The study of essential factors that affect mandibular dental arch forms by cluster analysis

Department of Oral Anatomy, Osaka Dental University, JAPAN
[1] Department of Oral Anatomy, Kyung-Hee University, KOREA
[2] Department of Oral Anatomy, Seoul National University, School of Dentistry, KOREA

Michiko Nakatsuka*, Chizuko Inui-Yamamoto, Seong-Suk Jue[1], Ji-Youn Kim, Young-Seok Park[2], Shunji Kumabe, Katsura Ueda, Chun-Ying An, Aiko Morishita, Je-Won Shin[1], Yasutomo Iwai

서 론

치궁(dental arch) 형태는 개인적으로 차이가 있어, 형태의 특징을 파악하면서 분류하는 것이 매우 어렵다. Thompson의 분류는 치궁을 육안적으로 square형, round-square형, round형, round V-shaped형으로 구별하고 있지만 관찰자의 주관에 의하여 분류기준의 차이가 생길 가능성이 높다[1]. 또한 Thompson의 분류 외에도 parabola 형이나 ellipse 형으로 분류하기도 한다. 이렇듯 아직 치궁 형태 분류를 위한 통일된 정의가 없다.

그렇기 때문에 많은 연구에서 치궁 형태 분석은 정량적인 표현이나 수학적 표현 등 객관화 할 수 있는 방법들로 시행되고 있다[2-15]. Sakai[16]와 Katayama[17]는 dental plaster model을 사용하여 치궁 형태를 계측학적으로 결정하였다. 최종적으로 Sakai[16]는 3종류, Katayama[17]는 4종류로 분류하였다. 또한 Biggerstaff[18]는 일반적인 2 차 방정식을 사용하여 hyperbolic curve형, parabola형, ellipse형으로 분류하였다. 또 Iwabayashi[19]는 치궁상에 미리 설정하였던 계측점에 관한 data를 현수곡선, 원뿔곡선, 타원곡선, 2차 다항식에 적용하였다. 그러나 이들은 계산이 복잡할 뿐만 아니라 치궁 형태 결정에 영향을 미치는 인자에 대한 구체적인 제시가 없기 때문에 치궁 형태를 평가하는 것이 어렵다.

* 교신저자

www.kci.go.kr

우리는 치궁 형태를 결정할 때 영향을 미치는 인자를 밝혀낸다면 치궁 형태를 평가할 수 있을 것이라 생각하여 지금까지 선행연구로써 Thompson의 분류를 사용하여 치궁 형태를 결정할 때 영향을 미치는 인자들을 검토하였다[20-24]. 그러나 관찰자 주관에 의한 차이가 생길 가능성에 대해서는 고려하지 않았다.

그러므로 우리는 객관적인 치궁 형태 평가기준을 설정하기 위해 선행연구로써 cluster analysis를 사용하여 상악 치궁 형태를 결정할 때 영향을 미치는 인자에 대하여 검토하였다[25]. 우리는 상악 치궁 형태를 4개의 cluster로 분류하였고, 각 cluster가 가지는 특징적인 항목들을 확인하였다[25].

본 연구에서 우리는 하악 dental plaster model상에 계측점을 정하고 미리 설정한 계측항목에 따라 data를 구하여 cluster analysis를 시행하였다. 또 cluster 각각의 특징을 밝히기 위해 cluster마다 principal component analysis를 시행하여 새로운 결과를 확인하였으며 이것을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구는 Helsinki선언(1964년 채택)을 준수하면서 실행하였다. 또 the Ethics Review Board of Osaka Dental University의 승인을 얻었다(승인번호 : 050507호).

1. 연구재료

오사카치과대학 구강해부학강좌에서 소장하고 있는 dental plaster model (평행모형, 일본인 남성 257개, 여성 139개, 합계396개, occulusal plane ; 하악 기저면에서부터 30 mm, 상하 기저면간 거리 ; 60 mm)중 하악 치궁 53개(남성 29개, 여성 24개)를 재료로 사용하였다[20-25].

2. 연구방법

1) 치궁분류와 계측점

하악 dental plaster model상에 계측점을 설정하였다(Fig. 1) [21, 24].

설정한 계측항목에 따라 계측한 data를 사용하여 cluster analysis를 시행하였다. 또 각 cluster에 대하여 principal component analysis를 시행하였다. 동경(radius vector)은 원점에서 극좌표(polar coordinate)에 변환하였다.

Sekikawa[26]가 하였던 방법에 따라 치궁상에 좌우 절치 절단의 중심, 견치 교두정, 소구치 협측교두정, 제1, 2대구치 근심협측교두정, 합계 14개의 계측점을 설정하였다. 또 치궁 사진상에 이 계측점을 표시했다.

계측항목은 선행연구를 참고로 하여 정하였다[21,24]. 계측항목은 연구방법 3) 계측항목과 같다(Fig. 1).

www.kci.go.kr

Table 1. Mean values of estimated items (classified by gender; Mean±SD)

(*p<0.05, **p<0.01)

Iten / Mean value	① C_R-$C_{L(mm)}$	② $M2_R$-$M2_{L(mm)}$**	③ A-$B_{(mm)}$*	④ A-$E_{(mm)}$*	⑤ ∠(C_R-A-C_L)(°)	⑥ ∠(I2-C-P1)$_{R\&L}$(°)	⑦ (rθ5-rθ4)$_{R\&L(mm)}$
Total	27.81±1.69	51.96±3.05	36.13±2.57	5.16±0.97	138.51±8.00	313.40±19.09	6.65±2.22
Male	27.95±1.66	53.10±2.81	36.81±2.74	5.44±1.00	136.83±8.30	314.34±17.63	7.01±2.43
Female	27.64±1.76	50.59±2.81	35.30±2.11	4.81±0.83	140.54±7.25	312.25±21.04	6.22±1.90

Mean values of the estimated items (①C_R-C_L, ②$M2_R$-$M2_L$, ③A-B, ④A-E, ⑤∠(C_R-A-C_L), ⑥∠(I2-C-P1)$_{R\&L}$ and ⑦(rθ5-rθ4)$_{R\&L}$) were in particular summarized according to gender .

Table 2. Mean values of estimated items in each cluster (Mean±SD)

Cluster	Sample	Ratio(%)	① C_R-$C_{L(mm)}$	② $M2_R$-$M2_{L(mm)}$	③ A-$B_{(mm)}$**	④ A-$E_{(mm)}$**	⑤ ∠(C_R-A-C_L)(°)**	⑥ ∠(I2-C-P1)$_{R\&L(°)}$**	⑦ (rθ5-rθ4)$_{R\&L(mm)}$**
1st	*20*	*37.74*	27.51±1.61	*53.12±3.18*	34.38±2.07	4.72±0.72	142.05±5.78	*326.15±11.89*	4.42±0.87
2nd	16	30.19	*28.57±1.21*	51.34±2.64	35.85±1.61	4.57±0.53	*143.94±3.17*	290.63±12.01	7.59±1.87
3rd	17	32.08	27.44±2.01	51.18±3.00	*38.44±2.08*	*6.22±0.65*	129.24±4.67	319.82±10.73	*8.40±1.23*

(**p<0.01, bold & Italic: maximum value of each item, underline: minimum value of each item)

Significant differences in mean values of partly items (③, ④, ⑤, ⑥, ⑦: mean±SD) in each cluster (1st, 2nd and 3rd clusters) were demonstrated in the present analysis (**p<0.01).

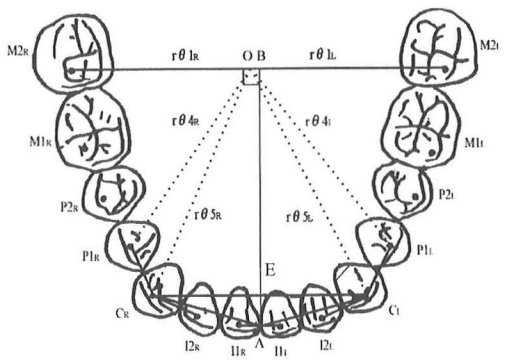

Fig. 1. Reference points, lines, and angles (the mandibular dental arch).

①(C_R–C_L): width of the anterior-teeth (anterior) segment, ②($M2_R$–$M2_L$): width of the dental arch,③(A–B): length of the dental arch, ④(A–E): length of the anterior segment, ⑤∠(C_R–A–C_L): protrusion and curvature of the anterior segment, ⑥∠(I2–C–P1)$_{R\&L}$=∠(I2–C–P1)$_R$ + ∠(I2–C–P1)$_L$: protrusion demonstrated between the anterior- and buccal-teeth segments; also used to describe the anterior-teeth curvature of a mandibular dental arch, ⑦(rθ 5−rθ 4)$_{R\&L}$= (rθ 5−rθ 4)$_R$ + (rθ 5−rθ 4)$_L$: the roundness of a dental arch by estimation of the transition occurred between the anterior and buccal segments.

2) 치궁의 촬영

재료를 선행연구와 마찬가지로 촬영, 화상처리, 인쇄하였다[20-25].

3) 계측항목(Fig. 1)[25]

① 전치부 폭C_R-C_L
② 치궁 폭$M2_R$-$M2_L$
③ 치궁 길이A-B
④ 전치부 길이A-E
⑤ 전치부 각도 ∠(C_R-A-C_L)

www.kci.go.kr

⑥ 전치부-구치부 변이 ∠(I2-C-P1) R&L
⑦ 전치부-구치부 이행부 동경차
($r\theta5-r\theta4$) R&L

4) Cluster analysis

Cluster analysis는 다변량으로 나타나는 data에서 비슷한 data를 모아 군(cluster)으로 정리하는 다변량해석법의 일종이다.

이번에는 hierarchical agglomerative를 사용하여 분석하였다. Cluster 간 거리는 standardised Euclidean distance를 사용하였다[25].

$$D(x,y)=\left\{\sum_{i=1}^{p}\left(z_{xi}-z_{yi}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$(x,y=1,2,\cdots,53)\ (p=7)$$

결합방법은 Wards method를 사용하였다[25].

Software : "Excel-AddIn Workshop" cluster analysis (Cluster SS10.xlam) Ver.4.0
(Excel-AddIn Workshop, Japan, http://www.jomon.ne.jp/~hayakari/)

5) Principal component analysis

각 cluster 성분을 검토하기 위해 principal component analysis를 하였다[25]. 이 연구는 선행연구와 마찬가지로 3) 계측항목에 표시된 7개의 항목들을 계측한 data를 표준화한 후 principal component analysis를 하고, 기여률(proportion of variance)이 가장 큰 것부터 순서대로 3위까지 집약하였다[25].

Software : "Excel 통계2010 for Windows" (Social Survey Research Information Co. Ltd., Japan)

6) 통계적 해석

해석은 신뢰도 95%로 모평균을 추정하였다[25]. 또 각 계측항목에 대하여 one-factor analysis of variance (one-factor ANOVA)와 Scheffe's procedure로 분석하였다[27-31].

결 과

1. 각 계측항목 평균치 (전체와 남녀별) (Table.1)

각 계측항목 평균치를 나타냈다 (Table.1). ②$M2_R$-$M2_L$ ($p<0.01$), ③A-B ($p<0.05$), ④A-E ($p<0.05$)에 대한 평균치는 유의한 성차가 있었지만 다른 계측항목들은 유의한 성차가 없었다. ⑤∠(C_R-A-C_L)만 여성 평균치가 남성 평균치보다 컸다.

2. Cluster analysis 결과 (Fig. 2)

각 계측항목에 대하여 cluster analysis를 시행하고, 그 결과를 dendrogram으로 나타냈다(Fig. 2).

하악 치궁 형태가 먼저 결합level 14.5

www.kci.go.kr

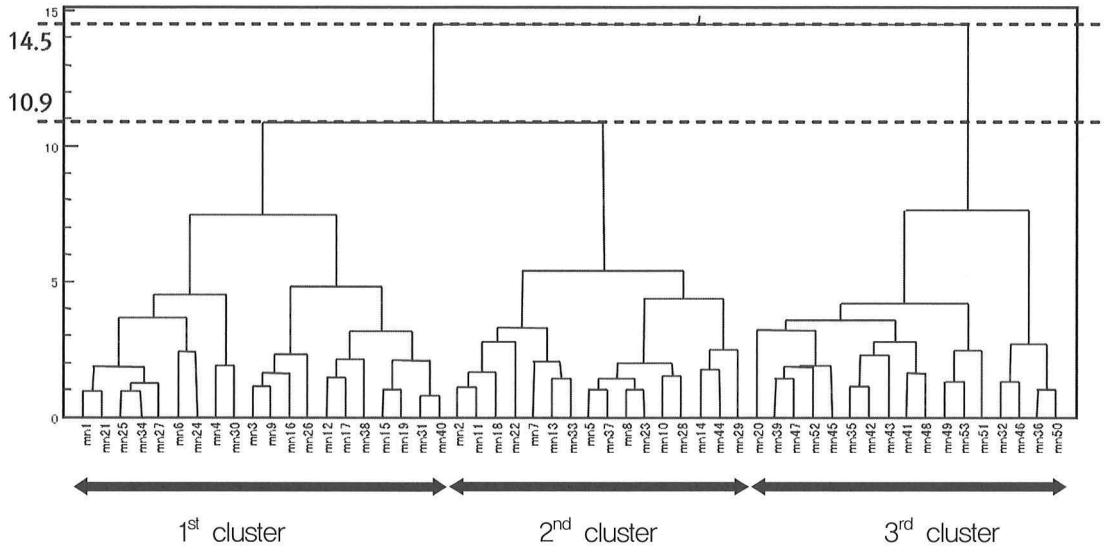

Fig. 2. Dendrogram for visualizing hierarchical cluster analysis.

Hierarchical agglomerative method and standardised Euclidean distance were used in the present study.

로, 그 다음으로 결합level 10.9로 나타났다. 결국 cluster 3개로 분류되었다.

3. 각 cluster 계측항목 평균치(Table.2)

Cluster별 각 계측항목 평균치를 나타냈다(Table.2). 제1 cluster가 20개, 제2 cluster가 16개, 제3 cluster가 17개 있었다. ③A-B, ④A-E, ⑤∠(C_R-A-C_L), ⑥∠(I2-C-P1)$_{R\&L}$, ⑦($r\theta5-r\theta4$)$_{R\&L}$에 대하여 cluster간에 유의차가 있었다 ($p<0.01$). 제1 cluster는 치궁폭을 나타내는 ②$M2_R$-$M2_L$와 전치부-구치부 변이를 나타내는 ⑥∠(I2-C-P1)$_{R\&L}$가 최고치를 나타냈다. 제 2 cluster는 전치부 형태에 관한 항목 ①C_R-C_L와 ⑤∠(C_R-A-C_L), 제 3 cluster는 치궁 길이에 관한 항목 ③A-B, ④A-E, 전치부-구치부 이행부 동경차를 나타내는 ⑦($r\theta5-r\theta4$)$_{R\&L}$ 가 최고치를 나타냈다.

4. 각 cluster의 principal component analysis 결과 (Figs. 3a, 3b & 3c)

각 cluster의 평균 주성분 부하량(factor loading)을 radar chart로 나타냈다(Figs. 3a, 3b & 3c).

1) 제 1 cluster (Fig. 3a)

제1주성분(principal component)의 주성분 부하량은 ③A-B, ④A-E와 강한 상관이 있었고, 기여률은 35.69%이었다. 제2주성분은 ②$M2_R$-$M2_L$ 와 강한

www.kci.go.kr

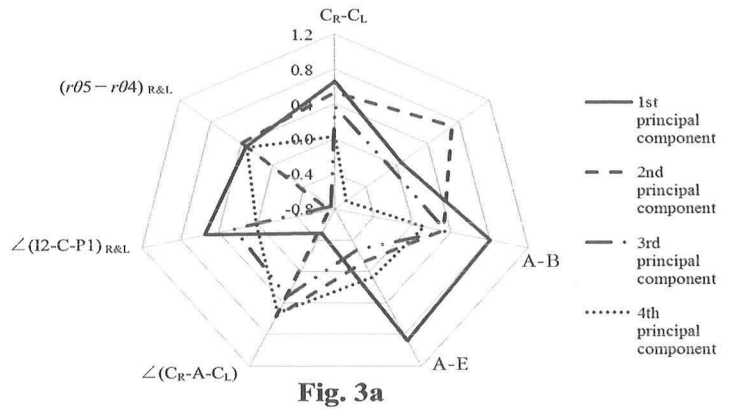

Fig. 3a

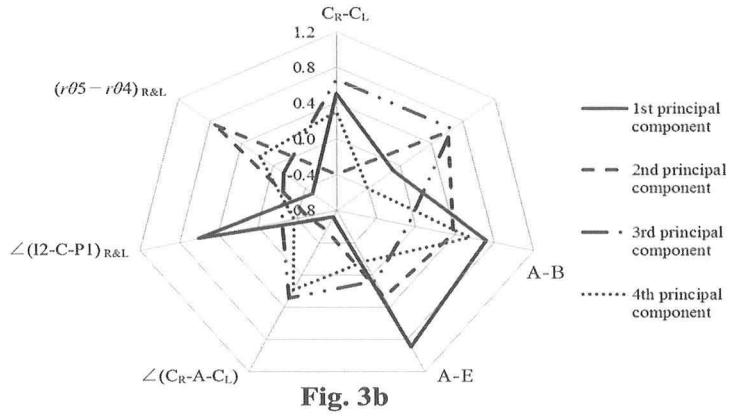

Fig. 3b

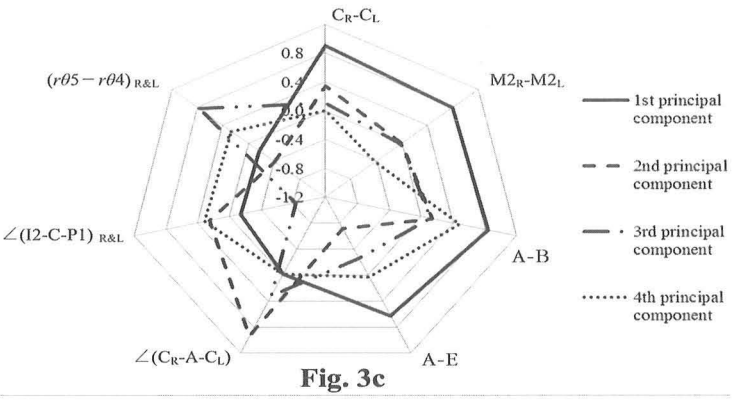

Fig. 3c

Fig. 3. Radar charts of factor loading of 1st, 2nd, 3rd and 4th principal components in the 1st (Fig. 3a), 2nd (Fig. 3b) and 3rd (Fig. 3c) clusters (express in the mean value). Standardised Euclidean distance were used in the present study.
The ① to ⑦ items were analyzed with reference to the correlation matrix of the variables.

www.kci.go.kr

상관, ⑥∠(I2-C-P1)$_{R\&L}$ 와 강한 음의 상관이 있으며, 기여률은 27.91% 이었다. 제3 주성분은 ⑦($r\theta5-r\theta4$)$_{R\&L}$ 와 강한 음의 상관이 있고, 기여률은 15.28% 이었다. 제4 주성분은 ②$M2_R$-$M2_L$ 와 음의 상관이 있고, 기여률은 12.00% 이었다. 제4 주성분까지 누적기여률(accumulated proportion)은 90.89% 이었다.

2) 제 2 cluster (Fig. 3b)

제1 주성분의 주성분 부하량은 ③A-B, ④A-E 와 강한 상관, ⑤∠(C_R-A-C_L) 와 강한 음의 상관이 있고, 기여률은 38.57%이었다. 제 2 주성분은 ⑦($r\theta5-r\theta4$)$_{R\&L}$ 와 강한 상관이 있으며, 기여률은 26.61%이었다. 제 3주성분은 ①C_R-C_L, ②$M2_R$-$M2_L$와 상관이 있고, 기여률은 14.98% 이었다. 제 4 주성분은 ③A-B 와 상관이 있고, 기여률은 11.29% 이었다. 제 4 주성분까지 누적기여률은 91.46% 이었다.

3) 제3 cluster(Fig. 3c)

제1 주성분의 주성분 부하량은 ①C_R-C_L, ②$M2_R$-$M2_L$, ③A-B 와 강한 상관이 있으며, 기여률은 37.06% 이었다. 제 2 주성분은 ⑤∠(C_R-A-C_L) 와 강한 상관, ④A-E 와 강한 음의 상관이 있으며, 기여률은 25.39% 이었다. 제 3 주성분은 ⑦($r\theta5-r\theta4$)$_{R\&L}$ 와 강한 상관, ⑥∠(I2-C-P1)$_{R\&L}$ 와 강한 음의 상관이 있고, 기여률은 21.18% 이었다. 제 4 주성분은 ③A-B 와 상관이 있고, 기여률은 8.28% 이었다. 제 4 주성분까지 누적기여률은 91.92% 이었다.

5. 각 계측항목에 대한 one-factor ANOVA (Tables. 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f & 3g)

각 계측항목에 대하여 cluster analysis를 한 후, one-factor ANOVA를 시행하였다(Tables. 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f & 3g). ③A-B, ④A-E, ⑤∠(C_R-A-C_L), ⑥∠(I2-C-P1)$_{R\&L}$, ⑦($r\theta5-r\theta4$)$_{R\&L}$ 은 cluster간에 유의한 차를 나타냈다($p<0.01$, Tables. 3c, 3d, 3e, 3f & 3g). 한편 ①C_R-C_L, ②$M2_R$-$M2_L$ 는 cluster 간 유의차를 나타내지 않았다 (Tables. 3a & 3b).

각 계측항목 중 ③A-B, ④A-E, ⑤∠(C_R-A-C_L)은 제 3 cluster와 제 1, 2 cluster사이에서 유의차를 나타냈다($p<0.01$, Tables. 3c, 3d & 3e). ⑥∠(I2-C-P1)$_{R\&L}$은 제2 cluster와 제1, 3 cluster 사이에서 유의차를 나타냈다($p<0.01$, Table. 3f). ⑦($r\theta5-r\theta4$)$_{R\&L}$은 제1 cluster와 제2, 3 cluster 사이에서 유의차를 나타냈다($p<0.01$, Table. 3g).

www.kci.go.kr

Table 3. Analysis of variance of estimated items in each cluster (**$p<0.01$)

Table. 3a. ①C_R–C_L : width of the anterior-teeth (anterior) segment

Cluster		Mean		Difference	P-Value	
1	2	Mean 1	Mean 2	of mean		
1st	2nd	27.51	28.57	1.06	0.17	
1st	3rd	27.51	27.44	0.07	0.99	
2nd	3rd	28.57	27.44	1.14	0.15	

Table. 3b. ②$M2_R$–$M2_L$: width of the dental arch

Cluster		Mean		Difference	P-Value	
1	2	Mean 1	Mean 2	of mean		
1st	2nd	53.12	51.34	1.77	0.22	
1st	3rd	53.12	51.18	1.94	0.15	
2nd	3rd	51.34	51.18	0.17	0.99	

Table. 3c. ③A–B : length of the dental arch

Cluster		Mean		Difference	P-Value	
1	2	Mean 1	Mean 2	of mean		
1st	2nd	34.38	35.85	1.46	0.09	
1st	3rd	34.38	38.44	4.05	0.00	**
2nd	3rd	35.85	38.44	2.59	0.00	**

Table. 3d. ④A–E : length of the anterior dental arch

Cluster		Mean		Difference	P-Value	
1	2	Mean 1	Mean 2	of mean		
1st	2nd	4.72	4.57	0.15	0.80	
1st	3rd	4.72	6.22	1.50	0.00	**
2nd	3rd	4.57	6.22	1.65	0.00	**

Table. 3e. ⑤∠(C_R–A–C_L) : protrusion and curvature of the anterior segment

Cluster		Mean		Difference	P-Value	
1	2	Mean 1	Mean 2	of mean		
1st	2nd	142.05	143.94	1.89	0.50	
1st	3rd	142.05	129.24	12.81	0.00	**
2nd	3rd	143.94	129.24	14.70	0.00	**

www.kci.go.kr

Table. 3f. ⑥∠(I2-C-P1)$_{R\&L}$=∠(I2-C-P1)$_R$+∠(I2-C-P1)$_L$: protrusion demonstrated between the anterior- and buccal-teeth segments

Cluster		Mean		Difference of mean	P-Value	
1	2	Mean 1	Mean 2			
1st	2nd	326.15	290.63	35.53	0.00	**
1st	3rd	326.15	319.82	6.33	0.26	
2nd	3rd	290.63	319.82	29.20	0.00	**

Table. 3g. ⑦(rθ 5-rθ 4)$_{R\&L}$= (rθ 5-rθ 4)$_R$+ (rθ 5-rθ 4)$_L$: the roundness of a dental arch by estimation of the transition occurred between the anterior and buccal segments

Cluster		Mean		Difference of mean	P-Value	
1	2	Mean 1	Mean 2			
1st	2nd	4.42	7.59	3.16	0.00	**
1st	3rd	4.42	8.40	3.98	0.00	**
2nd	3rd	7.59	8.40	0.81	0.23	

총괄 및 고안

결과1에 의하여 치궁 폭을 나타내는 ②$M2_R$-$M2_L$($p<0.01$), 치궁 길이를 나타내는 ③A-B($p<0.05$), 전치부 길이를 나타내는 ④A-E($p<0.05$)가 평균치에서 유의한 성차가 있었다(Table.1). 우리는 선행연구로 상악 치궁 형태를 검토했지만 상악에서는 ②$M2_R$-$M2_L$만 성차가 있었다[25].

Funatsu 등[32]은 일본인 유치 크기에 관한 성차를 검토하였다. 하악은 치관 근심-원심 폭에 대해 유중절치($p<0.05$), 유견치($p<0.05$), 제2유구치($p<0.01$)가 성차가 있었다. 치관 순(협)-설측 길이에 관하여는 제1유구치($p<0.05$), 제2유구치($p<0.01$)에서 성차가 있었다[32]. 또 치관 순(협)-설측 길이보다 치관 근심-원심 폭이 더 성차가 크고, 유구치 성차는 경조직 두께 차이가 외형에 나타난다고 기술하였다[32].

영구치에서 가장 성차가 크다고 생각되는 견치 치관의 크기에 관한 성차의 요인은 법랑질[33]이나 상아질 [34]의 두께라는 보고가 있다.

한편 Okazaki는 현대인1세부터 10세, 13세부터 17세에서 하악골 길이에 성차는 있었지만 하악골 폭에는 유의한 성차가 없었다고 보고하였다[35].

그러므로 골격 성장시기에 나타나는 유구치나 견치의 성차가 본 연구결과에 영향을 미친다고 짐작된다.

또 환경 요인으로 저작기능이나 두경부 근육이 치궁 폭에 영향을 미치기 때

www.kci.go.kr

문에 이후 두경부 근육에 관하여 자세하게 검토할 필요가 있다.

결과2와 3에 의하여 하악 치궁 형태가 cluster분석 결과 먼저 결합 level 14.5로 분류되었다. 이것은 치궁 길이를 나타내는 ③A-B와 전치부 길이를 나타내는 ④A-E이 영향을 미친다고 짐작된다. 이런 경향은 상악 치궁에도 있었다(Fig. 2 & Table. 2) [25].

또 결합level 10.9로 치궁 형태 차이에 의하여 cluster는 3개로 분류되었다. 제 1, 2 cluster사이에서는 전치부 폭을 나타내는 ①C_R-C_L, 치궁 폭을 나타내는 ②$M2_R$-$M2_L$, 또 전치부-구치부 변이를 나타내는 ⑥∠(I2-C-P1)$_{R\&L}$가 영향을 미친다고 추측된다(Fig. 2 & Table. 2). 즉 하악 치궁은 상악처럼 우선 치궁 길이에 따라 크게 분류되고, 그 다음 치궁 폭이나 전치의 형태에 따라 세분화된다는 것을 알 수 있다. 이것은 결과4에 나와 있는 각 cluster에 관한 principal component analysis에서, 제 1주성분이나 제 2 주성분의 주성분 부하량에 대하여 최고치를 나타내는 것이 치궁 폭과 치궁 길이에 관한 항목이라는 결과에서도 짐작해 볼 수 있다. (Figs. 3a, 3b & 3c). 또 이런 결과는 분석 항목이나 분석방법이 약간 다르지만 우리 선행연구[20-25]나 Sekikawa[26]와 Shimada[36]의 보고와 마찬가지로 전치부 만곡 정도, 치궁 길이와 폭이 치궁 형태를 결정하는 중요한 인자이라는 것을 보여준다. 그리고 우리 선행연구[20-25]나 Sekikawa[26]의 보고처럼 하악 치궁 형태는 우선 치궁 크기로 개형이 결정되고, 그 다음 치궁 폭에 의하여 자세한 형태가 결정된다는 것을 확인하였다.

또 결과3, 4, 5에 의하여 제1, 2 cluster로 분류된 것은 제 3cluster로 분류된 것에 비하여 치궁 길이를 가리키는 ③A-B와 전치부 길이를 가리키는 ④A-E의 숫자가 작다(Table.2, 3c&3d). 또 제1 cluster로 분류된 것은 제2 cluster에 비하여 전치부의 만곡이 비교적으로 깊고 폭이 좁지만 원심으로 갈수록 치궁 폭이 넓어지는 경향이 있다(Table.2 & 3g). 한편 제2 cluster로 분류된 것은 제1 cluster보다 전치부의 만곡이 깊지 않고 폭이 넓지만 제1 cluster처럼 원심으로 갈수록 치궁 폭이 넓어지는 경향은 없다(Table.2 & 3f).

제3 cluster로 분류된 것은 제1, 2 cluster와 비교하여 치궁이 길고, 전치부 폭이 좁고, 만곡이 깊은 특징이 있다. (Table.2 & 3e).

결과5에 의하여 치궁 폭을 가리키는 ①C_R-C_L, ②$M2_R$-$M2_L$ 의 cluster 간 P값(P value)은 차이가 있었으나 유의차는 없었다. (Tables. 3a & 3b). 이것 또한 치궁 폭이 치궁 형태 결정에 영향을 미친다는 것을 시사하고 있다.

www.kci.go.kr

결 론

1) 하악 치궁 형태를 결정하는 인자로써 치궁 폭, 치궁 길이, 전치부 형태가 있다.
2) 하악 치궁 형태는 우선 치궁 길이에 의하여 개형으로 분류될 수 있고, 그 다음 치궁 폭이나 전치부 만곡 정도로 자세한 형태가 결정된다.
3) 각 cluster에 나타나는 하악 치궁 형태
- 제1cluster : 전치부의 만곡이 깊고 폭이 좁지만 원심으로 갈수록 치궁 폭이 넓어진다.
- 제2cluster : 전치부의 만곡이 깊지 않고 폭이 넓지만 원심으로 갈수록 치궁 폭이 넓어지는 경향은 분명하지 않다.
- 제3 cluster : 치궁이 길고, 전치부 폭이 좁으며, 만곡이 깊지만 치궁 폭은 좁다.

참 고 문 헌

1) Thompson AH and Dewey M: Comparative dental anatomy. 2nd ed. CVMosby. St.Louis, pp. 182-204, 1915.
2) Kitagami T: A study on the classification of the dental arch. J Jpn Prosthodont Soc 1: 37-43, 1957. (in Japanese)
3) Miyamori Y: Mathematical examination of human dental arch forms. J Osaka Odontol Soc 20 (4): 439-443, 1957. (in Japanese)
4) Mizuno K: Comparative study on analysis of dental arch, alveolar arch and edentulous jaw alveolar ridge curves. J Jpn Prosthodont Soc 3: 56-80, 1959. (in Japanese)
5) Currier JH: A computerized geometric analysis of human dental arch form. Am J Orthod 56 : 164-179, 1969.
6) Yoshikawa Y: Morphological study on the human dental arch form by means of elliptic regression analysis. J Osaka Odontol Soc 41: 183-184, 1978. (in Japanese)
7) Sampson PD: Dental arch shape: a statistical analysis using conic sections. Am J Orthod, 79 : 535-548, 1981.
8) Sekikawa M, Ozaki S, Kanazawa E et al. : Curve fitting of dental arch form by means of a general quadratic equation. Nihon Univ J Oral Sci 10: 196-202, 1984. (in Japanese)
9) Yamauchi K, Itoh K and Suematsu H : Relationships between dental arch and craniofacial

www.kci.go.kr

components in Japanese male adults with normal occlusion. J Jpn Orthod Soc 24: 1-7, 1965. (in Japanese)

10) Ryu T : Correlations of maxillary and mandibular dental arch configurations of Japanese normal occlusions. Ohu Univ Dent J 29:158-170, 2002. (in Japanese)

11) Ryu T, Otani S, Kikuchi H et al. : Quantitative analysis of dental arch configurations: Comparison of Japanese and Indian mandibular dental arch configurations. Orthod Waves 62(3) : 224-227, 2003.

12) Choi S : An orthodontic study of the teeth and dental-arch form of Koreans with normal occlusion. J Tokyo Dent College Soc 84:1055-1073, 1984. (in Japanese)

13) Kosaka H, Kobayashi T : A study of dental-arch forms and orthodontic arch-wire forms in Japanese subjects with normal occlusion. J Tokyo Dent College Soc 97:1029-1036, 1997. (in Japanese)

14) Lu KH : Analysis of dental arch asymmetry (Abst.). J Dent Res 43 : 780, 1964.

15) Yamaura S : A morphological study of the dental arch and palate forms of Japanese -1. the size of dental arch-. J Tokyo Dent College Soc 70: 1006-1128, 1970. (in Japanese)

16) Sakai T : On the form of dental arch and the relations of various parts of dental arch in the Japanese. Shinshu Med J 4: 332-337, 1955. (in Japanese)

17) Katayama H : Morphological study of occlusion, dental arch and palate. J Tokyo Dent College Soc 58 (Suppl.): 1-21, 1958. (in Japanese)

18) Biggerstaff RH : Three variations in dental arch form estimated by a quadratic equation. J Dent Res 51(5) : 1509, 1972.

19) Iwabayashi M : A study on the dental arch form by means of curve fitting. J Stomatol Soc 44: 57-71, 1977. (in Japanese)

20) Nakatsuka M, Kumabe S, Iwai Y et al. : Classification of maxillary dental arches by correlation and principal component analyses. J Osaka Odontol Soc 67: 225-234, 2004.

www.kci.go.kr

(in Japanese)
21) Nakatsuka M, Kumabe S, Imbe H et al. : Principal component analysis of mandibular dental arches. J Osaka Odontol Soc 68(2): 189-198, 2005. (in Japanese)
22) Nakatsuka M, Kumabe S, Iwai Y : A Morphological Study of Maxillary dental arch using by Fourier analysis. J Kyushu Dent Soc 60(6): 158-168, 2007. (in Japanese)
23) Nakatsuka M, Tsujibayashi T, Kumabe S et al. : Fourier analysis of maxillary dental arch forms. The Kor J Phys Anthrop 21(2): 137-147, 2008.
24) Mikami H, Nakatsuka M and IWAI Y: Comparison of maxillary and mandibular dental arch forms by studying Fourier series developed from mathematically estimated dentitions. Okajimas Folia Anat Jpn 87(3): 85-96, 2010.
25) Nakatsuka M, Iwai Y, Huang ST et al. : Cluster analysis of maxillary dental arch forms. TW J Oral Med Sci 27(2): 66-81, 2011.
26) Sekikawa M : Fourier analysis of the dental arch form. Jpn J Oral Biol 28: 43-61, 1986. (in Japanese)
27) Okuda C : The learning of statistics for medical researchers. Kinpodo Inc. Kyoto, pp. 106-115, 1999. (in Japanese)
28) Agata T : The basic medical statistics. Chugaiigakusha. Tokyo, pp. 127-137, 1997. (in Japanese)
29) Aoki S : Medical statistics analysis reference manual. Igaku-Shoin. Tokyo, pp. 237-241, 1989. (in Japanese)
30) Kan T : Textbook of multivariate analysis. Gendai-Sugakusha. Kyoto, pp. 128-160, 1993. (in Japanese)
31) Uchida O : Textbook of multivariate analysis by means of the Excel. Tokyo Tosho. Tokyo, pp. 135-166, 1997. (in Japanese)
32) Funatsu T, Kondo S, Inoue M et al. : Sexual differences in deciduous tooth crown diameters in a Japanese population. Pediatric Dental Journal 37(4): 700-707, 1999. (in Japanese)
33) Moss ML: Analysis of developmental process possibly related

www.kci.go.kr

to human dental sexual dimorphism. In "Development, Function and Evolution of Teeth." Butler PM and Joysey KA eds., Academic Press, London, pp.127-133, 1978.

34) Alvesalo L and Tammisalo E: Enamel thickness in 45, x females' permanent teeth. Am J Hum Genet 33: 464-469, 1981.

35) Okazaki K : The pattern of Jomon, Yayoi and modern people growth. 1st ed. Hana Shoin, Fukuoka, pp.95-98, 2009. (in Japanese)

36) Shimada T : A Critical Study on the Classification of Human Dental and Alveolar Arches. J Anthrop Soc Nippon 96(3) : 267-288, 1988. (in Japanese)

www.kci.go.kr

Abstract

The study of essential factors that affect mandibular dental arch forms by cluster analysis

Michiko Nakatsuka*, Chizuko Inui-Yamamoto, Seong-Suk Jue[1], Ji-Youn Kim[1], Young-Seok Park[2], Shunji Kumabe, Katsura Ueda, Chun-Ying An, Aiko Morishita, Je-Won Shin[1], Yasutomo Iwai

Department of Oral Anatomy, Osaka Dental University, JAPAN
[1] Department of Oral Anatomy, Kyung-Hee University, KOREA
[2] Department of Oral Anatomy, Seoul National University, School of Dentistry, KOREA

To elucidate dental arch morphological characters in young Japanese adolescents, we studied morphological and dimensional characteristics of the dental arch forms in 396 sets of dental stone study models (age: 18-26; male: 257, female: 139). 53 mandibular arches (male: 29, female: 24) in the diagnostic casts of normal dentition and occlusion were selected and evaluated.

We determined midpoints of the incisal ridge of the incisors ($I1_R$, $I1_L$, $I2_R$ & $I2_L$), cusp tips of the canines (C_R & C_L), summits of buccal cusps of the premolars ($P1_R$, $P1_L$, $P2_R$ & $P2_L$), summits of mesiobuccal cusps of the molars ($M1_R$, $M1_L$, $M2_R$ & $M2_L$) and the midpoint A of line ($I1_R$-$I1_L$). Point B was defined as the intersection of the vertical line from point A with the line ($M2_R$-$M2_L$). Point E was the intersection of (A-B) with (C_R-C_L). The midpoint of line ($M2_R$-$M2_L$: original line) is defined as point O. We examined the mandibular arch forms by estimation of length, angles and the transition of anterior and buccal segments which were represented by items developed from the reference points and lines. The obtained data were studied using a hierarchical cluster analytic approach; the factor loading of principal components in the clusters (i.e., 1st, 2nd and 3rd clusters) were further evaluated.

By the analyses, we observed significant differences in each cluster,

www.kci.go.kr

especially of the arch length, protrusion of canines, degree of curvature of anterior teeth segment and the degree of roundness of the mandibular dental arches. Arch length of the 3rd cluster was longer than that of the other clusters. In addition, we noticed that width differences of the dental arch and anterior segment were useful to distinguish between the 1st and 2nd clusters. The study concludes that the mandibular dental arch form consisted of essential components of arch length, arch width and the curvature of anterior teeth. Besides, we can effectively divide the mandibular arch form into clusters by dental arch length and width.

Key Words: cluster analysis; mandibular dental arch

www.kci.go.kr