

1

부정교합과 차등적 소구치 발치가 치아 크기 불조화에 미치는 영향

울산의대 서울아산병원 치과교정과
전공의 김희현, 교수 성상진, 교수 문윤식*

ABSTRACT

The effect of premolar extractions on tooth-size discrepancy in malocclusion patients

Department of Dentistry, Asan medical center, College of Medicine, University of Ulsan
Hee-Hun Kim, Sang-Jin Sung, Yoon-Shik Moon

To establish the ideal occlusal relationship, the values of tooth size and ratio must be in a normal range.

In this study, the means and standard deviations of Bolton's anterior ratio and overall ratio using mesiodistal dimensions of teeth measured on diagnostic models of 334 Korean malocclusion patients were calculated and differences in Bolton ratio according to the groups of malocclusion patients were studied. Also the changes that can occur in overall ratio before and after hypothetical tooth extractions were observed.

The results are as follows. 1. The mean anterior ratio of Korean malocclusion patients was $78.0 \pm 2.69\%$, and the mean overall ratio was $91.56 \pm 2.28\%$. 2. The largest value of tooth size ratio could be found in Class III group, followed by Class I and Class II groups in order. However there was no statically significant difference. 3. The values of overall ratio reduced significantly after premolar extractions in all malocclusion groups, which was much more significant in the extraction of upper second premolar and lower first premolar(U5L4) or upper second premolar and lower second premolar(U5L5). 4. The values of overall ratio reduced significantly after premolar extractions in all 3 groups divided based on Bolton ratio, which was much more significant in the extraction of upper second premolar and lower first premolar(U5L4) or upper second premolar and lower second premolar(U5L5).

Key words : Bolton tooth-size ratio, premolar extractions, tooth size discrepancy

※ 교신저자 : 문윤식 138-040 서울 송파구 풍납동 서울아산병원 치과 Tel : 02-3010-3850 e-mail : ysmoon@amc.seoul.kr

1. 서 론

진단모형은 교정환자의 진단과 치료계획 수립에 있어 중요한 요소로서, 측모 두부 계측 방사선 사진이 제공하지 못하는 치아 사이의 공간이나 총생의 양, 악궁의 형태, 치아의 형태, 발치의 필요성 및 발치할 치아의 결정에 관한 정보 등을 제공한다. 진단모형은 또한 치아 크기 비율에 대한 정보도 제공하며 이상적인 교합관계를 얻기 위해서는 치아의 근원심 경사도, 순설 경사도와 함께 치아 크기와 비율이 정상적인 범위 내에 있어야 한다.

이러한 치아 크기와 비율에 관한 연구는 오래 전부터 있어 왔으나, 현재까지도 가장 대표적으로 사용되는 것은 Bolton analysis라고 할 수 있다. Bolton¹⁾은 55명의 정상교합자를 대상으로 한 치아 크기의 부조화가 치열궁 간의 관계에 미치는 영향에 대한 연구에서 “overall ratio”를 통해 상악 제1대구치까지의 전체 치아(12치아) 근원심 폭경의 합에 대한 하악 제1대구치까지 전체 치아 폭경의 합의 비를 나타내고, “anterior ratio”를 통해 상악 6전치의 폭경의 합에 대한 하악 6전치의 폭경의 합의 비를 제시하였다. 평균 overall ratio는 $91.3 \pm 1.91\%$, 평균 anterior ratio는 $77.2 \pm 1.65\%$ 로 이 수치를 따른다면 치료 후에 적절한 수직피개와 수평피개 그리고 올바른 교합관계를 이룰 수 있다고 하였다.

하지만 이러한 Bolton ratio는 기본적으로 백인 집단을 대상으로 하였기 때문에 각기 다른 인종 간에 이 값을 그대로 적용할 수 있는지 여부에 대해서는 의문시 되어왔다. Lavelle²⁾은 정상교합을 가진 서로 다른 세 인종집단을 대상으로 치아 크기 비율을 비교 연구한 결과 overall ratio와 anterior ratio 모두 흑인이 가장 크게 나타났고 백인이 가장 작게 나타나 인종간 차이를 보였다고 보고한 바 있다. 또한 Smith와 Buschang³⁾도 각기 다른 세 인종 간의 치아 크기 비율에 관한 연구를 통해 각 인종간에 치아 크기의 비율

에 차이가 있음을 보이고, Bolton analysis의 적용시 이를 고려하여야 한다고 주장하였다.

이러한 연구 결과가 다른 모든 인종에 적용된다고 할 수는 없으나, 한국인의 치아 크기와 Bolton analysis를 통해 다른 인종과 차이가 있는지 확인할 필요가 있다고 여겨진다. 김 등⁴⁾은 98명의 표본을 대상으로 한 한국성인 정상교합자의 치아 크기와 비율에 관한 연구에서 Bolton analysis 시 anterior ratio는 78.3%, overall ratio는 91.1%로 Bolton의 평균과 비교시 anterior ratio는 1% 가량 크게 나타났고 overall ratio는 0.1%의 차이를 보였다고 보고하였다.

앞서 언급한 것처럼 Bolton ratio는 정상교합자를 대상으로 얻은 값인데 부정교합 환자에서도 이러한 비율을 적용할 수 있는 지에 대해서도 다양한 의견이 있으며 많은 이들에 의해 연구되었다. Crosby와 Alexander⁵⁾은 109명의 부정교합 환자를 대상으로 치아 크기 비율을 측정된 결과 Bolton의 평균과 유의한 차이가 없고 부정교합 군간에도 차이가 없었으나 개별군 내에는 표준편차가 높게 나타나 부정교합 군내에서는 치아 크기 부조화의 발생 빈도가 높음을 지적하였다. Freeman 등⁶⁾ 역시 157명의 교정환자를 대상으로 한 연구에서 얻은 평균은 Bolton의 평균과 유의한 차이는 없으나 범위와 표준편차가 크게 나타나 부정교합자에서 치아 크기의 이상이 많음을 보고하였다. 이에 비해 Fattahi 등⁷⁾은 부정교합군 간의 치아 크기 부조화에 대한 비교연구에서 골격성 3급 부정교합 군에서 overall ratio가 통계적으로 유의하게 크게 나타났다고 보고한 바 있다. 또한 Nie와 Lin⁸⁾도 부정교합군 간의 약간 치아 크기 부조화 비교연구에서 Class III, Class I, Class II 순으로 비율의 유의한 차이가 나타났다고 하였고, 따라서 치아 크기 부조화가 부정교합의 원인요소일 수 있다고 주장하였다. 김 등⁹⁾은 부정교합자의 전치부 치아 크기 부조화에 관한 연구에서 한국인 부정교합자의 anterior ratio는 평

균 78.24%, 표준편차는 2.06%로 Bolton ratio 및 한국인 정상교합자 표본¹⁰⁾(77.3%)과 비교해 보았을 때 평균, 표준편차, 범위가 다소 크게 나타났다고 보고하였다. 이 연구에서 얻은 결과를 부정교합자를 대상으로 연구한 Crosby와 Alexander⁵⁾(77.5%), Freeman 등⁶⁾(77.8%), Santoro 등¹¹⁾(78.1%)의 연구 결과와 비교 시에는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았고 범위 및 표준편차는 오히려 작게 나타났다고 지적하였다.

하지만 위의 연구는 연구대상만 한국인 부정교합자를 대상으로 하였을 뿐 부정교합군에 따라 anterior ratio와 overall ratio에 어떠한 차이가 있는지 한국인을 대상으로 한 연구는 보고된 바가 없다.

한편 부정교합 환자에서 교정 치료 시에 공간의 문제를 해소하고 심미적이고 기능적인 결과를 얻기 위해 발치를 치료계획에 포함시키게 되는 경우가 많은데, 특히 소구치를 발치하게 되는 경우가 많다. 이러한 소구치 발치 후에 Bolton overall ratio의 변화가 생길 수 있고 발치의 조합에 따라 치아 크기 부조화가 개선될 수도 있고 악화될 수도 있을 것이다. Bolton¹²⁾은 치아 크기 비율 분석의 임상적용에 대한 그의 논문에서 소구치 발치 후에 overall ratio가 변화하며, 치료방법에 따라 치료 후의 overall ratio가 변화함을 고려하여 치료계획을 세워야 한다는 것을 강조한바 있다. 또한 Saatçi 등¹³⁾은 50명의 부정교합 환자를 대상으로 소구치 발치의 조합이 치아 크기 부조화에 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구에서 발치의 조합에 따라 overall ratio의 변화에 차이가 있으며, 특히 4개의 제1소구치 발치로 인해 치아 크기 부조화가 가장 증가된다고 하였다. 그리고 Heusdense 등¹⁴⁾도 소구치 발치 이후 overall ratio는 Bolton overall ratio와 유의한 차이를 보이며 특히 4개의 제1소구치 발치 시에 가장 큰 치아 크기 부조화를 나타낸다고 하였다. 또한 Kayalioglu 등¹⁵⁾도 4개의 소구치 발치 치료 후 이상적인 교합을 보이는 53개의 모형을 대상으

로 한 연구에서 얻은 overall ratio는 89.28%로 Bolton의 연구에서 구한 평균과는 유의한 차이가 있으며 치료 계획 시에 이를 반영하여야 한다고 주장하였다.

이러한 기존의 연구들을 바탕으로 하여 본 연구에서는 1)한국인 부정교합자의 anterior ratio 및 overall ratio를 구하고, 2)부정교합군 별로 anterior 및 overall ratio의 차이가 있는지 알아보고, 3)소구치 발치 조합별로 overall ratio의 변화를 살펴보고, 4)Bolton ratio와 표준편차를 기준으로 전체 부정교합자를 3군으로 나누어 각 군별로 발치 전후의 overall ratio를 비교하여 치아 크기 부조화의 정도가 발치 후의 overall ratio의 변화에 어떠한 영향을 주는지 알아보았다.

2. 연구대상 및 방법

가. 연구대상

2007년부터 2008년까지 2년간 서울아산병원 치과 교정과에 교정치료를 주소로 내원한 631명의 환자들 중에서 다음의 요건을 만족시키는 평균연령 22.7세(10세~50세)의 영구치열기의 환자 334명(남자 117명, 여자 217명)을 선별하여 이들의 진단모형을 연구대상으로 하였다.

1. 제1대구치까지 전 치아(상하악 각각 12개의 영구치)가 구강 내의 교합평면상에 맹출된 상태로 존재할 것
2. 치아의 근원심 폭경에 영향을 주는 우식이 없을 것
3. 선천적 결손이나 기형치 혹은 과잉치가 없을 것
4. 눈에 띄는 치간면, 교합면의 마모가 없을 것
5. 보철물이 있는 환자는 연구대상에서 제외함

각 진단모형은 알지네이트로 채득한 인상에 화이트 스톤을 부어 제작하였다. 총 5명의 치과의사가 날카로

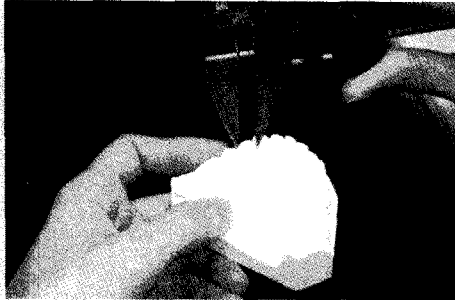


그림 1. 디지털 버니어 캘리퍼스를 이용한 모델 계측

운 틱을 가진 디지털 버니어 캘리퍼스(Mitutoyo®, 0.01mm단위 측정)를 이용하여^{16,25)} 중절치부터 제1대구치까지 상하악 모두 24개의 치아의 최대 근원심 폭경을 계측하였으며 계측시 3회 반복 측정하여 측정값이 반복되는 것을 확인 후 계측치로 하였으며, 반복되지 않을 경우 중간 값을 계측치로 설정 하였다(그림 1).

나. 연구방법

1. 20조의 진단모형을 추출하여 검사자 내, 검사자 간의 치아 계측 시 재현도와 정확도를 확인한 결과 각각 2개의 치아를 제외하고 나머지 22개의 치아에서는 차이가 없었다.

2. 전체 표본에서의 anterior ratio와 overall ratio를 구하고 Bolton ratio의 평균 및 기존의 연구에서 얻은 수치들과 비교하였다(그림 2).

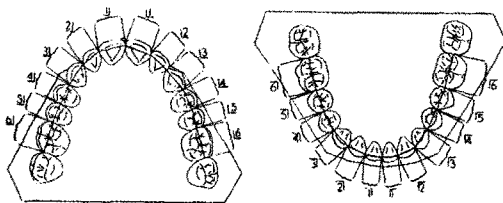


그림 2. Bolton analysis

$$\text{Anterior ratio} = \frac{\sum \text{of lower anterior 6 teeth width}}{\sum \text{of upper anterior 6 teeth width}} \times 100$$

$$\text{Overall ratio} = \frac{\sum \text{of lower 12 teeth width}}{\sum \text{of upper 12 teeth width}} \times 100$$

3. 전체 표본을 부정교합군별(Class I, II, III)로 분류한 후 각각의 anterior ratio와 overall ratio를 구하고 각 부정교합 군 간에 비율의 유의한 차이가 있는지 알아보았다. 부정교합의 분류는 앵글씨 부정교합 분류에 의한 제1대구치 관계를 참고하되, 골격적 부조화가 있는 경우 ANB 각도를 고려하였으며 이 각도에 대해서는 서울아산병원 교정과에서 환자의 진단 시 사용하는 평균값을 참고하였다(남자 $2.0 \pm 1.7^\circ$, 여자 $2.4 \pm 1.8^\circ$).

4. 부정교합 군별로 4가지 조합(U4L4 : 모든 제1소구치, U4L5 : 상악 제1소구치 & 하악 제2소구치, U5L4 : 상악 제2소구치 & 하악 제1소구치, U5L5 : 모든 제2소구치)으로 소구치 발치를 가정하여 발치 후의 overall ratio를 구하여 부정교합 군에 따라 특정 조합의 소구치 발치가 overall ratio에 어떤 영향을 주는지 알아보았다.

5. 전체를 무작위로 4군으로 나누어(단, 부정교합군별로 골고루 분포시킴) 다음과 같은 조합(U4L4, U4L5, U5L4, U5L5)으로 소구치 발치를 가정하여 각 발치군에서 발치치료 후 overall ratio의 변화를 알아보고 각 군 간에 변화량의 유의한 차이가 있는지 알아보았다.

6. Bolton overall ratio($91.3\% \pm 1.91$)를 기준으로 다음과 같이 3군으로 분류한 후 각 군에서 발치후의 overall ratio의 변화를 비교하였다.

- ① BS(Bolton small) : overall ratio 89.39 % 이하, - 1 S.D.(standard deviation) 이하
- ② BN(Bolton normal) : overall ratio 89.39% 에서 93.21% 사이, ± 1 S.D. 사이
- ③ BL(Bolton large) : overall ratio 93.21 % 이상, + 1 S.D. 이상

표 1. Bolton analysis 결과

		N [†]	Mean(%)	SD [*]	SE ^{**}	95% CI ^{***} (%)	Min [†] (%)	Max [†] (%)
Anterior ratio	Class I	105	77.93	2.55	.25	77.44 ~ 78.42	70.88	84.68
	Class II	114	77.93	2.53	.24	77.46 ~ 78.40	71.46	85.61
	Class III	115	78.15	2.99	.28	77.59 ~ 78.70	72.02	92.76
	all	334	78.00	2.70	.15	77.71 ~ 78.30	70.88	92.76
Overall ratio	Class I	105	91.47	1.92	.19	91.10 ~ 91.84	86.11	96.66
	Class II	114	91.32	2.22	.21	90.91 ~ 91.74	81.73	97.06
	Class III	115	91.89	2.62	.24	91.41 ~ 92.37	86.94	107.70
	all	334	91.56	2.29	.13	91.32 ~ 91.81	81.73	107.70

[†]N : number, ^{*}SD : standard deviation, ^{**}SE : standard error, ^{***}CI : confidence interval, [†]Min : minimum, [†]Max : maximum

다. 통계

조사자 내 분석과 조사자 간 분석은 정규성을 만족하지 않으므로 비모수 검정법 중 대응표본 윌콕슨 부호순위 검정법을 사용하여 분석하였다. 그리고 부정교합군간, 발치군간 평균의 비교는 one way ANOVA를 사용하여 분산의 동질성 가정이 성립하는지 확인 후 분산분석의 유의확률이 0.05이하인 경우 사후검정(Duncan)을 실시하였다. 또한 Bolton overall ratio를 기준으로 나는 세 군에서 발치 전후의 비교는 위와 동일한 방법을 사용한 후 대비검정을 통해 비교하였다.

3. 연구결과

1. 전체 표본에서의 anterior ratio와 overall ratio를 구하고 Bolton 평균 및 기존의 연구에서 얻은 수치와 비교하였다. Anterior ratio는 $78.0 \pm 2.69\%$, overall ratio는 $91.56 \pm 2.28\%$ 로 두 ratio의 평균과 표준편차 모두 Bolton ratio 보다 평균과 표준편차가 크게 나타났고 그 차이도 통계적으로 유의한 것으로 확인되었다(표 1).

2. 제1대구치 관계와 ANB각도를 고려하여 부정교합 군별로 분류한 후 각 군별로 anterior ratio와 overall ratio를 구하고 유의한 차이가 있는지 알아보았다. Class I, II에서 보다 Class III에서

anterior ratio와 overall ratio 모두 크게 나타났으나 oneway ANOVA 결과 군 간 차이는 통계적으로 유의하지 않았다(표 1).

3. 부정교합군별로 4가지 조합(U4L4, U4L5, U5L4, U5L5)으로 소구치 발치를 가정하고 overall ratio를 구하여 부정교합 군에 따라 특정 조합의 발치가 overall ratio에 영향을 주는지 알아보았다. 모든 부정교합 군에서 발치 후 overall ratio가 감소하였으며 유의수준 5%에서 부집단1(U4L4, U4L5), 부집단2(U5L4, U5L5)끼리 평균의 차이가 존재하였고 부집단 내에서는 차이가 없었다(표 2).

4. 전체를 무작위로 네 개의 군으로 나누어(단, 부정교합 군별로 골고루 분포) 이전과 동일한 조합으로 소구치 발치를 가정하여 각 군에서 발치치료 후 overall ratio의 변화와 군 간의 유의한 차이가 있는지 알아보았다. 유의수준 5%에서 부집단1(U4L4,

표 2. 부정교합 군별 발치 후 overall ratio

	Class I	Class II	Class III
Before extraction	91.47%	91.32%	91.89%
U4L4 [†]	90.17%	90.01%	90.57%
U4L5 [†]	90.37%	90.24%	90.74%
U5L4 [*]	89.17%	88.89%	89.53%
U5L5 ^{**}	89.36%	89.12%	89.69%

[†]U4L4 : upper first and lower first premolars, [†]U4L5 : upper first and lower second premolars, ^{*}U5L4 : upper second and lower first premolars, ^{**}U5L5 : upper second and lower second premolars

U4L5), 부집단2(U5L4, U5L5)끼리 평균의 차이가 존재하였고 부집단 내에서는 차이가 없었으며, 모든 군에서 발치 전과 후에 평균이 유의하게 변화였다(표 3).

Table 3. 소구치 발치 후 발치 조합별 overall ratio

Extraction type	Before extraction	After extraction	Sample size
group 1 (U4L4)	91.87%	90.51%	84
group 2 (U4L5)	91.49%	90.41%	84
group 3 (U5L4)	91.68%	89.33%	83
group 4 (U5L5)	91.23%	88.97%	83

5. Bolton overall ratio($91.3\% \pm 1.19$)를 기준으로 -1 S.D. 이하(BS : Bolton small), ± 1 S.D. 사이(BN : Bolton normal), $+1$ S.D. 이상(BL : Bolton large) 3군으로 나누어 각 군에서 발치후의 overall ratio가 어떻게 달라지는지 비교하였다. 세 군 모두에서 발치 전후의 overall ratio가 유의하게 감소하였으며, 모든 군에서 발치 후의 평균은 유의수준 5%에서 부집단1(U4L4, U4L5), 부집단2(U5L4, U5L5)끼리 차이가 존재하였고 부집단 내에서는 차이가 없었다(표 4).

표 4. BS, BN, BL 군에서 발치 전 후의 overall ratio

Sample size	BS*	BN**	BL***
	49	209	76
Before extraction	88.16%	91.34%	94.39%
U4L4	86.70%	90.02%	93.20%
U4L5	87.03%	90.18%	93.41%
U5L4	85.69%	89.01%	91.98%
U5L5	86.01%	89.17%	92.18%

*BS : Bolton small, **BN : Bolton normal, ***BL : Bolton large

4. 고 찰

본 연구에서는 5명의 조사자가 진단모형을 나누어 계측하였는데, 계측 시의 정확도와 재현도에 대한 부분이 우려되었으나 조사자 내 분석과 조사자 간 분석

을 통해 계측한 결과를 신뢰할 수 있는 것으로 생각되었다. 모형 계측 시 발생하는 오차에 관한 기존의 연구들도 이런 결과를 뒷받침 해주는 것으로 생각된다. 심 등¹⁶⁾의 치아크기 계측오차에 관한 연구에 따르면 치아 밀집 특성을 가진 20조의 모형을 5명의 조사자가 디지털 캘리퍼스를 이용하여 2주 간격으로 3회 측정하여 재현도를 조사한 결과 조사자별, 치아별로 재현도의 차이가 없었으며 치아밀집 정도와 계측오차 발생 정도는 상관성이 없다고 보고한 바 있다. 또한 Shellhart 등¹⁷⁾의 치아계측 시에 발생하는 오차에 관한 연구에서 15조의 석고 모형을 대상으로 4명의 술자가 2주 간격으로 2회 측정한 다음, 조사자 간 오차와 조사자내 오차를, 그리고 측정 기구에 따른 재현도를 비교 시에 조사자별, 치아별로 측정치의 재현도가 두드러진 차이를 나타내지 않았으며 needle-pointed divider와 비교시 Boley gauge가 치아 계측에 더 신뢰할 만하다는 결론을 얻었다.

김 등¹⁸⁾은 버니어 캘리퍼스를 사용한 계측과 석고모형을 촬영하여 컴퓨터를 사용한 계측 시의 재현도와 정확도에 관한 비교 연구에서 두 방법을 사용하여 얻은 계측치에 유의한 차이가 없다는 결론을 얻어 모형 분석을 위한 치아크기 계측 시에 컴퓨터 이용이 가능함을 시사하였다. 또한 Paredes 등¹⁹⁾은 디지털 계측과 통법 계측을 이용하여 Bolton ratio를 비교한 연구에서 결과에 유의한 차이가 없으며 디지털 계측을 이용하면 쉽고 빠르게 Bolton ratio를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 이미지와 데이터가 컴퓨터에 저장되어 지속적 사용이 가능하다고 하였다. 치아크기 측정 시 컴퓨터를 이용하면 노력과 시간이 절감되고 많은 수의 대상에서도 보다 다양한 분석을 간편히 할 수 있는 장점이 있다. 신뢰성 있는 계측치를 얻을 수 있다면 이러한 장점들 때문에 임상적 적용이 더욱 활발해 질 것으로 생각된다. 또한 이번 연구에서처럼 표본의 수가 많아 여러 조사자가 계측할 때 발생할 수 있는 재현도와 정확도의 문제도 컴퓨터 계측을 이용하면 해소될 수

있을 것이다.

남성이 여성에 비해 치아 크기가 전반적으로 크다는 것은 여러 연구에서 입증된바 있으며 대표적인 예로 Bishara 등²⁰⁾의 연구와 김 등⁴⁾의 연구를 들 수 있다. 치아크기 비율에 대해서는 Lavelle²⁾의 연구와 Smith 등³⁾의 연구를 따르면 남자가 여자보다 더 큰 비율을 가지지만 그 차이가 적다고 보고하였고, 이외의 다른 연구들^{8,21,24)}에서도 anterior 또는 overall ratio에 남녀 간의 차이가 없다고 보고하였다. 이번 연구에서 조사대상은 총 334명으로 남자 117명, 여자 217명인데 치아크기 비율을 구하는데 있어서 남녀를 구분하지 않았다. 남자에 비해 여자의 수가 약 2배 가량 되어서 만약 남녀 성비를 동수로 맞추거나 남녀를 구분하여 분석하게 되면 표본 수가 감소하게 되며, 기존의 연구 결과를 보면 대부분이 anterior 또는 overall ratio의 평균값에 남녀 간의 차이가 없다는 것을 보여주고 있기 때문에 남녀를 구분하지 않고 표본의 수를 크게 하는 것이 바람직하다고 생각한다. 실제로 이번 연구 조사대상을 남녀로 구분하여 overall ratio를 구하면 남자는 $91.66 \pm 2.20\%$, 여자는 $91.51 \pm 2.32\%$ 로 유의한 차이가 없었다.

이번 연구에서 얻은 부정교합자의 anterior ratio의 평균은 78.0%, 표준편차는 2.69로 나타났고, overall ratio의 평균은 91.56% 표준편차는 2.28로 나타났다. 두 비율의 평균과 표준편차 모두 Bolton ratio보다 유의하게 크게 나타났는데 특히

anterior ratio가 상대적으로 더 크게 나타났다. 기존의 다른 연구들과 비교해서도 두 비율 모두 평균값이 약간 크게 나왔지만 김 등⁴⁾의 연구에 비하면 anterior ratio는 약간 작게 나왔다는 것을 알 수 있다(표 5).

평균의 차이에 비해 표준편차의 차이는 더 크게 나타났다는데 이는 부정교합자에서는 치아 크기 부조화의 빈도가 높다고 지적한 Crosby와 Alexander 등⁵⁾의 연구결과들과 일치된다고 할 수 있다.

부정교합군별로 비교한 결과에서는 anterior ratio 값은 Class III, Class I, Class II 순으로 나타났고, overall ratio 값은 Class III, Class I, Class II 순으로 나타나서 Nie와 Lin⁹⁾의 연구결과와 평균값의 순서는 일치하지만 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않아, 이 점은 부정교합군 간에 치아크기 비율에 차이가 없다는 다른 연구결과에 부합한다고 하겠다.

부정교합군별로 소구치 발치를 가정하여 얻은 결과는 부정교합군과 상관없이 모두 발치 후에 overall ratio의 감소가 나타나며 발치조합별로는 U5L4, U5L5, U4L4, U4L5 순으로 overall ratio의 감소가 관찰되었다. 모든 표본을 무작위로 4개의 군으로 나누어 소구치 발치를 가정한 경우에도 동일한 결과를 얻을 수 있었다. 따라서 부정교합 여부와는 상관없이 발치 후에는 overall ratio의 감소가 나타나며 특히 U5L5, U5L4 조합으로 발치한 경우 상당한 정도로 줄어든다고 할 수 있겠다. 이는 네 가지 조합으로 소구

표 5. 이전 연구결과와의 비교

			Samples	Sample size	Anterior ratio	Overall ratio
Previous study	Bolton WA1)	(1958)	NOS*(American)	55	77.2 %	91.3 %
	Kim et al.4)	(2001)	NOS(Korean)	98	78.3%	91.1%
	Lee et al.25)	(2004)	NOS(Korean)	296	77.5% [†]	90.5% [†]
					77.6% [†]	90.3% [†]
	Freeman et al.6)	(1996)	MOS**(American)	157	77.8%	91.4%
	Crosby&Alexander5)	(1989)	MOS(American)	109	77.5%	91.4%
	Present study		MOS(Korean)	334	78.0%	91.6%

*NOS : Normal occlusion samples, **MOS : Malocclusion samples, † : Male, ‡ : Female

치 발치시 U5L5발치가 치아 크기 부조화를 가장 적게 유발하며 U4L4 발치 시 부조화가 가장 증가한다는 Saatçi 등¹³⁾의 연구결과와 일치하지 않는데, 이런 결과가 나온 이유는 상악 제2소구치가 상악 제1소구치에 비해 작은 경우가 많고 그 크기 차이가 심하기 때문에 작은 상악 제2소구치를 발치 조합에 포함시킬 경우 overall ratio가 크게 감소하기 때문이라고 생각된다. 실제로 이번 연구에 사용된 진단모형에서 상악 제1소구치의 평균 크기는 7.6mm 이었는데 비해 상악 제2소구치의 평균 크기는 7.1mm 이었다. (하악 제1소구치는 평균 7.5mm, 하악 제2소구치는 평균 7.4mm이었다.) 이는 큰 overall ratio를 가진 환자에서 소구치 발치 후에 비율이 정상 수치로 감소하며 특히 U5L5, U5L4 조합으로 발치한 경우 그러하다고 주장한 Tong 등²⁶⁾의 연구결과와는 부합된다고 할 수 있다.

Bolton overall ratio의 평균과 표준편차를 기준으로 3군(BS, BN, BL)으로 나누고 4가지 조합으로 소구치 발치를 가정한 경우 모든 발치의 조합에서 비율의 감소가 나타났을 뿐 아니라, BL그룹은 발치 후 BN그룹으로 이동하고 BN그룹은 U5L4, U5L5발치 한 경우에 BS그룹으로 이동하는 것을 확인 할 수 있었다. 이를 통해 overall ratio가 큰 환자에서 치아크기 비율을 감소시키기 위해서는 U4L4나 U4L5 발치보다는 U5L4나 U5L5 발치가 유리하다는 결론을 내릴 수 있다. 하지만 이런 결론은 치아 크기 부조화만 고려한 것으로 실제 소구치 발치를 결정할 때는 총생의 양이나 구치의 교합상태, 고정원의 필요, 중심선, 골격적 부조화 등의 요소를 종합적으로 고려하여야 한다.

또한 치아크기와 비율만이 부조화를 결정하는 요소는 아니어서 Kayalioglu 등¹⁵⁾의 연구에 따르면 4개의 소구치를 발치하고 교정치료 한 후 이상적인 교합을 보이는 53명의 환자를 대상으로 overall ratio(상악 각각 10개 치아)를 조사한 결과 평균값이 89.28%로 나왔다고 하였고, 김 등⁹⁾의 부정교합자의 전치부 치아크기 부조화에 관한 연구에서도 다중회귀분석 결

과 실제 전치부 부조화에는 치료 전 모형의 anterior ratio, 치료 후 상악 전치가 교합평면과 이루는 각도, 치료 후 절치 간 각도, 치료 전 상악 측절치폭경 등의 요인이 기여하는 것으로 나타났다고 보고한 바 있다.

최근 orthodontic mini-implant를 이용한 치료법이 다양해짐에 따라 기존의 고정원 중심의 발치보다 치료 후 교합을 중심으로 한 발치결정도 가능해지고 있으므로, 치아 크기와 비율의 중요성이 더 강조된다고 할 수 있을 것이다.

5. 결 론

이번 연구에서는 한국인 부정교합자 334명을 대상으로 하여 anterior ratio와 overall ratio의 평균 및 표준편차를 구하고, 부정교합 군간(Class I, Class II, Class III)에 비율의 유의한 차이가 있는지 알아보고, 가상으로 시행한 소구치 발치의 조합별(U4L4, U4L5, U5L4, U5L5)로 발치 전후의 overall ratio에 어떠한 변화가 있는지, 또한 Bolton ratio를 기준으로 3 그룹(BS, BN, BL)으로 나누어 각각 발치를 시행할 경우 비율의 변화를 알아보고 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 한국인 부정교합자의 anterior ratio는 78.0 $\pm$ 2.69%, overall ratio는 91.56 $\pm$ 2.28%로 나타나 두 값 모두 Bolton ratio보다 크게 나타났고 그 차이도 통계적으로 유의하였다.
2. 부정교합 군간 비교 시 anterior ratio와 overall ratio는 Class III, Class I, Class II순으로 나타났으나 그 차이는 통계적으로 유의하지 않았다.
3. 모든 부정교합군에서 발치 후 overall ratio가 유의하게 감소하였으며 U4L4, U4L5 발치시보다 U5L4, U5L5 발치 시에 더 두드러지게 감소하였다.

4. Bolton ratio를 기준으로 3군으로 나눈 후 소
구치 발치 시에도 발치 후 overall ratio가 유의

하게 감소하였으며 U4L4, U4L5 발치 시보다
U5L4, U5L5 발치 시에 감소가 더 뚜렷하였다.

참 고 문 헌

1. Bolton WA. Disharmony in tooth size and its relation to the analysis and treatment of malocclusion. *Angle Orthod* 1958;28:113-30.
2. Lavelle CLB. Maxillary and mandibular tooth size in different racial group and in different occlusal categories. *Am J Orthod* 1972;61:29-37.
3. Smith SS, Buschang PH, Watanabe E. Interarch tooth size relationships of 3 populations: "Does Bolton's analysis apply?". *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;117:169-74.
4. Kim DS, Kim YJ, Choi JH, Han JH. A study of Korean Norm about tooth size and ratio in Korean adults with normal occlusion. *Korean J Orthod* 2001;31:505-15.
5. Crosby DA, Alexander CG. The occurrence of tooth size discrepancies among different malocclusion groups. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;95:457-61.
6. Freeman JE, Maskeroni AJ, Lorton L. Frequency of Bolton tooth-size discrepancies among orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;110:24-7.
7. Fattahi HR, Pakshir HR, Hedayati Z. Comparison of tooth size discrepancies among different malocclusion groups. *Eur J of Orthod* 2006;28:491-5.
8. Nie Q, Lin J. Comparison of intermaxillary tooth size discrepancies among different malocclusion groups. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116:539-44.
9. Kim HS, Shim HY, Nahm DS. A study on the anterior tooth size discrepancies among orthodontic patients with varying malocclusions. *Korean J Orthod* 2005;35:420-32.
10. Lee YH, Jang YH. Anterior tooth size ratio and anterior overbite in an ethnic Korean population with normal occlusion. Seoul: Seoul National University 1998.
11. Santoro M, Ayoub ME, Pardi VA, Cangialosi TJ. Mesiodistal crown dimensions and tooth size discrepancy of the permanent dentition of Dominican Americans. *Angle Orthod* 2000;70:303-7.
12. Bolton WA. The clinical application of a tooth size analysis. *Am J Orthod* 1962;48:504-29.
13. Saatçi P, Yukay F. The effect of premolar extractions on tooth-size discrepancy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;111:428-34.
14. Heusdens M, Dermaut L, Verbeeck R. The effect of tooth size discrepancy on occlusion: an experimental study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;117:184-91.
15. Kayalioglu M, Toroglu MS, Uzel I. Tooth-size ratio for patients requiring 4 first premolar extractions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:78-86.
16. Sim EJ, Hwang HS, Moon JD. A study on the error of tooth size measurements. *Korean J Orthod* 1999;29:491-501.
17. Shellhart WC, Lange DW, Kluemper GT, Hicks EP, Kaplan AL. Reliability of the Bolton tooth-size analysis when applied to crowded dentitions. *Angle Orthod* 1995;65:327-34.
18. Bishara SE, Jacobsen JR, Abdullah EM, Garcia AF. Comparisons of mesiodistal and buccolingual crown dimensions of the permanent teeth in 3 populations from Egypt, Mexico and the United states. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;96:416-22.
19. Araujo E, Souki M. Bolton anterior tooth size discrepancies among different malocclusion groups. *Angle Orthod* 2003;73:307-13.
20. Alkofide E, Hashim H. Intermaxillary tooth-size discrepancy among different malocclusion classes: a comparative study. *J Clin Pediatr Dent* 2002;24:383-7.
21. Richardson ER, Malhotra SK. Mesiodistal crown dimension of the permanent dentition of American Negroes. *Am J Orthod* 1975;68:157-64.
22. Al-Tamimi T, Hashim HA. Bolton tooth-size ratio revisited. *World J Orthod* 2005;6:289-95.
23. Lee SJ, Moon SC, Kim TW, Nahm DS, Chang YI. Tooth size and arch parameters of normal occlusion in a large Korean sample. *Korean J Orthod* 2004;34:473-80.
24. Tong H, Chen D, Xu L, Liu P. The effect of premolar extractions on tooth size discrepancies. *Angle Orthod* 2004;74:508-511.
25. Kim EJ, Hwang HS. Reproducibility and accuracy of tooth size measurements obtained by the use of computer. *Korean J Orthod* 1999;29:563-73.
26. Paredes V, Gandia JL, Cibrian R. Determination of Bolton tooth-size ratios by digitization, and