

하악의 습관적 개폐구 운동시 중립대 결정에 관한 연구

조선대학교 치과대학 보철학교실

이돈오 · 계기성 · 강동완

— 목 차 —

- I. 서 론
- II. 연구대상 및 방법
- III. 연구성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

하악 운동중에 발생하는 회전 중심의 위치에 대해 서는 지금까지 접번축설^{6,21,28,30,37,38,40)} 순간 회전 중심설^{1,2,7,12,31,36)} 및 하악공 위치설^{10,13,15,16,17,18,23,24,33)} 등으로 다양하게 논란되어 왔다. 접번축은 상악에 대한 하악의 최대 후방 위치에서 하악의 초기 회전 운동시 하악 두를 중심으로 발생하는 축으로써 교합기 제작²³⁾ 및 보철물 제작시 중심위 설정을 위한 기준 위치^{8,39)}로 이용되고 병리적 교합 진단^{19,22)}에 이용 할 수 있다 하였으나, 접번축을 유도하기 위해서는 의도적으로 턱을 후방으로 밀거나 훈련 시켜야 하기 때문에²⁰⁾ 습관적 하악 운동시에는 발생되지 않으며 생리적인 축은 아니라고 하였다³²⁾.

순간 회전 중심은 하악두의 활주 운동에 의해 발생하는 것으로써 습관적 개폐구 운동시 순간 회전 중심의 위치가 정상적인 경우에는 하악두가 관절돌기 접촉면에 압박을 주지 않고 접촉점에 수직으로 활주 운동의 방향이 결정되는데 비해

비정상적인 회전 중심의 발생 되는 경우는 관절부의 접촉면을 압박함에 따라 운동 방향의 편위^{9,11,27)}, 관절원판의 파열, 탈구 장애 등이³⁵⁾ 유발될 수 있기 때문에 순간 회전 중심의 이해는 관절 장애의 원인을 운동 역학적으로 규명하는데 임상적으로 유용하다 하였다.

회전 중심의 하악공 위치설은 해부학자들이^{13,15,17,33)} 중심이 되어 주장한 위치로써 어떠한 운동의 경우에도 하악공에 인접하고 있는 신경 및 혈관계가 최소의 운동범위에서 보호 되어야 한다는 가정에서 주장된 것으로 Frank¹⁰⁾는 개폐운동시 하악공은 최소로 움직이는 부위 즉 중립점이라 하였으며 Moss^{23,24,25)}는 하악운동시 하악두 회전과 관절회전이 복합되어 발생하는 결과로써 회전축이 하악공 부위에 있다고 하였고, Ramfiord^{등³⁰⁾}도 활주 운동시 회전축은 하악공 약간 후방에 위치한다고 하였다. 하악 운동시 순간 회전 중심에 관해 연구한 강 등²¹⁾은 하악운동의 경우에도 변동되지 않는 중립대가 하악공을 중심으로 위치한다면 주변 근육 신경계가 정상적 기능으로 측두 하악 관절이 운동역학적으로 보호될 것이나 하악 운동시 중립대가 파괴되거나 변동되는 경우에는 측두악 장애가 발생될 수 있을 것이라 가정하여 하악 운동중 중립대 발생 여부 및 발생위치가 규명되어야 할 것으로 보고한 바 있었다.

그러나 지금까지 보고된 하악공을 중심으로 한 하악 운동시의 회전 중심 위치는 방사선 사진을 이용한 정적인 위치이거나^{24,34)} 하악공을 중심으로 한 운동축에 대한 해부학적 추론^{10,18,33)} 등으로 하악 운동시에 발생하는 하악내 동적인 중립대 위치에

대해 보고된 바 없어 순간적인 습관적 개폐구 운동 하에서 하악 내에 최소 운동점인 중립대 위치 결정이 요구 된다고 사료된다.

이에 저자는 컴퓨터를 이용하여 습관적 하악 개폐운동시 발생하는 동적인 순간회전 중심을 결정, 하악 운동을 재현한 후 하악내 최소 운동점에 의한 중립대를 결정하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구 대상

교합 관계가 양호하고 측두악 장애가 없고 하악운동이 정상이라고 판단되는 23~25세의 치과 대학생 남자 20명을 대상으로 하였다.

2. 연구 방법

1) 습관적 개폐운동 기록

강 등^{1,2)}이 고안한 개폐운동 기록기(Gnathorecorder)를 이용하여 대상자로 하여금 최대개구시킨 후 폐구시킴으로써 두개의 기록연필에 의해 방안지상에 2개의 습관적 개폐운동로가 제1도에서와 같이 기록되게 한다.

2) 습관적 개폐운동로 및 하악골 상 좌표 결정

강 등^{1,2)}보고에 따라 습관적 개폐구 운동로가 인기된 기록지가 부착된 금속판과 eye glass frame만을 부착한 대상자에게서 중심 교합시에 두부 방사선 사진을 촬영후 얻어진 방사선 사진상의 세점과 방안지 상의 세점을 일치시킨후 두부 방사선 사진상 경구개부, 상하 중절치 및 제1대

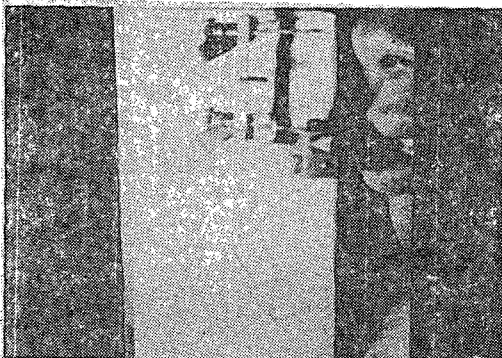


Fig. 1. Recording of the opening and closing paths by using the Gnathorecorder.

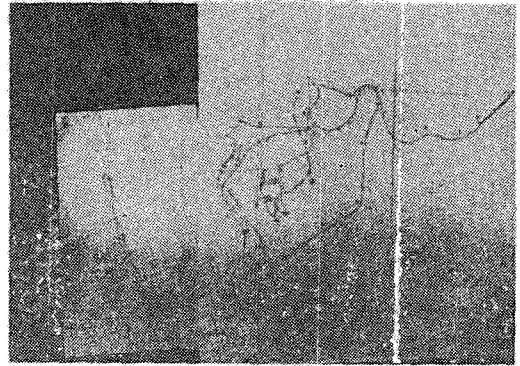


Fig. 2. Cephalometric landmarks on the traced paper and the target points on the opening and closing movements on the record paper.

구치, 하악골등의 해부학적 점과 방안지상의 습관적 개폐구 운동로를 제2도에서와 같이 연결하였다. 습관적 개폐구 운동로의 순간 운동점 결정을 위해 제3도에서와 같이 중심 교합점과 최대 개구점을 직선으로 연결한 선을 8등분하여 얻어진 각 점에 수선을 그어 점의 순간운동을 먼저 결정한후 P_A점의 순간운동점 8개에 대응되는 P_B점의 순간 운동점을 B-spline법에 의해 곡선적합 시킨후 각 순간 운동점의 간격을 다시 4등분하여 개구운동시

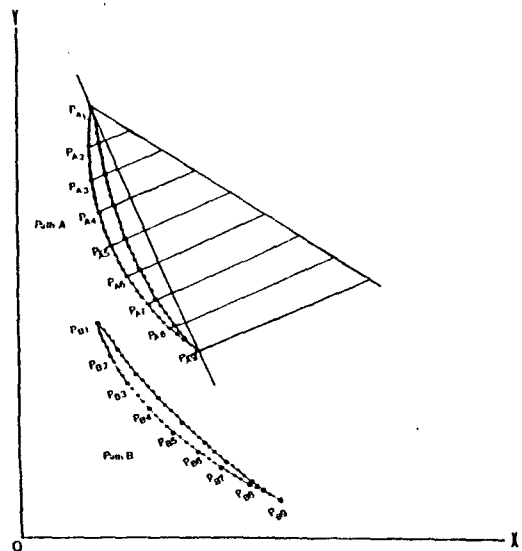


Fig. 3. Determination of 9-target points on the opening and closing paths and fitting a B-spline method into 9-target points.

P_A 점과 P_B 점의 순간운동과 각 32개와 폐구운동시 순간운동점 각 32개를 결정하였다.

3) 수학적 planer rigid body model에 의한 순간 회전 중심 결정

제4도에서와 같이 P_{A1} 과 P_{B1} 을 갖는 강체가 P_C (X_C, Y_C)를 중심으로 활주 회전하였을때 순간 회전중심(Instantaneous center of sotation : I.C.R)

$$X_C = X_P + \frac{K}{\sqrt{1+m^2}}, Y_C = m(X_C - X_P) \text{ 이면 회전각 } \theta$$

$$= \tan^{-1} \left(\frac{\text{slopel} \cdot \text{slope2}}{1 + \text{slopel} \cdot \text{slope2}} \right) \text{ 이다.}$$

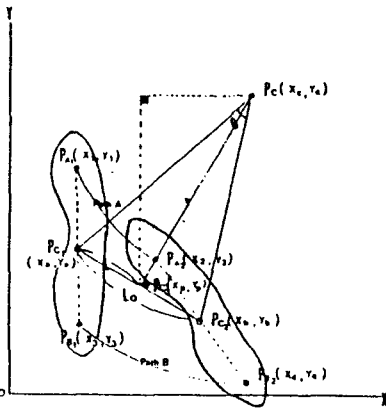


Fig. 4. Mathematical planer rigid body model used for the determination of I.C.R.

4) 최소운동점 결정 및 좌표 환산

회전운동에서 회전중심이 최소운동을 하나 순간 회전 중심이 발생되는 경우 최소운동점(X_{min}, Y_{min})은 순간 회전 중심의 평균으로 최소 운동점좌표 $X_{min} = 1/n \sum_{i=1}^n X_C \cdot i, Y_{min} = 1/n \sum_{i=1}^n Y_C \cdot i$ 이다. 그러나 평행 이동이 될 경우 오차를 감소시키기 위해 회전 중심 좌표에 회전각을 무게로 하여 계산하는 최소 운동점 좌표 $X_{min} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \theta_i}$

$$\sum_{i=1}^n X_{ci} \cdot$$

$$\theta_i Y_{min} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \theta_i} \sum_{i=1}^n Y_{ci} \theta_i \text{ 이다}^{3)}.$$

위와같이 하여 얻어진 최소운동점 좌표는 제 5도에서와 같이 고정된 X, Y 좌표축에서 결정되었기 때문에 고정된 하악의 위치에서 취한 최소운동점 좌표는 하악과 동시에 회전했을 때 좌표값으로

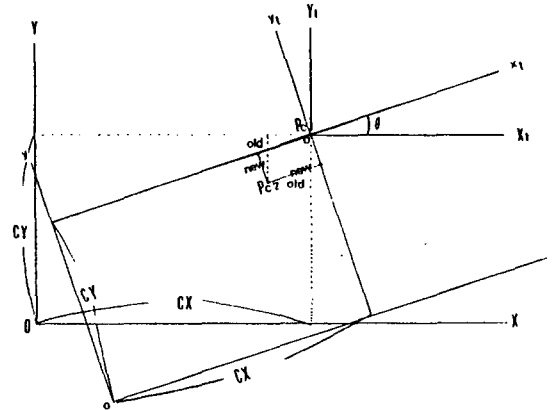


Fig. 5. Transition of X, Y coordinates according to the locomotion of a rigid body.

환산한다. 제 5도에서와 같이 P_{C1} 을 중심으로 θ 만큼 회전하였을때 회전 matrix에 의해 새로운 좌표

$$\begin{bmatrix} X_t \\ Y_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -c & s \\ -s & c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \end{bmatrix}$$

이다. 좌표 변환에서 $X_t = X - cX_1, Y_t = Y - cY_1$ 이고 $x_t = x - cx_1, y_t = y - cy_1$ 이므로 이를 대입하면

$$\begin{bmatrix} x - cx_1 \\ y - cy_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c & s \\ -s & c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X - cX_1 \\ Y - cY_1 \end{bmatrix} \text{ 이다.}$$

$$\text{따라서 } x - cX_1 = c \cdot (X - cX_1) + s \cdot (Y - cY_1)$$

$$y - cY_1 = -s \cdot (X - cX_1) + c \cdot (Y - cY_1) \text{ 이므로}$$

$$x = c \cdot X_1 + c \cdot (X - cX_1) + s \cdot (y - cY_1),$$

$$Y = cY_1 - s \cdot (X - cX_1) + c \cdot (Y - cY_1) \text{ 이다.}$$

그러므로 P_{C1} 을 중심으로 θ 회전할 경우 ($c = \cos \theta; s = \sin \theta$) 환산된 새로운 좌표

$$cx_2N = cX_1 + c \cdot (X_2 - cX_1) + s \cdot (Y_2 - cY_1)$$

$$cy_2N = cY_1 - s \cdot (X_2 - cX_1) + c \cdot (Y_2 - cY_1) \text{ 이다.}$$

5) 중립대 결정

습관적 개폐구 운동에 따른 최소운동점의 X, Y축 변동량과 이동경로를 중립대로 하여 하악운동시 순간 회전 이동양상 따른 위치 및 형태를 결정하였다.

III. 연구성적

1. 최소 운동점 위치

개폐구 운동시 최소 운동점의 위치는 제1표에서 보는 바와 같이 X, Y 좌표상 수치적 차이는 나타

내고 있지 않으나 대상자 9와 12의 경우 X 좌표값 18.35, 19.09로써 제6도에서 보는 바와 같이 하악체 후연 후방에 위치한 경우를 제외하고 모두 하악체 내에 있었고 대상자 3명을 제외하곤 모든 대상자는 교합평면 상부에 존재하였다.

Table 1. Position of a minimum moving point at the habitual opening and closing mandibular movements (unit : cm)

subject	X	Y	subject	X	Y
1	17.95	13.94	11	17.83	13.66
2	18.17	13.38	12	19.09	13.41
3	18.80	12.31	13	18.73	13.35
4	18.28	13.25	14	18.36	12.97
5	18.45	13.42	15	17.49	12.41
6	18.60	12.35	16	18.65	13.12
7	18.53	13.31	17	17.01	12.07
8	18.37	12.54	18	18.30	12.61
9	18.35	13.78	19	18.32	12.68
10	18.03	13.23	20	18.30	13.21

2. 최소 운동점의 좌표 변동량

개폐구 운동시 최소 운동점의 변동량은 대상자에 따라 제2표에서 보는 바와 같이 X축과 Y축상 변동량 대비에서 대상자 5(0.840), 7(0.750), 8(0.95), 11(0.957), 12(0.800), 16(0.996), 18(0.835)를 제외하곤 모든 대상자에서 X, Y 축 대비율 1.015 이상으로 Y축 방향의 변동량이 크며 제3표에서와 같이 최소 운동점은 X축 방향 평균 0.62cm Y축 방향 평균 0.73cm로 최대 변동되는 양상을 나타냈다.

3. 최소 운동점의 이동거리

개폐구 운동시 최소 운동점의 이동거리는 제4표에서 보는바와 같이 최대 5.02cm, 최소 2.41cm로 개인에 따라 차이를 나타냈으나 제5표에서 같이

Table 3. Value of Mean and S.D. in the maximum displacements (unit : cm)

subject	X displacement		Y displacement	
	Mean	S.D	Mean	S.D
Total	0.62	0.08	0.73	0.16

Table 2. Maximum displacements on the X and Y coordinates of a minimum moving point

subject	X displacement	Y displacement	X : Y ratio
1	0.582	0.591	1.015
2	0.666	0.763	1.146
3	0.588	0.848	1.442
4	0.589	0.827	1.404
5	0.814	0.684	*0.840
6	0.635	0.901	1.419
7	0.657	0.493	*0.750
8	0.767	0.694	*0.905
9	0.606	0.946	1.561
10	0.531	0.826	1.556
11	0.658	0.630	*0.957
12	0.567	0.454	*0.800
13	0.725	0.824	1.137
14	0.558	0.669	1.199
15	0.706	0.994	1.408
16	0.521	0.519	*0.996
17	0.558	0.741	1.328
18	0.550	0.459	*0.835
19	0.502	0.810	1.614
20	0.620	0.802	1.294

Table 4. Moving distances of a minimum moving point at the habitual opening and closing mandibular movements

subject	distance(cm)	subject	distance(cm)
1	3.25	11	3.00
2	3.72	12	*2.41
3	3.38	13	4.41
4	3.53	14	3.10
5	3.79	15	*5.02
6	3.85	16	2.81
7	3.51	17	3.00
8	3.86	18	2.58
9	3.72	19	3.34
10	3.67	20	3.16

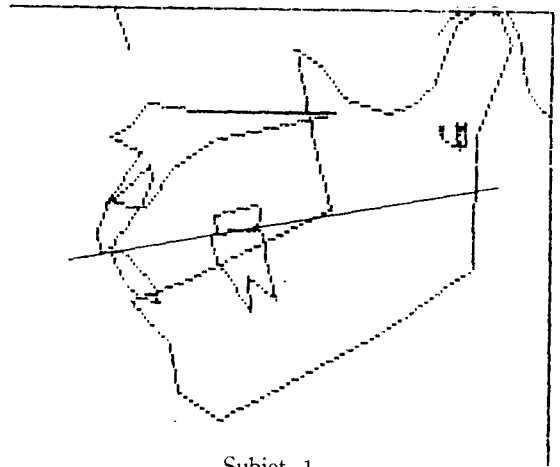
Table 5. Value of Mean and S.D in the moving distances

subject	distance(cm)	
	Mean	S.D
Total	3.39	0.62

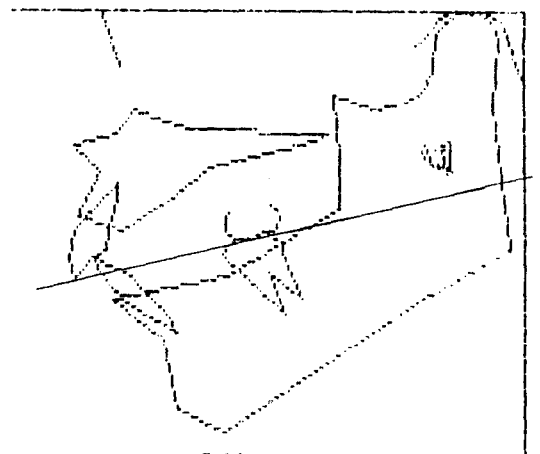
평균 이동거리는 3.39cm였다.

4. 중립대 위치 및 형태

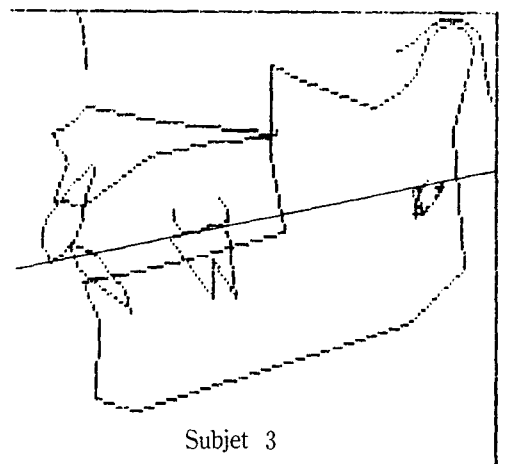
최소 운동점의 이동에 의한 중립대는 최소 운동점 좌표(제1표)를 시작으로 하여 X, Y 좌표 변동량(제2표)를 나타내면서 제4표에서 보는 바와 같은 개폐구 운동시 이동거리에 따라 제6도에서와 같이 위치 및 형태가 결정 되었다. 최소 운동점의 변동량과 이동거리에 따른 비교에서 중립대는 제4표에서와 같이 3.0cm 미만으로 최소 운동점의 이동거리가 적고, X, Y 좌표상 변동 비율 1.0 미만인 대상자 7) 12) 16) 18)를 제외하곤 제6도에서와 같이 반타원형으로 발생하는 형태를 나타냈다.



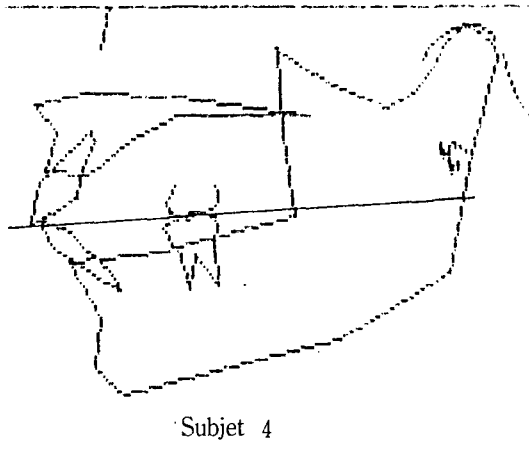
Subject 1



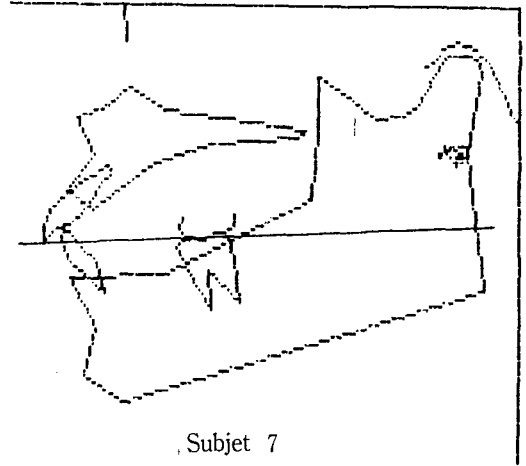
Subject 2



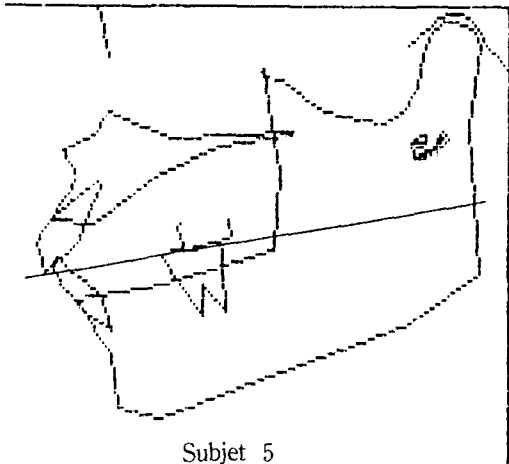
Subject 3



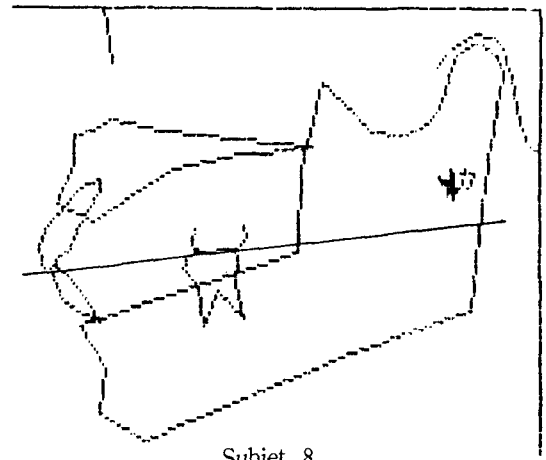
Subjet 4



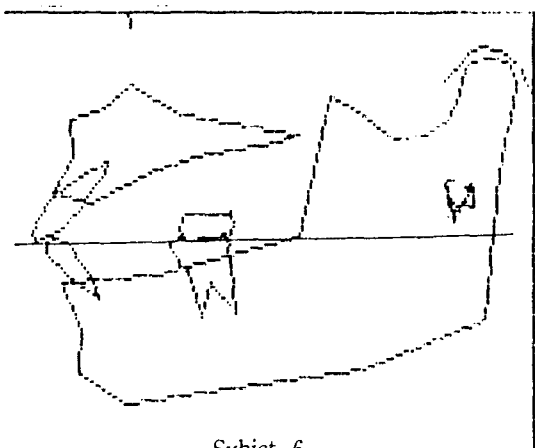
Subjet 7



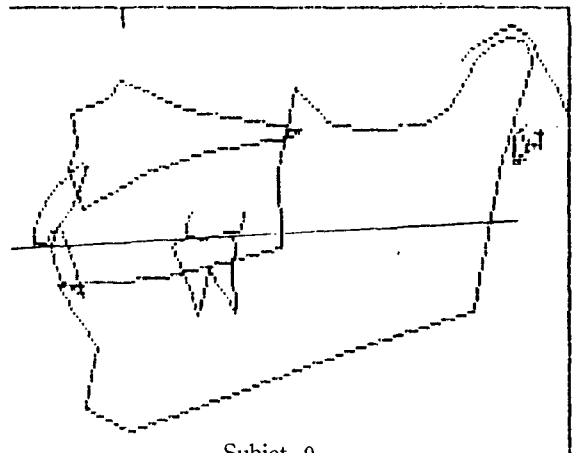
Subjet 5



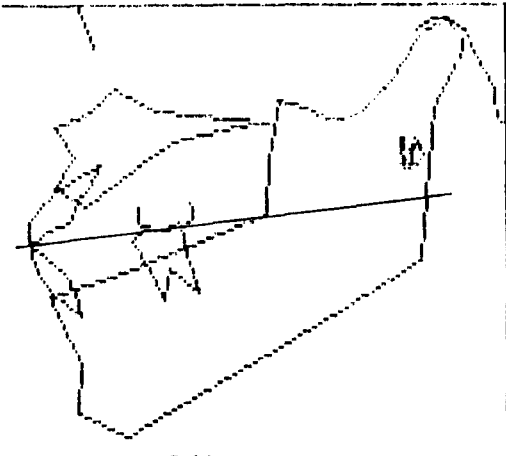
Subjet 8



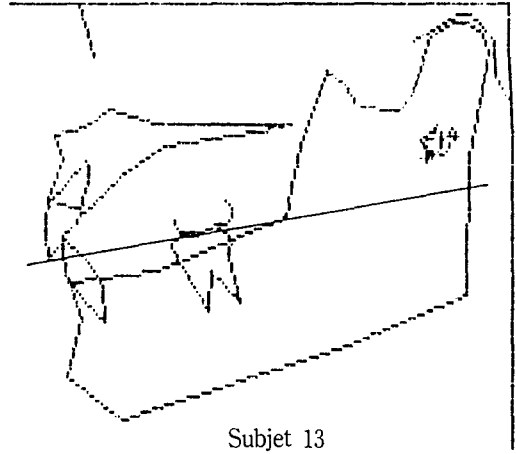
Subjet 6



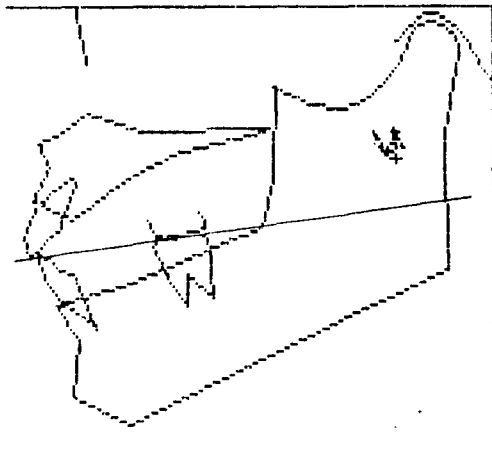
Subjet 9



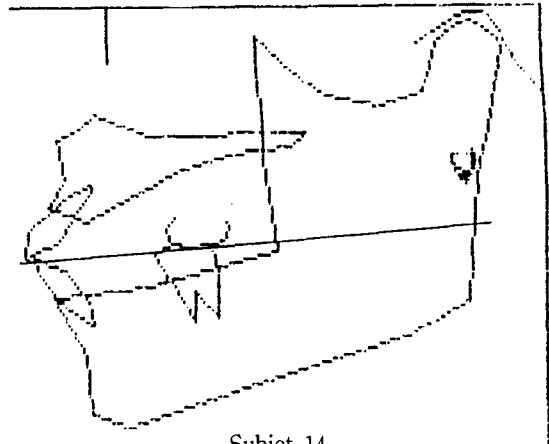
Subjet 10



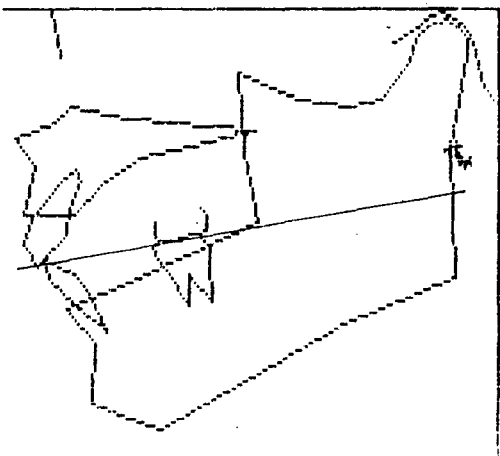
Subjet 13



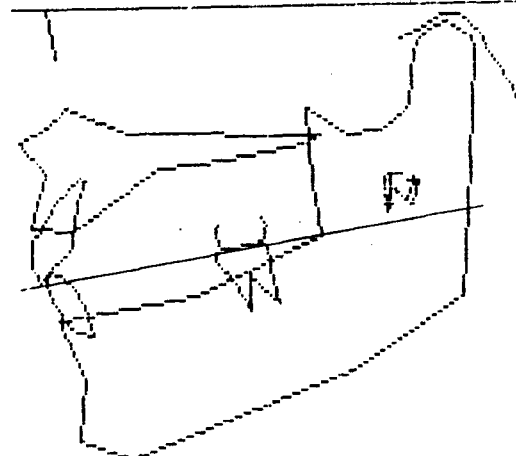
Subjet 11



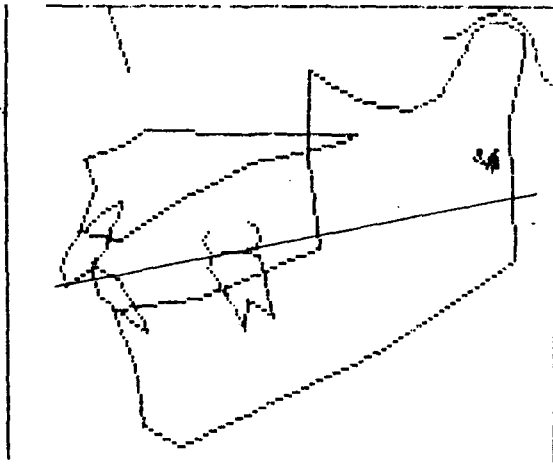
Subjet 14



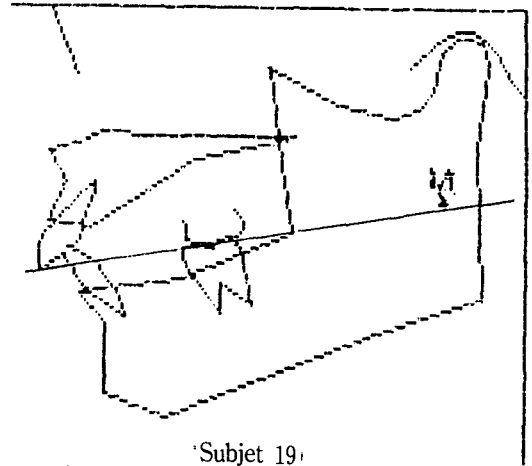
Subjet 12



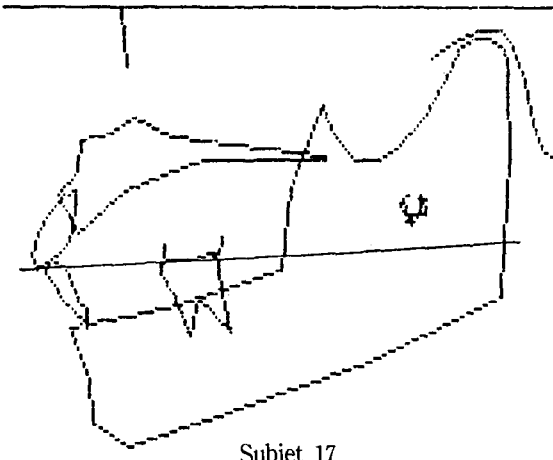
Subjet 15



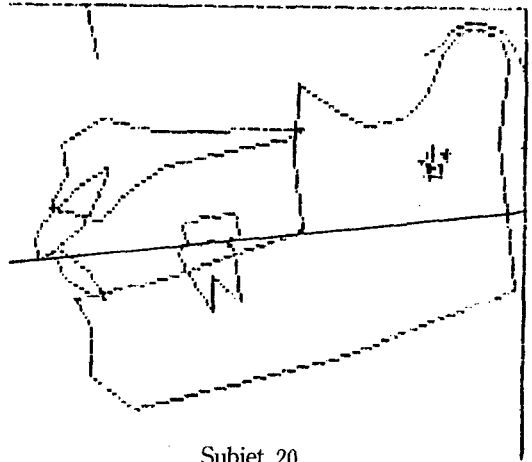
Subjet 16



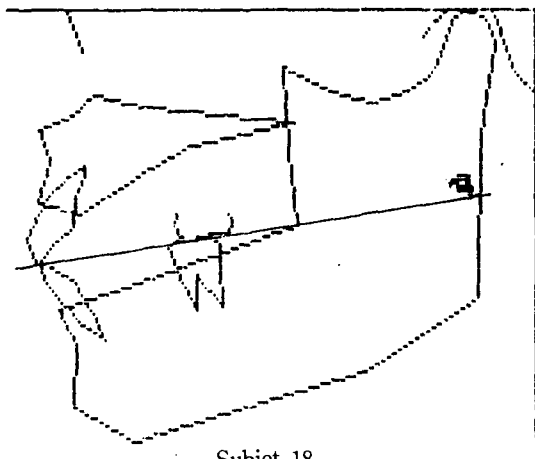
Subjet 19



Subjet 17



Subjet 20



Subjet 18

Fig. 6. Position and shape of the neutral zone by a minimum moving point according to subject (1- 20)

IV. 총괄 및 고안

정상운동과 비정상운동의 생체역학을 분석하는 관절운동학 연구에는 2차원적 혹은 3차원적 분석방법이 있으나 3차원적인 운동을 2차원적으로 분석하는 이유에 대해 Soudan 등³⁵⁾은 슬관절의 경우 3차원적으로 순간축(instant axis)이 발생되지만 순간축에 대한 운동의 재현이 어렵고 또한 타원형의 순간축을 한점으로 나타내기 어렵기 때

문에 3차원적 운동을 2차원적인 평면운동으로 재현하여 분석하는 것도 임상적인 의의가 있다고 했으며, Woltring⁴¹⁾은 관절운동이 일반적으로 3차원적이지만 공간운동 재현에 대한 기계장치의 복잡성 때문에 부분적으로 필요한 평면운동에 대해 연구한다 하여도 관절운동에 대한 역학적 정보를 얻을 수 있다 하였고, Bando⁴⁾과 Bate⁵⁾은 하악운동의 경우 2차원적인 운동분석을 시행하였다.

3차원적 운동을 2차원적으로 분석하는 경우 하악은 하나의 강체이며 강체에 의해서 발생한 운동은 평면운동이라고 할 수 있다. 한 강체의 평면운동을 해석하기 위해서는 최소한 두점의 궤적이 필요하며 궤적운동의 경우 활주운동과 회전운동으로 나뉘지나 적은 운동범위에서는 연속적인 회전운동으로 간주된다. 따라서 연속적인 회전운동을 분석하기 위해서는 회전중심과 회전각을 얻어야 하기 때문에 본 연구에서는 planer rigid body model에 의한 순간 회전 중심과 순간 회전각을 구하였고 회전운동에서 최소 운동점은 회전 중심이라는 가정하에 순간 회전 중심과 회전각을 곱하여 얻은 평균 중심점은 최소 운동점이며 순간 회전 중심에 의한 하악운동 재현시 최소 운동점의 이동에 따라 얻어지는 형태를 하악의 습관적 궤적 운동시 중립대라고 설정하였다.

본 연구에서 최소 운동점과 중립대는 제6도에서와 같이 하악체를 중심으로 발생하였다. 하악체를 중심으로한 회전축 발생에 대해 Nevakari²⁶⁾는 어떠한 조건과 시간에서도 하악두와 관절 원판 하부에서의 독립된 접변운동은 관절 원판 상부에서의 tubercular axis를 중심으로 한 동시적 회전 없이 발생할 수 없다 한 이래 Moss^{23,24,25)}는 하악운동시 tubercular rotation에 의해 결과적인 회전축이 발생되며 측두악 관절운동시 그러한 하나의 회전축은 하악골 부위에 위치한다고 하였다. 이러한 측면에서 정상인에게서 하악운동시 이러한 최소운동점과 중립대 발생은, 비정상인의 중립대 위치 발생과 비교하는 경우 측두악 장애 발생을 생체역학적으로 이해하는데 이용될 수 있으리라 보고하였던²⁾바 본 연구에서 정상인의 하악 운동시 중립대를 결정하므로써 차후 측두악 장애 환자의 하악운동에서 중립대의 발생 여부와 위치를 관찰하는 것은 측두악 장애의 원인과 장애 정도를 생

물학적 측면에서 규명하는데 의의를 지니게 될 것으로 사료되었다.

회전축 위치에 대해 Sicher³³⁾, Lord¹⁸⁾, Frank¹⁰⁾, 및 Moss^{23,24,25)} 하악공 부위는 하악운동중 가장 적게 움직이는 부위이기 때문에 하악공 주위의 하치조 신경 및 혈관군이 보호되며 하악운동시 하악두가 활주됨에 따라 하악공 부위에 결과적인 회전축이 발생될 것이라고 하였으나, Smith³⁴⁾는 Moss^{23,24,25)}가 회전 중심 결정시 이용하였던 기하학적 분석과 달리 Rouleaux방법을 이용하여 재현시킨 회전 중심은 하악체 중앙의 하악공에 위치하기 보다는 하악 후연에 위치한다고 하였고, Koski¹⁶⁾ 또한 하악이 하악공을 중심으로 회전 한다면 개구 초기에 하악두는 관절돌기에 매복될 것이라 보고하여 하악의 회전위치에 대해서도 서로 다른 견해를 나타냈다.

본 연구의 경우 최소 운동점 및 중립대 발생 위치는 교합 평면을 기준으로 대상자3를 제외하곤 모든 교합 평면 상부에 위치하였으나 하악체 후연 후방에 위치한 대상자 9와 12를 제외하곤 모든 하악체 내에 위치하였다.

본 연구에서 얻어진 최소 운동점의 위치와 Moss^{23,24,25)} 및 Smith³⁴⁾ 등이 보고한 위치에 있어 몇가지 차이를 볼 수 있는데 본 연구에서의 교합 평면은 Ricketts²⁹⁾가 하악공은 교합평면 상에 위치한다고 보고하였던 바 방사선사진상 하악공을 확인할 수 없어 하악공과 어떠한 차이를 나타내는가를 규명하기 위해 이용되었으나 교합평면상 상하 위치적 관계만을 인지할 수 있었다. 또한 본 연구에서 얻어진 최소 운동점 위치는 개구초기에서 초대개구 후 다시 최대 폐구될 때까지 하악운동 중 발생된 동적 위치인 반면에 Moss^{23,25)}나 Smith³⁴⁾ 등은 중심교합시의 방사선 사진과 최대개구시의 방사선 사진에 의해 겹쳐 얻은 두점의 해부학적 구조의 이동에 따라 얻어진 정적인 위치이기 때문에 하악운동 분석시에는 2차원적이기는 하지만 동적인 분석이 더욱 중요하리라 사료되었다.

그러나 본 연구에서 대상자에 따라 과두 하방, 하악 후연, 정방 및 교합 평면 상부 공간내에 중립대 위치의 차이가 있어 하악운동 발생시 정상 운동시 얻을 수 있는 중립대의 표준위치를 정할 수 없었기 때문에 차후 하악공 위치 확인에 따른

중립대의 표준적 위치 관계 설정이 필요하리라 사료되었다.

개폐구 운동시 최소 운동점의 평균 변동량은 수평방향 평균 0.62cm, 수직방향 평균 0.73cm로써 수직방향의 변동이 수평방향의 변동보다 컸다. Smith³⁴⁾는 10명을 대상으로 한 최대 개구시 방사선 사진 분석에서 하악은 Frankfort 선상에 수직인 방향 0.48cm 이동함에 비해 전방으로는 1.79cm 이동하여 수직인 방향보다는 수평한 방향의 운동이 크다고 보고하여 본 연구의 수직방향에서의 변동량과 비교하여 차이를 나타내나 이는 이동된 하악두의 경우 활주운동량이 많고 최소 운동점은 개폐구시 활주운동보다는 회전운동에 더욱 영향을 받기 때문이 아닌가 사료되었다.

다양한 하악운동이 발생할 때 실제 회전중심은 하악두에 있지 않고 하악은 하악운동시에 하악의 고정성의 유도 기능만을 하는 것으로 간주하여 측두하악관절 부위는 관절운동의 유도인자로서 기계적인 기능을 가진다는 Gysi¹⁴⁾의 보고와 본 연구에서 최소 운동점이 하악체내에 발생된다는 연구 성적으로 미루어 볼때 개구운동시의 하악두의 3급 지렛대 역할에 대해 의문이 제기되기 때문에 운동역학적 측면에서 개구 및 폐구시 근력의 작용방향에 의해 나타나는 중립적 위치에서의 최소 운동점의 운동방향을 결정하기 위해서는 근육의 해부학적 기시 및 종지점 등이 고려되는 연구가 추후 진행 되어야 할 것이라고 사료된다.

개폐구시 최소 운동점의 평균 이동거리는 제5 표에서 보는 바와 같이 3.39cm로서 개구시나 하악공 이동거리는 평균 1.08cm였다는 Moss²⁴⁾와 Smith³⁴⁾ 등의 보고와 차이가 있으나 이는 본 연구의 경우 개구 및 폐구시의 이동거리가 합해졌고 곡선상의 운동거리이기 때문인 것이라 생각되었다.

본 연구에서 최소 운동점의 위치 및 중립대 설정에서 몇가지 규명되어야 할 것으로 Ricketts²⁹⁾가 묘사한 하악체 중간 부위 Xi점을 기준으로한 하악공에 대한 최소 운동점의 위치적 관계 및 개인적인 위치 차이에 대한 표준 위치 설정이다. 특히 개인적 위치 차이에 따른 다양성이 개인의 조건에 따라 발생된 것인지 아니면 운동 재현시 오차에 따른 것인지를 규명할 수 없었기 때문에 하악운동시 영향을 미칠 수 있는 근력의 방향, 다양한

운동성, 운동의 반복에 따른 통계학적 모의 실험 등이 고려되어야 할 것으로 사료되었다.

V. 결 론

하악 운동의 생체역학을 이해하기 위해서는 하악 운동시 발생하는 순간 회전축에 의한 중립대 위치를 결정하는 것이 중요하다.

습관적 하악 개폐운동 중 발생하는 최소 운동점과 순간 회전축에 따른 중립대 위치를 결정하기 위하여 측두악 장애가 없고 하악 운동이 임상적으로 정상이라고 판단되는 23~25세의 치과대학생 남자 20명을 연구대상으로 하여 컴퓨터 프로그램에 순간 회전 중심 결정과 최소 운동점을 결정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 하악 개폐 운동중 최소 운동점은 대상자 중 2명을 제외하곤 하악체내에 위치 하였다.
2. 최소 운동점의 평균 X축 변동량 0.62 ± 0.08 cm였다.
3. 최소 운동점의 평균 이동거리는 3.39 ± 0.62 cm였다.
4. 중립대의 위치와 형태는 최소 운동점의 위치, 변동량 및 이동거리에 의해 결정되었다.

REFERENCES

1. 강동완, 이규철 : "Planer rigid body model에 의한 순간 회전 중심 결정과 하악골 운동에 관한 연구", 「조선대 구강생물학연구」 제12집, 167-179, 1988.
2. 강동완, 계기성 : "B-spline법을 이용한 순간 회전 중심로 결정과 하악 운동에 관한 연구", 「대한치과보철학회지」, 제27권 제1호, 55-81, 1988.
3. 장용철, 배용근 : "운동 강체의 최소운동 결정 알고리즘", 조선대학교 대학원 전산기 공학과, 1989.
4. Bando, E, Arai, Furya, R., Hasegawa, S. and Tabata, I : "Graphic display of mandibular border movemnt", J. Japan Prosth. Society, 20 : 295-303, 1976.
5. Bates, J.F., Neil, D.J., and Preiskel, H.W. ; Res-

- toration of the partially dentate mouth, p.p. 69-75, Quintessence Publishing Co., Inc. Chicago, London, Berlin, Rio de Janeiro and Tokyo, 1984.
6. Beard, C.C., and Clayton, J.A. : A study on the validity of the terminal hinge-axis", *J. Prosth. Dent.*, 46, 195, 1981.
 7. Bennett, N.G. : "A contribution to the study of the movements of the mandible", *Proc.roy.Soc. Med.*, 1 : 79-83, 1908.
 8. Boswell, J.V. : "Practical occlusion on relation to complete denture", *J. Prosth. Dent.*, 1 : 307-321, 1951.
 9. Bryant, J.T., Wevers, H.W., and Lowe, P.J. : "One parameter model for error in instantaneous center of rotation measurements", *J. Biomech.*, 17 : 317-323, 1984.
 10. Frank, L. : "The opening axis of the jaw", *Dent. Digest*, 62 : 16-19, 1956.
 11. Frankel, V.H., Burstein, A.H., and Brooks, D.B. : "Biomechanics of internal derangement of the knee", *J. Bone and Joint Surg.*, 53 : 945-967, 1971.
 12. Grant, P.G. : "The biomechanical significance of the instantaneous center of rotation : the human temporomandibular joint", *J. Biomech.*, 6 : 109-113, 1973.
 13. Green, J.H., and Silver, P.H.S. : A introduction to Human Anatomy 1981. Oxford University Press.
 14. Gysi, A. : "The problem of articulation", *Dent. Cosmos*, 52 : 1-12, 1910.
 15. Hamilton, W.J., and Appleton, A.B. : Locomotor system, in Hamilton, W.J., editor : Text book of Human Anatomy, London, 1956, Macmillan & Co., Ltd.
 16. Koski, K. : Axis of the opening movement of the mandible, *J. Prosth. Dent.*, 12, 888-894, 1962.
 17. Lockhart, R.D., Hamilton, G.F., and Fyfe, F.W. : Anatomy of the human body, London, 1959, Faber & Faber, Ltd.
 18. Lord, F.P. : "Movements of the jaw and how they are affected", *INT. J. Orthod Oral Surg.*, 23 : 557-571, 1937.
 19. Lucia, V.O. : "The fundamentals of oral physiology and their practical application in the securing and reproducing of records to be used in restorative dentistry", *J. Prosth. Dent.*, 3, 213-231. 1953.
 20. Lucia, V.O. : "Centric relation-theory and practice", *J.Prosth.Dent.*, 10, 848-849, 1960.
 21. McCollum, B.B. : "Mandibular hinge-axis and method of locating it", *J. Prosth. Dent.*, 10, 428, 1960.
 22. Mclean, D.W. : "Pathologic occlusion : A major clinical problem", *J.A.D.A.*, 31, 1587, 1944.
 23. Moss, M.L. : Functional anatomy of the temporomandibular joint. In Schwartz, L. (editor), *Disorders of the Temporomandibular joint*. Philadelphia, W.B. Saunder Company, 73-88, 1960.
 24. Moss, M.L. : " A functional cranial analysis of centric relation", *Dent.Clin.North Am.*, 19 : 431-442, 1975.
 25. Moss, M.L. : "The functional matrix concept and its relationship to tempormandibular joint dysfunction and treatment", *Dent. Clin. North Am.*, 27 : 445-455, 1983.
 26. Nevakari, K. : "Elapsio praearticularis of the temporomandibular joint", *Acta Odont. Scand.*, 18 : 123-170, 1960
 27. Nordin, M., and Frankel, V.H. : Chapter 4, Biomechanics of the knee, *Basic biomechanic of the skeletal system*, Phila Lea and Febiger, 1980. 113.
 28. Posselt, U. : "Terminal hinge movement of the mandible", *J.Prosth.Dent.*, 7, 87-797, 1957.
 29. Ricketts, R.M. : "Perspectives in the clinical application of cephalometrics", *Angle Orthod.*, 51 : 115-150, 1981.
 30. Ramfiord, S.P., and Ash, M.M. : Occlusion, 3rd ed., W.B. Saunders Company, London ; 19
 31. Santos, J.D.Jr : Occlusion principles and concepts, chapter 2 mandibular movement, Ishiyaku Euro America, Inc. Publishers st. Louis, Tokyo

- 1985.
32. Shanahan, T.E.J., and Leff, A : "Mandibular and articulator movement Part III, the mandibular axis dilemma", *J. Prosth. Dent.*, 12 : 292-297, 1962.
 33. Sicher, H. : "Phylogenesis of human temporomandibular articulation (Abstr).", *J. Dent. Res.*, 16 : 339-340, 1937
 34. Smith, G.L. : "Functions of condylar translation in human mandibular movement", *Am. J. Orthod.*, 88 : 191-202, 1985
 35. Soudan, K., Van Audekercke, R.B., and Martens, M. : "Method, difficulties and inaccuracies in the study of human joint kinematics and pathokinematics by the instant axis concept, Example : the knee joint", *J. Biomech.*, 12 : 27-31, 1979.
 36. Stern, J.T.Jr. : "Biomechanical significance of the instantaneous center of rotation : the human temporomandibular joint", *J. Biomech.*, 7 : 109-110, 1974.
 37. Trapozzano, V.R., and Lazzari, J.B. : "The physiology of the terminal rotational position of the condyles in the temporomandibular joint", *J. Prosth. Dent.*, 17 : 122-133, 1967.
 38. Weinberg, L.A. : "The transverse hinge axis : real or imaginary", *J. Prosth. Dent.*, 9, 755, 1959.
 39. Weinberg, L.A. : "The occlusal plane and cuspal inclination in relation to incisal condylar guidance for protrusive excursions", *J. Prosth. Dent.*, 9 : 617-618, 1959.
 40. Winstanley, R.B. : "The hinge axis : a review of the literature", *J. Oral Rehab.*, 12, 135-159, 1985.
 41. Woltring, H.J., Huiskes, R., and Delange, A. : "Finite centroid and helical axis estimation from noisy landmark measurement in the study of human joint kinematics", *J. Biomech.*, 18 : 379-389, 1985.

— Abstract —

A STUDY ON THE DETERMINATION OF THE NEUTRAL ZONE AT THE HABITUAL OPENING AND CLOSING MANDIBULAR MOVEMENTS

Lee, Don-oh, D.D.S., M.S.D., Kay, Kee-sung, D.D.S., M.S.D., Ph.D.,
Kang, Dong-wan, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Chosun University

It would be of importance to determine the neutral zone by a resultant axis of rotation on relation to the mandible in understanding the biomechanics of the mandibular movement.

In this study, the neutral zone at the habitual opening and closing mandibular movements is the shape of the paths described by a minimum moving point occurred as an average center of the determined instantaneous centers of rotation. Twenty, aged 23~25, male dental students without Temporomandibular disorders and with normal occlusion clinically were selected for the study. The habitual opening and closing mandibular movements were recorded by the Gnathorecorder and analyzed by the computer program of a planer rigid body model and the determined method of a minimum moving point.

The results obtained from this study were as follows.

1. The minimum moving points were placed in the body of the mandible except two subjects.
2. The mean of maximum displacements of a minimum moving point was $0.62 \pm 0.08\text{cm}$ on X-axis and $0.73 \pm 0.16\text{cm}$ on y-axis.
3. The mean of maximum displacements of a minimum moving point was $3.39 \pm 0.62\text{cm}$
4. The position and shape of the neutral zone were determined by the position, displacements, and moving distances of a minimum moving point.