

# 脫落期 乳齒齒髓의 微細構造에 關한 電子顯微鏡的 研究

서울대학교 大學院 齒醫學科 小兒齒科學 專攻

(指導 金 鎮 泰 教授)

金 宇 徹

## — 目 次 —

- I. 緒 論
- II. 研究材料 및 方法
- III. 研究結果
- IV. 總括 및 考按
- V. 結 論
- 參考文獻
- 英文抄錄
- 寫眞附圖

## I. 緒 論

乳齒는 口腔內에 萌出해서 約 5~10年程度 使用하면 그 機能을 다하여 漸次 齒根이 吸收되어 脫落하는 特性을 가지고 있다.

生理的으로 乳齒齒根이 吸收되고 脫落하는 機轉에 關해서 아직도 完全히 糾明되어 있지 않으며, 또한 乳齒齒根이 吸收되는 동안 觀察되는 組織變化뿐만 아니라 乳齒齒髓의 役割에 對하여도 學者들의 意見이 一致되어 있지 않다. <sup>5), 8), 11), 13), 17), 18), 19)</sup>

Kawasaki (1981)<sup>21)</sup>는 齒根吸收 初期에는 齒髓가 正常構造를 가지지만, 齒根의 約 1/2이 吸收되는 時期에 이르면 齒冠部齒髓는 正常構造를 가지나, 齒根部齒髓의 吸收面 近處에서 造象牙細胞가 變性되고 消失되며 象牙質內壁에 破齒細胞에 依한 吸收窩가 보인다고 하였다. 또 齒根의 3/4이 吸收되면 齒髓全域에 變化가 보여 内部吸收가 進行되고 炎症細胞의 浸潤이 觀察된다고 하였다. 大野 (1966)<sup>22)</sup>는 乳齒가 脫落直前에 이르면 一般的으로 正常組織像은 거의 消失되고 造象牙細胞가 認定되지 않

으며 破齒細胞에 依한 内部吸收가 活發하다고 하였다. Soskolne 및 Bimstein (1977)<sup>17)</sup>은 脫落前期에서 脫落期로 進行됨에 따라 齒髓에는 破齒細胞의 出現이 增加하고 아울러 齒根吸收 表面에서의 接合上皮의 移動은 多形核白血球의 浸潤과 關係가 있다고 하였다.

Rölling (1981)<sup>16)</sup>은 脫落前期, 脫落期 및 脫落遲延期에서 乳齒齒髓에 炎症細胞가 出現하고, 破齒細胞는 脫落期 및 脫落遲延期에서 觀察된다고 하였다.

齒根吸收는 生理的인 條件에서 뿐만 아니라 矯正力에 依한 齒牙移動, 齒牙의 再植 및 移植, 病的인 吸收 等에 依하여 일어나므로 齒根吸收時 齒髓의 動態에 關한 研究는 重要하며, 齒牙交換期에서 乳齒吸收에 關한 研究들은 大部分이 光學顯微鏡의 方法에 依한 것 들이었고 正常的乳齒의 齒髓構造에 關한 報告는 있었으나<sup>6)</sup> 脫落期 乳齒齒髓組織의 微細構造에 關한 研究는 거의 없었다. 이에 著者는 脫落期 乳齒齒髓의 微細構造를 電子顯微鏡的으로 觀察한 바 있어 報告하는 바이다.

## II. 研究材料 및 方法

### 1) 光學顯微鏡 標本製作

10~12才 사이의 乳臼齒 脫落期에 있는 어린이에서 齒牙齦齦症이 없고 治療받은 經驗이 없는 乳臼齒를 拔去하여 即時 10%中性 Formalin에 固定하고, 5% Trichloroacetic acid로 脫灰한 다음, 通法에 따라 Paraffin으로 包埋한 後 10 $\mu$ m切片을 만들어 Hematoxylin-Eosin으로 染色하여 光學顯微鏡으로 觀察하였다.

## 2) 電子顯微鏡 標本製作

乳臼齒를 拔去 即時 2.5% Glutaraldehyde in Cacodylate buffer (pH 7.4)에 前固定한 다음 冷却水를 뿌리면서 高速핸드피스로 咬合面上에 頰舌方向으로 裂溝를 形成한 後, 即時 口腔外科用 치질과 말렛을 利用하여 齒牙長軸方向으로 細分하고 齒髓를 切取하였다. 이와같이 採取한 齒髓를 다시 上記 固定液에 約 2時間 固定하고, 1% Osmic acid in 0.1M Sodium Cacodylate buffer로 後固定한 다음 알콜로 脫水하고 Propylene oxide로 明化한 다음 Epon 812로 包埋하였다. LKB III Ultratome으로 900 Å의 超薄切片을 만들어 Toluidine Blue 로 染色하여 1次 光學顯微鏡으로 檢鏡하고, Uranyl acetate와 Lead citrate로 二重染色하여 電子顯微鏡으로 觀察하였다.

## Ⅲ. 研究成績

### 1) 光學顯微鏡所見

大部分의 脫落期 乳齒에서 齒髓腔은 露出되어 있으며, 齒冠部 齒髓腔의 齒髓에서 造象牙細胞는 消失되어 있었고, 象牙質表面은 심한 凹凸狀을 보이며 多數의 破齒細胞가 觀察되었다(Fig. 1, 2). 齒髓角部位에 2次象牙質이 形成되어 있었으며 이러한 2次象牙質의 吸收도 觀察되었다(Fig. 1).

破齒細胞는 여러개의 核을 가지고 있으며 吸收表面에 隣接하여 brush border를 갖고 있었다. 部位에 따라서 破齒細胞사이 에 膠原纖維다발이 存在하면서 象牙質에 埋植된 所見을 보였고 破齒細胞에 隣接하여 活性이 높은 纖維母細胞가 觀察되는 部位가 많았다(Fig. 3, 6). 象牙質에 隣接한 齒髓는 大體로 纖維組織으로 構成되어 있으며 膠原纖維는 象牙質表面에 平行하게 排列되어 있었다.

한편 纖維組織內에서도 小數의 炎症細胞들이 觀察되었다. 纖維組織下部에는 多量의 炎症細胞가 浸潤된 炎症組織이 觀察되었다(Fig. 1, 2). 炎症組織에는 淋巴球, 多形核白血球, 大食細胞, 肥滿細胞 등이 觀察되었고, 多形核白血球를 飽食하는 大食細胞도 觀察되었다(Fig. 4, 5). 대체로 炎症組織 사이에는 纖維母細胞들이 多數 觀察되었다. 齒牙에 따라서 炎症組織下部에 重層扁平上皮가 移住되어 存在하는 境遇도 있었다(Fig. 1).

齒根의 吸收가 遲延된 乳齒에서 齒冠部는 거의 健全하게 殘存하여 있었다. 齒髓腔 天蓋 部位에서 齒髓는 正常的인 構造를 보이며 齒髓表面에서 造

象牙細胞가 重層으로 排列되어 있고 그 下部에 細胞稀薄層이 있으며 細胞稀薄層 下部에 細胞稠密層이 認定되었다(Fig. 7). 細胞稠密層에서 齒髓內層에 걸쳐 細胞가 多數 分布되어 있어 細胞稠密層과 細胞內層의 境界가 分明하지 않은 境遇가 많았다. 齒髓細胞는 多角形, 卵丹形, 長楕丹形의 모양을 하고 散在하여 있으며 모든 細胞는 細胞突起를 많이 내고 있었다. 齒根吸收側으로 가면서 細胞稠密層이 認定되지 않았고 造象牙細胞도 變性, 消失되었다.

齒根部 齒髓에서 纖維母細胞, 膠原纖維, 血管 및 神經 등이 齒牙長軸에 平行으로 排列되어 있었다.

齒根部 象牙質 吸收表面에서 破齒細胞가 消失되고, 造白堊細胞에 依하여 白堊質과 類似한 組織으로 治療되는 所見이 散在하여 觀察되기도 하였다.(Fig. 8)

### 2) 電子顯微鏡의 所見

齒根齒髓가 比較的 많이 殘存해 있는 乳臼齒 齒冠部 齒髓에서 造象牙細胞는 立方形 또는 円柱形 細胞이었다(Fig. 9). 立方形細胞는 球形의 核을 가지고 있으며 小數의 細胞小器管을 갖고 있었다. 円柱形의 造象牙細胞는 基底側에 楕圓形의 核을 가지고 있으며 遠心側 細胞質에 膨大된 粗面內形質網이 小數 存在하고, 多數의 絲粒體가 含有되어 있었으며 많은 細胞들에서 脂肪小滴을 多數 含有하고 있었다(Fig. 10).

細胞稠密層의 細胞는 長楕圓形核을 가지고 있으며 많은 細胞突起를 내고 있었다. 大體로 細胞質이 比較的 적고 粗面內形質網의 發育이 微弱하고 Golgi體의 發育도 微弱하며 核小體도 뚜렷하지 않은 休止期의 纖維母細胞 構造이었다(Fig. 11).

細胞稀薄層에서는 細胞稠密層에 있는 細胞에서 나온 細胞突起들이 많이 보였다. 齒髓內側에 있는 細胞도 楕圓形의 核을 갖고 있으며 粗面內形質網 및 Golgi器管은 極小量 存在하였고 間或 脂肪小滴을 含有하는 細胞들이 觀察되었으며 細胞表面에서 上皮의 半附着한 비슷한 構造物이 觀察되었다.(Fig. 12, 13)

細胞間質에는 比較的 小量의 膠原纖維를 含有하고 있었다. 齒根吸收가 進行된 部位에서 齒根部 齒髓에서는 膠原纖維의 量이 增加되어 있었고 膠原纖維와 纖維母細胞들이 平行하게 排列되어 있었으며 또 神經, 血管等도 平行하게 排列되어 있었다.(Fig. 15, 16).

破齒細胞는 齒髓內에서 象牙質을 吸收하고 있었

다(Fig. 26, 27). 破齒細胞의 微細構造를 보면 巨大한 多核細胞로서 空胞, 容解小體, 絲粒體, Golgi 器管 등이 잘 發達되어 있었고 吸收가 進行되는 部位에서 ruffled border가 存在하였다(Fig. 25, 26, 27)

Ruffled border는 細胞膜이 깊이 含有된 部分들이 重疊되어 나타나는 部位로서 含入部位에 無機結晶 및 分解中에 있는 膠原이 觀察되었다(Fig. 26, 27). 象牙質 吸收時에 象牙細管안에서 破齒細胞의 ruffled border部位的 細胞突起가 길게 떨어져 있는 것을 觀察할 수 있었다. Ruffled border 周邊에는 細胞小器管이 없는 無定形의 clear zone 이 잘 發達되어 있었다(Fig. 26).

炎症細胞가 浸潤된 部位나, 破齒細胞에 依하여 象牙質의 吸收가 일어나는 部位近處에서 活性도가 높은 纖維母細胞가 多數 觀察되었다. 이들 纖維母細胞들은 細胞質은 肥大되어 있었고 細胞質內에 多數의 잘 發達된 粗面內形質網 및 Golgi 器管을 갖고 있으며 基質의 電子密度가 높은 絲粒體를 갖고 있었다. 纖維母細胞의 核은 euchromatin이 豊富하고 核仁이 잘 發達되어 있었다(Fig. 18, 28, 29).

大食細胞들은 微細纖毛가 發達되어 있었고 絲粒體, 空胞, 小胞, 溶解小體를 含有하고 있었다(Fig. 19, 20, 21). 또한 多形核白血球를 飽食한 大食細胞들이 多數 觀察되었다(Fig. 23, 24)

形質細胞는 hematochromatin이 cartwheel 모양을 하고있고 核은 偏在되어 있었으며 細胞質內에는 核 近處에 Golgi 器管이 發達되어 있고 周圍에 顆粒內形質網이 잘 發達되어 있었다(Fig. 22).

#### IV. 總括 및 考按

乳齒의 脫落은 漸進的으로 齒根이 吸收됨에 따라 일어나게 된다. 처음 中切齒와 犬齒齒胚가 乳切齒 및 乳犬齒 齒根의 舌側 齒根端側에 存在하면서 咬合面 및 口腔前庭側으로 移動하기 때문에 乳齒齒根의 舌側面에서 齒根吸收가 始作되지만 그後 永久齒齒胚가 乳齒齒根端 밑에 놓이게 되므로 乳齒齒根端에서 吸收가 進行되며, 小臼齒가 乳臼齒齒根 離開部에 자리잡고 있을 때는 永久齒齒胚가 接하고 있는 部位에서 齒根吸收가 일어난다. 그러나 그後 顎骨의 成長과 乳臼齒의 咬合面側 移動에 따라 永久齒齒胚가 乳齒齒根端 밑에 놓이게 된다. 이어서 小臼齒가 萌出하기 始作하면 乳臼齒의 齒根 吸收가 齒根端側부터 始作하여 齒牙가 脫落될 때까지

繼續된다<sup>1)</sup>.

脫落期의 乳齒齒髓에서 造象牙細胞가 消失되고 齒髓腔의 象牙質 壁이 破齒細胞에 依하여 吸收되는 所見을 보였으며, 齒根吸收가 遲延된 乳齒에서는 齒冠部齒髓의 天蓋部位的 齒髓에서 比較的 正常的인 齒髓構造를 보이고, 齒冠部齒髓에서 膠原纖維가 두터워져 있는 所見을 보였는데, 이와같은 組織學的 所見은 大體로 Kawasaki(1981)<sup>21)</sup>의 報告와 一致하였다. Weatherell and Hargreaves (1966)<sup>14)</sup>는 乳臼齒가 吸收될 때는 造象牙細胞가 消失되지만 乳前齒의 境遇 齒髓腔에 造象牙細胞가 殘存하고 있다고 하였는데 本 研究에서도 脫落期 乳臼齒齒髓에서 造象牙細胞는 觀察할 수 없었다.

사람의 乳齒齒髓腔의 象牙質 吸收에 破齒細胞가 關與하는지 與否에 對하여 學者들 間에 意見의 一致를 보지 못하고 있다<sup>2, 4, 11, 16, 17, 18, 20</sup>). Furseth(1968)는 破齒細胞가 齒根管 吸收에 약간 關與할 뿐이며 齒根管 內部吸收가 齒牙脫落에 別로 寄與하지 못한다고 하였다. Rölling(1981)<sup>16)</sup>은 白聖瑛瑯境界下 1mm 깊이까지 齒根吸收가 進行되기 前에는 乳齒齒髓에서 炎症細胞의 浸潤이 없고 破齒細胞도 觀察되지 않으며, 그 後에 炎症細胞의 浸潤이 觀察되고 破齒細胞들이 齒髓腔의 壁에서 나타난다고 하면서 生理的인 條件에서 齒髓가 乳齒吸收 過程에 關與하지 않을 것이라 하였다. 또한, Kronfeld(1932)<sup>11)</sup>는 사람의 齒髓는 乳齒吸收過程에 關與하지 않고 齒牙가 脫落될 때까지 正常的인 組織學的 構造를 維持하지만 개 및 고양이 齒髓는 齒髓內壁에서 수 많은 破齒細胞가 象牙質을 吸收하여 乳齒脫落에 決定的인 役割을 한다고 하였다. 한편 Mjör(1979)<sup>13)</sup>는 乳齒吸收는 最終段階에서 齒髓가 齒根吸收에 關與하며 이 時期에는 周邊에 있는 邊緣 齒周組織으로 부터 細菌의 影響을 받아 齒髓組織이 肉芽組織 所見을 보여 이미 齒髓組織이라 할 수 없다고 하였다. 한편 Bernick(1949)<sup>2)</sup>, Weatherell & Hargreaves(1966)<sup>14)</sup>은 齒根 및 齒髓腔의 吸收에 破齒細胞가 關與한다고 하였으며 Soskolne & Bimstein(1977)<sup>17)</sup>은 乳齒의 脫落을 脫落前期, 脫落期 및 脫落遲延期로 나누고, 脫落前期에서 脫落期로 進行됨에 따라 破齒細胞에 依한 齒髓의 吸收機能이 增加되며, 乳齒脫落이 遲延되는 境遇에는 破齒細胞가 齒髓組織에 關與하는 것이 遲延될 때이라고 하였다. 本 研究에서도 齒髓에서 發見된 破齒細胞가 clear zone과 ruffled border를 갖고 있을 뿐만 아니라 ruffled border에서 吸收 產物인

hydroxy apatite를 確認할 수 있는 것으로 보아 齒髓도 象牙質 吸收에 關與한다고 思料된다.

破齒細胞는 破骨細胞와 같은 種類의 巨大細胞로 알려져 있는데 破骨細胞의 骨吸收作用과 關聯되어 가장 特徵의인 것은 ruffled border와 clear zone의 存在이다. Lucht(1972)<sup>12)</sup> 등은 破骨細胞에는 ruffled border가 있는 것과 없는 것의 두가지 形態가 있으며, ruffled border에서 骨吸收가 일어나는 것이라 하였고 骨吸收가 活發할수록 ruffled border가 發達되어 細胞突起들이 많이 길어진다고 하였다. 또한 ruffled border가 있는 部位에서 破骨細胞를 橫斷面으로 切斷하였을 때 clear zone이 반드시 나타나는데 이 clear zone의 役割은 細胞를 骨에 固定시켜주고 骨吸收에 容易한 微細 環境을 維持시켜주는 役割을 하는 것으로 알려져 있다.<sup>13)</sup>

한편 Bonucci(1981)<sup>14)</sup>는 破骨細胞의 ruffled border와 clear zone을 合하여 resorbing apparatus라 불렀으며 이것이 發達할 수록 破骨細胞의 骨吸收機能이 活發하다고 하였다.

Freilich(1971)<sup>15)</sup>는 破齒細胞에 依한 齒根吸收에서 ruffled border部位의 細胞突起가 象牙細管안까지 突出해 있으면서 象牙質을 吸收한다고 하였는데 본 研究에서도 이와같은 所見을 觀察할 수 있었다.

破齒細胞의 硬組織 吸收方式에 對하여는 確實히 밝혀지지 않고있다: 吸收가 進行中인 象牙質에서 膠原纖維가 露出되어 있고 ruffled border에서 無機結晶이 觀察되는 것으로 보아 象牙質 吸收時 無機質이 먼저 除去되고 이어서 有機質이 除去되는 것으로 볼 수 있다.

破齒細胞에 依한 有機質의 除去機轉도 確實히 밝혀져 있지는 않지만 ruffled border部位의 細胞막에서 膠原分解酵素에 依하여 電子顯微鏡으로 觀察될 수 없는 程度의 작은 分子로 分解된 다음, 이 分解產物이 破齒細胞에 依하여 飽食되어 ruffled border에 隣接하여 있으면서 酸性인 酵素를 含有하고 있는 溶解小體에 依하여 더욱 分解되는 것으로 생각하고 있다.<sup>16)</sup>

破齒細胞 사이에 活性이 높은 纖維母細胞가 多數 觀察되고 一部 膠原纖維들이 象牙質에 埋植되어 있는 所見을 보인 것은 乳齒交換時點에 乳齒齒根 吸收가 進行됨에 따라 乳齒의 支持機能이 弱화된 것을 齒髓腔側에서 補完하고 있는 것이라 推定된다.

Soskolne 및 Bimstein(1977)<sup>17)</sup>은 脫落齒髓의 81

%에서 單核細胞 및 多形核白血球의 浸潤이 觀察된다고 하였는데 본 研究에서도 많은 例에서 炎症細胞의 浸潤을 確認할 수 있었다.

Obersztyn(1963)<sup>18)</sup>은 乳齒脫落時에 炎症細胞의 浸潤이 脫落過程을 促進시킨다고 하였다. 그러나 Soskolne 및 Bimstein(1977)<sup>17)</sup>은 먼저 單核球의 浸潤이 일어나고 이어서 脫落이 가까와 짐에 따라 多形核白血球의 浸潤이 일어난다고 하였으며, 脫落遲延이 있을 때는 單核細胞 및 多形核白血球의 浸潤이 遲延된다고 하였다. 아울러 多形核白血球가 出現할 때 接合上皮가 健全하지 않은 것으로 보아 齒髓腔 안에서의 多形核白血球의 存在는 齒齦裂溝를 통한 感染의 結果라고 하였다.

本 研究에서도 많은 例에서 接合上皮가 乳齒齒根端側으로 增殖되어 齒根部位를 피개하고 있는 所見을 보이고 있었다. 脫落乳齒齒髓에서 炎症細胞가 出現하는 部位나 破齒細胞가 觀察되는 部位에서 多數의 纖維母細胞는 粗面內質網이 發達되고, 小胞, 空胞, 絲粒體가 많으며 Golgi器管이 豊富한 모양으로서 活性이 높은 所見을 보였는데 이는 Han(1965)<sup>19)</sup> 등이 報告한 纖維母細胞의 Stage II와 一致하였다.

以上の 研究로서 脫落期에 있는 乳齒齒髓組織의 形態學的인 面에서는 觀察檢討되었으나, 앞으로 齒牙의 吸收 및 脫落되는 機轉에 關한 組織化學的 側面으로 보다 많은 研究가 이루어져야 할 것으로 思料된다.

## V. 結 論

10~12才의 乳白齒 脫落期 어린이에서 齒牙齦蝕症이 없고 治療받은 經驗이 없는 乳白齒를 拔去한 다음 10%中性緩衝 Formalin으로 固定하고 5% Trichloroacetic acid로 脫灰한 다음 光學 顯微鏡으로 觀察하고, 아울러 2.5% Glutaraldehyde in cacodylate buffer로 前固定하고 1% Osmic acid 로 後固定한 다음 Epon으로 包埋하여 LKB III로 超薄切片을 만들어 Uranyl acetate와 Lead citrate 로 染色한 다음 Corinth 500EM으로 觀察하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 脫落期 乳齒의 齒冠部齒髓 天蓋部位에서 造象牙細胞들은 消失되어 있었고 破齒細胞들은 核과 絲立體, Golgi器管을 含有하고 있었으며 잘 發達된 ruffled border와 clear zone을 갖고 있었다.
2. 脫落期 乳齒齒髓에서 象牙質에 隣接하여 纖

纖維細胞와 膠原纖維가 豊富한 纖維組織이 觀察되었다. 纖維母細胞는 多數의 電子密度가 높은 絲粒를 含有하고 있었으며, 粗面內形質網이 잘 發達되어 있었다.

3. 脫落期 乳齒齒髓에는 炎症組織이 存在하고 있었으며, 炎症細胞사이에서 活性이 높은 纖維母細胞를 多數 觀察되었다. 炎症組織 周圍를 重層扁平上皮가 被蓋하는 境遇가 많았다.

4. 殘存齒髓에서 多數의 淋巴球, 多形核白血球, 多質細胞를 觀察하였다. 여러 消化段階에 있는 溶解小體를 含有하거나, 多形核白血球를 飽食하고 있는 微細絨毛가 잘 發達된 大食細胞가 觀察되었다.

5. 齒根의 吸收가 遲延된 乳齒에서는 齒冠部 髓腔의 天蓋部位에 造象牙細胞層, 細胞稀薄層, 細胞稠密層이 觀察되었고 造象牙細胞는 多數의 脂肪滴을 含有하고 있었다.

本 論文을 完成함에 있어 始終 指導校閱하여 주신 車文豪, 金鎮泰, 孫同錄, 韓世鉉教授님 謝意를 表하며 特別 本研究에 協助를 아끼지 않으신 高在蒸教授님과 小兒齒科學教室 醫局員 여러분께 아울러 感謝를 드리는 바이다.)

## REFERENCES

1. Bhaskar, S.N.: Orban's oral histology and embryology. 9th Edn. 254, Mosby, ST. Louis, 1980.
2. Bernick, S., Rabinowitch, B.Z. and Rutherford, R.L.: Microscopic studies of the teeth of a 6 year old boy-II. Tooth absorption. Anat. Rec. 105: 249-265, 1949.
3. Bonucci, E.: New knowledge on the origin, function and fate of osteoclast, Clin. Ortho. and Rel. Res. 158: 252-269, 1981.
4. Boyde, A. and Lester, K.S.: Electron microscopy of resorbing surfaces of dental hard tissues, Z. Zellforsch. 83: 538-548, 1967.
5. Fanning, E.A.: A longitudinal study of tooth formation and root resorption, N.Z. Dent. J. 57: 202-217, 1961.
6. Fox, A.G. and Heeley, J.D.: Histological

- study of pulps of human primary teeth, Arch. Oral Biol. 25: 103-110, 1980.
7. Freilich, L.S.: Ultrastructure and acid phosphatase cytochemistry of odontoclasts: Effect of parathyroid extract, J. Dent. Res. 50: 1047-1055, 1971.
8. Furseth, R.: The resorption process of human deciduous teeth, studied by light microscopy, microradiography and electron microscopy, Arch. Oral Biol. 13: 417-431, 1968.
9. Han, S.S., Avery, J.K. and Hale, L.E.: The fine structure of differentiating fibroblasts in the incisor pulp of the guinea pig, Anat. Rec. 153: 187-210, 1965.
10. Holtrop, M.E. and King, G.J.: The ultrastructure of the osteoclast and its functional implications, Clin. Ortho. and Rel. Res. 123: 177-196, 1977.
11. Kronfeld, R.: The resorption of the roots of deciduous teeth, Dent. Cosmos. 74: 103-120, 1932.
12. Lucht, U.: Osteoclasts and their relationship to bone as studied by electronmicroscope, Z. Zellforsch. 135: 211-228, 1972.
13. Mjör, L.A. and Fejerskow, O.: Histology of the human tooth. 2nd Edn. Munksgaard, Copenhagen, 1979.
14. Morita, H., Yamashiyama, H., Shimizu, M. and Sasaki, S.: The collagenolytic activity during root resorption of bovine deciduous tooth, Arch. Oral Biol. 15: 503, 1970.
15. Obserztyń, A.: Experimental investigation of factors causing resorption of deciduous teeth, J. Dent. Res. 42: 660-674, 1963.
16. Röbling, I.: Histomorphometric analysis of primary teeth during the process of resorption and shedding, Scand. J. Dent. Res. 89: 132-142, 1981.
17. Soskolne, W.A. and Bimstein, E.: A histomorphological study of the shedding process of human deciduous teeth at various chronological stages, Arch. Oral Biol. 22:

- 331-335, 1977.
18. Weatherell, J.A. and Hargreaves, J.A.: Effect of resorption on the fluoride content of human deciduous dentin, Arch. Oral Biol. 11: 749-756, 1966.
  19. Westin, G.: Über Zahndurchbruch and Zahnwechsel, Z. Mikrosk. Anat. Forsch. 51: 393-471, 1942.
  20. Yaeger, J.A. and Kraucunas, E.: Fine structure of the resorptive cells in the teeth of frogs, Anat. Rec. 164: 1-14, 1969.
  21. 川崎堅三: 齒髓, 齒界展望, 56: 559-569, 1966.
  22. 大野和江: 生理的齒根吸收に伴う乳齒齒髓變化に關する組織學的研究. 口病誌, 33: 37-43, 1966.

# ELECTRON MICROSCOPIC STUDY ON THE PULP OF HUMAN PRIMARY TOOTH IN THE SHEDDING STAGE

*Woo Chul Kim, D.D.S., M.S.D.*

*Dept. of Pedodontics, Graduate School, Seoul National University  
(Directed by Prof. Jin Tae Kim, D.D.S., Ph. D.)*

..... Abstract .....

With electron microscope, author studied on the pulp structure of human primary tooth in shedding stage.

Non-carious human primary molar teeth were selected for this study. Using standard methods, specimens were sectioned and examined by light and electron microscope.

The results were as follows;

1. In coronal pulp, odontoblasts were replaced by multinucleated odontoclasts, which contained a large number of mitochondria of varying shape and vacuoles in cytoplasm. Where odontoclasts were in contact with tooth surface, the characteristic ruffled border and clear zone were observed.
2. Fibrous tissue with plentiful collagen fibers and fibroblasts was observed adjacent to the dentin in the pulp. Fibroblast contained a number of mitochondria and well-developed rough-surfaced endoplasmic reticulum.
3. Inflammatory cells were observed in the pulp and active fibroblasts could be seen between inflammatory cells. In many cases, cervical epithelium proliferated toward absorbed area.
4. Inflammatory cells consisted of a number of lymphocytes, polymorphonuclear leukocytes, plasma cells and macrophages. Macrophage containing lysosomes in digestive state or phagocytizing PMN could be seen.
5. In the primary molar of delayed root resorption, odontoblast layer, zone of Weil and cell-rich zone could be seen at roof of pulp chamber and odontoblast in this area contained some lipid droplets.

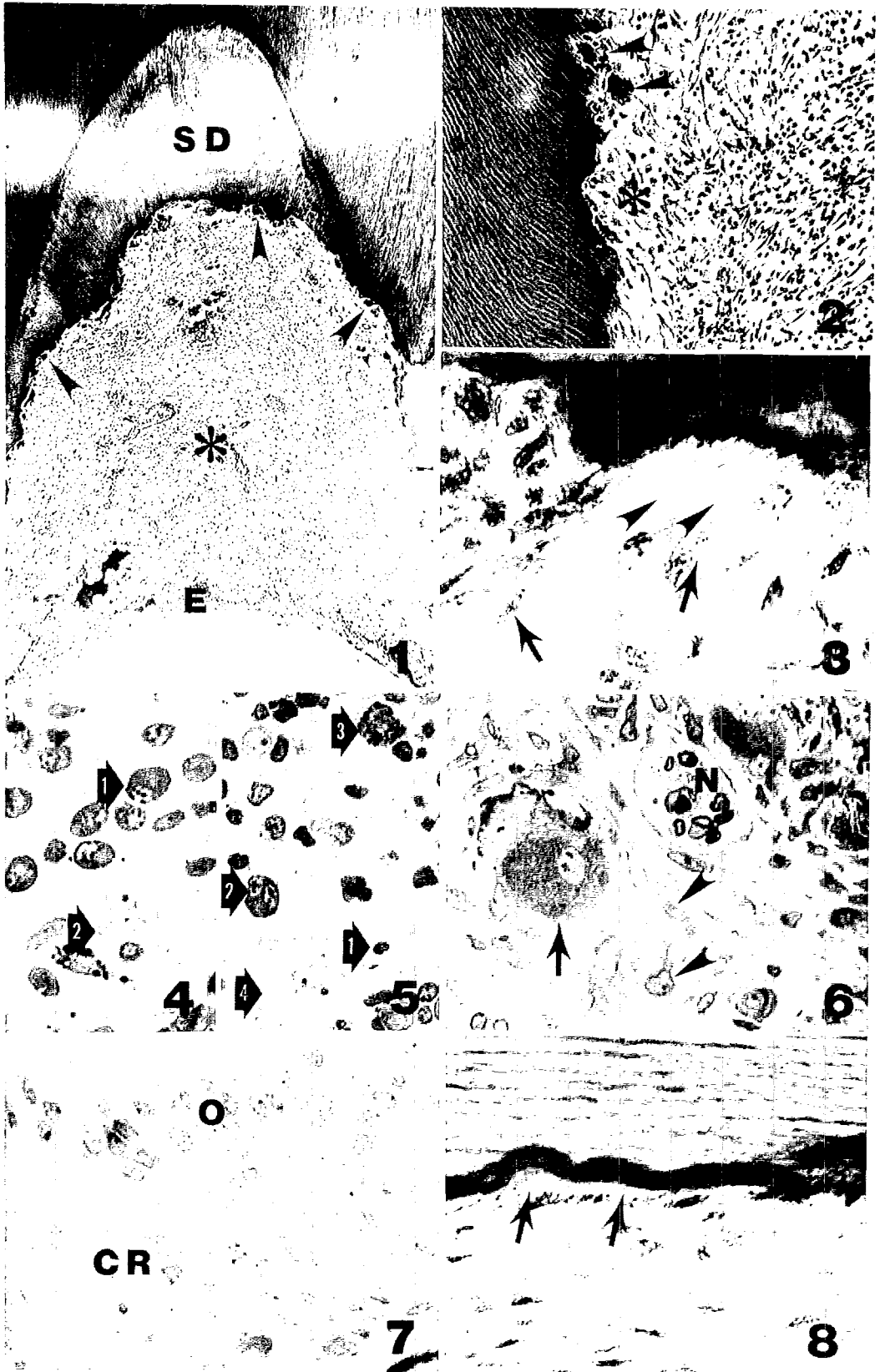
.....

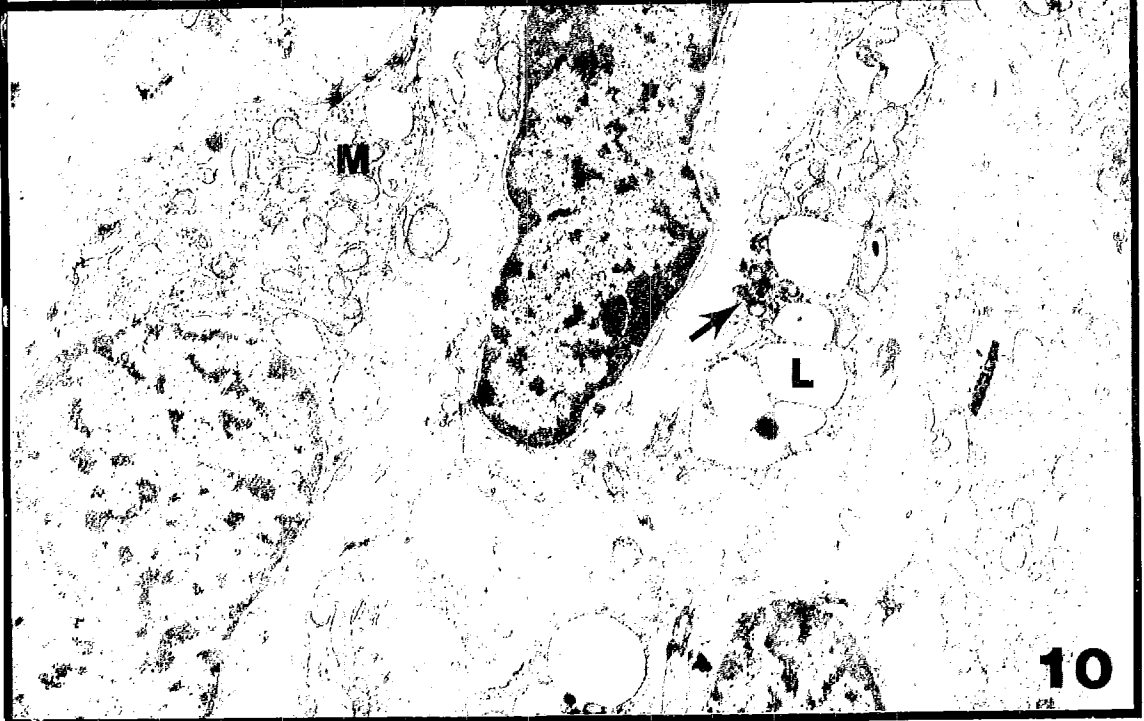
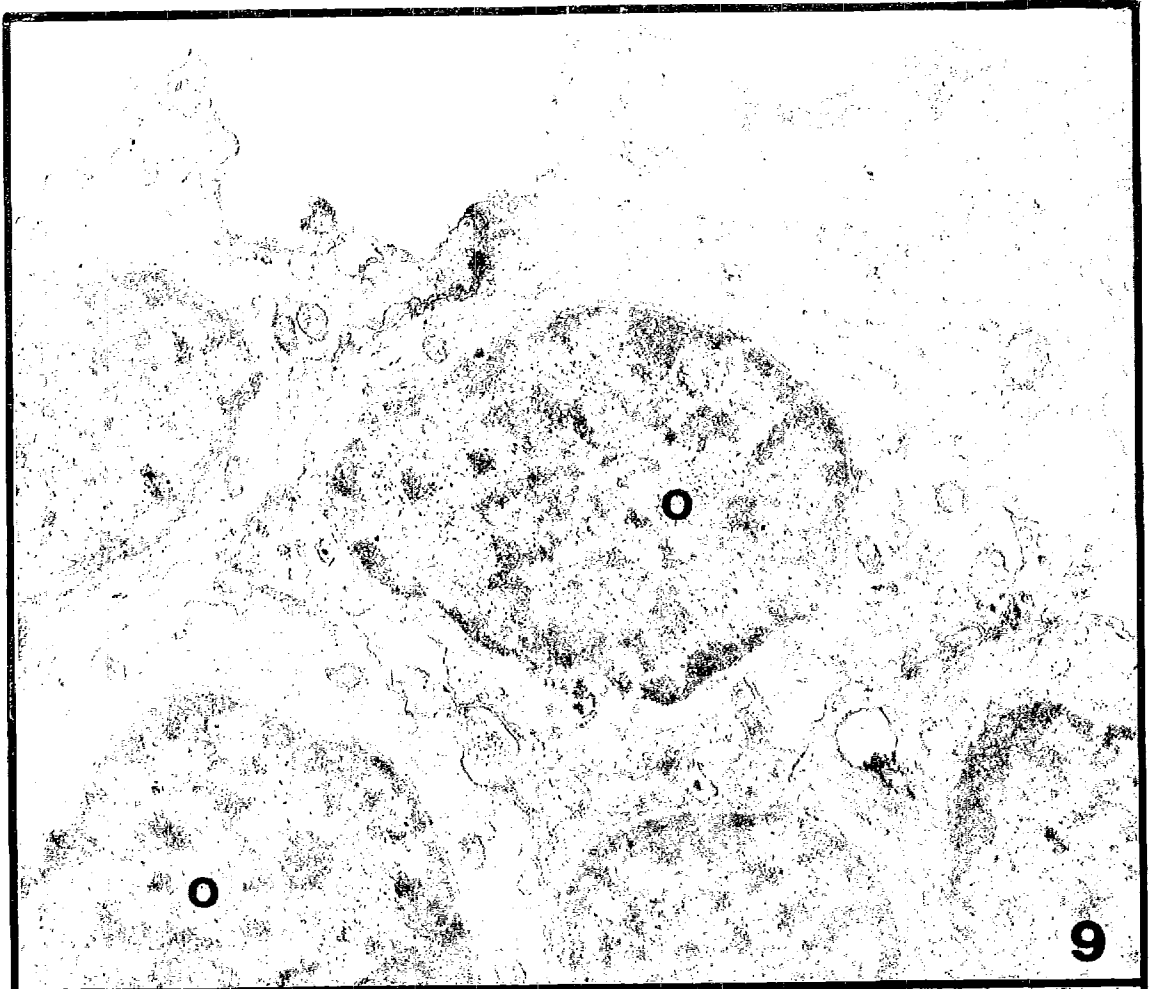
## EXPLANATION OF FIGURES

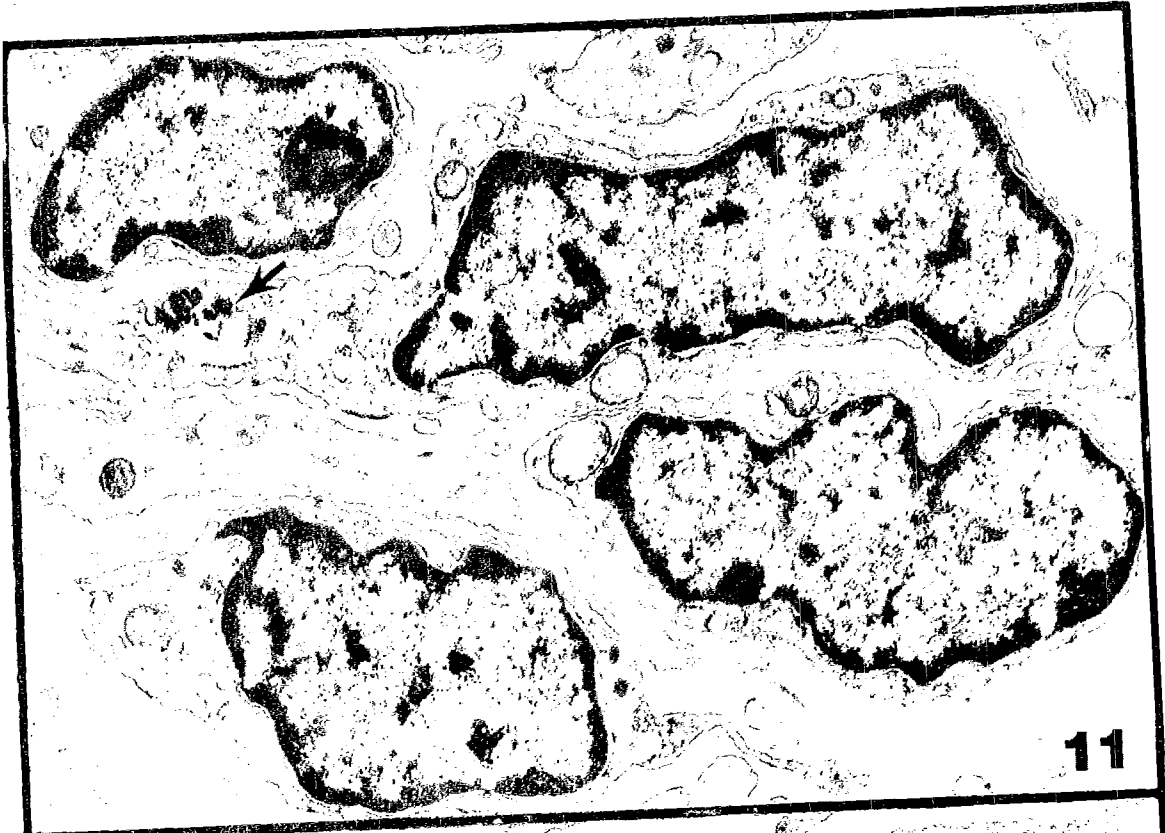
- Fig. 1. Section from a primary molar in shedding stage.  
Migration of periodontal epithelium (E) is seen in the pulp. The pulp tissue is infiltrated by inflammatory cells (\*) and odontoclasts located in Howship's lacunae (arrow heads) are seen in the dentin. H.E. stain X 35
- Fig. 2. Section through primary molar.  
Note the odontoclast (arrow heads) located in Howship's lacuna. Fibroblast-rich connective tissue (\*) appearing between resorbed-dentin and inflammatory pulp tissue. H.E. stain X 100
- Fig. 3. Collagen fiber bundles (arrow heads) inserting into the dentin surface where resorption occur.  
Fibroblasts (arrows) arranging parallel to the collagen fiber. H.E. stain X 400
- Fig. 4. Plasma cell (arrow head 1) and Fibroblast (arrow head 2) infiltration in pulp.  
Toluidine Blue X 400
- Fig. 5. Lymphocyte (arrow head 1), polymorphonuclear leukocyte (arrow head 2), macrophage (arrow head 3) and active fibroblast (arrow head 4). Toluidine Blue. X 400
- Fig. 6. Odontoclast resorbing dentin (arrow), active fibroblast (arrow head) and Nerve. (N)  
Toluidine Blue X 400
- Fig. 7. Surface layer of coronal pulp.  
Odontoblast layer (O), zone of Weil and cell rich zone (CR). Toluidine Blue X 400.
- Fig. 8. Repair of dentin surface by deposition of pericementum (arrow) Toluidine Blue X 400.
- Fig. 9. Odontoblasts (O) of coronal pulp.  
They have a few organelles. X 15,000
- Fig. 10. Odontoblast containing a lot of mitochondria (M), lipid droplets (L) and lipofuscin granule (arrow). X 9,000
- Fig. 11. Fibroblasts of cell rich zone have lipofuscin granule (arrow) and a few cell organelles.  
X 15,000
- Fig. 12. Inactive fibroblasts of pulp proper.  
They have a few cell organelles and connect each other by desmosome-like structure (arrow). X 15,000
- Fig. 13. Inactive fibroblast of pulp proper have lipid droplets (L). X 24,000
- Fig. 14. Unmyelinated nerve fiber (UN), blood capillary (C) and cell process of fibroblasts (arrow heads). X 9,000
- Fig. 15. Fibroblasts (F) and their processes (arrow heads), and collagenous fiber bundle (\*) in the root canal pulp of resorbing tooth. X 9,000
- Fig. 16. Unmyelinated nerve fiber (UN), collagenous fiber (\*) and process of fibroblast (arrow head) in root canal pulp. X 9,000
- Fig. 17. Unmyelinated (UN) and myelinated nerve fiber (MN) of root canal pulp. X 24,000
- Fig. 18. Active fibroblast of inflamed pulp.  
Nucleus (N), rough surfaced endoplasmic reticulum (arrow heads). X 15,000
- Fig. 19. Immature macrophage of pulp.  
Nucleus (N), mitochondria (arrow heads), lysosomes (arrows). X 9,000
- Fig. 20. Macrophage in pulp have a lot of secondary lysosomes (arrows) and mitochondria (arrow heads). X 9,000



- Fig. 21. Primary lysosome (arrows), residual body (R) and lipid droplets (L) of macrophage. Residual bodies showing internal lamellar structure.  $\times 15,000$
- Fig. 22. Plasma cell of inflamed pulp. Nucleus (N), rough surfaced endoplasmic reticulum.  $\times 15,000$
- Fig. 23. Macrophage (M) phagocytosing polymorphnuclear leukocyte (PMN). PMN showing its specific granules and nucleus.  $\times 15,000$
- Fig. 24. Digestion of PMN occured in macrophage (M).  $\times 9,000$
- Fig. 25. Odontoclast containing numerous mitochondria (arrow heads) vesicles (V) and Golgi complex (G). N is nucleus.  $\times 6,000$
- Fig. 26. Clear zone (CZ) and ruffled border (RB) of odontoclast. Protoplasmic projection (arrow) locating in dentinal tubule (\*) and apatite crystals (arrow heads) being observed in ruffled border.  $\times 24,000$
- Fig. 27. Ruffled border (RB) of odontoclast and resorbed dentin. Apatite crystals (arrow heads) are observed in cleft of ruffled border.  $\times 9,000$
- Fig. 28. Active fibroblast near resorbing area. Golgi complex (G), nucleus (N).  $\times 15,000$
- Fig. 29. Active fibroblasts (F) near the odontoclasts (O).  $\times 6,000$



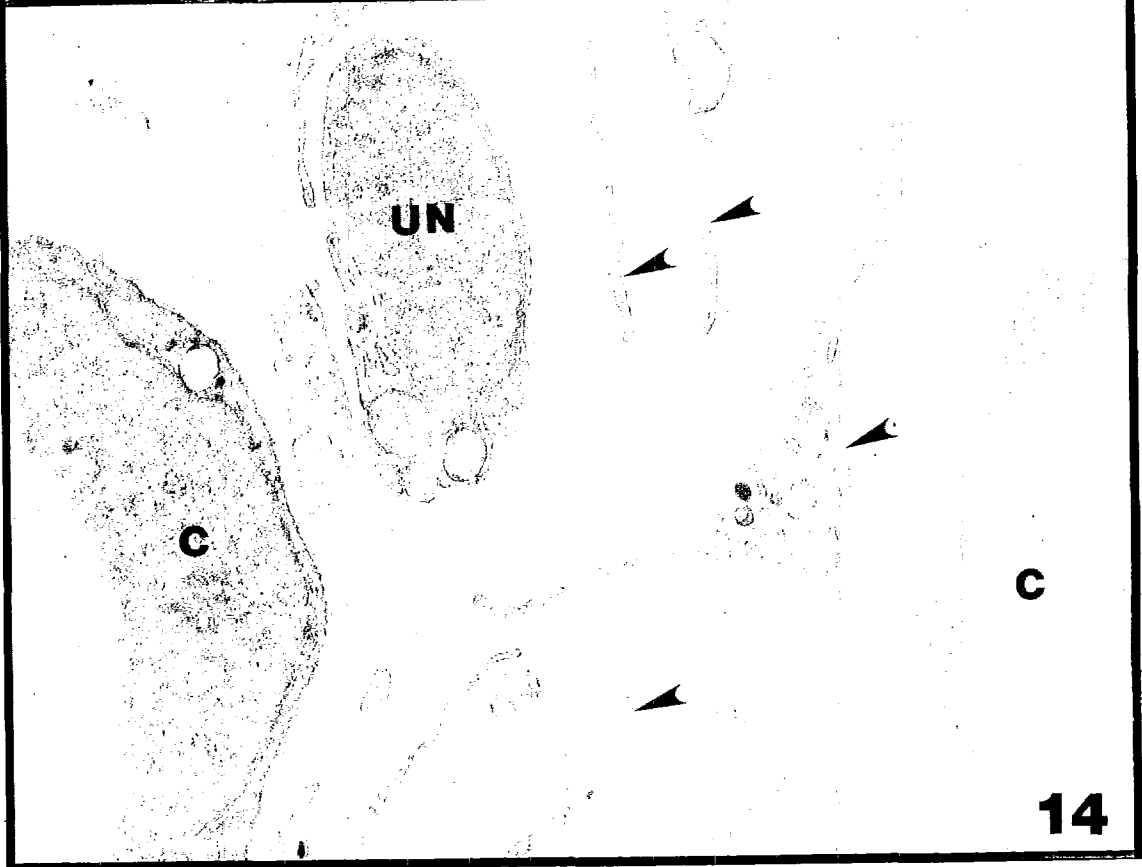
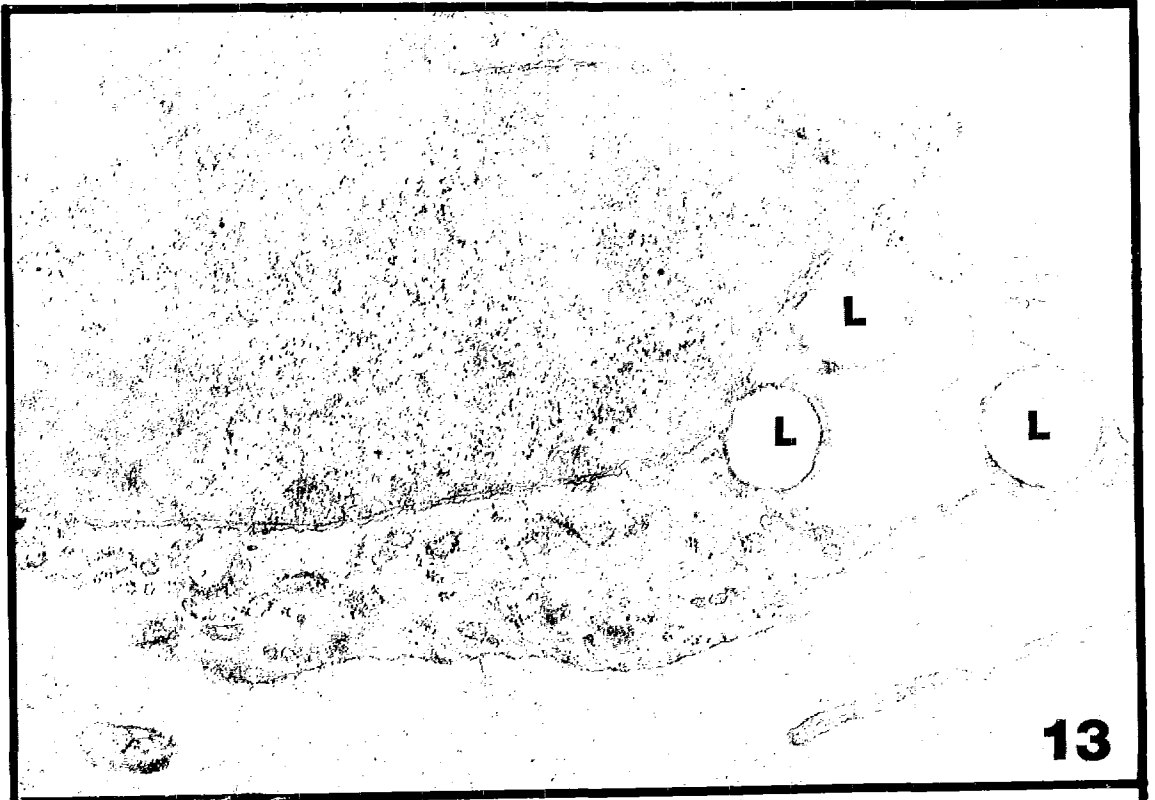




11

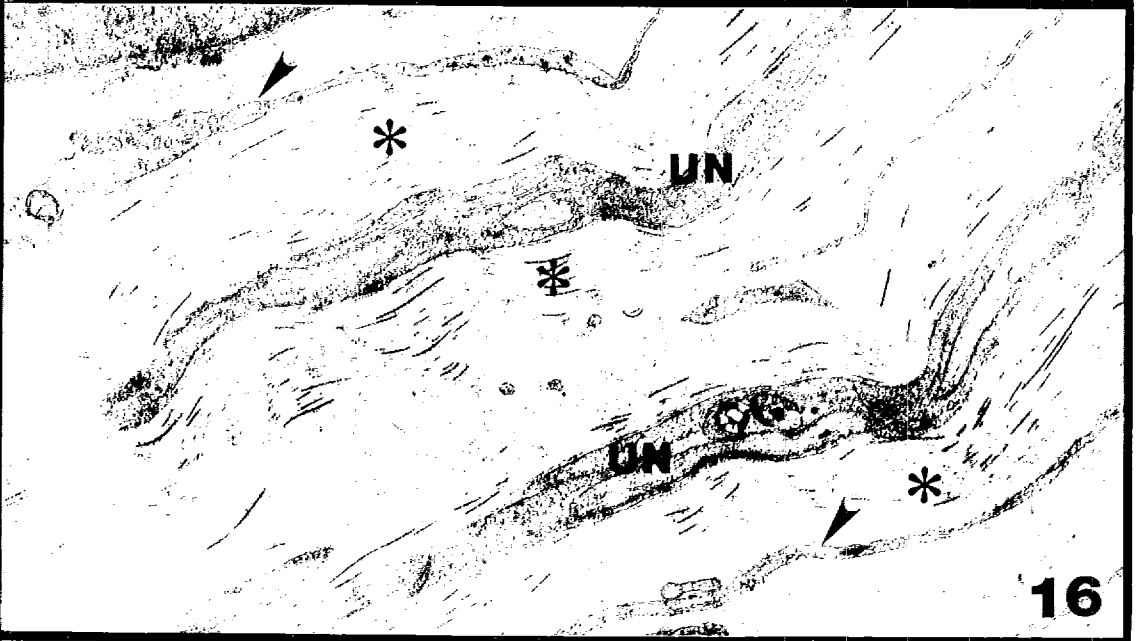


12

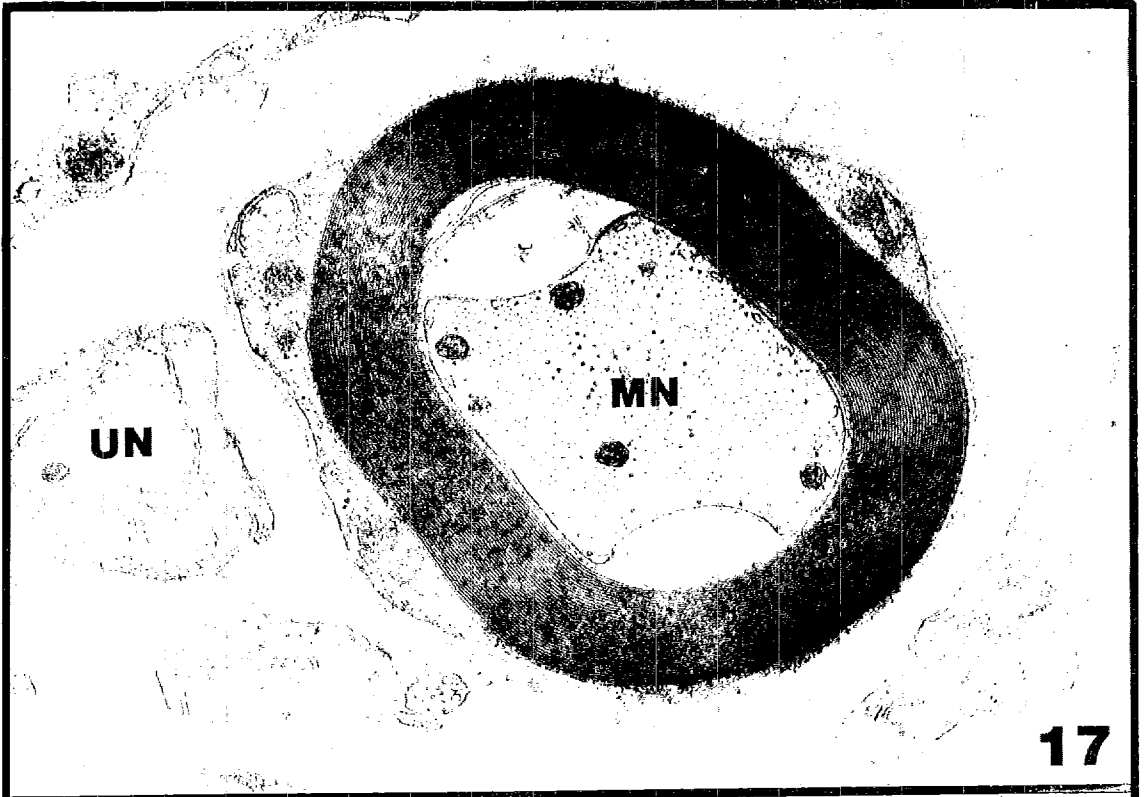




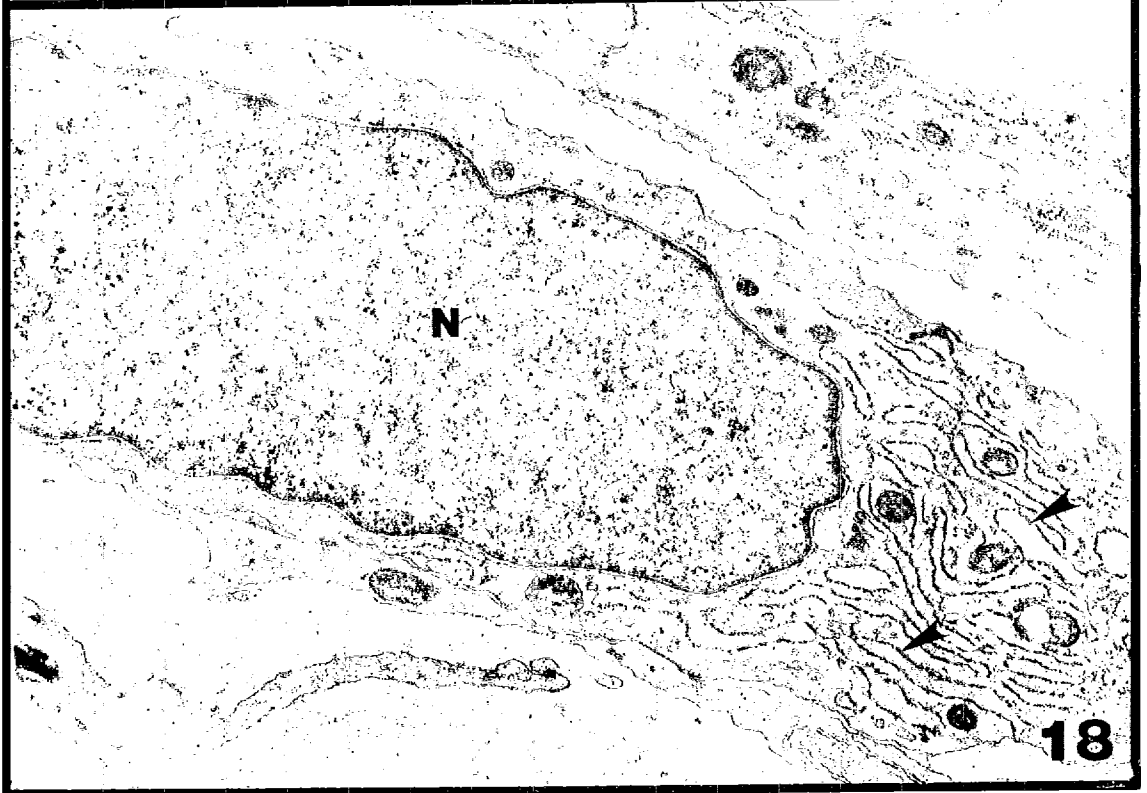
15



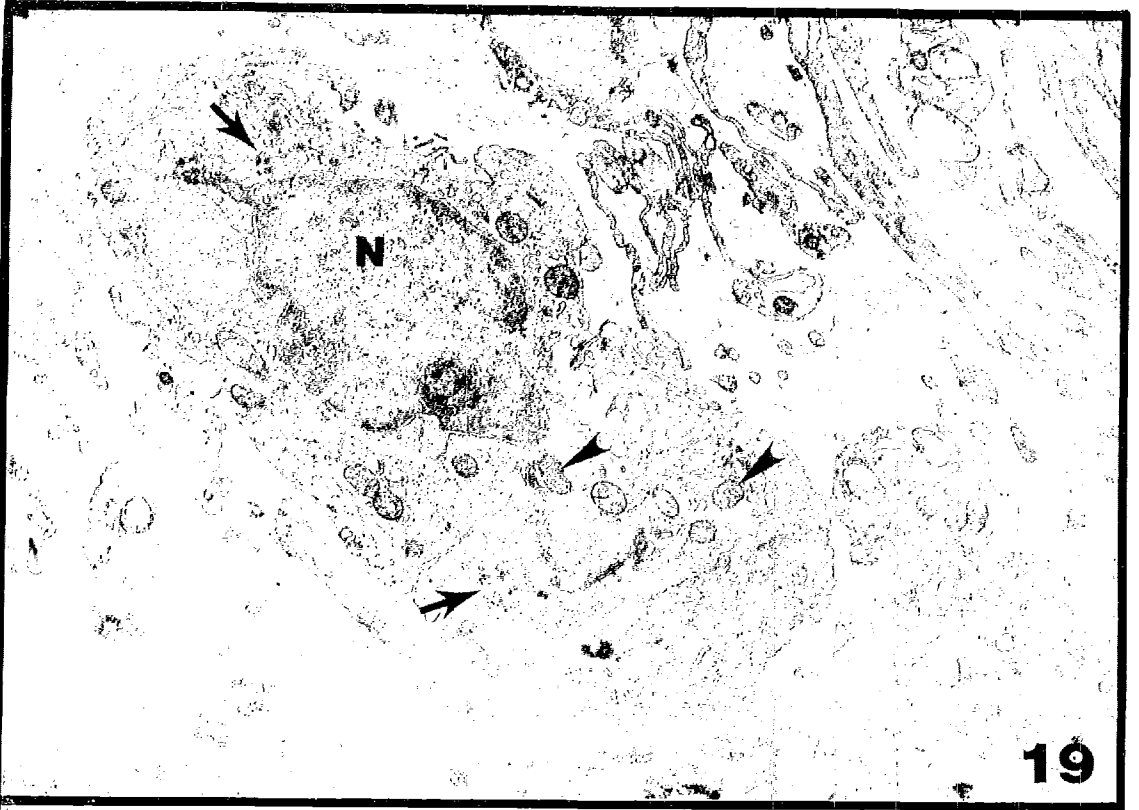
16



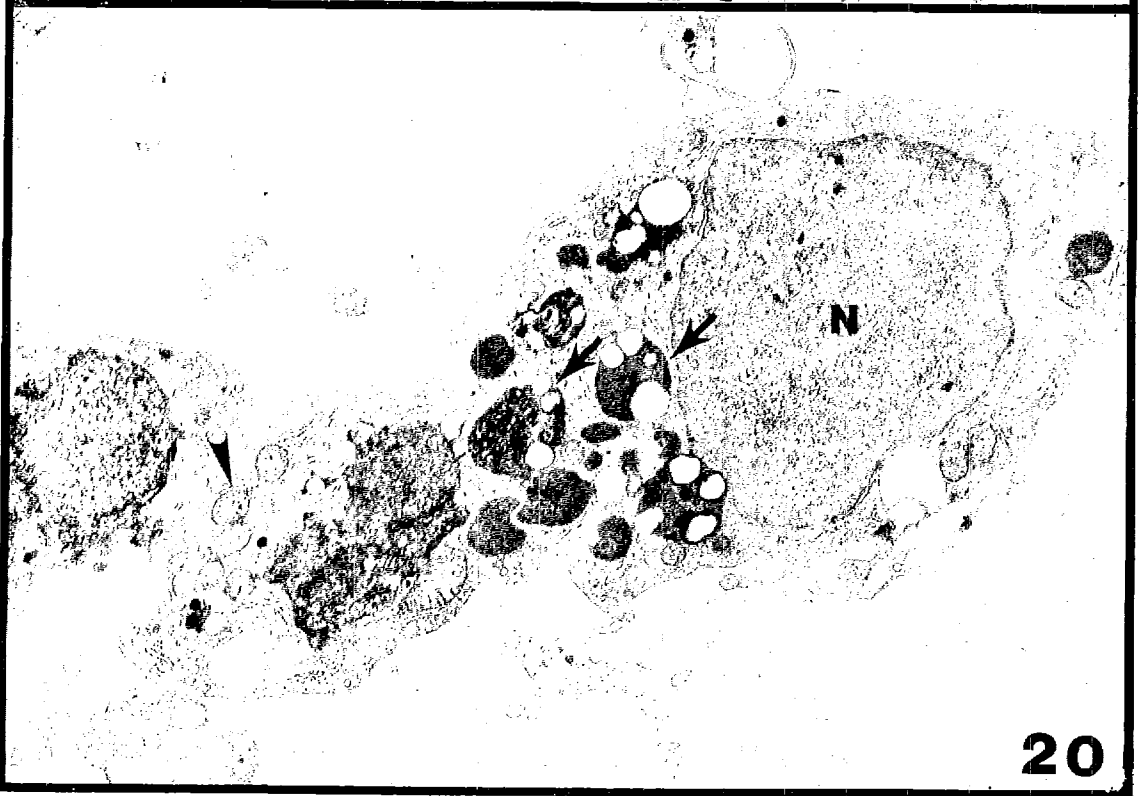
17



18

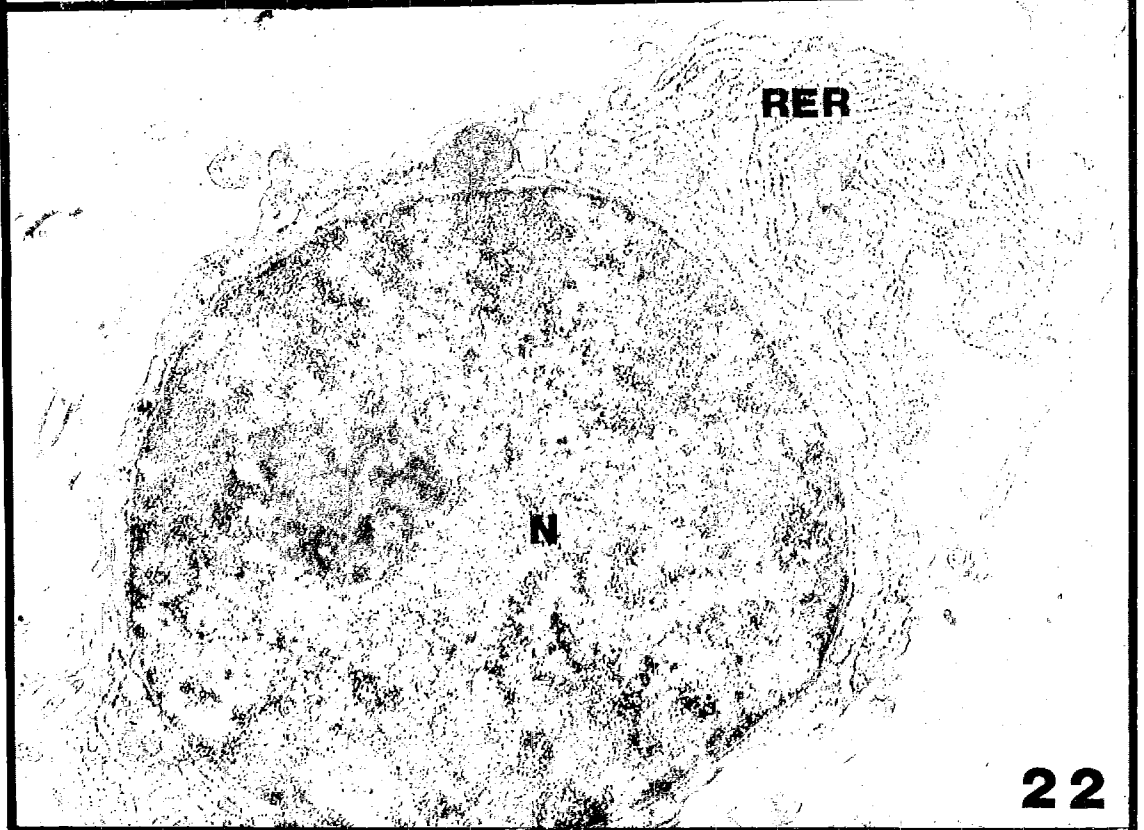
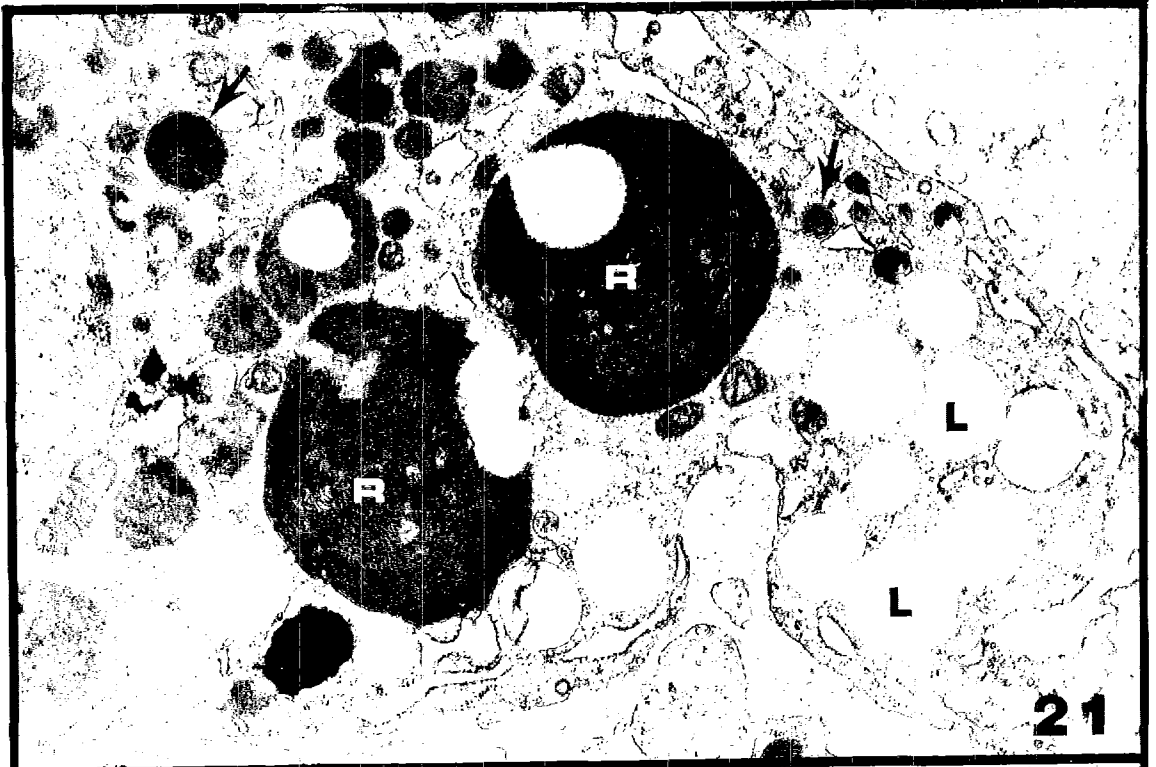


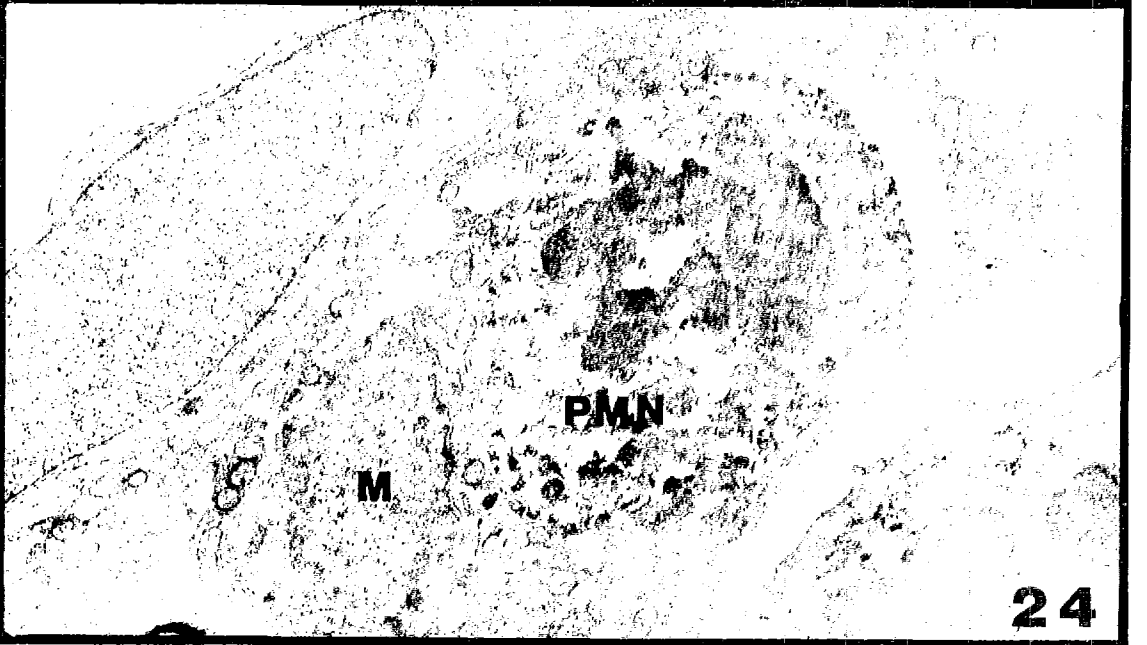
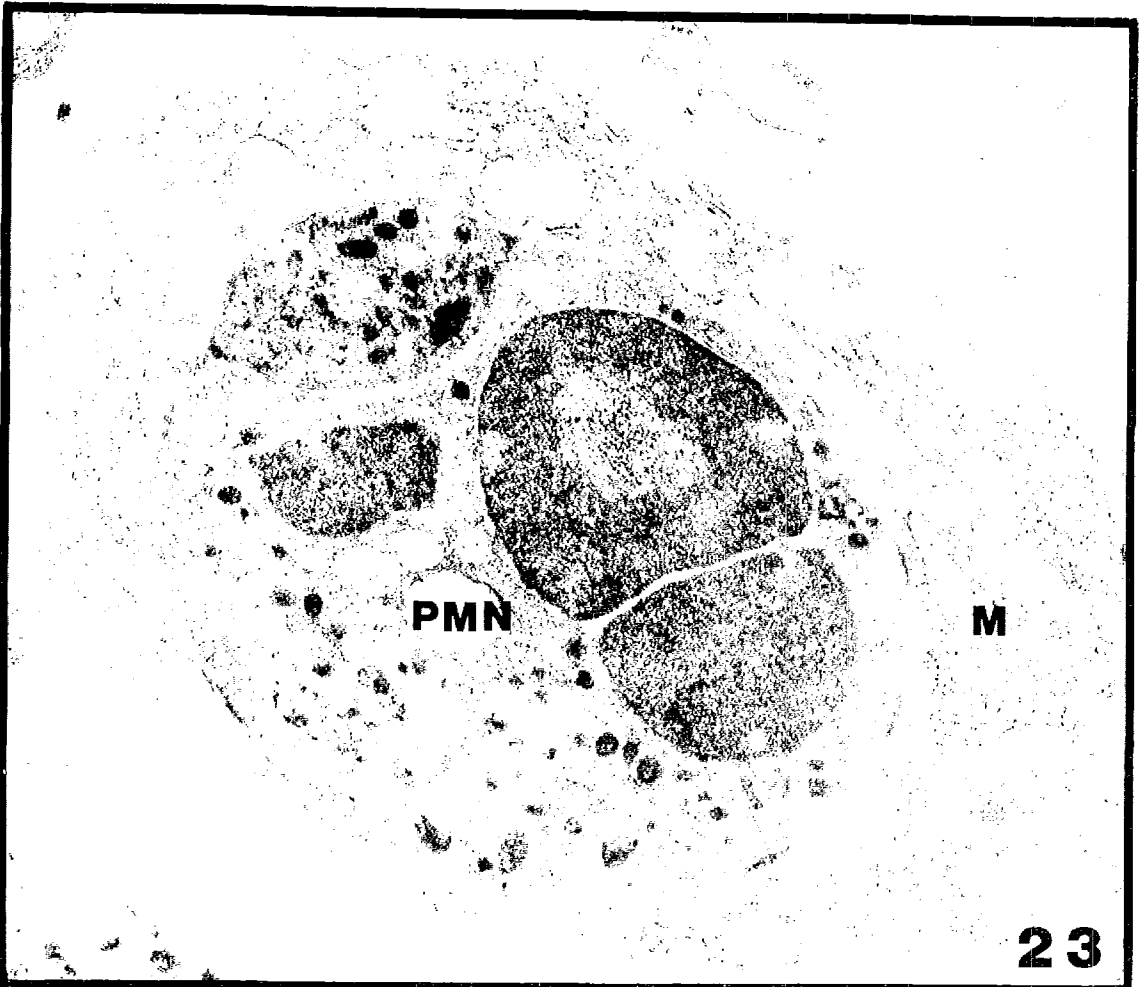
19

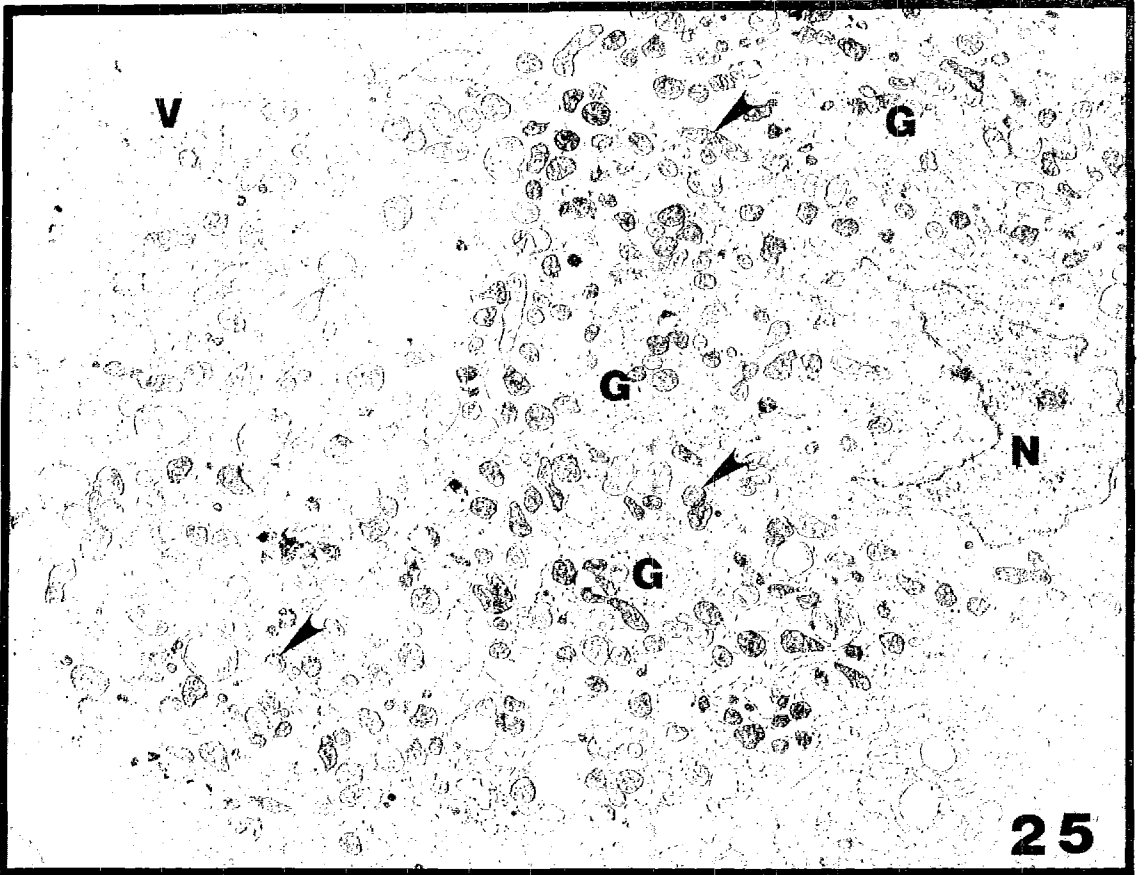


20





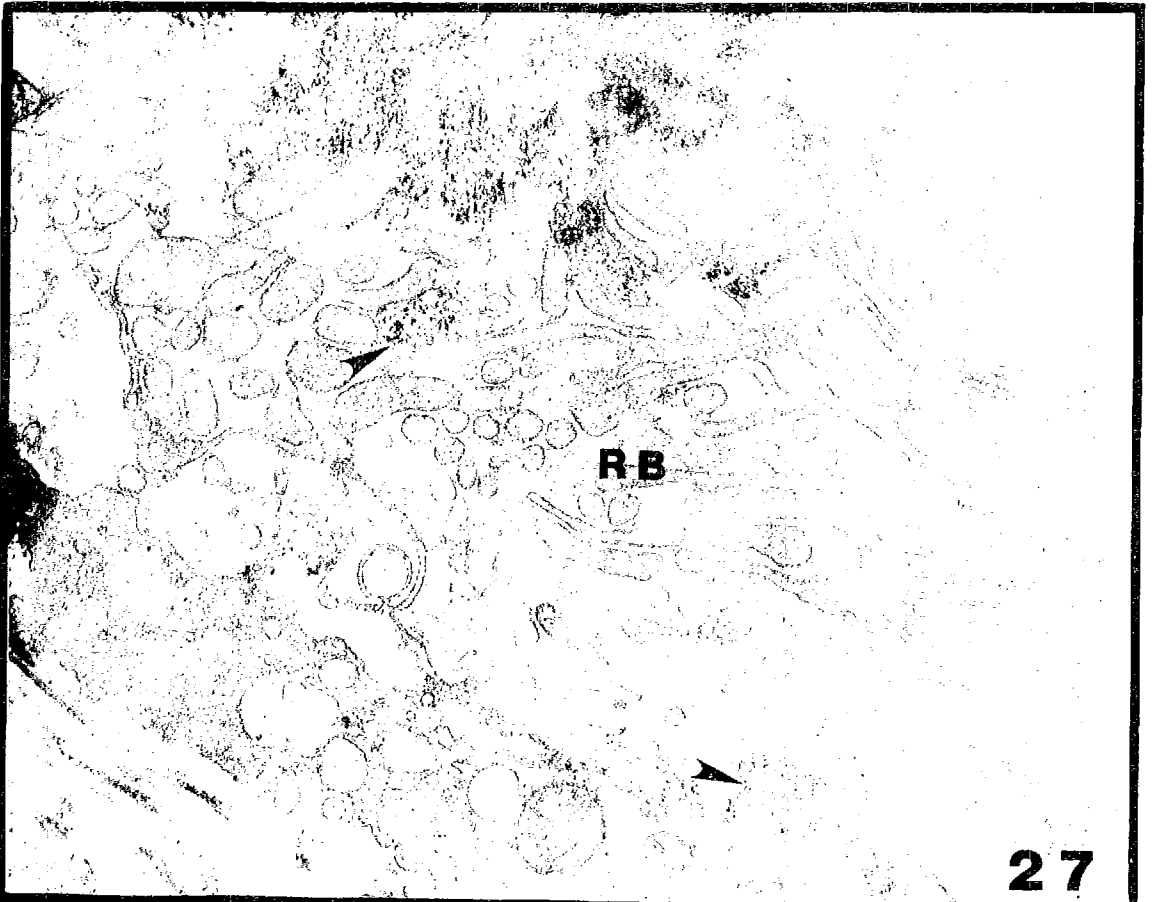




25



26



27



28

