

일개 대학생의 단기 체중조절 프로그램이 치주건강에 미치는 영향: 사전연구

공화수 · 손수정 · 박후섭¹ · 서형석² · 황수정[†]

건양대학교 의과대학 치위생학과, ¹충남대학교 대학원 의학과, ²건양대학교 과학기술융합대학 스포츠의학과

Effects of the Short-Term Weight Control Program on Periodontal Health in the University Students: A Pilot Study

Hwa-Soo Koong, Soo-Jung Son, Hoo-Seob Park¹, Hyung-Seok Seo², and Soo-Jeong Hwang[†]

Department of Dental Hygiene, College of Medical Science, Konyang University, Daejeon 35365, ¹Department of Medicine, Graduate School, Chungnam National University, Daejeon 35015, ²Department of Sports Medicine, College of Culture, Science & Technology, Konyang University, Nonsan 32992, Korea

Recent cross-sectional studies indicate that obesity is a risk factor for periodontal disease. This study was aimed to investigate whether the four-week weight control program including caloric restriction and exercise training could have an effect on periodontal health. Forty-one obese (body mass index [BMI] ≥ 25.0) and five overweight ($23.0 \leq \text{BMI} < 25.0$) students participated in the weight control program. Anthropometric data and oral examination data were collected at the baseline and at the 27th day. BMI, waist hip ratio (WHR), and percent of body fat (PBF) of the subjects decreased significantly, but gingival index, sites with bleeding on probing (BOP), and sites with shallow pocket depth didn't show the significant changes in paired t-test. There was no difference in the outcomes according to smoking, drinking alcohol, and sex. Nevertheless, PBF and sites with BOP ($r=0.777$) and WHR and sites with shallow pocket depth ($r=0.444$) showed positive correlations. PBF accounted for 58.9% of the variance in sites of BOP in regression analysis. We suggested that obesity might relate with periodontal health, although it was not clear whether weight control could influence on periodontal health directly.

Key Words: Caloric restriction, Exercise, Obesity, Periodontal index

서론

비만인구는 전 세계적으로 증가하고 있으며, 우리나라 또한 예외는 아니다. 2012년 국민건강영양조사에 따르면, 허리둘레를 기준으로 한 19세 이상 비만 유병률은 남자 90cm 이상이 23.2%, 여자 85cm 이상이 23.8%로 국민의 1/4 정도가 비만인 것으로 나타났다¹⁾. 체질량지수 25 kg/m^2 이상을 기준으로 한 비만 유병률은 1998년 남자 25.1%, 여자 26.2%에서, 2012년 남자가 36.1%, 여자가 29.7%로 지속적

인 증가상태에 있다¹⁾.

지방조직은 단순한 에너지 저장고가 아니라 내분비 기관으로서 각종 단백질 호르몬들을 분비하여 지방대사와 당대사를 포함한 체내 에너지 대사를 조절하는 데 중요한 역할을 하는 것으로 알려졌다²⁾. 지방세포는 50개가 넘는 아디포카인을 국소적 또는 전신적으로 분비하므로 면역기능에도 영향을 주는 것으로 생각된다³⁾.

비만은 치주조직의 면역기능에도 영향을 주는 인자로 제안되고 있다. 비만과 치주질환의 관계는 Perlstein과 Bissada⁴⁾

Received: June 26, 2015, Revised: July 7, 2015, Accepted: July 10, 2015

ISSN 1598-4478 (Print) / ISSN 2233-7679 (Online)

[†]Correspondence to: Soo-Jeong Hwang

Department of Dental Hygiene, College of Medical Science, Konyang University, 158 Gwanjeodong-ro, Seo-gu, Daejeon 35365, Korea
Tel: +82-42-600-6381, Fax: +82-42-600-6565, E-mail: denthwang@konyang.ac.kr

Copyright © 2015 by the Korean Society of Dental Hygiene Science

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

가 동물실험을 통해 비만이 치주질환의 심각도에 영향을 끼치는 것을 최초로 밝혔으나, 이후 관련 연구가 활발하게 이루어지지 않다가 2000년 이후 관련 연구가 재조명을 받으면서 관련 논문이 증가하고 있다. 최근에는 비만과 치주질환의 연관성에 관한 체계적 문헌고찰 논문 몇 편이 출판되었는데, Chaffee와 Weston⁵⁾의 비만과 만성 치주염과의 관계에 관한 메타분석 결과, 청년, 여성, 비흡연자가 더 강한 관계를 가졌고 odds ratio (OR)는 1.35이며, 치주환자가 체질량지수가 더 높았으며, 비만자가 임상부착소실이 더 많았다. 그러나 비만과 치주질환 관계에 관한 종단연구가 드물어 비만이 치주질환에 대한 위험요인이라 단정 짓기는 어렵다고 결론 내렸다. Suvan 등⁶⁾은 메타분석 결과, 치주질환에 대한 OR은 과체중인 경우 1.27, 비만인 경우 1.81이었으나 과체중과 비만인 자에 대한 치주질환 처치에 대한 가이드라인을 제시하기 위한 증거는 불충분하다고도 결론을 내렸다. Linden 등⁷⁾은 비만과 치주질환의 관계는 체계적 문헌고찰을 통해서 중정도의 양의 상관관계를 가지는 것으로 보이나 비만과 치주질환의 직접적 관계는 전향적 연구가 부족하여 일반화하기가 어렵다고 주장하였다.

비만과 치주질환의 연관성에 관한 단면 연구들이 이루어지고 있기는 하지만, 관련 코호트 연구가 부족하고, 인과관계를 규명하기에는 여전히 관련 증거가 부족하다. 비만지표의 변화에 따라 치주상태의 변화를 종단적으로 관찰한다면 비만과 치주질환의 인과관계를 규명할 수 있을 것이다. 비만자 추조사 연구는 시간과 비용도 많이 들 뿐 아니라 연구윤리 문제도 발생할 수 있다. 하지만 비만자의 비만조절에 따른 치주건강 변화 연구는 연구윤리적 문제도 줄일 수 있고 비만의 인과관계 분석도 가능하다. 따라서 본 연구는 20대 비만성인에서 식이조절과 운동을 통한 비만지표 변화에 따라 치주지표의 변화를 살펴보고 비만이 치주건강에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 운동과 식이조절을 통한 비만지표의 감소와 치주건강이 관계가 있는지를 검증하기 위하여 K대학교에서 비만학생을 대상으로 4주간 운영하는 S-care 프로그램(비만조절프로그램)에 가입하여 조사하고 관련 자료를 수집하였다. 체중조절 프로그램에 관한 임상 지표 검사에 관한 연구윤리는 건양대학교병원의 임상연구윤리심의위원회의 승인을 받았으며(KYUH 9-25), 관련 자료를 이용한 연구 또한 승인을 받아 진행하였다(KYUH 13-89). 2011년 6~7월

K대학교 S-care 프로그램 참가자 60명에게 본 연구 목적을 구두 및 서면으로 설명하고 48명에게 서면으로 동의를 받았으며, 제외기준에 해당되는지는 구강검사와 설문조사를 통해 판별하였다. 본 연구대상자의 제외기준은 치주염증반응에 영향을 미칠 수 있는 항생제나 소염제를 1개월 이내에 복용한 경험이 있거나 복용하고 있는 자, 치과치료가 응급으로 필요한 자, 치주염증반응에 영향을 미칠 수 있는 전신질환 보유자, 지치를 제외한 치아 개수가 24개 미만인 자였다. 연구대상자 중 체중조절프로그램의 중도 탈락자가 1명, 본 조사를 중도 거부한 대상자가 1명으로, 최종 연구대상자는 체질량지수 25 kg/m²를 기준으로 하여 41명의 비만 학생, 체질량지수가 23~25 kg/m²으로 5명의 비만위험 학생이었다. 연구대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

2. 비만조절 프로그램

비만조절 프로그램의 4주간 참가기간 동안 대상자는 합숙생활을 하며 식사, 운동, 학업, 여가생활 등이 통제되고, 1일 운동시간은 근력운동 3시간, 유산소운동 2시간이며 식사는 저염식, 저지방식으로 제공되며 제공된 식사 이외에는 물 이외의 일체 섭식이 금지되었다. 식사의 1일 총 열량이 일당 1,300 kcal를 넘지 않도록 하였고, 탄수화물의 섭취량이 50% 이하로 구성되었다. 대상자들은 28일간 주 5회 월요일부터 금요일까지 유산소운동과 저항운동을 실시하였고, 식이는 하루 섭취열량 1,300 kcal로 제한하였다. 운동은 상해를 예방하기 위해서 적응도에 따라 단계적으로 운동을 실

Table 1. General Characteristics of the Subjects (n=46)

Characteristic	Value
Obesity	
Obese (BMI ≥ 25.0)	41 (89.1)
Overweight (23.0 ≤ BMI < 25.0)	5 (10.9)
Sex	
Male	14 (30.4)
Female	32 (69.6)
Smoking	
Smoker	7 (15.2)
Non-smoker or quit-smoker	39 (84.8)
Drinking	
Alcohol drinker	29 (63.0)
Non-drinker	17 (37.0)
Age	21.23±1.70
Total number of the teeth	29.15±1.46
Decayed, missing, and filled teeth	5.21±4.16
Decayed, missing, and filled surfaces	9.97±10.59

Values are presented as n (%) or mean±standard deviation. BMI: body mass index.

시하였다. 운동시간은 준비운동 10분, 오전 7시 40분부터 8시 30분까지 유산소운동, 10시 40분부터 11시 30분까지 저항운동, 11시 40분부터 12시 20분까지 유산소운동, 15시부터 16시까지 저항운동, 16시 20분부터 17시까지 유산소운동 정리운동 10분이었다. 운동강도는 개인의 체력수준과 피로 수준을 고려한 Borg의 운동자각도⁸⁾로 조절하였다. 주말운동은 자유롭게 하도록 하였고 식이는 계속 조절하였다.

3. 구강검사와 비만지표 검사

구강검사와 비만지표 검사는 프로그램 1일차와 27일차에 평가하였다. 비만지표는 Inbody (Biospace, Seoul, Korea)를 이용하여 체성분 분석, 비만진단, 체지방률, 복부지방률, 체수분 검사 자료를 얻었다. 치은염증 정도는 치면세균막의 양에 의해 영향을 받고 프로그램 참가기간 동안 집단 합숙으로 인한 규칙적인 생활로 인해 칫솔질 방법 등이 변화할 수 있어서 치면세균막지수를 평가하였다. 평가시간은 기상 후 아침식사를 진행하지 않고 칫솔질은 실행된 상태에서 오전 9~10시에 평가하였다. 1인의 보조자가 치면에 치면착색제를 바르고 대상자가 한 번 구강 내를 물로 세척한 후, 1인의 치과의사에 의해서 Turesky modification of the Quingley-Hein Index를 사용하여 현존치아의 협설면을 평가하였다. Turesky modification of the Quingley-Hein Index는 0점이 치면세균막이 없음, 1점이 치은연으로부터 떨어진 치면세균막만 존재, 2점이 치은연에 1 mm 이하의 밴드형 치면세균막, 3점이 치면 1/3 이하의 치면세균막, 4점이 치면의 1/3~2/3의 치면세균막, 5점이 2/3 이상의 치면세균막의 존재이다. 치면세균막 검사 후 대상자에게 칫솔질로 치면세균막을 제거하도록 하였다. 그 후 1인의 치과의사에 의해 WHO probe로 치주낭 깊이를 측정하였으며 3.5 mm에서 5.5 mm의 치

주낭 깊이를 천치주낭으로 정의하였다. 한 치아당 협면근심, 협면중양, 협면원심, 설면근심, 설면중양, 설면원심 6부위를 측정하였다. 치은지수도 한 치아당 6부위를 Löe-Silness index로 측정하였다. Löe-Silness index는 정상치은이 0점, 경미한 색조변화나 가벼운 부종증상을 보이나 치주낭 측정시 출혈성향은 없는 경한 염증이 1점, 색조변화와 발적, 부종 증상과 치주낭 측정시 출혈성향을 보이는 중증 염증이 2점, 상당한 발적과 부종, 궤양과 탐침을 하지 않아도 출혈되는 심한 염증이 3점이다.

4. 통계분석

본 연구의 수집된 자료는 IBM SPSS Statistics ver. 20.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 사용하여 분석하였다. 체중조절 프로그램 시행 전후 비교는 대응표본 t 검정을 이용하였고, 비만지표와 치주관련 지표 변화에 영향을 끼치는 일반적 특성요인을 알아보기 위해 비모수 검정인 Mann-Whitney U 검정을 이용하였다. 일반적으로 치면세균막지수나 치은지수는 치아당 또는 치면당 평균값을 대표값으로 제시하나, 본 연구에서는 치면세균막지수나 치은지수의 프로그램 전후의 미세한 차이를 보여주기 위해서 전체 치아의 각 지수의 합계를 대표값을 선택하였다. 치주건강에 미치는 요인을 분석하기 위해 상관분석과 회귀분석을 실시하였으며 통계적 유의성 판단은 p=0.05를 기준으로 하였다.

결 과

1. 비만조절 프로그램 전후의 비만지표과 치주관련 지표의 변화

Table 2와 같이, 비만조절 프로그램 후 비만지표인 체중,

Table 2. Change of Obesity Index and Periodontal Index during Weight Control Program (n=46)

Variable	Baseline	27th day	p-value
Obesity index			
Weight (kg)	78.55±13.53	71.89±11.64	<0.001
Waist (cm)	95.77±16.80	85.84±6.37	<0.001
Body mass index (kg/m ²)	27.82±2.88	25.54±2.33	<0.001
Waist hip ratio (%)	91.52±14.72	84.83±3.59	0.003
Percent of body fat (%)	35.02±4.07	30.34±6.32	<0.001
Periodontal health index			
Sum of dental plaque index	50.65±17.08	72.26±31.47	<0.001
Sum of gingival index	22.63±52.88	20.61±31.39	0.744
Sites of bleeding on probing	10.00±26.47	6.39±14.25	0.264
Sites of 3.5≤pocket depth≤5.5	0.17±0.68	0.09±0.36	0.088

Values are presented as mean±standard deviation. p-values were analysed by paired t-test.

허리둘레, 체질량지수, 복부지방률, 체지방률은 모두 유의하게 감소하였다. 그러나 치주관련 지표는 치면세균막지수가 오히려 유의하게 증가하였고($p < 0.001$) 치은지수($p = 0.744$), 전체 치면 중 탐침시 출혈부위수($p = 0.264$), 전체 치면 중 천치주낭부위수($p = 0.088$)는 감소하였지만 유의성을 보이지는 않았다.

Table 3. Change of Obesity Index and Periodontal Index according to Sex during Weight Control Program (n=46)

Variable	Male (n=14)	Female (n=32)	p-value
Obesity index			
Body mass index (kg/m ²)	2.88±0.97	2.03±1.17	0.022
Waist hip ratio (%)	0.06±0.02	0.07±0.17	0.610
Percent of body fat (%)	5.16±2.46	4.48±4.72	0.732
Periodontal health index			
Sites of bleeding on probing	0.57±5.91	4.94±25.65	0.535
Sites of 3.5≤pocket depth≤5.5	0.43±1.09	0.06±0.35	0.239

Values are presented as mean±standard deviation. p-values were analysed by Mann-Whitney U test.

Table 4. Change of Obesity Index and Periodontal Index according to Smoking during Weight Control Program (n=46)

Variable	Smoking (n=7)	Non-smoking (n=39)	p-value
Obesity index			
Body mass index (kg/m ²)	2.60±1.42	2.23±1.13	0.450
Waist hip ratio (%)	0.05±0.03	0.07±0.16	0.699
Percent of body fat (%)	3.87±3.12	4.83±4.32	0.579
Periodontal health index			
Sites of bleeding on probing	-9.86±15.75	6.03±21.80	0.073
Sites of 3.5≤pocket depth≤5.5	0.43±1.13	0.13±0.57	0.517

Values are presented as mean±standard deviation. p-values were analysed by Mann-Whitney U test.

Table 5. Change of Obesity Index and Periodontal Index according to Alcohol Drinking during Weight Control Program in the Subjects (n=46)

Variable	Drinking (n=29)	Non-drinking (n=17)	p-value
Obesity index			
Body mass index (kg/m ²)	2.27±1.42	2.33±1.01	0.860
Waist hip ratio (%)	0.08±0.18	0.05±0.02	0.456
Percent of body fat (%)	4.88±5.11	4.35±1.58	0.683
Periodontal health index			
Sites of bleeding on probing	4.62±26.03	1.88±11.17	0.683
Sites of 3.5≤pocket depth≤5.5	0.28±0.84	0.00±0.00	0.088

Values are presented as mean±standard deviation. p-values were analysed by Mann-Whitney U test.

2. 일반적 특성에 따른 비만조절 프로그램 전후 지표 변화의 영향

Table 3~5와 같이, 성별에 따른 체질량지수의 유의한 차이($p = 0.022$)를 제외하고 성별, 흡연, 음주 여부에 따른 비만조절 프로그램 전후 지표 변화의 차이는 없었다.

3. 비만지표의 변화와 치주관련 지표 변화의 상관관계

Table 6과 같이, 탐침시 출혈 부위수 변화와 체지방률의 변화의 Pearson 상관계수가 0.777로 강한 양의 상관관계를 보였고 천치주낭부위수 변화와 복부지방률의 변화는 0.444로 비교적 강한 양의 상관관계를 보였다.

4. 탐침시 출혈지수 변화에 영향을 주는 비만관련 지수

Table 7과 같이, 탐침시 출혈지수 변화에 영향을 비만관련지수는 체지방률이며 회귀식의 설명력은 60.7%, 보정된 설명력은 58.9%이다.

고 찰

근래 여러 단면 조사연구에서 체질량지수나 복부지방률, 허리둘레가 치주질환이나 잔존치아수와 유의한 상관관계가 있음을 보여주고 있다^{9,18}. 그러나 원인 결과 관계를 규명하기 위한 인간 대상 실험 연구나 코호트 연구는 드문 편이다.

식이 유도 비만 쥐 모델은 비만과 치주질환과의 원인 결과 관계 규명과 그 기전에 도움을 주고 있다. 카페테리아 음식을 먹인 비만 쥐에서 치조골 소실이 나타나고¹⁹, 저절로 치주질환이 발생함을 보여주었다²⁰. 반대로, 고지방 식이 비만

Table 6. Pearson Correlations Analysis among Obesity Index and Periodontal Health Index (n=46)

Variable	Sites of bleeding on probing	Sites of 3.5≤pocket depth≤5.5
Body mass index	0.038	0.225
Waist hip ratio	0.030	0.444*
Percent of body fat	0.777*	0.068

* $p < 0.01$.

Table 7. Multiple Linear Regression Analysis by Sites of Bleeding on Probing (n=46)

Variable	β	T	p	Variance inflation factor
Waist hip ratio	0.059	0.614	0.543	1.001
Percent of body fat	0.779	8.143	<0.001	1.001

$R^2 = 0.607$, adjusted $R^2 = 0.589$, $p < 0.001$.

취를 운동시킨 결과 치은 조직에서 염증이 효과적으로 감소하는 것을 보여준 연구도 있다²¹⁾. 식이 비만 쥐는 치주질환 주세균인 *Porphyromonas gingivalis*에 노출되었을 때 선천 면역기능이 적절하게 반응하지 않았고, 일산화질소 합성효소가 유도되었다고 하였다^{22,23)}. González 등²⁴⁾은 비만군에서 식이 억제제가 치주질환의 진행에 영향을 주며, 이는 면역 반응의 크기와 동역학을 조절함으로써 혈청과 국소조직인 치주조직의 변화와 관계되어 있을 것이라고 제안했다.

본 연구에서는 치주 임상지표가 비만조절 프로그램 후에 유의하게 감소됨을 보여주지는 못했으나 Kondo 등²⁵⁾은 고섬유질 저지방 식이가 치주낭 깊이, 임상부착소실, 탐침시 출혈지수와 같은 임상 지표가 개선됨을 보여주었다. Buduneli 등²⁶⁾은 단면조사연구를 통해 비만이 치주 임상지표 감소보다는 혈청 내 염증지표와 높은 상관관계를 가지고 있다고 하였다. 이와 같이, 각각의 연구들이 비만 또는 비만조절이 결과변수에 영향을 주고 있음을 밝히고 있으나 각기 다른 결과변수에 영향을 주는 것으로 나타나 보다 많은 연구가 필요할 것으로 생각되었다.

본 연구가 비만과 치주질환의 원인 결과를 규명하기에는 여러 한계점들을 가지고 있다. 비만감소 프로그램 기간이 짧았고 그 대상자수가 적었다. 여자의 경우 성호르몬 주기에 따라 치은열구액 내 지표가 변할 수 있다는 연구도 있지만²⁷⁾, 본 연구자가 선행연구로 4주간의 성별에 따른 치은열구액 내 matrix metalloproteinase (MMP)-8, MMP-9, interleukin-1 β 의 변화를 조사해 본 결과, 성별에 따른 그 차이는 유의한 수준이 아니었다²⁸⁾. 또한, 20대로 연령대가 한정되어 있고 비교적 치주상태가 건강한 대상자들이 조사대상자가 되었다는 것이다. 따라서 체중조절을 하지 않은 비만군을 대조군으로 설정한 비교연구와 치주염이 있는 환자를 대상으로 한 연구는 본 연구와 다른 결과를 나타낼 수 있고 이들 연구가 필요할 것이라 생각된다.

또한, 본 프로그램에서 제공된 식이가 보편적인 한국인의 식이에 비해 생과일과 채소의 함량이 많았는데, 비만조절보다는 이러한 식이 자체가 미치는 영향일 수도 있다. 비타민 E, 비타민 B, 아연, 라이코펜이 치주조직에 좋은 효과를 가지고 있을지도 모른다는 약한 증거들이 있긴 하지만, 아직 식이와 치주염증과의 관계에 관한 증거들은 부족하여²⁹⁾ 식이와 치주염증에 대한 보다 면밀한 검토가 필요할 것으로 생각되었다.

그럼에도 불구하고, 본 연구는 운동과 식이조절을 통한 비만조절 프로그램을 통한 비만지표의 변화와 치주조직의 임상지표 변화의 관계를 조사한 인간대상 개입 연구로 그 의미가 있다.

요 약

본 연구는 K대학교에서 비만 또는 과체중 학생을 대상으로 4주간 운영하는 체중조절 프로그램에 가입하여 프로그램 전후의 비만지표 변화와 치주지표 변화를 조사하고 분석하였다. 그 결과, 체중, 허리둘레, 체질량지수, 체지방률, 복부지방률은 모두 유의하게 감소하였고 치면세균막지수는 유의하게 증가하였으며 치은지수, 탐침시 출혈부위수, 천치주낭부위수는 유의한 변화가 없었다. 성별, 흡연, 음주의 특성이 비만지표 변화와 치주지표 변화에 영향을 미치지 않았다. 그러나 프로그램 전후 차이 지표 변화의 상관분석에 체지방률 변화와 탐침시 출혈부위수 변화가 강한 양의 상관관계를 나타내었고 복부지방률 변화와 천치주낭 부위수 변화가 중 정도의 양의 상관관계를 나타내었다. 탐침시 출혈 부위수 변화에 대한 체지방률의 설명력은 58.9%로 나타났다. 따라서 체지방률과 복부지방률이 치주 임상지표와 연관성이 있으며, 비만 감소는 치주 건강에 영향을 끼칠 수 있다고 제안한다.

감사의 글

본 연구는 2011년도 한국연구재단 일반연구지원사업 · 여성과학자지원사업에서 지원하였음(2011-0003775).

References

1. Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention: 2012 National Health and Nutrition Examination Survey 5th. Korea Centers for Disease Control and Prevention, Osong, pp.24-25, 2013.
2. Ahima RS, Flier JS: Adipose tissue as an endocrine organ. Trends Endocrinol Metab 11: 327-332, 2000.
3. Ritchie SA, Connell JM: The link between abdominal obesity, metabolic syndrome and cardiovascular disease. Nutr Metab Cardiovasc Dis 17: 319-326, 2007.
4. Perlstein MI, Bissada NF: Influence of obesity and hypertension on the severity of periodontitis in rats. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 43: 707-719, 1977.
5. Chaffee BW, Weston SJ: Association between chronic periodontal disease and obesity: a systematic review and meta-analysis. J Periodontol 81: 1708-1724, 2010.
6. Suvan J, D'Aiuto F, Moles DR, et al.: Association between overweight/obesity and periodontitis in adults. A systematic

- review. *Obes Rev* 12: e381-e404, 2011.
7. Linden G, Patterson C, Evans A, et al.: Obesity and periodontitis in 60-70 year old men. *J Clinl Periodontol* 34: 461-466, 2007.
 8. Borg GA: Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 14: 377-381, 1982.
 9. Dalla Vecchia CF, Susin C, Rösing CK, et al.: Overweight and obesity as risk indicators for periodontitis in adults. *J Periodontol* 76: 1721-1728, 2005.
 10. Ekuni D, Mizutani S, Kojima A, et al.: Relationship between increases in BMI and changes in periodontal status: a prospective cohort study. *J Clin Periodontol* 41: 772-778, 2014.
 11. Kim EJ, Jin BH, Bae KH: Periodontitis and obesity: a study of the Fourth Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *J Periodontol* 82: 533-542, 2011.
 12. Lee HJ, Jun JK, Lee SM, et al.: Association between obesity and periodontitis in pregnant females. *J Periodontol* 85: e224-e231, 2014.
 13. Östberg AL, Bengtsson C, Lissner L, et al.: Oral health and obesity indicators. *BMC Oral Health* 20: 50, 2012.
 14. Saito T, Shimazaki Y, Kiyohara Y, et al.: Relationship between obesity, glucose tolerance, and periodontal disease in Japanese women: the Hisayama study. *J Periodontal Res* 40: 346-353, 2005.
 15. Taguchi A, Tsuda M, Ohtsuka M, et al.: Interaction of obesity and skeletal bone mineral density in tooth retention in Japanese postmenopausal women. *Menopause* 14: 500-504, 2007.
 16. Ylöstalo P, Suominen-Taipale L, Reunanen A, et al.: Association between bodyweight and periodontal infection. *J Clin Periodontol* 35: 297-304, 2008.
 17. Kong YM, Han GS: Relationships between obesity types and periodontitis according to characteristics of subjects. *J Dent Hyg Sci* 12: 279-286, 2012.
 18. Kim SH, Lee SM: Effect of obesity and psychological stress on oral health. *J Dent Hyg Sci* 15: 119-128, 2015.
 19. do Nascimento CM, Cassol T, da Silva FS, et al.: Radiographic evaluation of the effect of obesity on alveolar bone in rats with ligature-induced periodontal disease. *Diabetes Metab Syndr Obes* 6: 365-370, 2013.
 20. Cavagni J, Wagner TP, Gaio EJ, et al.: Obesity may increase the occurrence of spontaneous periodontal disease in Wistar rats. *Arch Oral Biol* 58: 1034-1039, 2013.
 21. Azuma T, Tomofuji T, Endo Y, et al.: Effects of exercise training on gingival oxidative stress in obese rats. *Arch Oral Biol* 56: 768-774, 2011.
 22. Amar S, Zhou Q, Shaik-Dasthagirisaheb Y, et al.: Diet-induced obesity in mice causes changes in immune responses and bone loss manifested by bacterial challenge. *Proc Natl Acad Sci USA* 104: 20466-20471, 2007.
 23. Zhou Q, Leeman SE, Amar S: Signaling mechanisms involved in altered function of macrophages from diet-induced obese mice affect immune responses. *Proc Natl Acad Sci USA* 106: 10740-10745, 2009.
 24. González O, Tobia C, Ebersole J, et al.: Caloric restriction and chronic inflammatory diseases. *Oral Dis* 18: 16-31, 2012.
 25. Kondo K, Ishikado A, Morino K, et al.: A high-fiber, low-fat diet improves periodontal disease markers in high-risk subjects: a pilot study. *Nutr Res* 34: 491-498, 2014.
 26. Buduneli N, Biyikoglu B, Ilgenli T, et al.: Is obesity a possible modifier of periodontal disease as a chronic inflammatory process? A case-control study. *J Periodontal Res* 49: 465-471, 2014.
 27. Amar S, Chung KM: Influence of hormonal variation on the periodontium in women. *Periodontol* 2000 6: 79-87, 1994.
 28. Park HS, Hwang SJ, Cho MJ, et al.: Influence of menstrual cycle on inflammatory markers in gingival crevicular fluid: pilot study. *J Dent Hyg Sci* 12: 71-77, 2012.
 29. Kulkarni V, Bhatavadekar NB, Uttamani JR: The effect of nutrition on periodontal disease: a systematic review. *J Calif Dent Assoc* 42: 302-311, 2014.