

PANTRONIC을 이용한 下顎 顆頭 運動路 測定에 관한 研究(I)*

서울대학교 齒科大學 補綴學敎室

梁 在 鎬

A STUDY ON THE CONDYLAR PATHS OF MOVEMENT USING ELECTRONIC PANTOGRAPH

Jae-Ho Yang, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

*Department of Prosthodontics, College of Dentistry,
Seoul National University*

.....> Abstract <.....

This study was performed to investigate the amount of condylar movement using electronic pantograph (Denar Pantronic).

Ten dental students who have normal occlusion and are free of TMJ dysfunction were selected.

Clutches were constructed, Pantronic was assembled on the subject, and a series of 3 right lateral, 3 left lateral and 3 protrusive movements of mandible from centric relation were performed. The computer automatically printed out the averaged numerical measurements of the three movements.

From the foregoing study, author obtained the following results.

1. The mean of immediate side shift, progressive side shift, orbiting path, protrusive path, rear wall and top wall inclination was 0.37mm, 3.7°, 43.15°, 35.75°, 0.25°, and 0.15°.
2. The difference between right and left side of the progressive side shift and the protrusive path was significant (P<0.05).
3. Rear wall and top wall inclination showed 0° in most of the subjects.
4. The results suggest that electronic pantograph provide an accurate and quick measurement of the condylar movement.

*本 研究의 一部은 1985年度 서울대학교病院 特診研究費의 補助로 이루어진 것임.

一 目 次

- I. 緒 論
- II. 研究材料 및 方法
- III. 研究成績
- IV. 總括 및 考按
- V. 結 論
- 參考文獻
- 英文抄錄

I. 緒 論

下顎 顎頭の 運動은 齒科 修復治療와 密接한 關係가 있다.

1805年 Gariot⁴⁾이 蝶番咬合器를 考案한 以後로 下顎運動에 關한 研究方法은 1931年 Hildebrand²⁰⁾의 cinematography로 부터 cinefluorography²⁶⁾, stroboscopic photography²⁸⁾, 機械的 測定法⁷⁾, 齒牙接觸頻度와 時間을 電子式으로 記錄하는 術式²³⁾, 遠隔測定(occlusal telemetry)⁸⁾, gnathic replicator^{16, 17, 38)}, 筋電圖^{1, 2)}, mandibular kinesigraph^{24, 25)}, pantograph^{3, 10-12, 14, 15, 18, 19, 22, 27, 29-32, 37, 39, 40, 46-49)} 등에 이르기 까지 많은 方法이 提示되어 왔다^{9, 24, 25)}.

1908年 Bennett⁶⁾가 回轉軸 顎頭の 側方轉移量을 數値로 記錄한 以後로 McCollum(1921)³⁶⁾은 pantograph의 一種인 Gnathograph를 考案하였고, Stuart(1955)⁴⁸⁾는 Stuart pantograph를 開發하였고, Posselt(1952)⁴⁴⁾는 矢狀面에서 限界運動 範圍를 研究하였고 Guichet(1969)¹⁸⁾는 Denar pantograph를 開發하였으며, 1979년에는 機械的 pantograph를 改良한 電子式 pantograph인 Pantronic¹⁵⁾을 開發하여 顎關節 機能 및 咬合의 診斷, 治療 및 研究에 應用되고 있다.

機械的 pantograph¹⁵⁾가 使用된 以後로 1978年에 從來의 機械的 顎運動 記錄裝置인 pantograph의 使用에 對한 檢討가 始作되어 pantograph를 咬合器에 옮기고 咬合器를 pantographic tracing에 따라 調節할 때 많은 時間이 所要되고 操作時 過誤가 생기기 쉽다는 것을 發見하고 電子式 顎運動 記錄裝置인

antronic을 開發하여 顎頭測定値를 얻기 위해 pantograph를 咬合器에 옮기고 咬合器를 tracing에 따라 調節할 必要가 없게되었다.

國內에서는 Pantronic을 利用한 顎運動에 關한 研

究報告가 없어 著者는 Denar Pantronic을 利用하여 下顎의 限界運動量을 測定하여 多少의 興味있는 知見을 얻었기에 報告하는 바이다.

II. 研究材料 및 方法

Angle I 級 上下顎 咬合關係와 犬齒誘導咬合을 갖고 齒牙缺損이나 咬合調整을 받은 일이 없고 顎關節機能이 正常인 23歲부터 25歲까지의 서울大學校 齒科大學生 男子 10名을 對象으로 하였고 顎運動 記錄裝置로는 電子式 pantograph인 Pantronic(Denar Corp., U. S. A.)을 使用하였다.

1) Clutch의 제작

clutch frame의 sidearm前端을 加熱하여 齒列弓에 맞게 調節한 後 tray resin을 液과 粉末의 比率을 1:3으로 混合하여 creamy consistency로 調節한 後 rubber clutch die에 올려놓고 口腔內에 넣고 患者를 中心位로 誘導한 後 가볍게 咬合을 시킨 後 약간 뜨거워질때 口腔에서 clutch를 除去하여 冷水에 담겨 口腔內에 다시 맞춰본 後 冷水에 保管했다. rubber clutch die에서 clutches를 分離한 後 硬化된 clutch를 口腔內에서 上下顎 clutch의 間隔이 1mm가 되도록 center bearing screw 높이를 調節해 口腔內 試適해 보고 前方, 左, 右側方運動을 시킨 後 接觸如否를 檢査하여 接觸되는 部位의 resin을 削除하여 clutch製作을 마쳤다(Fig. 1).

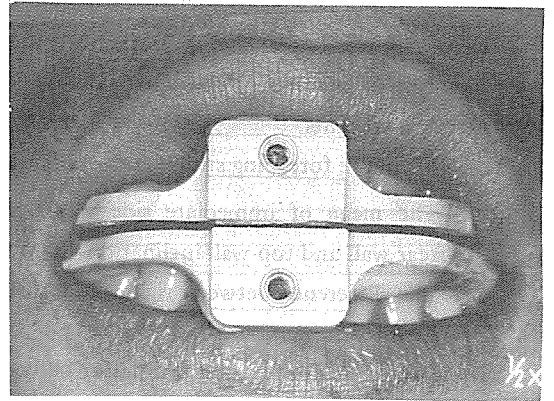


Fig. 1. The clutches were fit into the subject's mouth.

2) 前,後方 參考點(reference points)과 參照線(reference plane)表示

外耳孔 上緣 中間과 outer canthus를 連結한 線上에 參照線 測定尺(reference plane locator)를 대고 外耳孔 前方 13mm, 下方 5mm되는 部位에 點을 찍어 後方參考點인 終末蝶番軸(hinge axis points)으로 定하였다. 前方參考點은 左,右側 上顎中切齒나 側切齒 切端緣 上方 43mm部位에 表示하였다. 前方參考點과 後方參考點을 連結하여 水平參照線으로 定하였다.

3) Pantronic의 裝着 및 記錄

上顎 clutch에 描記針(scriber)이 附着된 前方水平棒(anterior crossbar)과 左,右側 側方棒(micro-adjustable recording table sidearm)을 裝着했다. 後方參考 pin이 後方參考點에 놓이도록 調節했다.

下顎 clutch에 前方描記板(anterior recording table)이 附着된 前方水平棒과 左,右側 側方棒(sens-

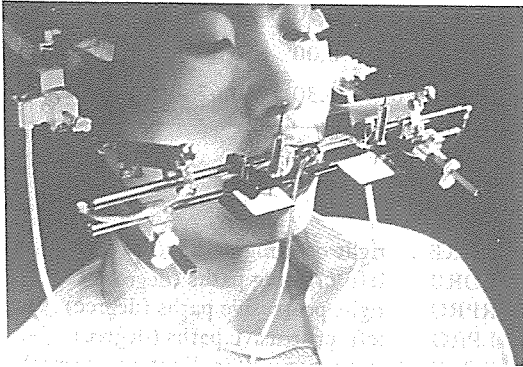


Fig. 2. Pantronic was assembled onto the subject.

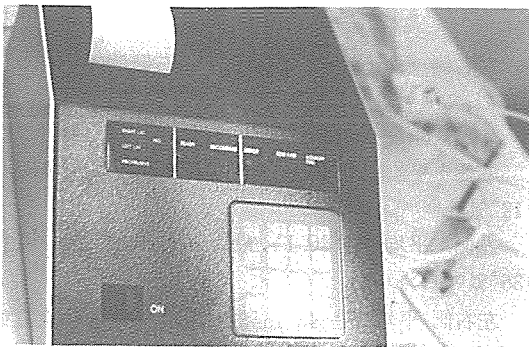


Fig. 3. The cord attached to the sensor styli sidearms was connected into the large horizontal slot on the rear computer panel.

or styli sidearms)을 附着했다. 이때 horizontal sensor styli는 後方參考點上에 놓이게 했고 sagittal sensor styli는 後方垂直記錄板(posterior vertical record table)上的 圓內에 놓이게 調節했다(Fig. 2). air hose를 前方 scriber crossbar와 computer(Fig. 3) 後面에 連結하고 RST란 keyboard를 눌러 computer를 作動시키고 右側參照線의 角度를 入力시키고 C-L RP keyboard를 눌렀다. 같은 方法으로 左側參照線의 角度를 누른다. clutch의 角度를 附着된 角度器로 測定하여 入力시켰다.

그 다음으로 下顎 右側 側方運動 및 左側 側方運動, 前方運動을 各各 3회시켜 顎路 測定值가 自動的으로 print-out 되어 나왔다(Fig. 4).

DENAR PANTRONIC		
NAME		
NO.		
DATE		19
R.R.P.		
11 DEG.		
L.R.P.		
12 DEG.		
C.R.		
4 DEGR		
RSS	26	MM
LSS	25	MM
RPS	1	DEG.
LPS	4	DEG.
RDB	44	DEG.
LDB	39	DEG.
RFD	34	DEG.
LFD	34	DEG.
PSI	FLAT	
LSI	FLAT	
RFD	34	DEG.
LFD	34	DEG.
RMI	ST	
LMI	ST	
CSI	0	DEG.

Fig. 4. Computer automatically printed out the averaged numerical measurements of the three movement.

III. 研究成績

모든 初檢者의 作業側, 平衡側 顎頭의 運動에 관한 Pantronic記錄의 成績은 Table 1과 같다.

左,右側 差異에 對한 有意性 如否는 從屬標準에 의한 t 檢定法으로 施行한 結果이다.

1) 右側水平參照角(horizontal reference plane)은 平均 10.8°, 左側 水平參照角은 平均 11.6°로 나타났고, clutch角度는 平均 1°로 나타났다.

Table 1. Numeric data of condylar paths by Pantronic in 10 subjects.

	Subject No.										Mean	S.D.	Difference between right and left means
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
RRP	11	10	16	10	12	10	12	10	9	8	10.80	2.20	NS
LRP	12	10	20	8	12	12	10	10	10	12	11.60	3.24	
CA	4	1	0	0	2	0	1	1	0	1	1.00	1.25	
RISS	0.6	0.3	0.3	0.6	0.5	0.3	0.6	0.1	0.2	0.4	0.39	0.18	NS
LISS	0.5	0.5	0.3	0.6	0.1	0.3	0.1	0.3	0.2	0.5	0.34	0.18	
RPSS	1	1	0	5	0	0	7	5	3	3	2.50	2.51	*
LPSS	4	8	2	10	6	1	8	5	3	2	4.90	3.03	
RORB	44	43	50	41	51	20	12	49	36	56	40.20	14.08	NS
LORB	39	43	54	36	52	42	44	48	40	63	46.10	8.21	
RPRO	34	33	39	34	43	16	12	44	29	48	33.20	11.69	*
LPRO	34	25	48	32	44	35	37	40	35	53	38.30	8.19	
RRWL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	NS
LRWL	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.50	1.27	
RTWL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	NS
LTWL	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0.30	0.67	

Student t-test: NS; non-significant, $P > 0.05$

*; significant, $P < 0.05$

Abbreviation:

- RRP : right reference plane
- LRP : left reference plane
- CA : clutch angle
- RISS : right immediate side shift (mm)
- LISS : left immediate side shift (mm)
- RPSS : right progressive side shift (degree)
- LPSS : left progressive side shift (degree)

- RORB : right orbiting paths (degree)
- LORB : left orbiting paths (degree)
- RPRO : right protrusive paths (degree)
- LPRO : left protrusive paths (degree)
- RRWL : right rear wall inclination (degree)
- LRWL : left rear wall inclination (degree)
- RTWL : right top wall inclination (degree)
- LTWL : left top wall inclination (degree)

2) immediate side shift :

右側 : 平均值가 0.39mm, 最大值가 0.6mm, 最少值가 0.1mm로 나타났다.

左側 : 平均值가 0.34mm, 最大值가 0.6mm, 最少值가 0.1mm로 나타났다.

左右側 平均值는 0.37 mm였다. 左, 右側間에 有意한 差가 없었다($P > 0.05$).

3) progressive side shift :

右側 : 平均值가 2.5°, 最大值가 7°, 最少值가 0°로 나타났다.

左側 : 平均側가 4.9°, 最大值가 10°, 最少值가 1°로 나타났다.

左右側 平均值는 3.7°였다. 左, 右側間에 有意한 差가 있었다($P < 0.05$).

4) orbiting path의 角 :

右側 : 平均值가 40.2°, 最大值가 56°, 最少值가 12°였다.

左側 : 平均值가 46.1°, 最大值가 63°, 最少值가 36°였다.

左右側 平均值는 43.15°였다. 左, 右側間에 有意한 差가 없었다($P > 0.05$).

5) protrusive path의 角 :

右側 : 平均值가 33.2°, 最大值가 48°, 最少值가 12°였다.

左側: 平均值가 38.3°, 最大值가 53°, 最少値가 25°로 나타났다.

左右側 平均值는 35.75°였다. 左, 右側 間에 有意한 差가 있었다($P < 0.05$).

6) rear wall의 角

右側: 모든 初檢者에서 0°로 나타났다.

左側: 2名의 被檢者에서만 各各 4°와 1°를 나타냈고 나머지는 모두 0°를 나타내어 平均值는 0.5°였다.

左右側 平均值는 0.25°였다. 左, 右側 間에 有意한 差가 없었다($P > 0.05$).

7) top wall의 角:

右側: 모든 被檢者에서 0°로 나타났다.

左側: 2名의 被檢者에서만 各各 1°와 2°를 나타냈고 나머지는 모두 0°를 나타내어 平均值는 0.3°였다.

左右側 平均值는 0.15°였다. 左, 右側 間에 有意한 差가 없었다($P > 0.05$).

IV. 總括 및 考按

上下顎 咬合關係를 咬合器에 옮기기 위한 記錄方法으로는 checkbite方法, chew-in術式, pantograph 등이 있다¹⁸⁾.

pantograph는 全體的인 下顎運動을 記錄할 수 있게 해주며, 臨床的으로는 非正常的인 顎骨運動과 眞正한 限界運動을 區別할 수 있게 해주며, 記錄의 正確性을 反復 檢査할 수 있게 해준다¹⁸⁾.

immediate side shift는 臼齒部 齒牙 咬合面의 中心溝(groove)나 窩의 넓이에 影響을 미치며⁴²⁾; progressive side shift는 平衡側 咬頭의 balancing incline과 隆線과 溝의 方向에 影響을 미친다. orbiting path는 平衡側 隆線이나 溝의 方向과 關係된다. rear wall의 角度는 主로 作業側 咬頭의 隆線(ridge)과 溝(groove)의 方向에 影響을 미치며, top wall은 作業側 咬頭의 높이에 影響을 미친다^{10, 18, 19, 38)}.

Bellanti⁵⁾ 등은 全 被檢者 80名中 24名(30%)에서 單 immediate side shift가 나타났고 그 量은 平均 0.3mm 以下였고 全 被檢者의 13%에서만 0.2mm 以上の immediate side shift를 나타냈다고 했고 全 調節性 咬合器가 모든 患者에게 必要한 것이 아니라고 했다. 本 研究에서는 모든 被檢者에서 immediate side shift를 나타냈다. 이것은 從來의 機械的 pantograph가 아닌 電子式 pant-

ograph를 使用했기 때문인 것으로 思料된다.

또한 early side shift를 immediate side shift 範疇에 包含시킨 때문인 것으로 생각된다.

Guichet¹⁸⁾는 咬合異常者 및 老年層에서 immediate side shift가 增加되었다고 했다.

本 研究에서는 咬合面 磨耗가 적었으나 ISS 는 0.6~0.1mm까지 나타났다.

Lundeen³⁴⁾은 全 被檢者의 99%에서 immediate side shift가 나타났다고 報告했다. 本 研究結果와 비슷한 頻度를 나타낸 것을 알 수 있었다. 또한 progressive side shift는 5~7°라고 報告했으며³⁵⁾ 이것은 著者의 研究와 差異가 있었다.

또한 Guichet¹⁸⁾ 등은 術者의 下顎骨 誘導에 依한 測定보다는 患者 自身의 隨意的 運動으로도 充分하다고 主張해 本 研究에서도 下顎骨 隅角部에 中等度의 壓力을 加해 下顎運動을 中心位, 前方, 側方 運動을 練習시킨 後 隨意的으로 運動을 시켜 記錄하였다.

Mongini³⁹⁻⁴¹⁾는 患者의 關節의 形態와 pantograph의 記錄이 密接한 關係가 있다고 했다.

Clayton^{10, 11)} 등은 immediate side shift와 progressive side shift가 左右間에 有意한 差가 있다고 했다. 本 研究에서는 immediate side shift에서는 右側 0.39mm, 左側 0.34mm로 差가 없었고 progressive side shift에서는 右側 2.5°, 左側 4.9°로 差가 있었다.

Lundeen^{34, 35)}은 true hinge axis와 arbitrary hinge axis에서 測定된 immediate side shift 量에 有意한 差가 없다고 했고, 右側 平均值가 1.12mm, 左側 平均值가 1.05mm라고 報告했다.

前方 顎路(protrusive path)角은 咬頭의 높이에 影響을 미친다. 本 研究에서는 右側이 33.2°, 左側이 38.3°로 左右間에 有意한 差가 있었다. 이것은 Aull³⁾의 結果(右側: 36.6°, 左側: 37.7°)와 Isaacson²³⁾의 結果(右側: 36.02°, 左側: 35.11°)와 若干의 差異가 있었다.

Clayton¹²⁾, Shield⁴⁶⁾, Mongini⁴⁰⁾, Lederman^{30, 31)} 등은 pantograph再現指數인 PRI點數를 計算하여 顎關節 機能障礙 有無를 評價하였다. 即PRI가 0~15이면 顎關節機能障礙가 없고 16~30이면 輕症, 31~60이면 中等度, 61~144이면 甚한 顎關節 機能障礙가 있다고 했다³⁰⁾.

Pantronic은 從來의 機械的 pantograph와는 달리 後方記錄板(table)에 顎路가 描記되지 않고, pant-

ograph를咬合器로 옮길 필요가 없이 computer 로 계산되어 나온 數値에 따라 咬合器를 調節하면 되기 때문에 時間을 節約할 수 있고 sensor styli 가 直接 下顎運動測定을 記錄하므로 人間の 操作으로 생길 수 있는 誤差를 除去해 주며 設計가 單純하며 即時 再使用할 수 있는 큰 利點이 있으나 custom grinding을 할 수 없는 短點이 있다¹⁵⁾.

本 研究에서 使用한 Pantronic에는 PRI software program이 附着되지 않아 PRI score를 測定할 수 없었다. Pantronic은 美國人을 中心으로 研究한 資料를 컴퓨터에 入力시킨 것이지만 充分한 研究資料가 入力되어 韓國人에게도 適用될 수 있다고 생각된다. Pantronic은 漸進되는 顎關節 機能障礙 患者의 効果의인 診斷, 治療에 對한 評價 및 研究에 많은 도움이 되리라 思料된다.

V. 結 論

Angle I 級 上下顎 咬合關係 및 犬齒 誘導咬合을 갖고, 齒牙缺損이 없고 顎關節 機能이 正常인 齒科 大學生 10名을 對象으로 電子式 顎運動 記錄裝置인 Pantronic(Denar Corp., U. S. A.)을 使用하여 左, 右側 側方運動 및 前方運動을 3회씩 시켜 個個人의 顎運動을 記錄하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. immediate side shift, progressive side shift, orbiting path, protrusive path, rear wall 傾斜角, top wall 傾斜角의 平均値는 各各 0.37mm, 3.7°, 43.15°, 35.75°, 0.25°와 0.15°로 나타났다.
2. progressive side shift와 protrusive path에 있어서 左, 右側 平均値間에 有意한 差가 있었다 ($P < 0.05$).
3. rear wall과 top wall 傾斜角은 거의 모든 被檢者에서 0°를 나타냈다.
4. 電子式 pantograph는 正確하고 迅速한 顎路 測定値를 나타냈다.

REFERENCES

1. Adams, S.H., and Zander, H.A.: Functional tooth contacts in lateral and in centric occlusion. JADA 69: 465, 1964.
2. Ahlgren, J.: Mechanism of mastication. A

quantitative cinematographic and electromyographic study of masticatory movements in children. with special reference to occlusion of the teeth. Acta Odontol Scand 24: suppl 44: 1, 1966.

3. Aull, A.E.: Condylar determinants of occlusal patterns. J Prosthet Dent 15: 826-845, 1965.
4. Bauer, A., and Gutowski, A.: Gnathology-Introduction to theory and practice, Berlin, 1976, Die Quintessenz, p. 19.
5. Bellanti, N.D., and Martin, K.R.: The significance of articulator capability. Part II: The Prevalence of immediate side shift. J Prosthet Dent 42: 255, 1979.
6. Bennett, N.G.: A contribution to the study of the movements of the mandible. J Prosthet Dent 8: 41-54, 1958.
7. Boswell, J.V.: Practical occlusion in relation to complete dentures. J Prosthet Dent 1: 307 May 1951.
8. Brewer, A.A., and Hudson, D.C.: Application of miniaturized electronic devices to the study of tooth contact in complete dentures. A progress report. J Prosthet Dent 11: 62 Jan-Feb 1961.
9. Cannon, D.C.: Reswick, J.B., and Messerman, T.: Instrumentation for the investigation of mandibular movements. Report no. EPC-4-64-8, Cleveland, Engineering Design Center, Case Western Reserve University, 1964.
10. Clayton, J.A., and Kotowicz, E.W., and Myers, G.E.: Graphic recordings of mandibular movements; Research criteria. J Prosthet Dent 25: 287, 1971.
11. Clayton, J.A., Kotowicz, W.E., and Zahler, J.M.: Pantographic tracings of mandibular movement and occlusion. J Prosthet Dent 25: 389, 1971.

12. Crispin, B. J., Myers, G. E., and Clayton, J. A.: Effects of occlusal therapy on pantographic reproducibility of mandibular border movements. *J Prosthet Dent* 39: 80, 1978.
13. Dawson, P.E.: Evaluation, diagnosis, and treatment occlusal problems. St. Louis, 1974, The C.V. Mosby Company, p. 11.
14. De Pietro, A.J.: Concepts of Occlusion. A system based on rotational centers of the mandible. *Dent Clin North Am* 607-620, 1963.
15. Denar Corp.: Denar pantronic technique manual. 1st ed. Anaheim, 1982.
16. Gibbs, C.H., et al.: Functional movements of the mandible. *J Prosthet Dent* 26: 604-620, 1971.
17. Gibbs, C.H., and Lundeen, H C.: Advances in occlusion. John Wright. PSG Inc., Massachusetts, 1982, pp. 2-32.
18. Guichet, N.F.: Procedures for occlusal treatment, Denar Corp., Anaheim, 1969.
19. Guichet, N.F.: Occlusion, 2nd ed. Denar Corp. Anaheim, 1977.
20. Hildebrand, G.Y.: Studies in masticatory movement of human lower jaw. *Sqand Arch Physiol* vol. (supp.) 1931, p. 3.
21. Huffman, R.W., and Regenos, J.W.: Principles of Occlusion, ed. 7, Columbus, Ohio, 1978, H & R Press, p I-A-23.
22. Isaacson, D.: A clinical study of the Bennett movement. *J Prosthet Dent* 8: 641-649, 1958.
23. Jankelson, B., Hoffman, G.M., and Hendron, J.A.: Physiology of the stomatognathic system. *JADA* 46: 375 April 1953.
24. Jankelson, B., Swain, C.W., Crane, P.F., and Radke, J.C.: Kinesiometric instrumentation: a new technology. *JADA* 90: 834, 1975.
25. Jankelson, B.: Instruction manual, Mandibular Kinesiograph. Myo-Tronics Research Inc., Seattle, Wash., 1981.
26. Kiatsky, M.: A cinematographic study of the human masticatory apparatus in function. *Am J Orthod & Oral Surg* 26: 664, 1940.
27. Kornfeld, M.: Mouth rehabilitation, 2nd ed., Volume two, Mosby, 1974.
28. Kurth, L.E.: Mandibular movements in mastication. *JADA* 29: 1769 Oct 1942.
29. Lederman, K. H.: An epidemiological study of TMJ dysfunction recorded by the pantograph (PRI) in restored (fixed) cases. Thesis, University of Michigan, School of Dentistry, 1975.
30. Lederman, K.H., and Clayton, J.A.: Patients with restored occlusion. Part I: TMJ dysfunction determined by a pantographic reproducibility index. *J Prosthet Dent* 47: 198, 1982.
31. Lederman, K.H., and Clayton, J.A.: Restored occlusion. Part II: The relationship of clinical and subjective symptoms to varying degrees of TMJ dysfunction. *J Prosthet Dent* 47: 303, 1982.
32. Lucia, V.O.: Centric relation-theory and practice. *J Prosthet Dent* 10: 849-855, 1960.
33. Lundeen, H.C., and Wirth, C.G.: Condylar movement patterns engraved in plastic blocks. *J Prosthet Dent* 30: 866, 1973.
34. Lundeen, T. F., and Mendoza, F.: Comparison of two methods for measurement of immediate Bennett shift. *J Prosthet Dent* 51: 243, 1984.
35. Lundeen, T.F., and Mendoza, F.: Comparison of Bennett shift measured at the hinge axis and an arbitrary hinge axis position. *J Prosthet Dent* 51: 407, 1984.
36. McCollum, B.B., and Stuart, C.E.: Gnathology

- A research report. Charles E. Stuart, Ventura, CA., 1955.
37. McMillen, L.B.: Border movements of the human mandible. *J Prosthet Dent* 28: 524-532, 1972.
 38. Messerman, T.: A mean for studying mandibular movements. *J Prosthet Dent* 17: 36-43, 1967.
 39. Mongini, F.: Relationship between the temporomandibular joint and pantographic tracings of mandibular movements. *J Prosthet Dent* 43: 331, 1980.
 40. Mongini, F., and Capurso, U.: Factor influencing the pantographic tracings of mandibular border movements. *J Prosthet Dent* 48: 585, 1982.
 41. Mongini, F.: Anatomic and clinical evaluation of the relationship between the temporomandibular joint and occlusion. *J Prosthet Dent* 38: 539-551, 1977.
 42. Okeson, J.P.: *Fundamentals of occlusion and temporomandibular disorders*, St. Louis, 1985, The C.V. Mosby Company, p. 3.
 43. Pokorny, D.K., and Blake, F.P.: Principles of occlusion, Denar Corp., Anaheim, p. 8.
 44. Posselt, U.: Studies in the mobility of the human mandible, *Acta Odontol Scand* 10 (Suppl. 10): 19-160, 1952.
 45. Ramfjord, S.P., and Ash, M.M.: *Occlusion*. 3rd ed. W.B. Saunders Co., Philadelphia 1983.
 46. Shields, J.M., Clayton, J.A., and Sindedecker, L.D.: Using pantographic tracings to detect TMJ and muscle dysfunction. *J Prosthet Dent* 39: 80, 1978.
 47. Simonet, P.F., and Clayton, M.S.: Influence of TMJ dysfunction on Bennett movement as recorded by a modified pantograph. Part III: Progress report on the clinical study. *J Prosthet Dent* 46: 652, 1981.
 48. Stuart, C.E.: Accuracy in measuring functional dimensions and relations in oral prosthesis. *J Prosthet Dent* 9: 220-236, 1959.
 49. Weinberg, L.A.: An evaluation of basic articulators and their concepts, Part III, Fully adjustable articulators. *J Prosthet Dent* 13: 873-887, 1963.