舌骨位置에 關한 硏究*

서울大學校 齒科大學 矯正學敎室

張 英 一

A RADIOGRAPHIC STUDY OF THE HYOID BONE POSITION IN MALOCCLUSION

Yong Il Chang, D.D.S.

Dept. of Orthodontics, College of Dentistry

Seoul National University

≫ **Abstracts** ≪

This study was conducted to clarify the relationship of hyoid bone position to tongue position and mandible when malocclusion is categorized in the bilateral and in the vertical components.

Five groups of samples (normal occlusion, unilateral and bilateral cross-bite, openbite, deepbite) were selected for his investigation by utilizing the cephalograms.

On the basis study, the following conclusions were obtained;

1. In the normal group, the mean hyoid position (H-M) was 9.83±4.27mm. The mean distance of hyoid body to tongue dorsum (H-T) was 52.17±6.70mm. The ratio of H-M/H-T was 18.59%.
2. In all malocclusion groups, the hyoid position (H-M) was found to be larger than that of the norm except the deep overbite group
3. The tongue dorsum position (H-T) was increased, compared to that of norm, in all malocclusion groups.
4. Hyoid position (H-M) was found to show high correlation to the ratio of H-M/H-T, H-T, PI-T (0.890, 0.699, 0.455).
5. The hyoid position (H-M) was found to show low correlation to the measurements of mandible, but among them the ODI was found to show conversely a little higher correlation against hyoid position (H-M).

*本 硏究는 1986年 서울大學校病院 臨床硏究費의 지원을 받았음.

Ⅰ. 緖　　論

頭蓋基低와 下顎에 對한 舌骨位置는 舌位置와 機能의 指標로써 關心의 對象이 되어왔다.

舌骨은 頭頸部에 있는 다른 骨들에 비해 骨關節을 갖지 않으며 舌骨上筋과 舌骨下筋에 부착되어 있다.

舌骨은 下顎, 喉頭, 頭蓋構造와 이들 構造들이 정하는 重要通路들간에 機能的으로 密接한 關係를 제공하기 때문에 氣道維持, 嚥下, 吐出放止, 옳바른 head posture維持에 直接 또는 間接으로 關聯되는 筋肉들의 活動에 platform役割을 한다.[3]

舌骨位置評價는 舌骨周圍筋肉들의 生理的 正常機能과 位置를 評價하는데 利用되며 矯正治療와 矯正的 外科術後 再發評價에 광범위한 機能的인 意義를 갖는다.

舌骨과 舌後部는 第二와 第三鰓弓에서 發育된다.[15]

舌骨은 出生後 어릴때 咽頭氣道維持에 重要하며 頸部에서 비교적 높게 위치하고 있는 말굽형태의 骨이다. 舌骨의 양끝은 甲狀軟骨 上方部位의 喉頭를 둘러싸고 있다. 이部位는 喉頭蓋部位이다.[4]

舌骨은 舌骨体, 兩大角과 兩小角의 3부분으로 區分된다(그림 1, A). 舌骨에 부착된 10개의 主要筋肉들은 다음과 같다[16] (그림 1, B).

1) 頤舌筋
2) 舌骨舌筋
3) 小角舌筋
4) 頤舌骨筋
5) 顎舌骨筋
6) 莖突舌骨筋
7) 胸骨舌骨筋
8) 甲狀舌骨筋
9) 肩甲舌骨筋
10) 中咽頭収縮筋

舌骨은 이筋肉들이 부착됨으로써 舌, 下顎, 頭蓋基低, 胸骨, 肩甲骨, 甲狀軟骨, 咽頭에 連結되어 영향을 받는다.

舌骨은 骨關節이 없고 筋肉에 완전히 매달려 platform으로서 역할을 한다. 즉 舌骨 platform이 한 筋肉에 固定되면 다른 筋肉群들은 活動할 수 있도록 安定을 기할 수 있다.[14]

一聯의 筋肉들이 머리를 뒷쪽에서 앞쪽으로 둘러싸고 있다. 舌骨은 舌骨上筋과 舌骨下筋으로 연결되어 있다. 이筋肉들이 屈曲되면 머리는 아래로 경사지고 弛緩되면 뒤로 기울어질 수 있다. 이筋肉들이 等尺性攣縮(isometric contraction) 되면 머리가 直立되는데 돕는다.[5]

生後 6個月부터 16才까지의 舌骨成長과 位置조사에서 舌骨位置는 幼兒期에는 頤結合部位 上方에 있으나 成人에서는 頤結合部位 下方에 있다. 舌骨의 下方成長은 幼兒와 兒童期에는 빠르나 그 以後에는 느리다. 少年에서는 10~12才사이에, 少女에서는 12~16才사이에 下方移動率이 促進되었다. 머리를 뒷쪽으로 들면 舌骨은 後方으로 움직이고 머리를 아래로 숙이면 舌骨은 前方으로 움직인다.[11]

머리가 움직일 때 舌骨의 移動에 關한 硏究에서 머리가 背屈狀態에 있으면 舌骨은 윗쪽으로 올라가고 머리가 前屈狀態가 되면 舌骨은 아래로 向한다.[20]

嚥下時 舌骨移動은 上前方으로 움직였다가 다시 下後方으로 移動하는 작은 oblong circle로 움직인다.[13]

頸椎와 關聯構造의 成長硏究에서 어린애舌骨은 頸椎成長에 따라 下方으로 움직인다. 舌骨位置는 3

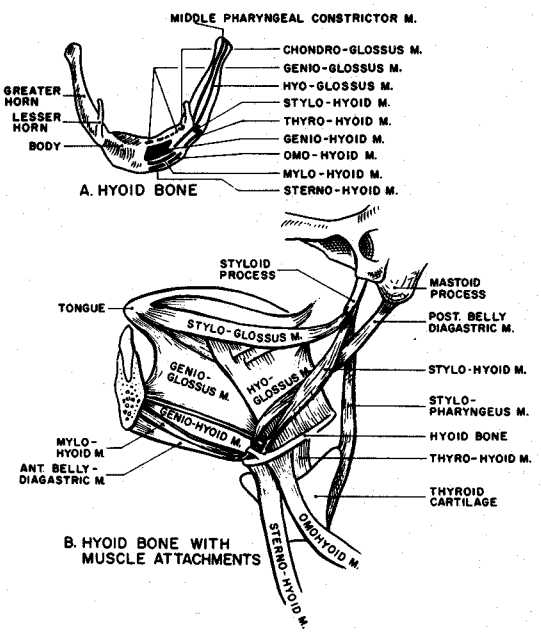

Fig. 1. Hyoid bone and muscle attachment.

才에서 第三頸椎에 해당되고 成人에서는 第四頸椎쪽으로 내려간다. 이와같은 舌骨位置計測에는 natural head position의 放射線寫眞이 重要하다. 前齒開咬와 혀내미는 習慣 症例에서는 舌骨이 頸椎成長에 比例하여 下方으로 내려가지 않았다. 또한 顎骨이 심하게 後方位되어 있는 症例에서는 혀와 舌骨이 正常에 比해 더 많이 아래로 내려가는 것을 관찰했다.

舌骨의 下方移動은 혀가 아래로 내려가는 것과 一致하는것 같다. 혀의 後下方移動은 正常的인 症例에서나 矯正治療後에 따르는 下顎齒列弓 前方部位에 생기는 late crowding을 설명하는데 도움이 되는것 같다. 혀, 舌骨과 顎骨의 一般的인 形態의 評價는 矯正診斷에 포함되어야 하며 이와같은 目的으로 頭蓋計測寫眞이 有用하다 했다.[2]

舌骨位置는 下顎形態 및 位置와 關係가 있다는 說[9]에 比해서 Class Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ不正咬合의 舌骨位置는 모두 一定하다. 舌骨位置는 치아咬合에 의해 정해지지 않고 筋肉이 定해준다. 10代의 舌骨位置는 第三과 第四頸椎사이에 位置한다.[10] 또한 正常咬合과 機能的인 開咬와 骨格性開咬와의 比較研究에서 嚥下時 舌骨位置와 形態에 差異가 없었다.[18]

이와같이 舌骨位置와 顎骨形態와의 相關關係는 相反된 結果를 보이고 있다.

一般的으로 舌骨位置와 不正咬合形態와의 關係를 調査할 때 不正咬合標本의 分類는 前後方的인 不調和에 따른 것이다. 不正咬合標本을 側方關係와 垂直關係로 分類했을 때 正常咬合群에 比較해서 舌骨位置 次異에 關한 研究는 調査된바 거의 없다.

本 研究目的은 不正咬合群을 偏側性과 兩側性 舊齒部 交叉咬合群, 開咬와 過蓋咬合群으로 나누어 舌骨位置, 舌位置와 咬合狀態의 關係를 調査하는데 있다.

Ⅱ. 研究資料 및 方法

本 研究에 利用된 研究資料는 正常群과 不正咬合群의 頭蓋計測放射線寫眞을 利用하였다. 不正咬合群은 偏側性交叉咬合群(30名), 兩側性交叉咬合群 (30名), 前齒開咬群(50名), 過蓋咬合群(70名)으로 나뉘었으며, 對照群은 正常顔貌와 咬合을 갖는 66名(男33, 女33)의 頭蓋計測寫眞이었다(表1).

舌骨의 垂直位置는 舌骨体의 最上方點(H)으로 부터 下顎下緣(MP)에 垂線을 그어 만나는 점까지의 길이를 計測하였으며 또한 舌骨体의 最上方點 (H)으로 부터 上顎第一大臼齒의 近心咬頭頂에서 FH에 垂線을 그어 舌背와 만나는 點(T)까지의 길이를 計測하였으며 H to MP와 H—T간의 길이比率을 算出했다(그림2).

頭蓋顔面骨格形態와의 關係를 調査하기 위해ODI, APDI, pp to MP, AB to MP를 計測하여 舌骨位置와의 相關關係를 調査했다.

Table I. Number and Age Distribution of Sample M: male, F: female

	Number of Sample	Mean Age (Range)
Group 1 Normal	66(M:33, F:33)	16.60(9-14)
Group 2 Unilateral	30(M:13, F:17)	12.33(10-16)
Group 3 Bilaterol	30(M:12, F:18)	12.83(9-12)
Group 4 Openbite	50(M:24, F:26)	12.83(9-20)
Group 5 Deep Overbite	70(M:34, F:36)	11.97(9-18)

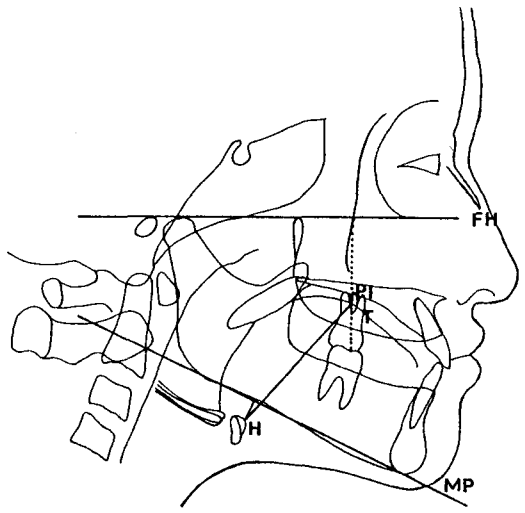

Fig. 2. Points, lines, and angles used in this study.

Ⅲ. 研究成績

1) 舌骨의 下顎下緣에 對한 垂直位置

過蓋咬合群을 除外한 모든 不正咬合群은 大体的으로 正常咬合群(9.87㎜)에 比해 下顎下緣으로 부터 낮은 位置를 보였다. 特히 兩側性 交叉咬合群(13.97㎜)에서 第一 낮았다(표Ⅱ, Ⅲ).

2) 舌骨体와 舌背와의 垂直距離

舌骨体에서 舌背까지 垂直距離는 正常群(52.17㎜)에 比較해서 不正咬合群이 더 길며 不正咬合의 各群間에는 비슷한 數値를 보였다(표Ⅱ, Ⅲ).

3) 舌骨과 舌背位置間의 比率

舌骨体와 舌背間의 거리와 舌骨体와 下顎下緣間의 垂直거리와의 比率은 正常群은 18.59%이고 兩側性交叉咬合은 29.70%였다. 下顎下緣에 對해 舌骨位置가 낮을수록 比率이 증가되었다(표Ⅱ, Ⅲ).

Table Ⅱ. Mean and SD in Hyoid Level in Normal Group

	Mean	SD
H-M (mm)	9.83	4.27
H-T (mm)	52.17	6.70
H-M/H-T (%)	18.59	7.19
PI-T (mm)	4.05	2.55
ODI (°)	73.11	6.13
PMA (°)	25.88	4.77

Table Ⅲ. Mean, SD, and F-tests of the measurements obtained

	Unilateral Crossbite		Bilateral crossbite		Openbite		Deepbite		F-value
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
H-M (mm)	17.11	4.99	17.14	7.01	16.15	7.34	13.97	6.50	13.268
H-T (mm)	58.32	3.95	56.49	6.65	58.50	7.34	57.67	6.62	9.470
H-M/H-T(%)	29.15	7.76	29.70	10.33	28.06	10.40	23.65	8.85	14.148
DI-T (mm)	7.90	2.96	11.69	3.54	9.80	4.31	4.64	2.66	50.055
ODI (°)	72.18	5.41	67.24	6.67	67.85	6.50	78.98	6.38	30.820
PMA (°)	29.39	5.29	31.12	6.35	31.62	5.84	24.30	5.43	18.734

Table Ⅳ. Correlation Coefficient between H-M and other measurements obtained from 180 persons with malocclusion

Measurement	C.C.
H-M	1.000
A-B to Mn. Pl.	-0.251
P.P. to Mn. Pl.	0.186
ODI	-0.216
APDI	0.056
Incisal Overbite Depth (mm)	-0.150
PI - T	0.455
PNS - T	0.539
H - T	0.699
Ratio of H-M/H-T	0.890
UMW	-0.284

4) 硬口蓋下緣에 對한 舌背間의 距離

正常群은 4.05㎜이고 過蓋咬合群은 正常群과 유사한 수치를 보였으나 他不正咬合群은 큰距離를 보였다. 특히 兩側性交叉咬合은 11.69㎜로써 가장 낮은 舌位置를 나타냈다(표Ⅱ, Ⅲ).

5) 舌骨의 垂直位置와 他計測値間의 相關關係

舌骨의 垂直位置는 舌背의 垂直位置와 相關關係가 第一높고 그다음으로 PI to T의 相關關係가 높았다. 顎骨形態와는 매우 낮은 相關關係를 보였다. 그러나 舌骨의 垂直位置는 顎骨의 前後方的인 不調和보다는 垂直不調和에 相關關係가 있었다(표Ⅳ).

Ⅳ. 總括 및 考按

舌骨位置의 정밀한 計測은 어렵다. 舌骨位置에 關한 大部分의 分析들은 頭蓋低部位를 基準線으로 計測하기 때문에 head position變異, 頸椎位置, 口腔機能狀態가 舌骨位置에 有意性있는 影響을 미친다[17] (그림 3).

舌骨은 軟組織에 의해 支持를 받고 硬組織에 부착되어 있지 않다는 점이 不完全하다. 舌骨位置에 對한 頭蓋計測術이 이와같이 制限이 있다 하더라도 head posture影響을 最少化하기 위해서 下顎下緣에 對한 舌骨의 位置關係를 調査한다면 舌骨位置에 關한 多少의 結論을 誘導할 수 있다고 思料된다.

本 硏究에서 舌骨位置는 垂直的인 位置만을 調査했다. 矯正治療와 外科的인 治療後 舌骨의 位置變化는 下後方 變異中 後方移動은 미세하고 下方移動이 거의 大部分이라는데 있다[9]

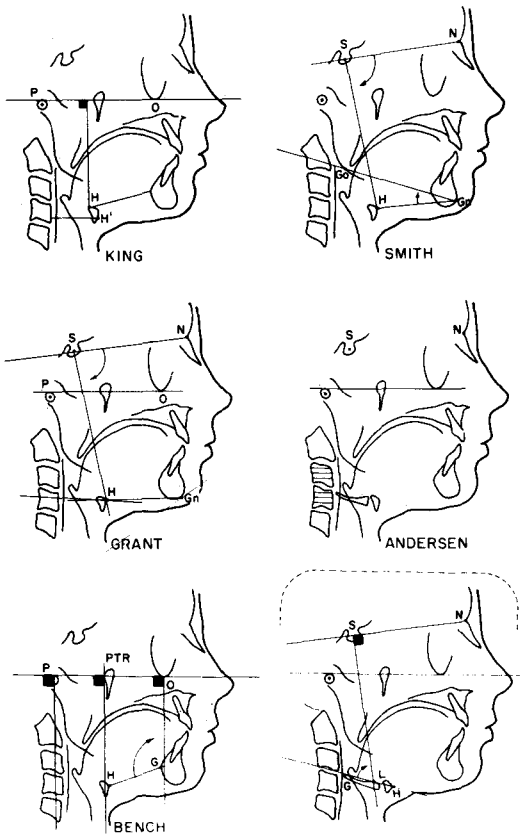

Fig. 3. Methods of measuring the hyoid bone

下顎이 다른 頭蓋顔面構造에 對해 後方移動을 하면 따라서 舌과 舌骨은 移動된다. 그러나 下顎의 後方移動에 따라 혀와 舌骨-喉頭器官은 重要한 口腔咽頭와 咽喉空間에 침범될 傾向이 있다. 이와같은 咽頭 및 咽喉空間에 의해 限定되어 있기 때문에 舌骨은 後方移動보다는 下方移動의 限定된 變異를 갖는다.

正常人의 舌骨位置는 下顎下緣에 對해 9.87mm 이며 이와같은 計測數値는 正常人에서 第三頸椎와 第四頸椎사이에 舌骨이 位置한다는 Bench[2]의 報告와 一致하고 있다.

不正咬合群中 偏側性交叉咬合, 兩側性 交叉咬合, 前齒開咬群의 舌骨의 垂直位置는 17.11mm, 17.14mm, 16.15mm로서 正常人에 比해 下方位置하고 있다. Grant[10]는 Class Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ 不正咬合에서 舌骨의 位置에 有意差가 없다고 했다. 不正咬合標本을 前後方關係로 分類할 때 各分類內의 舌骨位置가 매우 多樣하게 存在하기 때문이며 Subtelny와 Sakuda[18]의 硏究에서는 正常群과 前齒開咬群間에 舌骨位置의 差異가 없다고 했다. 이들은 嚥下時 舌骨位置를 調査했지만 本 硏究資料는 舌骨의 postural position을 調査했기 때문에 對照를 이루고 있다.

臼齒群交叉咬合과 前齒開咬群은 大体的으로 上顎第一大臼齒間 幅徑이 正常人에 比해 좁아 上·下大臼齒間 幅徑比率이 높게 나타나고 있다[21] 上顎第一大臼齒間 幅徑이 좁은 경우에 舌位置는 매우 낮은 位置를 보였다[22]

舌骨体로 부터 舌背距離는 正常群에 比해 不正咬合群에서 크게 나타났다. 또한 不正咬合群 內에서 過蓋咬合群이 正常群보다 큰數値를 나타낸 것은 舌骨位置가 낮은 만큼 適應變化를 일으킨 것으로 思料된다.

舌骨体位置와 舌位置 關係는 0.455의 相關關係를 보였다. 말하자면 어느정도는 硬口蓋下緣에 對해 舌背位置가 낮을수록 舌骨位置가 낮아지는 것으로 解釋되며 그理由는 舌骨이 他部位 骨格과 연결되어 있지 않고 여러筋肉들에 의해 연결되어 變化에 따르는 均衡을 維持하고 있기 때문이다.

舌骨位置와 顔貌의 垂直變化와의 關係를 調査하기 위해 ODI, PP to MP, AB to MP를 計測하여 그關係를 보았다. 높은 相關關係를 보이지 않았으

나 이들중 ODI가 正常數値에 比해 낮을수록 舌背位置는 硬口蓋下緣에 대해 낮아지고 舌骨位置는 下顎下緣에 대해 보다 下方에 位置하며 ODI가 높을수록 舌背位置와 舌骨位置는 正常人의 位置에 接近되었다.

顔貌骨格形態와 舌骨 및 舌背位置와의 相關關係가 낮은 것은 成長發育의 不調和에 의한 舌骨과 舌背位置의 變異보다는 機能的인 障碍要素에 의한 變異가 많기 때문이다.

慢性鼻咽頭氣道閉鎖症例는 正常人에 比해 혀는 前下方에 位置하고 下顎은 下方傾斜를 하며 舌骨位置는 下顎下緣으로부터 下方位置變動이 있었다.[1,12,23]

혀 내미는 習慣을 改善하기 위해서 tongue crib을 適用한다면 舌尖은 後下方으로 移動되어야 한다. 이와같은 舌移動은 舌骨의 位置變動을 通해서 舌根의 類似移動에 의해 部分的 또는 全体的으로 隨伴된다. 이렇게 되기 위해서는 舌骨下筋의 張力增加와 舌骨上筋의 張力減少가 必要하다.[8]

氣道는 舌骨이 適應하는 정도를 制限하는 主要한 要素인것 같다.[6] 舌骨位置가 下顎에 近接되어 있는 症例는 舌骨의 適應範圍가 더 많고 따라서 舌基底가 呼吸障碍없이 後下方으로 向하는 位置變動을 할 수 있는 範圍가 많다.

舌骨이 下顎에서 멀리 떨어져있는 症例는 氣道에 障碍를 초래할 수 있기 때문에 適應能力이 減少된다. 이와같은 觀察과 解析이 옳다면 혀의 强要된 下後方 位置變動, 下方 또는 後方位置變動이 必要한 어떠한 施術도 舌骨이 下顎下緣에 比較的 接近되어 있는 症例에서 쉽게 許用될 것이라는 假設을 세울 수 있다. 즉 혀의 位置變動에 따르는 再發機會가 減少될 것이다. 反面에 舌骨位置가 比較的 下顎下緣에 멀리 떨어져 있는 症例에서는 舌適應이 어려울 것으로 기대된다. 이와같은 症例에 利用될 수 있는 唯一한 適應은 혀의 固有筋張力의 增加일 것이다. 따라서 舌骨位置가 낮은 症例에서는 過度한 혀내밀기習慣에 의해 再發機會가 增加될 것이다.

下顎骨 "set back"施術에 關한 外科的 硏究에서 下顎骨이 後方으로 移動되었지만 舌骨機能 cycle에는 變動이 없고 比較的 下方으로 移動되었다.[7,19] 矯正的 外科施術에 의해 下顎骨이 後方移動이 되면 혀와 舌骨이 重要한 口腔咽頭 및 咽喉空間을 침해할 傾向이 있기 때문에 下方移動을 하게 된다. 矯正的 外科施術後 變化된 舌骨位置維持는 咽頭氣道의 安定이 重要하다.

下顎이 上顎에 比해 前方에 位置하고 比較的 낮은 舌骨位置를 갖는 Class Ⅲ 不正咬合에서는 혀位置가 낮아진다. 이러한 狀態에서는 下顎弓幅徑이 증가되고 正常的으로 上顎弓을 支持하는 舌機能이 喪失되어 臼齒群交叉咬合을 초래하게 된다.[5] 이와같은 혀位置가 낮은 舊齒群交叉咬合症例를 矯正的으로 治療하여 治療後 良好한 安定과 豫後를 위해서는 上顎弓幅徑을 넓히는 것으로 만족할것이 아니라 下顎弓幅徑 減少與否를 鑑別診斷해야한다. 矯正治療後 舌背 및 舌骨位置가 正常位置로 接近되지 않는 경우에는 治療後 再發可能性이 높기 때문에 保定期間을 고려해야 한다.

V. 結　　論

不正咬合群의 頭蓋計測寫眞을 兩側性交叉咬合, 偏側性交叉咬合 前齒開咬, 過蓋咬合으로 分類하여 舌骨位置, 舌背位置, 下顎骨形態의 相互關係를 調査하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 正常群의 下顎下緣에 對한 舌骨位置(H—M)는 9.83±4.27㎜이고 舌骨体—舌背길이(H—T)는 52.17±6.70㎜이며 ratio of H—M/H—T는 18.59%였다.

2. 不正咬合群의 舌骨位置(H—M)는 過蓋咬合群을 除外하면 下顎下緣에 對해 모두 낮았고 特히 兩側性交叉咬合群이 第一 낮았다.

3. 舌骨体—舌背길이(H—T)는 正常群에 比해 不正咬合群은 모두 增加되었고 不正咬合의 各群間에는 差異가 별로 없었다.

4. 舌骨位置(H—M)는 ratio of H—M/H—T, H—T, PI—T(0.890, 0.699, 0.455) 順位로 높은 相關關係를 보였다.

5. 舌骨位置(H—M)는 下顎骨形態와 낮은 相關關係를 보였다. 그중 ODI가 比較的 높은 逆相關關係를 보였다.

REFERENCES

1. Adamidis, I.P. and Spyropulus, M.N.: The

effects of lymphadenoid hypertrophy on the position of the tongue, the mandible and the hyoid bone, Eur. J. Orthod., 5: 287-294, 1983.
2. Bench, R.W.: Growth of the Cervical Vertebrea as Related to Tongue, Face, and Denture Behavior, Am. J. Orthod., 49: 183-214, 1963.
3. Bibby, R.E. and Preston, C.B.: The hyoid triangle, Am. J. Orthod., 80: 92-97, 1981.
4. Bosma, J.F.: Maturation of Function of the Oral and Pharyngeal Region, Am. J. Orthod. 49: 94-104, 1963.
5. Brodie, A.G.: Anatomy and Physiology of the Head and Neck Musculature, Am. J. Orthod. 49: 94 104, 1963.
6. Couzzo, G.S. and Bowman, D.C.: Hyoid positioning during deglutition following forced positioning of the tongue, Am. J. Orthod, 68: 564-570, 1975.
7. Fromm, B. and Lundberg, M.: Postural behavior of the hyoid bone in normal occlusion before and after surgical correction of mandibular protrusion, Svensk Tandlak Tidskr., 63: 425-433, 1970.
8. Gobeille, D.M. and Bowman, D.C.. Hyoid and muscle changes following distal repositioning of the tongue, Am. J. Orthod., 70: 282-289, 1976.
9. Graber, L.W.: Hyoid Changes Following Orthopedic Treatment of Mandibular Prognathism, Angle Orthod., 48: 33-38, 1978.
10. Grant, L.E.: A Radiographic Study of the Hyoid Bone Position in Angle's Class I, II, and III Malocclusions, Unpublished Master's Thesis, Univ. of Kansas City, 1959.
11. King, E.W.: A Roentgenographic Study of Pharyngeal Growth, Angle Orthod., 22: 23-25, 1952.
12. Linder-Aronson, S.: Naso-Respiratory Function and Craniofacial Growth, In: Naso-Respiratory Function and Cranio-facial Growth, J.A. McNamara, Jr. (ed.), Monograph No. 9, Craniofacial Growth Series, Center for Human Growth and Development, The University of Michigan, Ann Arbor, 1979.
13. Long, J.M.: A Cinefluorographic Study of Anterior Tongue Thrust, Unpublished Master's Thesis, Saint Louis Univ., 1963.
14. Mainland, D.: Anatomy, New York, 1945, Paul B. Hoeber, Inc., p. 580.
15. Orban, B.J.: Oral Histology and Embryology, St. Louis, 1957. The C.V. Mosby Company, Chap. 8, p. 205.
16. Sicher, H.: Oral Anatomy, New York, 1945, Paul B. Hoeber, Inc., p. 580.
17. Stepovich, M.L.: A Cephalometric positional study of the hyoid bone, Am. J. Orthod., 51: 882-900, 1965.
18. Subtelny, J.D. and Sakuda, M.: Open-bite: Diagnosis and treatment, Am. J. Orthod., 50: 337-358, 1964.
19. Takagi, D.M. and Bowman, D.C.: Hyoid and muscle changes following distal repositioning of the tongue, Am. J. Orthod., 70: 282-289, 1976.
20. Wood, B.G.: An Electromyographic and Cephalometric Radiographic Investigation of the positional Changes of the Hyoid Bone in Relation to Head Posture, Unpublished Master's Thesis, Northwestern Univ., 1956.
21. 張英一：齒列弓幅徑의 上下顎比率에 關한 硏究 齒大論文集, 8：37—43, 1984.
22. 張英一：舌位置와 齒列弓幅徑과의 關係, 大齒協誌, 23：951—957, 1985.
23. 張英一：鼻咽頭閉鎖의 矯正學的 考察. 大齒矯誌 16：19—29, 1986.