다. 그러므로 이런 경우 칼슘과 燐을 투여한 후 針通電을 실시하면 治療效果가 있을 것으로 추정하였다(太田, 1985).

電針刺戟이 第一 및 四胃 收縮力을 항진시키는 결과는 副交感神經興奮劑인 bethanechol chloride를 투여하였을 때와 유사한 결과를 보인점, 또 副交感神經抑制劑인 atropine sulfate을 투여한 후에는 第一胃 運動性에 영향을 미치지 아니한 점, 그리고 低칼슘血症에서도 第一胃 및 四胃 運動性에 영향을 미치지 않은점 등으로 보아 電針刺戟은 自律神經系 특히 副交感神經을 興奮시켜 第一 및 四胃의 收縮力을 증강시키는 것으로 사료되나, 電針刺戟과 神經관계에 대해서는 앞으로 종합적 검토가 더한층 필요하다.

이상 본 실험의 결과 獸醫針術, 특히 電針刺戟은 가축의 어느 疾病範疇內에서는 상당한 치료효과가 있을 것으로 사료되므로, 이와같은 針術을 서양의학적인 약물치료방법과 병용한다면 우수한 치료효과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

結 論

正常狀態와 低칼슘血症의 韓國在來山羊에 있어서 天平, 百會 穴位에서 1 volt, 3Hz 通電條件으로 20~30분간 電針刺戟 하였을 때 第一 및 四胃運動性에 미치는 效果를 調査하였다.

韓國在來山羊에 대한 적당한 通電範圍는 1~2 volt, 2~3Hz였다.

正常狀態의 山羊에 電針刺戟을 加했을 때 第一胃 및 四胃 運動은 收縮回數는 變化하지 않거나 혹은 약간 增加하였지만, 振幅은 뚜렷이 增加하였고 電針刺戟效果는 通電完了後 約 10分에서 30分에 이르기까지 지속되었다.

Bethanechol chloride 投與했을 경우 第一胃 運動回數는 變化하지 않았으나 振幅은 增加하였다.

Atropine sulphate를 投與한 후 電針刺戟은 第一胃 運動性에 變化를 일으키지 아니하였다.

低칼슘血症에서는 第一 및 四胃運動의 收縮回數에 變化가 없었으나 振幅은 減少하는 狀態였고 이때 電針刺戟은 第一 및 四胃 運動性에 영향을 미치지 아니하였다.

參 考 文 獻

Anderson, R., Kitchell, R.L. and Person, N. (1959) A study of central regulation of rumination and reticulo-ruminal motility. Acta Physiol. Scand., 46:319~338.

Clifford, D.H. and Lee, M.O. (1979) Acupuncture and the autonomic nervous system. V.M.S.A.C., 74:35~40.

Clifford, D.H., Lee, M.O. and Lee, D.C. (1977) Cardiovascular effects of atropine or acupuncture, needling with electrostimulation, at Tsu San Li (St-36) in dogs. Am. J. Vet. Res., 38:845~849.

Dai, S., Low, W.D., Ng, C.K. and Ogle, C.W. (1974) Preliminary findings on the effect of acupuncture on secretion and acid induced ulcers in the rat stomach. Am. J. Chin. Med., 2:181.

Daniel, R.C.W. (1983) Motility of the rumen and abomasum during hypocalcaemia. Can. J. Comp. Med., 47:276~280.

Duncan, D.L. (1954) Responses of the gastric musculature of the sheep to some humoral agents and related substances. J. Physiol., 145:475~487.

Gregory, P.C. (1982) Forestomach motility in the chronically vagotomized sheep. J. Physiol., 328:431~447.

Harding, R. and Leek, B.F. (1971) The locations and activities of medullary neurons associated with ruminant forestomach motility. J. Physiol., 219:587~610.

Huber, T.L., Wilson, R.C., Stattelman, A.J. and Goetsch, D.D. (1981) Effect of hypocalcaemia on motility of the ruminant stomach. Am. J. Vet. Res., 42:1488~1490.

Itabisashi, T. and Matsumoto, H. (1966) Electrophysiological studies on the movement of the ruminant stomch. Ⅳ. Relationships between periodic potential fluctuations led from the body surface and from several parts of the stomach walls in goats. Nat. Inst. Anim. Hlth. Quart., 6:43~55.

Matsumoto, T. and Hays, M.F. (1973) Acupuncture Electric phenomenon of the skin and postvagotomy gastro-intestinal atony. Am. J. Surg., 125:176~180.

O'connor, J. and Bensky, D. (1975) A summary of research concerning the effects of acupuncture. Am. J. Chin. Med., 3:377～395.

Quin, J.I., Van. der Wath, J.G. and Myburgh, S. C. (1983) Studies on the alimentary tract of merino sheep in South Africa. Ⅳ. Description of experimental technique. Onderstepost. J. Vet. Sci. Anim., 11:341.

Phillipson, A.T. (1970) Physiology of digestion and metabolism in the ruminant. Proceedings of the 3rd international symposium. Cambridge, England, Newcastle-Upon-Tyne. Oriel Press, pp. 42～51.

Reid, C.S.W. (1963) Diet and the motility of the forestomachs of the sheep. Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod., 23:169～188.

Rogers, P.A.M. and Ottaway, C.W. (1974) Success claimed for acupuncture in domestic animals. Irish Vet. J., 28:182～190.

Ruckebusch, Y. (1970) The Electrical activity of the digestive tract of the sheep as an indication of the mechanical events in various regions. J. Physiol., 210:857～882.

權五鉉, 崔泰巖 (1978) 東洋에서의 針灸作用에 關한 實態. 人間科學, 2:73～82.

原茂雄 (1974) ヤギ第四胃の筋電圖. 日本平滑筋學會雜誌, 10:53～64.

原茂雄 (1979) 背側迷走神經幹および腹側兩側迷走神經幹切離(全迷切)におけるヤギ第四胃筋電圖學的研究. 日本平滑筋學會雜誌, 15:259～265.

川井田隆志, 橋口瓦 (1983) 針通電療法の治驗例. 家畜診療, 244:16～18.

中里幸和, 大賀晧 (1984) 反する獸および鳥類の胃運動とその自律神經支配. 獸醫學, 1:23～60.

野村整 (1985) 第四胃變位に對する通電針治療法について. 臨床獸醫, 3:52～55.

太田令志 (1985) 牛に對する針通電治療について. 家畜診療, 267:47～51.