

白鼠 外側翼突筋 除去가 下顎骨 成長에 미치는 影響에 關한 實驗的 研究

서울대학교 대학원 치의학과 교정학 전공

(지도교수 장영일)

김태우

— 目 次 —

- I. 緒論
- II. 文獻考察
- III. 實驗材料 및 方法
- IV. 實驗成績
- V. 總括 및 考按
- VI. 結論
- 參考文獻
- 英文抄錄
- 寫真附圖

I. 緒論

矯正學 分野에 있어서, 下顎骨의 成長 機轉과 이에 影響을 미치는 要素들에 대한 研究는, 頸顏面成長과 發育에 關한 知識을 土臺로 하여 個個人의 不正咬合을 治療하는 矯正醫에게 基本的인 知識을 提供한다.

下顎顆頭 軟骨은 身體 다른 部位의 長骨의 軟骨과는 다른 特徵들을 가지고 있다.^{1, 4, 9, 14, 26, 33} 그 中 下顎 頚頭의 再形成(remodeling)에 의한 下顎 頚頭의 適應 ability이 많은 先學들에 의해 研究되었다.

Baume²와 그 外 여러 學者들은 下顎骨을 前方 變位시킨 後 下顎 頚頭 및 下顎骨에 나타나는 現象을 研究했으며^{6, 10, 16, 19, 20, 21, 22, 34, 36}, Janzen과 Bluher

¹⁸) 등은 下顎骨을 後方 變位시킨 後, 下顎頚頭의 適應 現象 및 下顎骨의 變化를 報告했다.^{17, 28, 32, 39, 43}

Boyd, Castelli와 Huelke⁵ 등은 咀嚼筋의 除去가 下顎骨 成長에 미치는 影響을 研究했으며^{12, 13, 28, 29, 40, 41, 45}, Phillips, Shapiro와 Luschei³⁰는 三叉 神經의 運動神經核을 破壞시켜, 下顎骨 및 頚頭에 나타나는 成長의 奇形을 報告했다.

Pimenidis와 Gianelly³¹, Petrovic 및 Stutzmann, Oudet²⁹는 下顎頚頭의 除去가 下顎骨 成長에 미치는 影響을 報告하였고, Meikle^{23, 24}, 황등⁴⁶은 下顎頚頭의 切除 後, 切除한 下顎 頚頭를 移植하여 組織學的 觀察을 하였다.

下顎 關節 및 下顎骨의 成長은 호르몬, 藥物投與에 依하여 서도 影響을 받는다.^{1, 8, 9, 28, 42, 44}

Petrovic^{28, 29, 35}은 出產 後 下顎骨의 成長에 影響을 미치는 因子들에 대한 研究를 綜合하여, 下顎骨 成長 調節 機轉을 發表한 바 있다. 下顎骨의 成長에 影響을 미치는 여러 가지 因子들 가운데서, 外側翼突筋은 이 因子들이 下顎 頚頭의 成長에 影響을 미치는 마지막 段階(final common link)로서 重要한 役割을 한다고 했다. 또한, 外側翼突筋을 除去했을 때 下顎 頚頭의 前軟骨芽細胞 分裂이 減少되었으며, 下顎 頚頭 軟骨의 成長 및 下顎骨의 成長의 減少가 있어났다 했다.

그러나, Goret-Nicaise, Awn과 Dhem¹³은 外側翼突筋을 除去했을 때 下顎 頚頭의 成長 速度가 減少되며 보다는, 但只 頚頭의 形態 變化만이 나타난다 主張했다. 이것은 器械的 刺戟으로 誘導된 骨關

節炎狀態(osteoarthritic state)에 의한 頸頭의 變形이고, 이와 같은 變形을 適應性 安定化(adaptive stabilization)에 의한 것이라 說明했다. 따라서, 頸關節에 對한 外側 翼突筋의 役割은 再檢討되어 져야 한다고 했다.

本 實驗은 下頸骨 成長에 影響을 미치는 여러 가지 要因 中 外側 翼突筋의 役割을 研究키 為한 一環으로, 白鼠의 外側 翼突筋을 除去한 後, 4週와 8週에 骨計測과 組織學的 인 觀察을 實施하였으며, 이 結果를 對照群과 比較하여 다음의 知見을 얻었다.

II. 文獻 考察

Baume²⁾는 44~50個月(犬齒와 第一大臼齒 初期崩出中)된 원숭이에서 傾斜板을 使用하여, 下頸骨을 前方位로 移動시켜 機能케 한 後, 下頸 頸頭 前緣에 骨吸收, 後緣에 骨添加의 現象을 觀察했다. 實驗 2½個月 後 軟骨의 두께가 對照群에 比해 2倍假量 두터워 지는 것을 觀察했다. 그는 이 實驗結果를 土臺로 하여, 頸頭成長 中心(condylar growth center)은 機能的 治療에 反應을 한다고 하였다.

Petrovic과 Charlier⁶⁾는 4週된 S-D係 白鼠 48마리를 對照群 24마리, 實驗群 24마리로 나눈 後, 實驗群의 白鼠는 wire-met 口內 裝置를 4時間/日 씩 裝着하여 下頸이 前方位에서 機能토록 한 後, 4週만에 犧牲시켜, hematoxylin-eosin 染色등을 하였다. 그 結果 前軟骨芽細胞層의 두께가 두터워 졌으며, 各 細胞는 더욱 크고 둥근 核을 보였다. 軟骨芽細胞層의 두께도 두터워 졌다. 따라서, Petrovic과 Charlier는 下頸骨의 過前方位(hyperpropulsion)가 前軟骨芽細胞를 刺激하여, 下頸 頸頭軟骨의 附加的 成長(additional growth)을 가져온다고 했다.

McNamara¹⁹⁾는 金鑄造體를 利用하여, 원숭이의 下頸骨을 前方移動시켜, 筋活性度의 測定, 頭部放射線學的 計測, 組織學的 變化를 研究하였다. 64마리의 원숭이를 年齢에 따라, infant群(乳齒列 5~8個月), juvenile群(乳齒列과 第一大臼齒의 崩出中 또는 崩出完了, 18~24個月), adolescent群(永久臼齒列이지만 第三大臼齒가 아직 微崩出狀態이고, 犬齒가 崩出中, 4~4½歲), adult群(第三大臼齒까지 完全崩出, 6~7歲)으로 나누어 比較하였다. 13週 동안 觀察한 結果, 外側 翼突筋 上頭의 活性度가

增大되어 잡을 보였다. 이 增加된 活性度는 實驗末期에 漸次 減少되었다. 이때부터는 白齒의 前後方關係, 上下頸關係等의 適應의 인 變化가 頭蓋 顏面複合體(craniofacial complex) 全體의 變化를 가져왔다. infant와 juvenile 원숭이에서는 骨格性 適應이 主로 일어났다. 即 下頸 頸頭의 成長 方向과 量이 바뀌었다. 그러나 adolescent와 adult 원숭이에서는 齒列의 適應이 두드러졌다. 따라서 McNamara는 動物의 成熟 程度에 따라 骨格性 適應 또는 齒性 適應의 種類와 量이 달라진다고 했다. 13週가 지난 後 組織學的 所見을 보면, adult 원숭이의 頸關節은 安定性과 抵抗性이 있고, 反面에 成長 中인 원숭이의 頸關節은 機能的 變化에 反應을 나타낸다 했다. McNamara는 骨格性 適應과 筋神經係의 變化 사이에는 年代의 聯關性(chronologic correlation)이 있다고 하였는데 即, 特定한 構造的 適應으로 骨格性 安定이 되찾아 지면, 筋肉 特히 外側 翼突筋의 補償의 인 機能의 役割은 減少한다하였다.

McNamara와 Carlson¹⁹⁾은 Macaca Mulatta 원숭이를 利用하여, 頸關節에 生機械(biomechanical) 또는 生物理的(biophysical) 影響을 加했을 때, 軟骨에 適應이 일어나는 假說을 證明키 為해, ticonium cast onlay를 cementation하여 下頸을 約 4mm 前方, 3mm 下方으로 變位시켰다. 18~24個月된 원숭이에서 實驗하여 2週, 4週, 6週, 8週, 10週, 12週, 24週 觀察한 後 犧牲시켜 Hematoxylin-eosin 染色하였다. Microprojector로 4.5倍 擴大한 後 다시 9ft 거리에서 投射하여 tracing한 다음, 軟骨層의 두께를 각 部位別로 測定하여 統計 處理하였다. 結果, 成長層(growth layer, prechondroblastic-chondroblast layer)의 適應이 2週 後에 나타났고, 4~6週 後에는 最大이었다가 以後 次次 減少되었다. 適應이 主로 後緣에서 나타났으나, 後에 後上緣에서 나타났으며, 上緣에서는 이같은 變化를 볼 수 없었다. McNamara는 이 實驗을 通해, 下頸骨을 機能的 變位시켰을 때, juvenile rhesus 원숭이의 下頸 頸頭에서 重要한 適應 現象이 나타나며, 下頸 頸頭軟骨이 成長 中에 生機械的, 生物理的 環境 變化에 매우 잘 適應한다고 主張했다. 또, 初期의 下頸骨의 機能的 變位는 筋神經係에 適應(neuromuscular adaptation)을 가져오고 -特히-는 外側 翼突筋에 該當된다함 -頭蓋 顏面複合體의 骨格·齒牙·齒周組織의 構造的 變化가 完成될 때까지 筋神經係의 適應은 繼續나타난다고 하였다.

Ramfjord와 Hiniker³²⁾는 齒科 修復物에 依한 下顎의 後方 變位가 顎關節과 齒周 組織에 어미한 影響을 미치는가를 組織學的으로 觀察했다. 成熟한 rhesus 원숭이 4 마리를 實驗群, 7 마리를 對照群 으로 2, 8, 16, 35週에 각各 犧牲시켜 觀察하였다. 2週에는 顎關節에 적은 變化만을 보였고, 齒周 組織에는 甚한 外傷性 損傷이 나타났다. 8週에는 顎關節에 外傷性 및 適應性의 變化가 모두 보였으나, 實際 顎關節의 變化보다는 齒牙의 外傷性 變化 및 位置 移動이 더 두드러졌다. 16週 때에는 8週와 비슷하였으나 程度는 弱화되기 始作하였고, 35週에는 거의 正常으로 回復되어 졌다. Ramfjord와 Hiniker는 35週에 下顎 咬合의 變化가 일으켰던 變化들이 다시 正常으로 돌아오는 現象을 強調하여 다음과 같이 記述하였다. 成熟한 rhesus 원숭이의 顎關節은 逆機能的인 咬合關係로 생긴, 下顎의 永久的 後方 變位로부터 매우 잘 保護되어 있음을 보인다. 長期間(35週)에 걸친 觀察에서 關節의 可逆變化(reversal change)는, 短期間의 觀察이 咬合 不調和로 생긴 外傷性 및 適應性 變化의 最終 結果로 看做되어서는 안된다는 것을 나타낸다고 했다.

Boyd, Castelli와 Huelke⁵는 guinea pig의 側頭筋(temporal muscle)을 起始部에서 切除하여 骨性 突起의 形態 維持가 附着筋의 張力(tension)의 結果인가 또는 筋肉으로 부터 供給되어 지는 血液 供給의 結果인가를 研究하였다. 右側은 對照群, 左側은 實驗群으로 하여 8日만에 犧牲시켰다. 9마리 中 2마리만이 烏啄突起의 減少를 보였다. Boyd, Castelli와 Huelke는 側頭筋을 頭蓋骨로부터 除去하여, 烏啄突起의 血液 供給은 損傷시키지 않고, 筋張力만을 줄어들거나 없어지도록 했을 때, 大部分의 境遇 烏啄突起의 크기나 形態는 變化를 보이지 않았으므로 張力이 骨突起의 形態 維持에 必要하다는以前의 主張은 疑心된다고 하였다.

Ghafari와 Heeley¹²⁾는 25, 60日된 白鼠의 咬筋(masseter muscle)을 下顎에서 剥었다가 前方에 再附着시킴으로써 外側 翼突筋의 機能力を 變化시켜 20, 50, 80, 110日後 犺牲한 後, 冠狀 平面(coronal plane)으로 切片을 만들어 標本을 製作하였다. 手術後 20日에 25日 白鼠群의 手術群과 假手術群(sham-operation) - 咬筋을 剥었다가 제자리에 다시 附着시킴 - 모두에서 手術側 顆頭 形態가 圓錐形으로 變化되었으며, 手術을 加하지 않은 側 顆頭 形態은 비뚜려진 形態(skewed appearance)

로 變化되었다. 이와같은 變化는 25日 白鼠 術後 50日에서 가장 뚜렷했으며, 나머지의 組織 標本에서는 對照群과 비슷한 樣相을 보이며 뚜렷한 差異가 없었다. 45日 白鼠보다 어린 白鼠에서는 休止帶(resting zone=embryonic, prechondroblastic, progenitor zone), 增殖帶(proliferative zone=intermediate, functional chondroblastic zone), 肥大帶(hypertrophic zone=vesicular, chondroblastic mineralized or nonmineralized zone), 浸蝕帶(chondroblastic erosion front)로 區分이 되며 正常的 形態를 가진다. 軟骨은 肥大되어 있고 適應型(adaptive type)이다. 45日 以後 老衰한 白鼠의 軟骨은 短고, 厚肥大하여, 漸次 非適應型(nonadaptive type)으로 되어졌다. Ghafari 등은 上의 結果로 下顎顆頭 軟骨이 機能的 筋肉의 變化에 適應 能力を 가지고 있으며, 또한 어린 白鼠가 老衰한 白鼠보다 適應力이 좋다고 하였다. 그러나 140日까지도 軟骨의 閉鎖가 일어나지 않는다고 하였다.

Pimenidis와 Gianelly³¹⁾는 13마리의 1日된 白鼠의 下顎 顆頭를 兩側 모두 切除한 後, 65日되는 때 犺牲시켜서 解剖學의 比較, over-jet 및 tetracycline의 沈着比較等을 하였다. 下顎 顆頭 切除群은 下顎骨 形態에 變化를 나타냈으며, 烏啄突起는 길고, 더욱 弯曲을 보였고, antegonial notch는 더욱 두드러졌다. 65日(成熟期)에 下顎骨의 길이는 對照群이 實驗群에 比해 3.4mm 더 길었다. overjet는 有意差가 없었다. 但, 白齒部의 overjet는 手術한 境遇에 有意性 있게 커졌다. 手術群에서 白齒咬合關係가 II級 傾向을 보였다. Tetracycline 沈着 比較에서는 手術群과 對照群에 差異가 보이지 않았다. Pimenidis와 Gianelly는 下顎 顆頭 切除 後에 下顎骨의 길이 成長 및 下顎骨의 位置가 對照群에 比해 아주 크게 變化하는 않았으므로 顆頭의 存在가 白鼠 下顎骨의 全體 成長에 決定的인 것은 아 니며, Enlow(1968)나 Manson(1966)의 主張처럼 下顎骨의 길이 成長은 複合過程이며, 여러 成長部位(growth site)를 가진다고 하였다. 또한 下顎骨이 實驗群과 對照群에서 비슷한 前後方 位置를 維持하는 것으로 Moss의 functional matrix theory와 一置한다고 主張하였다.

Petrovic²⁸⁾은 出產 後 下顎骨의 成長에 影響을 미치는 要素들을 聯關시켜 綜合的으로 機轉을 發表하였다. 下顎骨 成長에 影響을 미치는 여러가지 要素들 가운데서 外側 翼突筋은 이 因子들이 下顎 顆

頭의成長에影響을 미치는 마지막段階(final common link)로서重要的役割을 한다고主張하였다. 外側翼突筋을切除하였을 때, 前軟骨芽細胞의分裂이 50%假量減少했다. 또한軟骨芽細胞分化가減少되었으며, 頸頭에서頤孔까지의길이가有意性있게減少되었다. 어떤前軟骨芽細胞는骨芽細胞로分化되어, 頸頭의前軟骨芽細胞가骨膜의前骨芽細胞와相同(homology)함을나타내었다.

Stutzmann과 Petrovic¹⁵⁾은舌切除한白鼠, 外側翼突筋과舌을同時에切除한白鼠, 正常白鼠세가지를함께比較하였다. 이實驗의結果로舌이下顎의前後方의成長에外側翼突筋을媒介로하여많은影響을미친다는사실을알수있었으나,舌切除의影響이外側翼突筋의除去로完全히없어지지는않은것으로보아外側翼突筋외에다른요소가關與하고있는것으로보인다하였다.

Petrovic¹⁵⁾은外側翼突筋이retrodiscal pad와組合(coupling)하여이곳에들어온情報를增幅(amplification)하여, 頸頭軟骨의細胞分裂速度와方向을調節한다고하였다.

Petrovic, Stutzmann과 Oudet²⁰⁾는3週된S-D系白鼠를利用하여一連의實驗을實施하였는데, 그中外側翼突筋을除去한白鼠는4週後對照群에比해下顎骨成長이減少되었다. 頸頭에서頤孔까지距離, 烏啄突起에서頤孔까지의distance, 角狀突起에서頤孔까지의distance가모두減少했으며, 第一大臼齒前方, 下顎切齒根上部의骨表面積이減少되었다.

Goret-Nicaise, Awn과 Dhem¹³⁾은生後10週된32마리의S-D系白鼠의外側翼突筋을切除한後, 15일만에犧牲시켜觀察하였다. 下顎頸頭의前方에는骨吸收가나타났으며, 後方에는骨添加가있어結果的으로下顎頸頭形態變化만을나타냈다. 이事實로, 外側翼突筋의除去가下顎頸頭의成長速度에減少를가져오기보다는下顎頸頭의形態變化만을가져온다고했다. 이것은機械的으로誘導된骨關節炎狀態(osteoarthritic state)에依한現象이며, 이와같은變形은適應性安定化(adaptive stabilization)作用으로나타난것이라說明했다.

최와김⁴⁵⁾은生後30日된白鼠에서左側側頭筋, 左側咬筋, 左側咬筋과內側翼突筋을各各除去한後解剖學的變化를觀察하였다. 側頭筋除去群에서는側頭線의消失과烏啄突起의吸收가있었으

며, 咬筋除去群에서는頭蓋의非對稱性成長, 觀骨突起의成長中斷및下顎骨角狀突起의吸收가있었다. 咬筋과內側翼突筋同時除去群에서는咬筋除去時와비슷한變化를나타냈다.

유와박⁴¹⁾은成長中인guinea pig에서咀嚼筋特히側頭筋,咬筋,內側翼突筋을除去하고, 4個月後下顎骨의成長에어떠한影響이나타나는가를骨乾燥標本을製作하여解剖學의觀察을實施하였다. 側頭筋除去群에서는烏啄突起의吸收가있었고,咬筋除去群에서는下顎角의吸收로角狀突起가동글게되었다. 對照群側臼齒咬合面의磨耗,下顎骨의非對稱性成長이있었다. 咬筋과內側翼突筋을모두除去한群에서는咬筋만을除去한群보다變化가甚했다. 下顎角은거의吸收되어角狀突起를볼수없다. 筋肉의作用이骨의生理的維持에寄與하고있다고했다.

박과유⁴⁰⁾는生後25日, 60日된白鼠의咬筋을切除하고牽引하여封合한後,筋肉神經係에變化를줌으로서顎關節部에일어나는病理組織學의變化와適應現象을觀察했다. 25日生白鼠의右側筋肉切除群에서, 實驗10日群의右側頸頭의軟骨芽細胞帶의甚한減少를보였고, 實驗20日, 50日및80日群의右側및左側頸頭軟骨芽細胞層은對照群과類似한形態를보였다. 25日生白鼠의兩側筋肉切除群에서 實驗10日群의頸頭의前方部位의軟骨芽細胞帶가若干減少되었다. 60日生白鼠는經過日數에關係없이右側筋肉만을切除한群이나兩側筋肉을切除한群모두에서顎關節의特異한變化를찾아볼수없었다. 上述의結果를綜合하여, 正常白鼠의頸頭는生後3個月에는軟骨內化骨形成이거의完了되므로3個月以內에顎關節周圍의筋肉에障碍가왔을境遇에는下顎頸頭의軟骨形成에뚜렷한變化를볼수있었으며,成長後에는顯著한變化가觀察되지않았다고說明했다.

III. 實驗材料 및 方法

體重이비슷한生後4週된Wistar雌白鼠24마리를實驗에使用하였다. 14마리는第1實驗群으로兩側外側翼突筋을모두切除하였고, 8마리는對照群으로兩側모두假手術(sham operation)을加한후各各8週間飼育하였다. 나머지2마리는右側外側翼突筋만去除하고, 左側은假手術만을實施한後4週째犧牲하였다.(표1).

표 1. 실험백서의 분류

	대조군	제 1 실험군	제 2 실험군
표본 수	8	14	2
사육 기간	8 주	8 주	4 주
시술 내용	우측 : Sham operation 좌측 : Sham operation	우측 : Resection 좌측 : Resection	우측 : Resection 좌측 : Sham operation

* Thiopental Sodium 을 腹腔内 4~7mg/kg 投與하여, 全身 麻醉시켰다. 麻醉가 된 後, 前耳介 部位 (preauricular area)를 Thrive animal clipper로 털을 깎아 냈다. 頰骨弓을 따라 後方으로 觸診하여, 耳介 前方部位에서 대략적인 頸關節 位置를 찾은 後, 0.8~1.0cm의 길이로 皮膚 切開를 하였다. 組織 鋼子와 止血子를 利用하여 筋肉를 切開하여 頸關節까지 到達하였다. 頸關節을 잘 露出시킨 後, 補助者가 下頸骨을 後退시켜 주는 동안, 術者는 手術用 가위로 外側 翼突筋을 切除하였다. 切除時 上頭와 下頭를 모두 包含시켰다. 假手術의 境遇에는 이 段階만을 除外하고 모두 같은 操作을 하였다. 4-0 catgut 으로 3~5回씩 interrupted suture하여 주었다. [†]tetracycline 을 6 mg씩 腹腔内 投與하였다. 以後 精製된 飼料[#]를 供給해 주었다. 표 1에 따라 4週, 8週에 각各 犬牲시켜 下頸骨을 分離해 내고 軟組織을 剝離한 후 10% formalin에 保管했다.

△ 下頸骨 길이 测定 △

[△]caliper로 0.01mm 單位까지 實測하였다. caliper의 尖端은 一點이 되도록 精密하게 削除했다. 各測定項目은 다음과 같이 定하였다(그림 1).

各測定項目에 對해, 對照群과 第1 實驗群間에統計的 有意 差을 t-test하여 分析·比較하였다.

△ 組織 標本의 製作 및 觀察 △

計測이 끝난 下頸骨을 흐르는 물에 洗滌한 後, 5% nitric acid로 3~4日間 脱灰하였다. paraffin 包埋時, 頰側이 아래로 가도록 하여 左右區分이 可能케 했다. 切片의 두께는 約 6μ으로 하여 連續으로 3個씩 製作하였다. 標本의 切斷 方向은 下頸顆頭에 平行하게, 즉 矢狀 平面에 놓이도록 하였고,

* Thiopental Sodium 중의 제약 펜토탈 소다움디
† tetracycline HCl 종근당

삼양 동물 사료 마우스류

△ Mitutoyo

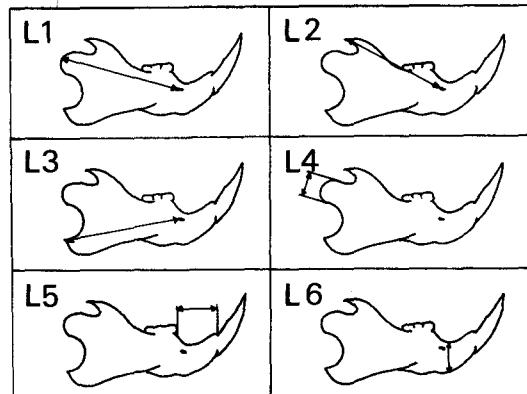


그림 1. 계측항목

L1 : 頸頭 後緣에서 頤孔까지의 거리(最長 길이).
L2 : 烏啄突起의 尖點에서 頤孔까지의 거리.
L3 : 角狀突起의 尖點에서 頤孔까지의 거리.
L4 : 下頸 頸頭의 前後方 最大 直徑.
L5 : Supradentale에서, 左右 第一大臼齒의 近心面을 連結한 直線까지의 거리.
L6 : Mental protuberance의 頂點에서, Supradentale와 第一大臼齒사이의 最低點까지 거리.

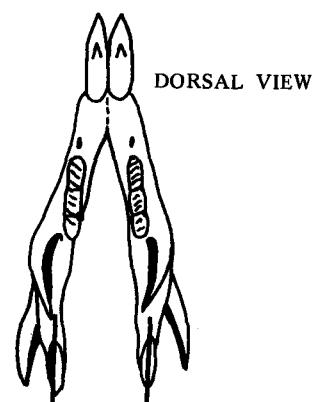


그림 2. 표본의 절단면.
2개의 직선이 절단 방향을 나타낸다.

可能한 가장 中心의 것을 取하도록 努力했다.(그림 2). Hematoxylin-eosin 染色하여, Olympus BH-2 顯微鏡으로 40倍, 100倍, 400倍 觀察하였다. 特히 第1 實驗群과 對照群은 400倍에서 前軟骨芽細胞層數와 軟骨芽細胞層數를 上部(軟骨의 前方 $\frac{1}{4}$ 位置) 後上部(軟骨의 中心部), 後部(軟骨의 後方 $\frac{1}{4}$ 位置)로 區分하여, 2回計數하여 比較하였다(그림 3).

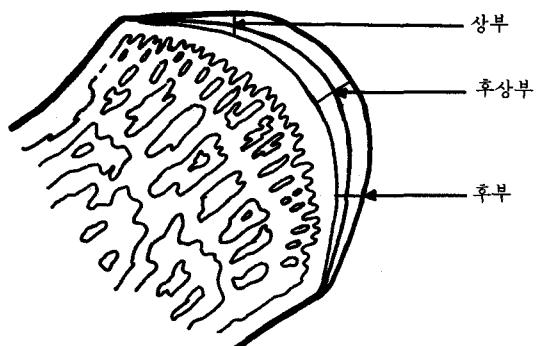


그림 3. 전연골아세포 및 연골아세포총수 비교위치

N. 實驗成績

△ 計測成績 △

對照群과 第1 實驗群(표 2)

L2를 除外한 모든 項目에서 第1 實驗群이 有意하게 작은 값을 나타냈다. 特히 L1, L4, L6項目에서 有意성이 높았다.

L1은 第1 實驗群이 19.02mm로 對照群에 比해 0.43mm 작은 값을 나타냈고, L4는 第1 實驗群이 0.50

(단위:mm)		
계측항목	대조군	제1실험군
L1	19.45 (± 0.21)	19.02 (± 0.45) ***
L2	16.01 (± 0.33)	15.78 (± 0.45) n.s.
L3	19.08 (± 0.32)	18.88 (± 0.35) *
L4	3.92 (± 0.25)	3.50 (± 0.31) ***
L5	7.07 (± 0.27)	6.76 (± 0.34) **
L6	4.02 (± 0.29)	3.71 (± 0.27) ***

*** $p < 0.01$
 ** $0.01 < p < 0.05$
 * $0.05 < p < 0.1$
 n.s. no significance

표 2. 대조군과 제1실험군의 계측 성적

mm로 對照群보다 0.42mm의 작은 값을 나타냈다. L6는 第1 實驗群이 3.71mm로 0.31mm 작았다.

第2 實驗群

모든 項目에서 外側 翼突筋을 除去한 右側이 작은 값을 나타냈다. L1은 17.70mm로 0.38mm 작았고, L2는 13.82mm로 0.23mm 작았다. L3는 17.37mm로 0.36mm 작았고, L4는 3.67mm로 0.21mm 작았다.

△ 組織所見 △

對照群과 第1 實驗群

對照群과 第1 實驗群의 組織所見은 비슷한 様相

표 3. 제2실험군의 좌측·우측 비교

(단위:mm)

	좌측	우측	절이차이
시술내용	Sham operation	Resection	
L1	18.08	17.70	0.38
L2	14.05	13.82	0.23
L3	17.73	17.37	0.36
L4	3.88	3.67	0.21

을 보였다. 前軟骨芽細胞層과 軟骨芽細胞層의 細胞層數가 표 4에서와 같이 平均值를 나타냈는데, 對照群과 第 1 實驗群 사이에 統計的인 有意差가 없었다(寫眞附圖 1 參照).

第 2 實驗群

前軟骨芽細胞層數는 上部가 左側에서 4~5層, 右側에서 2~3層 이었으며, 後上部가 左側은 7~8層, 右側은 5~6層이었다. 後部에서는 左側이 6~7層,

표 4. 대조군과 제 1 실험군의 전연골아세포총수와 연골아세포총수의 비교

	상 부		후 상 부		후 부	
	대 조 군	제 1 실험군	대 조 군	제 1 실험군	대 조 군	제 1 실험군
전연골아세포총수	3.79 (±1.53)	3.79 (±1.04)	5.67 (±0.97)	5.52 (±1.44)	4.97 (±1.03)	5.25 (±1.44)
연골아세포총수	2.33 (±1.07)	2.53 (±0.79)	4.17 (±0.86)	4.65 (±1.96)	2.50 (±1.03)	3.23 (±1.07)

V. 總括 및 考按

外側 翼突筋은 側頭筋, 咬筋, 內側翼突筋과 함께 第 1 下頸 branchial arch에서 發生된다.²⁵⁾ 上頭와 下頭로 區分되며, 上頭는 蝶形骨의 大翼의 側頭下面과 側頭下稜에서, 그리고 下頭는 外側 翼狀板의 外面에서 각각 起始하고, 上頭는 關節囊의 前內面과 關節圓板의 前緣, 下頭는 下顎頸의 前內面의 翼突筋窩에 停止한다. 下顎神經의 外側翼突筋神經에 支配를 받는다. 下顎의 左右運動, 開口의 初期運動 및 下顎骨의 前方 移動에 關與한다.³⁸⁾ 白鼠의 外側翼突筋도 上頭와 下頭로 構成되어¹⁵⁾, alisphenoid에서 起始하여, 下顎顆頭의 前內面에 停止한다.⁷⁾

本 實驗은 生後 4週 白鼠를 使用하였다. Collins 등⁸⁾과 Furstman 등¹¹⁾에 따르면, 顆頭 軟骨이 이 時期에는 各 層으로 分化되어 區分이 可能하다 하였으며, 이 時期 以後에는 軟骨의 두께가 漸次 減少되어 진다고 했다. 白鼠는 生後 3週가 되면 下顎骨이 66% 假量 成長을 한다고 한다²³⁾ 따라서 外側翼突筋의 除去를 더 이른 時期에 實施하면 成長에 미치는 效果를 좀더 잘 觀察할 수 있으리라 생각된다^{19, 31)}; 實際 授乳期에 該當되므로 手術 및 手術後管理가 어렵다. Goret-Nicaise 등¹³⁾은 生後 10週의 白鼠를 使用하였는데, Collins 등¹³⁾에 따르면, 白鼠

右側이 3~4層이었다. 前軟骨芽細胞層은 右側이 左側에 比해 줄어 들었음을 나타냈다.

軟骨芽細胞層數는 上部가 左側에서 5~6層, 右側에서 2~3層, 後上部가 左側에서 5~6層, 右側에서 3~4層이었다. 後部에서는 左側이 4~5層, 右側이 1~2層이었다. 軟骨芽細胞層도 右側이 左側에 比해 줄어 들었음을 나타냈다. (寫眞附圖 2 參照)

가 生後 10週가 되면, 이미 成長이 많이 進行되어 軟骨細胞의 活性度가 떨어지고, 軟骨 形成과 化骨形成이 모두 느려지며, 骨柱는 두꺼워 져서 狹窄되어 骨髓腔이 좁아진다고 했다. 따라서, 生後 10週 白鼠는 下顎骨 成長變化를 觀察하기에는 너무 老衰한 것이다(표 5).

표 5. 표본 백서 연령 및 수술후 관찰기간의 비교

	Goret-Nicaise (1981)	Petrovic (1981)	김
표본 백서 연령	10주	3 주	4 주
수술후 관찰기간	15일	4 주	4주, 8주

표 6. Petrovic(1981)과 본 실험의 실험재료 및 방법 비교

	Petrovic(1981)	김
백서종류	Male Sprague-Dawley	Female Wistar
백서연령	생후 3주	생후 4주
대조군	no operation	sham operation
투약	no medication	tetracycline

Goret-Nicaise 등¹³은 외측翼突筋除去後 15日間, Petrovic²⁹은 4週間, 著者は 4週와 8週經過後에 각各 犠牲시켰다. Ramfjord³²는 咬合의 變化後에 下頸 頸頭에 發生하는 外傷性 및 適應性 變化的 最終 結果를 알기 위해서는 短期間보다는 長期間 觀察하는 것이 必要하다고 強調했다. 實際 本 實驗에서도 4週와 8週의 組織 所見이 差異가 있었던 點으로 보아, 外因을 加하여 下頸 頸頭 軟骨에 나타나는 現象을 觀察하기 위해서는 長期間에 걸쳐 觀察하는 것이 必要하다고 料된다.

外側翼突筋의 除去後 下頸骨 成長 變化를 照查하기 위하여 選定된 項目(그림 1) 中 L1, L2, L3는 下頸骨의 길이를 代表하는 項目으로 Petrovic²⁹의 方法을 利用했다. L4는 下頸 頸頭의 成長에 미치는 影響을 보기 위해 測定하였으며, L5와 L6는 下頸 頸頭와 멀리 떨어져 있는 下頸 骨體部位의 變化를 比較하기 위해 測定하였다.

第1 實驗群과 對照群을 比較하여 볼 때, 또한 第2 實驗群의 左·右側을 比較하여 볼 때, 外側翼突筋의 除去는 下頸骨의 成長減少를 가져왔음을 알 수 있다(표 2와 3). L2 項目에서 統計的有意差가 없었던 것은, 外側翼突筋 除去時 烏啄突起에서 頤孔까지의 길이가 外側翼突筋의 除去에 크게 影響을 받지 않았음을 意味한다. 이것은 Petrovic²⁹의 實驗結果와는 對照가 된다. Pimenidis 등³¹과 Meikle³³은 下頸 頸頭를 切除했을 때, 烏啄突起가 오히려 더 길어 진다고 하였다. 烏啄突起의 成長은 下頸 頸頭의 成長에 比較的 獨立의 임을 알 수 있다(표 8). L4에서 第1 實驗群이 對照群에 比해 작은 값을 나타냈는데, 外側翼突筋이 下頸 頸頭 成長에

寄與함을 暗示한다. L5와 L6는 下頸 頸頭를 包含치 않은 骨體部位의 成長에도 差異가 있음을 보였디. Petrovic²⁹은 이곳의 面積을 내어 比較하였는데, 外側翼突筋 除去後 이 部位에도 成長減少가 있었다고 하였다.

本 實驗中, 4週後 犠牲한 白鼠에서 前軟骨芽細胞와 軟骨芽細胞層 및 軟骨 全體의 減少 現象을 보였으나(寫眞附圖 參照), 8週後에는 이와 같은 現象을 볼 수 없었다(표 4 및 寫眞附圖 參照). 年齡增加에 따른 軟骨細胞의 活性 減少와 頸頭 軟骨의 適應性 安定화에 따른 結果라 料된다.^{19, 20, 32, 34, 39, 40}

표 7은 Petrovic²⁹의 實驗方法과 本 實驗方法과 比較한 것이며, 표 8은 L1, L2, L3 項目에 대한 結果를 比較한 것이다. 外側翼突筋 除去의 效果만을 純粹하게 比較하기 为了해서는 對照群에 假手術(sham operation)을 加해 주어야 한다고 생각하여 本 實驗에서는 對照群과 第2 實驗群의 左側에는 假手術을 實施하였다. tetracycline은 感染防止를 目的으로 投與하였는데, tetracycline이 下頸骨 成長에 障碍를 가져온다고 보고된 바 있다.⁴² 그러나 本 實驗에서 投與한 量은 輕微한 量이며, 또 對照群과 實驗群에 모두 投與하였으므로 比較에는 支障이 없다고 본다.

本 實驗은 外側翼突筋과 下頸骨 成長과의 關係를 研究하기 为了한 一環으로, 白鼠의 外側翼突筋을 除去한 後, 4週와 8週에 骨計測과 組織學的 觀察을 實施하였다. 外側翼突筋의 除去는 下頸 頸頭 軟骨의 一時的活性度의 低下를 가져오며, 下頸 頸頭의 成長減少 및 下頸骨 成長減少를 起起하였다. 下

표 7. Petrovic(1981)의 實驗결과와 본 實驗결과의 비교

	Petrovic(1981)		本 實驗	
	대조군	실험군	대조군	실험군
L1	14.22(±0.40)	12.84** (±0.27)	19.45(±0.21)	19.02*** (±0.48)
L2	13.61(±0.50)	11.12*** (±0.33)	16.01(±0.33)	15.78 ^{N.S.} (±1.45)
L3	14.05(±0.33)	12.36*** (±0.25)	19.08(±0.32)	18.87* (±0.35)

* * * P < 0.01

** 0.01 < P < 0.05

* 0.05 < P < 0.1

N. S. No significance

顆 頸頭의 成長 低下는 下頸骨의 成長 低下를 二次的으로 가져왔다고 思料되며, 下頸 頸頭가 成長의 中心은 아니지만^{23, 24, 31, 33}, 正常의인 下頸骨 成長에는 必須의임을 나타냈다.^{23, 24)} 外側 翼突筋 除去後 下頸 頸頭 軟骨의 活性度 減少는

- ① 外側 翼突筋의 除去로 因한 機械的 刺戟의 減少¹⁵⁾
- ② 外側 翼突筋을 通한 軟骨의 血液 供給, 營養 供給의 減少¹⁵⁾
- ③ 外側 翼突筋의 張力(tension)의 消失²⁸⁾
- ④ 外部 要因이 頸頭 軟骨에 傳達되는 最終 傳達 段階(final pathway)의 消失²⁸⁾

등이 그 原因이라 생각되나, 向後 繼續의인 實驗을 通하여 밝혀나가야 할 課題이다. 또한 正常의 狀態에서 外側 翼突筋과 下頸骨 成長과의 關係 및 機能的 矯正裝置를 使用했을 때, 外側 翼突筋의 役割 등도 熟으로 研究되어 쳐야 한다고 생각한다.

VI. 結論

著者는 下頸骨 成長에 影響을 미치는 여러 가지 要因 中 外側 翼突筋의 役割을 研究하기 為한 一環으로, 成長中인 白鼠의 外側 翼突筋을 除去하였다. 生後 4週 Wistar 雌白鼠 24마리를 對照群 8마리, 第1 實驗群 14마리, 第2 實驗群 2마리씩 分配 했다. 對照群은 兩側에 假手術(sham operation)을 實施한 後 8週間 飼育하였고, 第1 實驗群은 兩側에 外側 翼突筋 除去後 8週間 飼育했다. 第2 實驗群은 右側 外側 翼突筋 除去, 左側 假手術을 實施한 後 4週間 飼育했다. 각各 犧牲한 後 下頸骨 計測을 하여 對照群과 第1 實驗群, 第2 實驗群의 左·右側을 각各 比較하였다. 또한 hematoxylin-eosin 染色 標本을 製作하여 各群의 軟骨의 特性을 觀察했다. 以上의 實驗을 通하여 다음의 結論을 얻었다.

1. 成長 中인 白鼠의 外側 翼突筋의 除去는 下頸骨의 成長 減少를 가져 왔다. 實驗 8週 後, 頸頭 後緣에서 頤孔까지의 길이, 角狀突起에서 頤孔까지의 길이, 下頸 頸頭 前後方 最大 直徑 Supradentale에서 第一大臼齒까지의 길이, 結合部의 直徑이 有意性있게 減少되었다.
2. 成長 中인 白鼠의 外側 翼突筋 除去는 實驗 4週 後, 軟骨의 두께 減少, 前軟骨芽細胞와 軟骨芽細胞層의 減少를 가져왔다.

3. 外側 翼突筋 除去 後 8週에는 軟骨의 두께, 前軟骨芽細胞와 軟骨芽細胞層에 差異가 없었다.
4. 頸頭 軟骨은 實驗 4週에서 8週 사이에 適應性 安定化를 기했다.

(本 研究를 始終 指導해 주신 張英一 指導教授님께 裏心으로 感謝드리며, 도움 말씀과 聲援하여 주신 徐廷勳教授님, 梁源植教授님, 南東錫 教授님께 깊이 感謝드리고, 矯正學教室員 여러분께 謝意를 表합니다.)

參考文獻

1. Baume, L.J.: Differential response of condylar, epiphyseal, synchondrotic, and articular cartilage of the rat to varying levels of vitamin A, Its impact on current growth concepts, Am. J. Orthod., 58: 537-551, 1970.
2. Baume, L.J., and Derichsweiler, H.: Is the condylar growth center responsive to orthodontic therapy? An experimental study in Macaca mulatta, Oral Surg. 14: 347, 1961.
3. Simpson, M.E., and Evans, H.M.: Growth and transformation of the mandibular joint in the rat, III. The effect of growth hormone and thyroxine injections in hypophysectomized female rats, Am. J. Orthod. and O.S., 32: 447-451, 1946.
4. Bhaskar, S.N.: Orban's oral histology and embryology, 8th. ed., Mosby Co., St. Louis, 1976.
5. Boyd, T.G., Castelli, W.A., and Huelke, D.F.: Removal of the Temporalis muscle from its origin: Effects on the size and the shape of the coronoid process, J. Dent. Res., 46: 997-1001, 1967.
6. Charlier, J.P., Petrovic, A., and Stutzmann, J.H.: Effects of mandibular hyperpropulsion on the prechondroblastic zone of young rat condyle, Am. J. Orthod. 55: 71-74, 1969.

7. Chiasson, R.B.: Laboratory anatomy of the white rat, 4th. ed.
8. Collins, D.A., Becks, H., and Simpson, M.E.: Growth and transformation of the mandibular joint in the rat, Normal female rats, Am. J. Orthod. & O.S., 32: 431-451, 1946.
9. Collins, D.A., Becks, H., Simpson, M.E., and Evans, H.M.: Growth and transformation of the mandibular joint in the rat, II. Hypophysectomized female rats, Am. J. Orthod. and O.S., 32: 443-446, 1976.
10. Elgoyen, J.C., McNamara, J.A., and Riolo, M.L.: Craniofacial adaptation to protrusive function in young rhesus monkeys, Am. J. Orthod., 62: 469-480, 1972.
11. Furstman, L.L.: Normal age changes in the mandibular joint, J. Dent. Res., 45: 291-297, 1966.
12. Goret-Nicaise, M., Awn, M., and Dhem, A.: The morphological effects on the rat mandibular condyle of section of the lateral pterygoid muscle, Eur. J. Orthod., 5: 315-321, 1983.
13. Ghafari, J., and Heeley, J.D.: Condylar adaptation to muscle alteration in the rat, Angle Orthod., 52: 26-37, 1982.
14. Graber, T.M.: Orthodontics, principles and practice, 3rd. ed., W.B. Saunders Co., Philadelphia, London, Toronto, 1972.
15. Graber, T.M., Rakosi, T., and Petovic, A.G.: Dentofacial orthopedics with functional appliances, The C. V. Mosby Co. St. Louis. Toronto, Princeton, 1985.
16. Hiniker, J.J., and Ramfjord, S.P.: Anterior displacement of the mandible in adult rhesus monkeys, J. Prosthet. Dent., 16: 503-572, 1966.
17. Ingervall, B., Frededen, H., and Heyden, G.: Histochemical study of mandibular joint adaptation in experimental posterior mandibular displacement in the rat, Archs. Oral Biol., 17: 661-671, 1972.
18. Janzen, E.K., and Bluher, J.A.: The cephalometric, anatomic, and histologic changes in Macaca Mulatta after application of a continuous- acting retraction force on the mandible, Am. J. Orthod., 51: 823-855, 1965.
19. McNamara, J.A.: Neuromuscular and skeletal adaptations to altered function in the orofacial region, Am. J. Orthod., 64: 578-606, 1973.
20. McNamara, J.A., and Calson, D.S.: Quantitative analysis of temporomandibular joint adaptations to protrusive function, Am. J. Orthod., 76: 593-611, 1979.
21. McNamara, J.A., Hinton, R.J., and Hoffman, D.L.: Histologic analysis of temporomandibular joint adaptation to protrusive function in young adult rhesus monkey (Macaca Mulatta), Am. J. Orthod., 82: 288-298, 1982.
22. Meikle, M.C.: The effect of a class II intermaxillary force on the dentofacial complex in the adult Macaca Mulatta monkey, Am. J. Orthod., 58: 323-340, 1970.
23. Meikle, M.C.: The role of the condyle in the postnatal growth of the mandible, Am. J. Orthod., 64: 50-62, 1973.
24. Meikle, M.C.: In vivo transplantation of the mandibular joint of the rat; An autoradiographic investigation into cellular changes at the condyle, Arch. Oral Biol., 18: 1011-1020, 1973.
25. Moore, K.L.: The developing human, 2nd ed., 1977, W.B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto.
26. Petovic, A.: Experimental and cybernetic approaches to the mechanism of action of

- functional appliances on the mandibular growth, Monograph No. 15, Craniofacial growth series, Center for human growth and development, The Univ. of Michigan, 1984.
27. Petrovic, A., Oudet, C., and Gasson, N.: Unterkiefer propulsion durch eine in oberkiefer fixierte Vorbißführung mit seitlicher biß sperre von unterschiedlicher Höhe. Aus wirkungen bei Ratten weahrend der Wachstumsperiode unt bei erwachsenen Tieren, Fortschr. Kieferorthop., 43: 329-344, 1982.
 28. Petrovic, A., Stutzmann, J., and Oudet, C.: Control processes in the post-natal growth of the condylar cartilage of the mandible. In: McNamara, J.A., Jr. (Ed.) growth series, Center for human growth and development, The Univ. of Michigan, 1975.
 29. Petrovic, A., Stutzmann, J., and Oudet, C.: Condylectomy and mandibular growth in young rats (a quantitative study), Proc. Finn. Dent. Soc., 77: 139-150, 1981.
 30. Phillips, C., Shapiro, P.A., and Luschei, E.S.: Morphologic alterations in *Maccaca Mulatta* following destruction of the motor nucleus of the trigeminal nerve, Am. J. Orthod., 81: 292-298, 1982.
 31. Pimenidis, M.Z., and Gianelly, A.A.: The effect of early postnatal condylectomy on the growth of the mandible, Am. J. Orthod., 62: 42-47, 1972.
 32. Ramfjord, S.P., and Hiniker, J.J.: Distal displacement of the mandible in adult rhesus monkeys, J. Prosthet. Dent., 16: 491-502, 1966.
 33. Ranly, D.M.: A synopsis of craniofacial growth, Appleton, Century, Crofts, New York, 1980.
 34. Stockli, P.W., and Willert, H.G.: Tissue reactions in the temporomandibular joint resulting from anterior displacement of the mandible in the monkey, Am. J. Orthod., 60: 142-155, 1971.
 35. Stutzmann, J., and Petrovic, A.: Le muscle pterygoidien externe, un relais de laction de la lange sur la croissance du condyle mandibulaire, Dornees experimentale, L'orthodont. Franc., 45: 385-399, 1974.
 36. Tonge, E.A., Heath, J.K., and Meikle, M.C.: Anterior mandibular displacement and condylar growth, An experimental study in the rat, Am. J. Orthod., 82: 277-287, 1982.
 37. 김재형, 서정훈: 백서의 구치부 기능상실이 과두 발육에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. 대치교지, 9: 111-116, 1979.
 38. 김명국: 두경 해부학. 함춘문화사, 1978.
 39. 박경진, 양원식: 백서 하악골의 후방이동이 과두에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. 대치교지, 10: 29-38, 1980.
 40. 박영철, 유영규: 백서 교근의 변형에 따른 악관절의 병리 조직학적 연구. 대치교지, 14: 53-61, 1984.
 41. 유영규, 박태수: 저작근의 제거가 Guinea pig 의 하악골 성장에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. 대치교지, 11: 25-30, 1981.
 42. 이미대, 조희원: Tetracycline이 백서의 경골 및 하악골 발육에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. 대치교지, 5: 33-41, 1975.
 43. 이백민, 유영규: Orthopedic force에 의한 백서 악관절 주위 조직의 변화에 대한 조직학적 연구. 대치교지, 13: 155-165, 1983.
 44. 이병태, 서정훈: Cyclophosphamide가 백서하악 과두의 성장에 미치는 영향에 관한 연구. 대치교지, 12: 7-13, 1982.
 45. 최덕호, 김명국: 흰쥐 저작근의 제거가 두개성장에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. 대한구강해부학회지, 2: 19-23, 1978.
 46. 황성명 외: 하악 과두의 발육에 관한 실험적 연구. 대한치과의사협회지, 20: 619-623, 1982.

AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE MANDIBULAR GROWTH FOLLOWING RESECTION OF THE LATERAL PTERYGOID MUSCLE IN RAT

Tae-Woo Kim, D.D.S.

Dept. of Orthodontics, Graduate School, Seoul National University

(Directed by Prof. Yong-II Chang, D.D.S., Ph.D.)

The purpose of the study is to note the effects of the resection of the lateral pterygoid muscle on the mandibular growth in the growing rats.

Twenty four female Wistar rats were used in the experiment. They were divided into three groups:

group 1; bilateral sham operation

group 2; bilateral resection of the lateral pterygoid muscle

group 3; unilateral resection of the lateral pterygoid muscle

(The right lateral pterygoid muscle was resected and the left one was sham-operated.)

Groups 1&2 were sacrificed eight weeks later and group 3, four weeks later. All specimens were measured with calipers, and stained with hematoxylin and eosin. Groups 1 & 2 were compared with each other. In group 3, the right side was compared with the left.

The results were as follows:

1. In the growing rats, the resection of the lateral pterygoid muscle was followed by a decrease of the mandibular growth. After eight weeks, the condyle-mental foramen distance, the angular process-mental foramen distance, the size of the condylar head, the supradentale-first molar distance, and the diameter of the symphysis were significantly smaller than the control.
2. Resection of the lateral pterygoid muscle resulted in decrease of the thickness of the cartilage layer and the prechondroblastic-chondroblastic layer after four weeks.
3. After eight weeks, group 1 and group 2 were not different significantly in the histologic sections.
4. The condylar cartilage was stabilized eight weeks after the experiment.

寫眞附圖

寫眞附圖 1

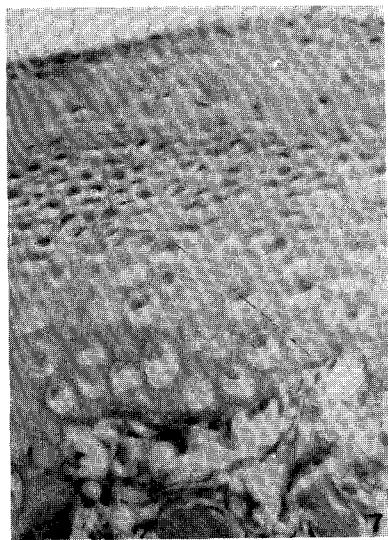
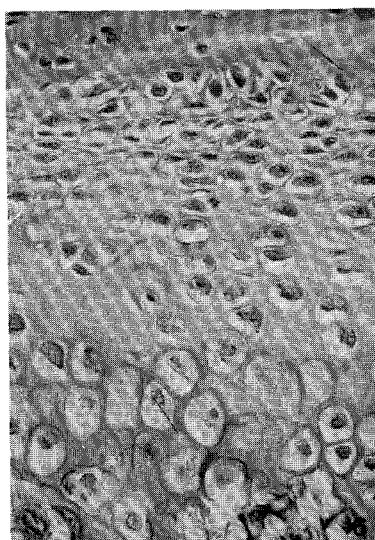
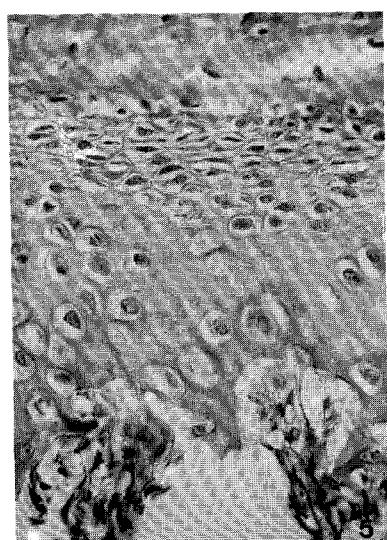
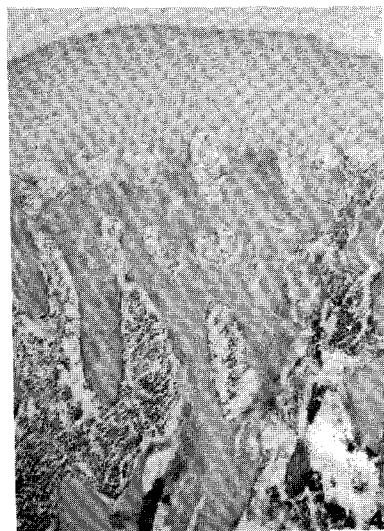
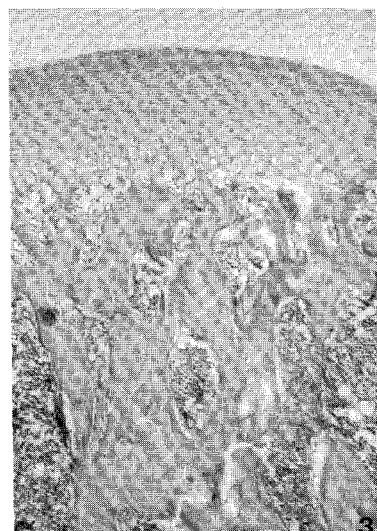
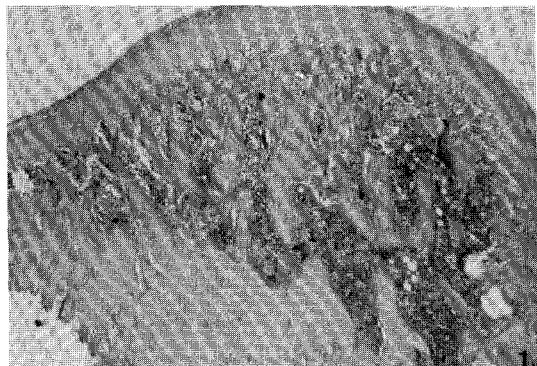
1. 對照群, 左側, 40倍(左側의 前方이 고, 右側의 後方が이다.)
2. 第 1 實驗群, 左側, 40倍(左側의 前方이 고, 右側의 後方が이다.)
3. 對照群, 左側, 100倍, 上部
4. 第 1 實驗群, 左側, 100倍, 上部
5. 對照群, 左側, 400倍, 上部
6. 對照群, 左側, 400倍, 後上部
7. 對照群, 左側, 400倍, 後部
8. 第 1 實驗群, 左側, 400倍, 上部
9. 第 1 實驗群, 左側, 400倍, 後上部
10. 第 1 實驗群, 左側, 400倍, 後部

寫眞附圖 2

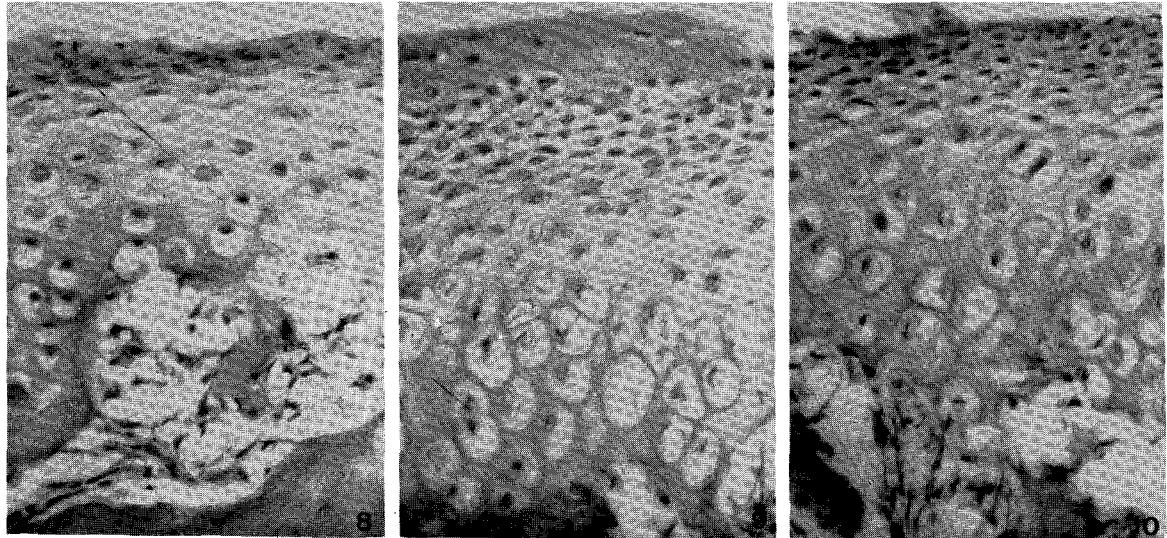
1. 第 2 實驗群, 左側, 40倍(左側의 前方이 고, 右側의 後方が이다.)
2. 第 2 實驗群, 右側, 40倍(左側의 後方が 고, 右側의 前方が이다.)
3. 第 2 實驗群, 左側, 100倍, 上部
4. 第 2 實驗群, 右側, 100倍, 上部
5. 第 2 實驗群, 左側, 400倍, 上部
6. 第 2 實驗群, 左側, 400倍, 後上部
7. 第 2 實驗群, 左側, 400倍, 後部
8. 第 2 實驗群, 右側, 400倍, 上部
9. 第 2 實驗群, 右側, 400倍, 後上部
10. 第 2 實驗群, 右側, 400倍, 後部

논문 사진부도 ①

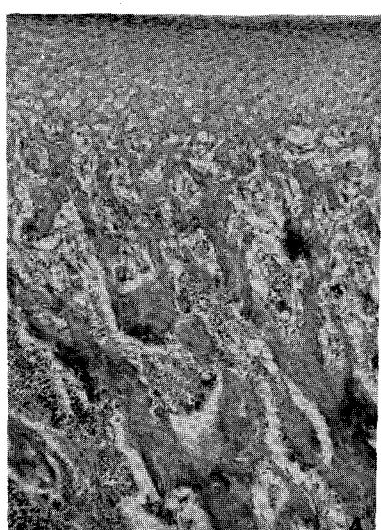
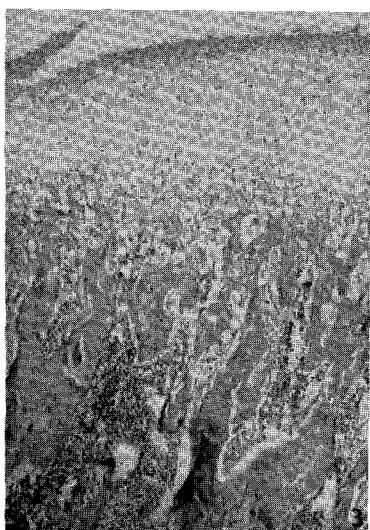
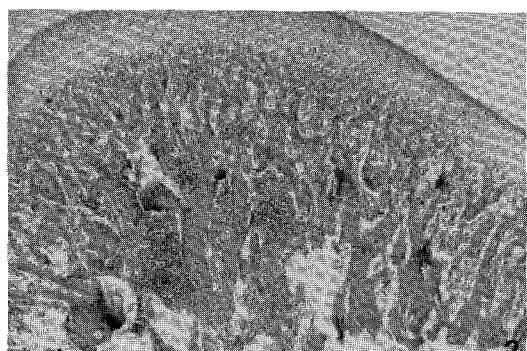
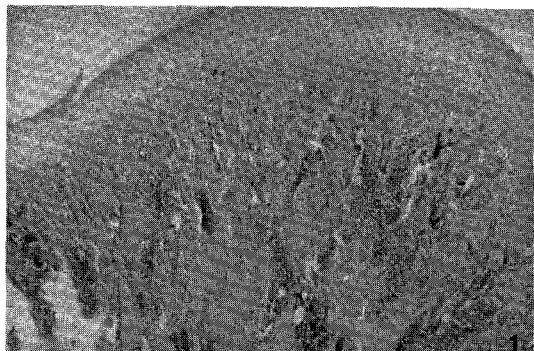
寫眞附圖 1



논문 사진부도 ②



寫眞附圖 2



논문 사진부도 ③

