



Calidad del tratamiento endodóncico en pacientes con diabetes mellitus tipo II

Quality of root canal treatment in type II diabetic patients

Lizett Castellanos-Cosano¹, DDS, PhD; José López-López², MD, DDS, PhD;
Flor de Liz Pérez Lozada², DDS, PhD; Guillermo Machuca-Portillo¹, MD, DDS, PhD;
Eugenio Velasco-Ortega¹, MD, DDS, PhD; Juan José Segura-Egea¹, MD, DDS, PhD

¹Departamento de Estomatología, Facultad de Odontología, Universidad de Sevilla, España.

²Departamento de Odontoestomatología, Facultad de Odontología, Universidad de Barcelona, España.

Correspondencia: Prof. Juan J. Segura-Egea. Facultad de Odontología, Universidad de Sevilla, C/ Avicena s/n, 41009 Sevilla (Spain).
E-mail: segurajj@us.es

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la calidad de tratamiento de conductos radiculares (TCR) en una muestra de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 y diferente grado de control de la glucemia.

Material y Método: Se examinaron las radiografías panorámicas de 106 pacientes con diabetes mellitus tipo 2. El control glucémico se realizó midiendo los valores de hemoglobina glicosilada (HbA1c). La periodontitis apical (PA) fue diagnosticada como lesión radiolúcida periapical (LRP), mediante la utilización del índice periapical (PAI). Entre los análisis estadísticos realizados se encuentra el cálculo de la t-student y regresiones logísticas uni/multivariantes.

Resultados: Entre los pacientes con diabetes mellitus el 39% fueron pacientes con buen control glucémico (HbA1c < 6,5%) y el 61% fueron pacientes con peor control glucémico (HbA1c ≥ 6,5%). El 32% de los pacientes tuvieron al menos un diente con TCR y el 24% un TCR con LRP. En la muestra total el 3,2% de los dientes presentaban un TCR, de los cuales el 12% estaba asociado a una LRP ($p > 0,5$). Las LRP estuvieron presentes en el 25% de los TCR con inadecuada obturación tridimensional de los conductos radiculares ($p > 0,05$), en el 16% de los TCR con inadecuada obturación de la longitud radicular ($p > 0,05$), en el 27% de los TCR con inadecuada restauración coronal ($p = 0,056$), y en el 14% de los pacientes con peor control glucémico ($p > 0,05$).

Conclusiones: Considerando la calidad del TCR y la restauración coronal como covariables, no se encontró una asociación significativa entre el estado periapical de los dientes con TCR y el control glucémico.

PALABRAS CLAVE

Periodontitis apical; diabetes mellitus; medicina endodóncica; hemoglobina glicosilada; endodoncia.

ABSTRACT

Objectives: To evaluate the quality of root canal treatments (RCT) in a sample of type 2 diabetic patients with different grades of glycaemic control.

Methods: The radiographic records of 106 type 2 diabetic patients were examined. Glycaemic control was assessed by mean of glycated haemoglobin (HbA1c) levels. AP was diagnosed as radiolucent periapical lesions (RPL) using the periapical index score (PAI). Statistical analysis were carried out using the Student t test, χ square test, and logistic regression analysis.

Results: Amongst diabetic patients, 39% were well-controlled (HbA1c < 6.5%) and 61% were poor-controlled. Thirty-two percent of patients had at least one root filled tooth (RFT), and 24% had at least one RFT with RPL. In the total sample, 3.2% of teeth were RFT, being 12% associated to RPLs ($p > 0.5$). RPLs were present in 25% of RFT with inadequate adaptation of root filling ($p > 0.05$), in 16% of RFT with inadequate length of root filling ($p > 0.05$), in 27% of RFT with inadequate coronal restoration ($p = 0.056$), and in 14% of poor-controlled diabetics ($p > 0.05$).

Conclusions: Considering the quality of RCT and coronal restoration as covariates, no significant association between periapical status of RFT and glycaemic control has been found.

KEY WORDS

Apical periodontitis; diabetes mellitus; endodontic medicine; glycated haemoglobin; periapical periodontitis; root canal treatment.

INTRODUCCIÓN

La periodontitis apical (PA) es un proceso inflamatorio que se produce como consecuencia de la invasión de la infección microbiana procedente del espacio pulpar al exterior del ápice dentario⁽¹⁾. La lesión radiolúcida periapical (LRP) es la manifestación radiográfica de la periodontitis apical crónica⁽²⁾. El tratamiento del conducto radicular (TCR) es un procedimiento que controla y elimina la infección del conducto radicular, permitiendo que la respuesta reparativa periapical consiga la cicatrización periapical⁽³⁾. Sin embargo, esta técnica no alcanza el estándar adecuado para el control y la eliminación de la infección, y la reparación periapical es insatisfactoria⁽⁴⁾. Un control aséptico deficiente, una cavidad de acceso inadecuada, una instrumentación insuficiente de los canales radiculares o filtración de las restauraciones temporales o permanentes son problemas comunes que pueden conducir al fracaso del TCR con la persistencia de la PA⁽⁵⁾.

Numerosos estudios epidemiológicos han encontrado una menor tasa de éxito de TCR cuando son realizados por odontólogos generales (56,3%-75,1%) en comparación con endodoncistas especializados (80,1%-89,4%)⁽⁶⁾. Esta diferencia podría atribuirse, entre otros factores, a la calidad técnica del TCR, entre los que encontramos el grado de obturación longitudinal del conducto y del nivel de adaptación tridimensional del relleno a las paredes del conducto radicular. El sellado coronario, que depende de la calidad de la restauración coronal, es también un factor principal que afecta la tasa de éxito del TCR⁽⁷⁻¹²⁾. Sin embargo, la condición sistémica del paciente también es relevante en la reparación de las lesiones periapicales. Así, las respuestas inmunológicas y reparativas son los principales factores que influyen en la curación de lesiones periapicales después del TCR⁽¹³⁾. El TCR elimina los tejidos necróticos y reduce la carga antigénica y microbiana en los tejidos periapicales, creando las condiciones necesarias para la reparación tisular. Por lo que las respuestas reparadoras y regenerativas del huésped son aquellas que consiguen la reparación periapical. Algunos estados sistémicos, como la diabetes mellitus y el hábito tabáquico, pueden alterar los mecanismos reparativos periapicales, retrasando la reparación periapical^(14, 15).

La diabetes mellitus (DM) engloba un conjunto de enfermedades genéticas metabólicas, en las que la hiperglucemia es su principal característica⁽¹⁶⁾. Varios autores han estudiado la asociación entre la endodoncia y la diabetes mellitus en modelos animales, y estudios

INTRODUCTION

Apical periodontitis (AP) is an inflammatory process around the apex of a tooth root, being primarily a sequel to microbial infection of the pulp space of teeth⁽¹⁾. Radiolucent periapical lesions (RPL) is the radiological manifestation of chronic apical periodontitis⁽²⁾. Root canal treatment (RCT) controls and eliminates root canal infection, enabling that periapical reparative response achieves periapical healing⁽³⁾. However, when root canal treatment procedures have not reached a satisfactory standard for the control and elimination of infection, periapical repair is frustrated⁽⁴⁾. Inadequate aseptic control, poor access cavity design, missed canals, insufficient instrumentation, and leaking temporary or permanent restorations are common problems that may lead to failure of RCT with persistent AP⁽⁵⁾.

Several epidemiological investigations have found lower success rate of RCT performed by general dental practitioners (56.3%–75.1%) compared to specialized endodontists (80.1%–89.4%)⁽⁶⁾. This difference could be attributed, amongst other factors, to the technical quality of the RCT, including the length of root filling and its adaptation to canal walls. Coronal sealing, which depends upon the quality of the coronal restoration, is also a main factor affecting the success rate of RCT⁽⁷⁻¹²⁾. However, it is often forgotten that the patient's systemic condition is critical in repairing injuries. Thus, immune and reparative responses are main factors influencing the healing of periapical lesions after RCT⁽¹³⁾. RCT eliminates necrotic tissues and reduces antigenic and microbial burden into the periapical tissues, creating the conditions necessary for tissue repair. Then, it should be the reparative and regenerative host responses those who achieve periapical repair. Some systemic states, such as diabetes mellitus and smoking habits, can alter periapical reparative mechanisms, delaying periapical repair^(14, 15).

Diabetes mellitus (DM) includes a set of metabolic genetic diseases, in which hyperglycaemia is their main characteristic⁽¹⁶⁾. Several authors have studied the association between endodontics and diabetes mellitus in both animal models and epidemiological and experimental studies in humans^(13,14,17-19). Human studies date back to the 60s, when Bender et al. (1963) suggested that poorly controlled diabetes could delay healing of periapical lesions after RCT, increasing their size⁽²⁰⁾. DM induces changes in cellular immune function, upregulates proinflammatory cytokines

epidemiológicos y experimentales en humanos^(13,14,17-19). Los estudios en humanos datan de los años 60, cuando Bender y cols. (1963) sugieren que la diabetes mal controlada podría retrasar la cicatrización de las lesiones periapicales después del TCR, aumentando su tamaño⁽²⁰⁾. La DM induce cambios en la función celular inmunitaria, sobreexpresando las citoquinas proinflamatorias procedentes de monocitos y polimorfonucleares, e infraexpresa los factores de crecimiento procedentes de los macrófagos y leucocitos, predisponiendo a la inflamación crónica, la destrucción progresiva de los tejidos y la disminución de la capacidad de reparación de los tejidos^(14,21). Un peor control de la DM y la hiperglucemia a largo plazo conduciría a una disminución de la respuesta inmunitaria, disminución de la respuesta linfocitaria y retraso en la cicatrización de las heridas⁽²¹⁻²³⁾.

Un metaanálisis recientemente publicado ha llegado a la conclusión de que la DM está asociada significativamente a una mayor prevalencia de LRP en dientes con TCR⁽¹⁵⁾. Sin embargo, pocos estudios realizados en pacientes diabéticos evalúan la presencia de lesiones radiolúcidas periapicales en TCR, evaluando la calidad de la obturación del conducto radicular y la restauración coronal, previamente asociado con una mayor prevalencia de PA persistente. Por lo que estas variables podrían actuar como factores de confusión.

El objetivo del presente estudio fue analizar la calidad del tratamiento de conductos radiculares en una muestra de pacientes diabéticos tipo 2 con diferente grado de control de la glucemia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la consecución del objetivo, se diseñó un estudio transversal. La población de referencia fueron españoles con diabetes mellitus tipo 2. Se realizó una selección aleatoria simple entre los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 tratados en el Hospital Dental de la Universidad de Barcelona entre los años 2012 y 2015. Los criterios de inclusión fueron los siguientes: pacientes mayores de 18 años con al menos 10 dientes restantes. Los criterios de exclusión incluyeron pacientes que no cumplían con los criterios de inclusión, pacientes con diagnóstico de enfermedad periodontal activa según los criterios de Armitage (1999)⁽²⁴⁾, pacientes que no aceptaron un examen radiológico y pacientes sin niveles de HbA1c registrados en la última semana previa al estudio.

La diabetes mellitus tipo 2 se diagnosticó siguiendo los criterios actuales para el diagnóstico de la DM: niveles de hemoglo-

from monocytes/polymorphonuclear and downregulates growth factors from macrophages leukocytes, predisposing to chronic inflammation, progressive tissue destruction and decrease of tissue repair capacity^(14,21). A poor control of DM and long-term hyperglycemia would lead to diminish the immune response, decreasing lymphocyte response and delaying wound healing⁽²¹⁻²³⁾.

A recent review and meta-analysis has concluded that there is scientific evidence indicating that DM is significantly associated to higher prevalence of RPLs in root-filled teeth (RFT)⁽¹⁵⁾. However, few studies carried out in diabetic patients evaluating the presence of periapical radiolucencies in RFT, have taken into consideration the quality of root canal filling and coronal restoration, which have been shown to be associated with the prevalence of persistent AP. Therefore, these variables could act as confounding factors.

The aim of the present study was to analyse the quality of RCT in a sample of type 2 diabetic patients with different degrees of glycaemic control

MATERIAL AND METHODS

To achieve the objective, a cross-sectional study was designed. The reference population were Spanish subjects with type 2 diabetes mellitus. A simple random selection was performed among patients with type 2 diabetes mellitus treated at the Dental Hospital at the Barcelona University between the years 2012 and 2015. Inclusion criteria were as follows: patients older than 18 years having at least 10 remaining teeth. Exclusion criteria included patients who did not meet the inclusion criteria, patients with diagnosis of active periodontal disease according to Armitage criteria (1999)⁽²⁴⁾, patients who did not agree to a radiologic examination, and patients without HbA1c levels recorded in the last week.

Type 2 diabetes mellitus was diagnosis following the current criteria for the diagnosis of DM: glycated haemoglobin levels (HbA1c) $\geq 6.5\%$ or fasting plasma glucose 126 mg/dl (7.0 mmol/l)⁽²⁵⁾. Questionnaires were filled out for each patient, eliciting information on medical and dental history, the most recent measurement of HbA1c levels, smoking status, periodontal status, and coronary heart disease.

The ethics committee of the faculty of dentistry approved the study, and all the patients provided written informed consent.

bina glicosilada (HbA1c) $\geq 6,5\%$ o glucosa en ayunas 126 mg/dl (7,0 mmol / l)⁽²⁵⁾. Los cuestionarios fueron rellenados para cada paciente, obteniendo información sobre la historia médica y dental, la medición más reciente de los niveles de HbA1c, el estado tabáquico, el estado periodontal y antecedentes de enfermedad coronaria.

Examen radiográfico

Se evaluó el estado periapical radiográfico basado en el examen de radiografías panorámicas digitales. Dos técnicos radiográficos capacitados, con más de 12 años de experiencia, tomaron las radiografías panorámicas con una máquina ortopantomográfica digital (Promax, Planmeca, clase 1, tipo B, 80 KHz, Planmeca, Helsinki, Finlandia).

Los datos se recopilaron en formularios específicamente elaborados para este estudio. Todos los dientes, excluidos los terceros molares, se registraron siguiendo la nomenclatura de FDI. Se consideraron dientes con TCR, aquellos que habían sido rellenados con material radiopaco en la cámara pulpar y/o en los conductos radiculares. Para cada sujeto, se registraron el número de dientes presentes, el número y localización del diente con TCR, y el número y ubicación de los dientes con LRP identificables.

Evaluación del estado periapical

El estado periapical se evaluó mediante el índice periapical (PAI)⁽²⁶⁾. Una puntuación superior a tres (PAI ≥ 3) se consideró un signo de LRP, incluyendo la periodontitis apical aguda y crónica, ya sea granuloma, absceso o quiste apical. En dientes multirradiculares la raíz con mayor puntuación PAI fue la que se incluyó.

Dos observadores con amplia experiencia clínica en endodoncia examinaron las radiografías. Antes de la evaluación, los observadores participaron en un curso de calibración para el sistema PAI, que consistió en la evaluación de 100 imágenes radiográficas de dientes con/sin TCR, amablemente proporcionadas por el Dr. Ørstavik. Cada diente fue asignado a una de las puntuaciones de PAI usando referencias visuales (también proporcionadas por el Dr. Ørstavik) para las cinco categorías dentro de la escala. Después de la evaluación, los resultados se

The research was conducted in full accordance with the World Medical Association Declaration of Helsinki.

Radiographic examination

Radiographic periapical status was assessed based on examination of digital panoramic radiographs of the jaws. Two trained radiographic technicians, with over 12 years of experience, took the panoramic radiographs using a digital orthopantomograph machine (Promax, Planmeca, class 1, type B, 80 KHz; Planmeca, Helsinki, Finland).

Data were collected on forms specifically made for this study. All teeth, excluding third molars, were recorded following the nomenclature of FDI. Root-filled teeth (RFT) were considered those who had been filled with radiopaque material in the pulp chamber and / or root canals. For each subject, the number of teeth present, the number and location of RFT, and the number and location of teeth having identifiable RPLs were recorded.

Periapical status assessment

Periapical status was assessed using the periapical index (PAI) score⁽²⁶⁾. Briefly, a score greater than two (PAI ≥ 3) was considered to be a sign of RPLs, including both acute and chronic apical periodontitis, either granuloma, abscess or apical cyst. The worst score of all roots was taken to represent the PAI score for multiradical teeth.

Two observers with extensive clinical experience in endodontics examined the radiographs. Before evaluation, the observers participated in a calibration course for the PAI system, which consisted of 100 radiographic images of teeth, some root filled and some not, kindly provided by Dr. Ørstavik. Each tooth was assigned to one of the PAI scores by using visual references (also provided by Dr. Ørstavik) for the five categories within the scale. After scoring the teeth, the results were compared with a "gold standard atlas," and a Cohen kappa was calculated (0.77–0.85).

Intraobserver reproducibility was evaluated for each examiner. Every observer scored the panoramic radiographs of 20 patients (10 in each group, randomly selected). Then, 1 month after this first examination, the observer was recalibrated in the PAI system and repeated the scoring of the radiographs of the same 20

compararon con un "atlas de referencia", y se calculó el coeficiente kappa Cohen (0,77-0,85).

Se evaluó la reproducibilidad intraobservador para cada examinador. Cada observador evaluó las radiografías panorámicas de 20 pacientes (10 en cada grupo, seleccionados al azar). Un mes después el observador fue recalibrado en el sistema PAI y repitió la evaluación de las radiografías de los mismos 20 pacientes. La prueba de concordancia intraobservador produjo un coeficiente kappa Cohen de 0,83-0,91.

Por último, la reproducibilidad interobservador también se determinó mediante la comparación de las puntuaciones PAI en las 20 radiografías proporcionadas por cada observador. La prueba de concordancia produjo un coeficiente kappa Cohen de 0,82 y 0,93. El estándar radiográfico de consenso fue la interpretación simultánea por los dos examinadores de la radiografía panorámica para cada paciente.

Evaluación de la calidad del tratamiento de conducto radicular

Se diagnosticó como diente endodonciado o con TCR a todo aquel que presentara evidencia radiográfica de material radiopaco en el interior de los conductos radiculares. Todas las endodoncias evaluadas habían sido finalizadas como mínimo 1 año antes del presente estudio. De esta forma se respeta el margen de tiempo considerado adecuado para las evaluaciones postoperatorias de los tratamientos endodóncicos (6 meses a 4 años). La calidad de la obturación se evaluó analizando la longitud de la obturación y la adaptación del relleno a las paredes del conducto radicular, además se evaluó la calidad de la restauración coronal (Tabla 1).

Calidad de la obturación: Adecuada, no presencia de poros en la obturación (Puntuación 1); Inadecuada (Puntuación 2, 3 y 4) (Tabla 1).

Longitud de la obturación: se valoró la distancia de la obturación de los conductos con respecto al ápice radiográfico. Adecuada: material de obturación a ≤ 3 mm del ápice radiográfico (Puntuación 1); material de obturación en el ápice radiográfico (Puntuación 4); Inadecuada: puntuación 2, 3 y 5 (Tabla 1).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se introdujeron en el programa Excel (Microsoft Corp, Redmond, WA). Todos los análisis se realizaron

patients. The intraobserver agreement test on PAI scores on the 20 patients produced a Cohen kappa ranging from 0.83 to 0.91.

Finally, intraobserver reproducibility was also determined by comparing the PAI scores on the 20 radiographs provided by each observer. The agreement test produced a Cohen kappa ranging from 0.82 to 0.93. The Cohen's kappa for interobserver variability ranged from 0.81 to 0.91. The consensus radiographic standard was the simultaneous interpretation by the two examiners of the panoramic radiograph of each patient.

Assessment of the quality of the root canal treatment

All RCTs included in the present study were performed at least one year before. The quality of the RCTs was evaluated radiographically assessing the following variables: adaptation of root filling to canal walls, length of root filling and coronal restoration. Diagnostic thresholds for the present study were (Table 1):

1. Adaptation of root filling to canal walls: adequate if no voids were present in the root filling; score 1 = adequate, and scores 2, 3 and 4 = inadequate.
2. Length of root filling: adequate if ending ≤ 3 mm from, or flush with, the radiographic apex; score 1 and 4 = adequate, and score 2, 3 and 5 = inadequate.

Statistical Analysis

Raw data were entered into Excel (Microsoft Corp, Redmond, WA). All analyses were performed in an SPSS environment (version 11; SPSS, Inc, Chicago, IL). Data are reported as mean \pm standard deviation. The Student t test and chi-square test were used to determine the significance of differences between groups. Logistic regression analysis was performed to measure the strength of the association between HbA1c levels and the studied variables, adjusting for the presence of covariates. A value of $p < 0.05$ was considered significant.

RESULTS

Systemic and dental state

One hundred and six patients, mean age of 66.7 ± 10.7 years, constituted the final sample. Forty-one patients (38.7%)

Tabla 1 Parámetros evaluados en los dientes con TCR

<i>Parámetros</i>	<i>Puntuación</i>
Restauración coronal	1 = Adecuado (sellado radiográficamente) 2 = Inadecuado (signos de sobrecontorneado o falta de sellado marginal)
Adaptación del relleno a las paredes de conducto radicular	1 = Adecuado en la mitad coronal del conducto + adecuado en la mitad apical 2 = Adecuado en la mitad coronal del conducto + inadecuado en la mitad apical 3 = Inadecuado en la mitad coronal del conducto + adecuado en la mitad apical 4 = Inadecuado en la mitad coronal del conducto + inadecuado en la mitad apical
Longitud de la obturación radicular	1 = Sellado apical \leq 3 mm del ápice radicular 2 = Sellado apical $>$ 3 mm del ápice radicular 3 = Pulpotomía, material de relleno en la cámara pulpar 4 = Sellado apical justo en el borde del ápice radicular 5 = Sobreobturación, material de relleno en el área periapical
Índice periapical (PAI) (Ørstavik y cols. 1986)	1 = Estado periapical normal 2 = Leves cambios en la estructura ósea 3 = Cambios en la estructura ósea con leve pérdida mineral 4 = Periodontitis con área radiolúcida definida 5 = Periodontitis severa con características exacerbadas

Table 1 Parameters recorded on root filled teeth

<i>Parameters</i>	<i>Registrations and codes</i>
Coronal restorations (Filling and crown)	1 = Adequate (radiographically sealed) 2 = Inadequate (signs of overhangs or with open margins)
Adaptation of root filling	1 = Adequate in the coronal 1/2 of the root filling + adequate in the apical 1/2 of the root filling 2 = Adequate in the coronal 1/2 of the root filling + inadequate in the apical 1/2 of the root filling 3 = Inadequate in the coronal 1/2 of the root filling + adequate in the apical 1/2 of the root filling 4 = Inadequate in the coronal 1/2 of the root filling + inadequate in the apical 1/2 of the root filling
Length of root filling	1 = Root filling ending \leq 3 mm from radiographic apex 2 = Root filling ending $>$ 3 mm from radiographic apex 3 = Pulpotomy, material seen only in the pulp chamber 4 = Flush, root filling ending at the radiographic apex 5 = Over-filling, root filling material seen in the periapical area
Periapical index (PAI) (Ørstavik et al. 1986)	1 = Normal periapical structures 2 = Small changes in bone structure 3 = Changes in bone structure with some mineral loss 4 = Periodontitis with well defined radiolucent area 5 = Severe periodontitis with exacerbating features

en SPSS (versión 11, SPSS, Inc, Chicago, IL). Los datos se presentaron como media \pm desviación estándar. Se utilizó la prueba t de Student y la prueba de chi cuadrado para determinar la significación de las diferencias entre los grupos. Se realizó un análisis de regresión logística para medir la fuerza de la asociación entre los niveles de HbA1c y las variables estudiadas, ajustando la presencia de covariables. Se consideró significativo un valor de $p < 0,05$.

had well-controlled diabetics (HbA1c $<$ 6.5%), whereas 65 patients (61.3%) had poor-controlled diabetics (HbA1c \geq 6.5%). The characteristics and dental status of patients with type 2 diabetes in relation with their HbA1c levels are shown in Table 2. Fifty-one patients were men (67.2 ± 10.8 yo) and 55 were women (65.5 ± 10.6 yo). Only 30 patients had smoking history (28.3%), of which 22 were men and 8 women ($p < 0.0001$). Among the medical history should be noticed the prevalence

Tabla 2 Antecedentes médicos y odontológicos de los pacientes con DM2 según los valores de HbA1c

Variable	HbA1c 6,5% (n = 41)	HbA1c ≥ 6,5% (n = 65)	Total (n = 106)
Edad	67,5 ± 11,8	66,1 ± 10,3	66,7 ± 10,6*
Género			
Hombres	19 (46,3%)	32 (49,2%)	51 (48,1%)*
Mujeres	22 (53,7%)	33 (50,8%)	55 (51,9%)
Hábito tabáquico	9 (22,0%)	21 (32,3%)	30 (28,3%)*
Enfermedad coronaria	35 (85,4%)	50 (77,0%)	85 (80,2%)*
Enfermedad periodontal	39 (95,1%)	55 (84,6%)	94 (88,7%)*
Nº dientes	741 (35,5%)	1344 (64,4%)	2085
Media ± DS	18,5 ± 7,9	20,4 ± 6,9	19,1 ± 7,3*
Al menos 1 TCR	12 (29,3%)	22 (33,8%)	34 (32,1%)*
Nº dientes con TCR	31 (4,1%)	37 (2,4%)	68 (3,2%)
Media ± DS	0,78 ± 1,31	0,56 ± 1,12	0,67 ± 1,03*
Al menos un TCR con LRP	3 (7,3%)	5 (7,7%)	8 (7,5%)*
Nº dientes con TCR y LRP	3 (4,4%)	5 (7,3%)	8 (11,8%)*
HbA1c	4,0 ± 2,8	7,7 ± 1,2	6,3 ± 2,6**
Glucemia	79,9 ± 58,8	154,2 ± 54,8	123,9 ± 67,7**

Nº, número; LRP, lesión radiolúcida periapical; TCR, tratamiento de conductos radiculares.
*p > 0.05; **p ≤ 0.0001

Table 2 Characteristics and dental state related to HbA1c levels in DM2 subjects

Variable	HbA1c 6,5% (n = 41)	HbA1c ≥ 6,5% (n = 65)	Total (n = 106)
Age	67.5 ± 11.8	66.1 ± 10.3	66.7 ± 10.6*
Gender			
Men	19 (46.3%)	32 (49.2%)	51 (48.1%)*
Women	22 (53.7%)	33 (50.8%)	55 (51.9%)
Smoking	9 (22.0%)	21 (32.3%)	30 (28.3%)*
Coronary disease	35 (85.4%)	50 (77.0%)	85 (80.2%)*
Periodontal disease	39 (95.1%)	55 (84.6%)	94 (88.7%)*
Teeth number	741 (35.5%)	1344 (64.4%)	2085
Mean ± SD	18.5 ± 7.9	20.4 ± 6.9	19.1 ± 7.3*
At least one RFT	12 (29.3%)	22 (33.8%)	34 (32.1%)*
No. RFT	31 (4.1%)	37 (2.4%)	68 (3.2%)
Mean ± SD	0.78 ± 1.31	0.56 ± 1.12	0.67 ± 1.03*
At least one RFT with RPL	3 (7.3%)	5 (7.7%)	8 (7.5%)*
No. RFT with RPL	3 (4.4%)	5 (7.3%)	8 (11.8%)*
HbA1c	4.0 ± 2.8	7.7 ± 1.2	6.3 ± 2.6**
Glycaemia	79.9 ± 58.8	154.2 ± 54.8	123.9 ± 67.7**

No, number; RPL, radiolucent periapical lesion; RFT, root filled tooth.
*p > 0.05; **p ≤ 0.0001

RESULTADOS

Antecedentes médicos y odontológicos

La muestra final fue constituida por 106 pacientes, con una edad media de 66,7 ± 10,7 años. De la muestra total, 41 pacientes presentaban un buen control glucémico (38,7%) (HbA1c < 6,5%), mientras que 65 pacientes (61,3%) presentaban un control glucémico deficiente (HbA1c ≥ 6,5%). Las características y el estado dental de los pacientes con DM-2 en relación con sus niveles de HbA1c se muestran en la tabla 2. De la muestra total estudiada, 51 pacientes eran hombres (67,2 ± 10,8 años) y 55 mujeres (65,5 ± 10,6 años). Solo 30 pacientes tenían antecedentes de tabaquismo (28,3%), de los cuales 22 eran hombres y 8 mujeres (p < 0,0001). La presencia de enfermedad coronaria se encontró en 85 pacientes (80,2%), de los cuales el 60% eran hombres y el 40% mujeres (p < 0,05). El 89% de la muestra tenían antecedentes de enfermedad periodontal.

of cardiovascular disease (85%). The presence of coronary artery disease was found in 85 patients (80.2%), of whom 60% were men and 40% women (p < 0.05). The prevalence of periodontal disease was 89%.

The mean number of teeth per patient was 19.1 ± 7.3, being analysed a total of 2085 teeth. Thirty four patients had at least one RFT (32%), and 8 patients (24%) had at least one RFT with RPL. In the total sample, 68 teeth (3.2%) were RFT. Amongst RFT, 8 (11.8%) were associated to RPLs (Table 2).

Quality of root canal treatment

Table 3 shows the assessment of the quality of RCT and the quality of coronal restoration in RFT (n = 68), together with the glycaemic control (HbA1c levels) in relation with the periapical status of the diabetic patients. With respect to the adaptation of root filling to canal walls, adequate root filling was present in

Tabla 3 Calidad del tratamiento de conducto radicular y de la restauración coronal en los dientes endodonciados (n = 68) y valores de HbA1c en relación al estado periapical de los dientes endodonciados, evaluado radiográficamente como presencia de lesión radiolúcida periapical (LRP) (PAI \geq 3)

Calidad del tratamiento	Con LRP (n = 8)	Sin LRP (n = 60)	Total (n = 68)
Adaptación del relleno a las paredes del conducto			
Adecuada	4 (7,30%)	48 (92,3,0%)	52 (76,5%)*
Inadecuada	4 (25,0%)	12 (75,0%)	16 (23,5%)
Longitud de la obturación			
Adecuada	3 (8,1%)	34 (91,9%)	37 (54,4%)*
Inadecuada	5 (16,1%)	26 (83,9%)	31 (45,6%)
Calidad radiográfica general del TCR			
Adecuada	3 (9,7%)	28 (90,3%)	31 (45,6%)*
Inadecuada	5 (13,5%)	32 (86,5%)	37 (54,4%)
Restauración coronal			
Adecuada	4 (7,5%)	49 (92,5%)	53 (78,0%)**
Inadecuada	4 (26,7%)	11 (73,3%)	15 (22,0%)
Evaluación TCR y RC			
Adecuada	3 (10,0%)	27 (90,0%)	30 (44,1%)*
Inadecuada	5 (13,2%)	33 (86,8%)	38 (55,9%)
HbA1c (control glucémico)			
6,5%	3 (9,7%)	28 (90,3%)	31 (45,6%)*
\geq 6,5%	5 (13,5%)	32 (86,5%)	37 (54,4%)

*HbA1c, hemoglobina glicosilada; LRP, lesión radiolúcida periapical; TCR, tratamiento de conducto radicular; RC, restauración coronal. * p > 0,05; **p = 0,056; regresiones logísticas univariantes según la variable dependientes estado periapical de dientes con TCR.*

El número medio de dientes por paciente fue de $19,1 \pm 7,3$, analizándose un total de 2085 dientes. Treinta y cuatro pacientes tuvieron al menos un diente endodonciado (32%) y 8 pacientes (24%) tuvieron al menos un diente endodonciado con LRP. En la muestra total, 68 dientes (3,2%) se encontraban endodonciados. Entre los dientes con TCR, 8 (11,8%) presentaban una LRP (Tabla 2).

Calidad del tratamiento de conducto radicular

La evaluación de la calidad del TCR y la calidad de la restauración coronaria en dientes con TCR (n = 68), junto con el control glucémico (niveles de HbA1c) en relación con el estado periapical de los pacientes con diabetes mellitus se muestra en la tabla 3. Con respecto a la adaptación del relleno a las paredes del conducto radicular, una obturación adecuada estuvo presente

Table 3 Quality of RCT and coronal restoration in RFT (n = 68) and HbA1c levels in relation with the periapical status of RFT, assessed radiographically as the presence of radiolucent periapical lesion (RPL) (PAI score \geq 3)

Quality of treatment	With RPL (n = 8)	Without RPL (n = 60)	Total (n = 68)
Adaptation of fillings to the canal walls			
Adequate	4 (7.30%)	48 (92.3.0%)	52 (76.5%)*
Inadequate	4 (25.0%)	12 (75.0%)	16 (23.5%)
Length of fillings			
Adequate	3 (8.1%)	34 (91.9%)	37 (54.4%)*
Inadequate	5 (16.1%)	26 (83.9%)	31 (45.6%)
Overall radiographic quality of RCT			
Adequate	3 (9.7%)	28 (90.3%)	31 (45.6%)*
Inadequate	5 (13.5%)	32 (86.5%)	37 (54.4%)
Coronal Restoration			
Adequate	4 (7.5%)	49 (92.5%)	53 (78.0%)**
Inadequate	4 (26.7%)	11 (73.3%)	15 (22.0%)
Both RCT and CR			
Adequate	3 (10.0%)	27 (90.0%)	30 (44.1%)*
Inadequate	5 (13.2%)	33 (86.8%)	38 (55.9%)
HbA1c (glycaemic control)			
6.5%	3 (9.7%)	28 (90.3%)	31 (45.6%)*
\geq 6.5%	5 (13.5%)	32 (86.5%)	37 (54.4%)

*HbA1c, glycated haemoglobin; RPL, radiolucent periapical lesion; RFT, root filled teeth; RCT, root canal treatment; CR, coronal restoration. * p > 0.05; **p = 0.056; univariate logistic regression on the dependent variable periapical status of RFT*

76.5% of all RFT. Only 7.3% of RFT with adequate adaptation of root canal filling showed RPL, being this percentage 25.0% in RFT with inadequate adaptation ($p > 0.05$).

Concerning the relationship between the length of the root filling and periapical status, 54.4% of RFT (n = 37) showed adequate length. Amongst the RFT with adequate length of the filling 8.1% (n = 3) were associated to RPL. On the contrary, 16.1% of RFT with inadequate root filling showed RPL ($p > 0.05$).

Both length and adaptation of root filling were found to be adequate in 31 RFT (45.6%), showing RPL 9.7% (n = 3). When both length and adaptation of root filling were inadequate, 13.5% of RFT were associated to RPL ($p > 0.05$).

The relationship between the quality of the coronal restoration and periapical status was also assessed (Table 3). Fifty-three RFT

Tabla 4 Análisis de regresión logística multivariante de la asociación de las variables independientes: adaptación del relleno a las paredes del conducto (0 = inadecuado y 1 = adecuado), longitud de la obturación radicular (0 = insuficiente y 1 = adecuado), restauración coronal (0 = insuficiente y 1 = adecuada) (0 = HbA1c < 6,5%, 1 = HbA1c ≥ 6,5%), sobre la variable dependiente el estado periapical de dientes con TCR (0 = no TCR con LRP, 1 = uno o más dientes con TCR con LRP)

<i>Variables explicativas</i>	<i>B</i>	<i>p</i>	<i>Odds Ratio</i>	<i>ICI 95%</i>	<i>ICS 95%</i>
Adaptación del relleno a las paredes del conducto	-0.7233	0.4562	0.4852	0.0724	3.2519
Longitud de la obturación radicular	0.9270	0.3059	2.5268	0.4285	14.8993
Restauración coronal	1.5565	0.0998	0.2109	0.0330	1.3460
Valores de HbA1c	-0.7667	0.3699	0.4645	0.0869	2.4821

*B, B coeficiente de la regresión logística; HbA1c, hemoglobina glicosilada; I.C.I intervalo de confianza inferior; I.C.S, intervalo de confianza superior.
Ajuste del modelo: $\chi^2 = 6.16$; $df = 4$; $p = 0.18$*

Table 4 Multivariate logistic regression analysis of the association of the independent variables adaptation of fillings to the canal walls (0 = inadequate and 1 = adequate), length of fillings (0 = inadequate and 1 = adequate), coronal restoration (0 = inadequate and 1 = adequate), and HbA1c levels (0 = HbA1c < 6.5%, 1 = HbA1c ≥ 6.5%), on the dependent variable periapical status of RFT (0 = no RFT with RPL, 1 = one or more RFT with RPL)

<i>Explanatory variable</i>	<i>B</i>	<i>p</i>	<i>Odds Ratio</i>	<i>95% LCL</i>	<i>95% UCL</i>
Adaptation of fillings to the canal walls	-0.7233	0.4562	0.4852	0.0724	3.2519
Length of fillings	0.9270	0.3059	2.5268	0.4285	14.8993
Coronal restoration	1.5565	0.0998	0.2109	0.0330	1.3460
HbA1c levels	-0.7667	0.3699	0.4645	0.0869	2.4821

*B, B coefficient in logistic regression; HbA1c, glycosylated haemoglobin; LCL, lower confidence level; UCL, upper confidence level.
Overall model fit: $\chi^2 = 6.16$; $df = 4$; $p = 0.18$*

en el 76,5% de todos los dientes con TCR. Solo el 7,3% de los dientes endodonciados con una obturación radicular adecuada mostraron una LRP, siendo este porcentaje más elevado en los dientes endodonciados que presentaban una obturación radicular inadecuada (25%; $p > 0,05$).

Con respecto a la relación entre la longitud de la obturación radicular y el estado periapical, el 54,4% de los dientes con TCR ($n = 37$) mostraron una longitud de obturación radicular adecuada. Entre los dientes endodonciados con longitud de obturación radicular adecuada, el 8,1% ($n = 3$) presentaban una LRP. Por el contrario, el 16,1% de los dientes con TCR con una longitud de obturación radicular inadecuada mostraron una LRP ($p > 0,05$).

La longitud de la obturación radicular y la adaptación del relleno a las paredes del conductos radicular fue adecuada en 31 dientes endodonciados (45,6%), donde el 9,7% presentaban una LRP ($n = 3$). En los dientes endodonciados en los que tanto la longitud de la obturación radicular como la adaptación del

(78.0%) showed adequate coronal restorations, presenting RPL 4 RFT (7.5%). This percentage increased to 26.7% in RFT with inadequate coronal restoration ($p = 0.056$).

Adequate adaptation of root filling to canal walls, adequate length of root filling and adequate coronal restoration were observed in 30 RFT (44.1%), showing 3 RFT (10.0%) RPLs. When these variables were inadequate, 13.2% of RFT were associated to RPL ($p > 0.05$).

Amongst RFT of well-controlled diabetic patients (HbA1c < 6.5%), 9.7% ($n = 3$) presented RPLs, being this percentage 13.5% in poor-controlled diabetic (HbA1c > 6.5%) ($p > 0.05$) (Table 3).

Multivariate logistic regression analysis of the association of the independent variables adaptation of fillings to the canal walls, length of fillings, coronal restoration, and HbA1c levels, on the dependent variable periapical status of RFT did not show significant association ($p = 0.18$) (Table 4).

relleno radicular fueron inadecuadas, se observó que aumentaba el porcentaje de dientes asociados a una LRP (13,5%; $p > 0,05$).

También se evaluó la relación entre la calidad de la restauración coronal y el estado periapical (Tabla 3). Del total de dientes endodonciados, solo 53 dientes (78%) mostraron restauraciones coronales adecuadas, de los cuales 4 dientes (7,5%) presentaban una LRP. Este porcentaje aumentó al 26,7% en aquellos dientes endodonciados que presentaron una restauración coronal insuficiente ($p = 0,056$).

De la muestra total de dientes endodonciados, se observó que solo 30 dientes (44,1%) cumplían los requisitos de adecuada adaptación del relleno radicular a las paredes del conducto, adecuada longitud de la obturación radicular y adecuada restauración coronal, donde sólo 3 dientes presentaron una LRP (10,0%). Cuando estas variables eran inadecuadas, el porcentaje de dientes endodonciados con LRP se incrementó al 13,2% ($p > 0,05$).

El porcentaje de dientes endodonciados con LRP entre los pacientes con un buen control glucémico ($HbA1c < 6,5\%$) fue del 9,7% ($n = 3$), mientras que este porcentaje se incrementó al 13,5% en los pacientes con un control glucémico deficiente ($HbA1c \geq 6,5\%$) ($p > 0,05$) (Tabla 3).

El análisis de regresión logística multivariante entre las variables independientes: adaptación del relleno a las paredes del conducto radicular, longitud de la obturación radicular, restauración coronal y niveles de $HbA1c$, sobre la variable dependiente estado periapical de los dientes con TCR, no mostró una asociación significativa ($p = 0,18$) (Tabla 4).

DISCUSIÓN

Este es el primer estudio que evalúa la calidad del tratamiento endodóncico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 con diferentes grados de control glucémico. Estudios anteriores han analizado el estado periapical y endodóncico de los pacientes diabéticos en comparación con sujetos sanos⁽²⁷⁻²⁹⁾, o la relación entre los niveles de hemoglobina glicosilada y el estado periapical⁽³⁰⁾.

Los participantes en el presente estudio fueron reclutados entre pacientes con DM-2 que acudían en busca de atención odontológica rutinaria (no de urgencia) en el Hospital Dental de la Universidad de Barcelona. La selección se realizó como en otros estudios⁽³¹⁻³⁵⁾, por lo tanto, la muestra resultante no es

DISCUSSION

This is the first study evaluating the quality of root canal treatment in type 2 diabetic patients with different degrees of glycaemic control. Previous studies have had analysed the periapical and endodontic status of diabetic patients compared to healthy subjects⁽³⁷⁻²⁹⁾ or the relationship between glycated haemoglobin levels and periapical status⁽³⁰⁾.

Participants in the present study were recruited among diabetic patients presenting consecutively seeking routine dental care (not emergency care) at the University of Barcelona dental clinic. The selection was performed as in other studies⁽³¹⁻³⁵⁾ therefore the resulting sample is not representative of the Spanish population and the results should be extrapolated with caution to the general population.

The percentage of RFT (3.2%) and subjects with at least one RFT (32.1%), agrees with previous studies⁽²⁷⁾. However, these percentages are lower compared with the results of Marotta et al.⁽²⁹⁾ (13% of RFT and 77% of subjects with at least 1 RFT) and López-López et al.⁽²⁸⁾ (70% of subjects with at least one RFT).

There is increasing scientific evidence about the relationship between diabetes and periapical status^(7,14,17,18,28,29,34,36). A recent meta-analysis concludes that there is significant association between diabetes and RFT with RPLs [15]. However, in the present study no significant association between diabetes and RFT has been found, and only 12% of endodontically treated teeth showed RPLs. This prevalence of RFT with RPL is low compared to previous reports⁽²⁷⁻²⁹⁾. However, it is in accordance with the low number of teeth and RFT per subject and the high prevalence of periodontal disease found in the present report. Both periodontal disease and diabetes are associated with risk of tooth lost⁽³⁷⁾. Moreover, several studies have reported a high risk of tooth extraction after RCT associated with diabetes mellitus⁽³⁸⁻⁴¹⁾.

The present study has analyzed the quality of the adaptation to the root canal walls, the length of the root filling, and the quality of the coronal restoration in relation to periapical status. The radiographic assessment only and the small sample size of RFT teeth, i.e. only 68 in the 106 patients studied, are limitations of the method used. Therefore, the results and the conclusions of this study should be drawn carefully.

Previous reports on the association of RCT with periapical status have included not homogeneous samples, using different

representativa de la población española y los resultados deben ser extrapolados con precaución a la población general.

El porcentaje de dientes con TCR (3,2%) y de pacientes con al menos un TCR (32,1%) coincide con estudios previos⁽²⁷⁾. Sin embargo, estos porcentajes son menores en comparación con los resultados obtenidos por Marotta y cols.⁽²⁹⁾ (13% dientes con TCR y 77% de sujetos con al menos un TCR) y López-López y cols.⁽²⁸⁾ (70% de los sujetos con al menos un TCR).

Existe una creciente evidencia científica sobre la asociación entre la diabetes y el estado periapical^(7,14,17,18,28,29,34,36). Un metaanálisis reciente concluye que hay una asociación significativa entre la diabetes y los dientes endodnciados con LRP⁽¹⁵⁾. Sin embargo, en el presente estudio no se encontró asociación significativa entre la diabetes y el tratamiento endodóncico, solo el 12% de los dientes tratados endodóncicamente mostraron una LRP. Esta prevalencia de dientes endodnciados con LRP es baja en comparación con informes anteriores⁽²⁷⁻²⁹⁾. Sin embargo, está en concordancia con el bajo número de dientes y de dientes con tratamiento endodóncico por paciente, y la alta prevalencia de antecedentes de enfermedad periodontal que se encuentra en el presente informe. Tanto la enfermedad periodontal y como la diabetes se asocian con el riesgo de pérdida de dientes⁽³⁷⁾. Por otra parte, varios estudios han informado de un alto riesgo de extracción dental después de un TCR, cuando se realiza en pacientes con diabetes mellitus⁽³⁸⁻⁴¹⁾.

El presente estudio ha analizado la calidad de la adaptación del relleno a las paredes del conducto radicular, la longitud de la obturación radicular y la calidad de la restauración coronal en relación con el estado periapical. La evaluación radiográfica empleada y el pequeño tamaño de muestra de los dientes con TCR, solo 68 dientes en los 106 pacientes estudiados, son limitaciones del método utilizado. Por lo tanto, los resultados y las conclusiones de este estudio deben ser extrapolados con precaución.

Los estudios previos realizados que analizan la asociación del estado periapical en dientes con TCR han incluido muestras no homogéneas, utilizando diferentes métodos para evaluar la calidad de la obturación radicular y el estado periapical^(7,33,42-44). Además se ha de tener en cuenta que el grado de instrumentación y desinfección de los conductos radiculares es imposible de evaluar mediante métodos radiográficos. Además, Weiger y cols.⁽⁴⁵⁾ concluyeron que la apariencia radiográfica de un TCR es solo un signo evidente de estado del sellado.

En el presente estudio, el 24% de los dientes con TCR mostraron una adaptación inadecuada a la paredes del conducto, de

methods to evaluate the quality of root filling and periapical status^(7,33,42-44). Still, all used radiographs, and it is impossible to evaluate the quality of root canal debridement and disinfection procedures from radiographs. Moreover, Weiger et al.⁽⁴⁵⁾ concluded that the radiographic appearance of a RCT is only a gross sign of its sealing capacity.

In the present study 24% of the RCT showed inadequate adaptation to the canal wall, and of these, 25% showed RPLs. These findings are lower than results reported previously. Percentages between 30 and 60% of root filling showing void have been reported, and approximately 60–70% of these had periapical radiolucencies^(7,33,42,43,46,47).

The results of the present study show no association between the length of the root filling and the periapical status of RFT. Fifty four percent of the root fillings had adequate length, and of these, 8% showed RPL. This percentage is lower compared to the findings of previous studies, which have reported 10–46% of RFT with adequate length of root filling associated to RPLs^(7,33,42,43,46-49).

Combining both criteria, length of root filling and adaptation to root canal walls, assessing the overall radiographic quality of RCT, only 46% of RFT fulfilled the criteria for an acceptable root canal filling. Other published studies also show an acceptable root canal filling rate in 30–53% of teeth^(7,33,43-45,50-52). Approximately 14% of RFT with inadequate root filling showed RPL, agreeing with the finding of the recent report of Huuonen et al.⁽⁴⁴⁾ who find 17% of RFT. However, Van der Berken et al.⁽⁵²⁾ using Cone-Beam Computed Tomography to diagnose apical periodontitis, have found higher percentage of RFT associated to AP when the root filling was inadequate (41%). Various studies have been published on the effect of periodontal treatment on diabetes mellitus control [53,54]. A low quality RCT may promote bacterial growth from inside the root canals treated to the apical tissues inducing a large secretion of inflammation mediators, mainly pro-inflammatory cytokines, which can have both local (periapical destruction) and systemic effects (impaired glycaemic control)⁽⁵⁵⁾.

The findings reported here showed marginal significant association ($p = 0.056$) between the quality of the coronal restoration and the periapical status of RFT. The technical quality of the coronal restoration is at least as important for periapical health as the quality of RCT⁽⁵⁶⁾. Several studies have found that coronal seal is one of the factors significantly associated with failure of endodontic treatment^(17,32,33,42,57). Still, it did not matter whether the

los cuales el 25% presentaban asociada una LRP. Estos hallazgos son inferiores a resultados publicados anteriormente. Diversos estudios han descrito entre un 30-60% de obturaciones radiculares con presencia de poros, de los cuales el 60-70% presentaban lesiones radiolúcidas periapicales asociadas^(7,33,42,43,46,47).

Los resultados del presente estudio no mostraron una asociación significativa entre la longitud de la obturación radicular y el estado periapical de los dientes endodonciados. El 54% de los dientes endodonciados presentaban una longitud de obturación radicular adecuada, solo el 8% mostraron una LRP. Este porcentaje es menor en comparación con los resultados de estudios previos, que han encontrado en dientes endodonciados con una adecuada longitud de obturación radicular, entre un 10-46% de LRP^(7,33,42,43,46,49).

Combinando ambos criterios, la longitud de la obturación radicular y la adaptación del relleno a las paredes del conducto radicular, solo el 46% de los dientes endodonciados cumplieron los criterios para un relleno aceptable del conducto radicular. Otros estudios publicados también muestran una tasa aceptable de obturación del conducto radicular en el 30-53% de los dientes^(7,33,43-45,50-52). Aproximadamente el 14% de los dientes endodonciados con una obturación radicular inadecuada mostraban una LRP, de acuerdo con el hallazgo del estudio publicado por Huuonen y cols.⁽⁴⁴⁾ que encontraron una prevalencia del 17% en dientes endodonciados. Sin embargo, Van der Berken y cols.⁽⁵²⁾, utilizando tomografía computarizada de haz cónico para diagnosticar la periodontitis apical, encontraron un mayor porcentaje de TCR asociado a PA cuando la obturación radicular era inadecuada (41%). Varios estudios se han publicado sobre el efecto del tratamiento periodontal sobre el control de la diabetes mellitus^(53,54). Un TCR de baja calidad puede promover el crecimiento bacteriano desde el interior de los conductos radiculares hacia los tejidos apicales, induciendo una gran producción de mediadores inflamatorios, principalmente citoquinas proinflamatorias, que pueden causar efectos locales (destrucción periapical) y sistémicos (deterioro del control glucémico)⁽⁵⁵⁾.

Los hallazgos aquí presentados mostraron una asociación marginalmente significativa ($p = 0,056$) entre la calidad de la restauración coronal y el estado periapical en dientes con TCR. La calidad técnica de la restauración coronal es al menos tan importante para la salud periapical como la calidad del TCR⁽⁵⁶⁾. Varios estudios han encontrado que el sellado coronal es uno de los factores asociados significativamente con el fracaso del tratamiento endodóntico^(7,32,33,42,57). Sin embargo, tanto si la restauración

coronal restoration was adequate or inadequate; when the quality of root filling was poor, the RFT would have a worse prognosis⁽⁵⁷⁾.

Although a recent systematic review and meta-analysis have concluded that diabetes is significantly associated to higher prevalence of periapical radiolucencies in RFT⁽¹⁵⁾, few data are available on the possible association between glycaemic control and periapical status of RFT. Well-controlled diabetic subjects usually present HbA1c values lower than 6.5%, while poorly-controlled diabetics tend to have higher levels than 6.5%, and can reach concentrations of 20%⁽⁵⁸⁾. The study of Sánchez-Domínguez et al.⁽³⁰⁾ including 29% well-controlled (HbA1c levels < 6.5%), and 71% poorly-controlled (HbA1c levels \geq 6.5%), diabetic patients, found that periapical status correlated significantly with HbA1c levels, but reported no significant differences in the percentage of endodontically treated teeth with RPLs between both diabetic groups. The present study, including a higher percentage of well-controlled diabetics (39%), and lower percentage of poorly-controlled (61%), has also found no significant association between periapical status of RFT and glycaemic control even taken into consideration in the logistic regression model the quality of root canal filling and coronal restoration ($p = 0.18$). Therefore, adaptation of fillings to the canal walls, length of fillings and coronal restoration are not acting as confounding factors. As far as we know, only the study of Marotta et al.⁽²⁹⁾ has analyzed previously the quality of RCT in diabetic patients, reporting no association between the quality of endodontic treatment and coronal restoration, and the prevalence of AP in RFT of diabetic and control subjects.

CONCLUSIONS

No significant association has been found between periapical status of RFT and glycaemic control, even including the quality of root canal filling and coronal restoration in the logistic regression model.

BIBLIOGRAFÍA

1. Siqueira JF, Rôças IN. Microbiology and Treatment of Acute Apical Abscesses. *Clin Microbiol Rev.* 2013;26:255-273.
2. Nair PN. Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2004;15:348-81.

coronal es adecuada o no, cuando la calidad de la obturación radicular es deficiente, el TCR tendrá un peor pronóstico⁽⁵⁷⁾.

Una reciente revisión sistemática/metaanálisis ha concluido que la diabetes está asociada significativamente a una mayor prevalencia de lesiones radiolúcidas periapicales en dientes con TCR⁽¹⁵⁾, pocos datos están disponibles sobre la posible asociación entre el control glucémico y el estado periapical de dientes con TCR. Los sujetos con una diabetes bien controlada suelen presentar valores de HbA1c inferiores al 6,5%, mientras que los pacientes con peor control glucémico tienden a tener niveles superiores al 6,5%, y pueden alcanzar concentraciones del 20%⁽⁵⁸⁾. El estudio de Sánchez-Domínguez y cols.⁽³⁰⁾, realizado en pacientes con diabetes mellitus, donde el 29% estaban bien controlados (niveles de HbA1c < 6,5%) y el 71% de los pacientes presentaban un control glucémico deficiente (niveles de HbA1c ≥ 6,5%), encontraron que el estado periapical se asoció significativamente con los niveles de HbA1c, pero no reportaron diferencias significativas entre ambos grupos, en el porcentaje de dientes tratados endodóncicamente con lesiones radiolúcidas periapicales. El presente estudio, que incluye un mayor porcentaje de pacientes con DM bien controlada (39%) y menor porcentaje de pacientes con un control deficiente de la glucemia (61%), tampoco ha encontrado una asociación significativa entre el estado periapical de los dientes endodonciados y el control glucémico, incluso tomado en consideración en la regresión logística, la calidad del relleno del conducto radicular y la restauración coronal ($p = 0,18$). Por lo tanto, la adaptación del relleno a las paredes del conducto radicular, la longitud de la obturación radicular y la restauración coronal no están actuando como factores de confusión. Solo el estudio de Marotta y cols.⁽²⁹⁾ ha analizado previamente la calidad del TCR en pacientes con DM, no encontrando asociación entre la calidad del tratamiento endodóncico, la restauración coronal y la prevalencia de periodontitis apical en dientes endodonciados, entre sujetos con diabetes mellitus y sujetos control.

CONCLUSIONES

Considerando la calidad del TCR y la restauración coronal como covariables, no se encontró una asociación significativa entre el estado periapical de los dientes endodonciados y el control glucémico de los pacientes diabéticos.

3. Kovác J, Kovác D. Microbial decontamination of the root canals of devitalized teeth. *Epidemiol Mikrobiol Immunol*. 2012;61:87-97.
4. Trowbridge HO. Immunological aspects of chronic inflammation and repair. *J Endod*. 1990;16:54-61.
5. Sundqvist G, Figdor D. Endodontic treatment of apical periodontitis. In: Ørstavik D, Pitt Ford TR (eds). *Essential Endodontology*. Oxford, UK: Blackwell; 1998. pp. 242-77.
6. NgYL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature - part 1. Effects of study characteristics on probability of success. *Int Endod J*. 2007;40:921-39.
7. Segura-Egea JJ, Jiménez-Pinzón A, Poyato-Ferrera M, et al. Periapical status and quality of root fillings and coronal restorations in an adult Spanish population. *Int Endod J*. 2004;37:524-30.
8. Frisk F, Hugoson A, Hakeberg M. Technical quality of root fillings and periapical status in root filled teeth in Jönköping, Sweden. *Int Endod J*. 2008;41:958-68.
9. Touré B, Kane AW, Sarr M, Ngom CT, Boucher Y. Prevalence and technical quality of root fillings in Dakar, Senegal. *Int Endod J*. 2008;41:41-9.
10. Covello F, Franco V, Schiavetti R et al. Prevalence of apical periodontitis and quality of endodontic treatment in an Italian adult population. *Oral Implantol*. (Rome) 2010;3:9-14.
11. Gencoglu N, Pekiner FN, Gumru B, Helvacioğlu D. Periapical status and quality of root fillings and coronal restorations in an adult Turkish sub-population. *Eur J Dent*. 2010;4:17-22.
12. Peters LB, Lindeboom JA, Elst ME, Wesselink PR. Prevalence of apical periodontitis relative to endodontic treatment in an adult Dutch population: a repeated cross-sectional study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010;111:523-8.
13. Segura-Egea JJ, Castellanos-Cosano L, Martín-González J, et al. Diabetes mellitus, periapical inflammation and endodontic treatment outcome. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2012;17:e356-361.
14. Segura-Egea JJ, Martín-González J, Castellanos-Cosano L. Endodontic medicine: connections between apical periodontitis and systemic diseases. *Int Endod J*. 2015;48:933-951.
15. Segura-Egea JJ, Martín-González J, Cabanillas-Balsera D, et al. Association between diabetes and the prevalence of radiolucent periapical lesions in root-filled teeth: systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig* (2016) DOI 10.1007/s00784-016-1805-4.
16. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 2009;32:S62-7.
17. Falk H, Hugoson A, Thorstensson H. Number of teeth, prevalence of caries and periapical lesions in insulin-dependent diabetics. *Scand J Dent Res*. 1989;97:198-206.
18. Fouad AF, Burleson J. The effect of diabetes mellitus on endodontic treatment outcome: data from an electronic patient record. *J Am Dent Assoc*. 2003;134:43-51.
19. Castellanos-Cosano L, Martín-González J, Calvo-Monroy V, et al. Association between diabetes mellitus and chronic oral infectious processes of endodontic origin. *Av Odontostomatol*. 2011;27:259-66.
20. Bender IB, Seltzer S, Freedland J. The relationship of systemic diseases to endodontic failures and treatment procedures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1963;16:1102-15.
21. Iacopino AM. Periodontitis and diabetes interrelationships: role of inflammation. *Ann Periodontol*. 2001;6:125-37.

22. Delamaire M, Maugeudre D, Moreno M, et al: impaired leucocyte functions in diabetic patients. *Diabet Med*. 1997;14:29-34.
23. Salvi GE, Carollo-Bittel B, Lang NP. Effects of diabetes mellitus on periodontal and peri-implant conditions: update on associations and risks. *J Clin Periodontol*. 2008;35:398-409.
24. Armitage GC. Development of a classification system for periodontal diseases and conditions. *Ann Periodontol*. 1999;4:1-6.
25. Executive Summary Standards of Medical Care in Diabetes. *Diabetes Care*. 2010;33:S4-S10.
26. Ørstavik D, Kerekes K, Eriksen HM. The periapical index: a scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Endod Dent Traumatol*. 1986;2:20-34.
27. Segura-Egea JJ, Jiménez-Pinzón A, Ríos-Santos JV, et al. High prevalence of apical periodontitis amongst type 2 diabetic patients. *Int Endod J*. 2005;38:564-9.
28. López-López J, Jané-Salas E, Estrugo-Devesa A, et al. Periapical and endodontic status of type 2 diabetic patients in Catalonia, Spain: a cross-sectional study. *J Endod*. 2011;37:598-601.
29. Marotta PS, Fontes TV, Armada L, Lima KC, Rôças IN, Siqueira JF Jr. Type 2 diabetes mellitus and the prevalence of apical periodontitis and endodontic treatment in an adult Brazilian population. *J Endod*. 2012;38:297-300.
30. Sánchez-Domínguez B, López-López J, Jané-Salas E, et al. Glycated haemoglobin levels and prevalence of apical periodontitis in type 2 diabetic patients. *J Endod*. 2015;41:601-6.
31. Marques MD, Moreira B, Eriksen HM. Prevalence of apical periodontitis and results of endodontic treatment in an adult, Portuguese population. *Int Endod J*. 1998;31:161-5.
32. Sidaravicius B, Aleksejuniene J, Eriksen HM. Endodontic treatment and prevalence of apical periodontitis in an adult population of Vilnius. *Endod Dent Traumatol*. 1999;15:210-5.
33. Dugas NN, Lawrence HP, Teplitsky PE, Pharoah MJ, Friedman S. Periapical health and treatment quality assessment of root-filled teeth in two Canadian populations. *Int Endod J*. 2003;36:181-92.
34. Jiménez-Pinzón A, Segura-Egea JJ, Poyato-Ferrera M, et al. Prevalence of apical periodontitis and frequency of root-filled teeth in an adult Spanish population. *Int Endod J*. 2004;37:167-73.
35. Loftus JJ, Keating AP, McCartan BE. Periapical status and quality of endodontic treatment in an adult Irish population. *Int Endod J*. 2005;38: 81-6.
36. Ferreira MM, Carrilho E, Carrilho F. Diabetes mellitus and its influence on the success of endodontic treatment: a retrospective clinical study. *Acta Med Port*. 2014;27:15-22.
37. Demmer RT, Holtfreter B, Desvarieux M, et al. The influence of type 1 and type 2 diabetes on periodontal disease progression: prospective results from the Study of Health in Pomerania (SHIP). *Diabetes Care*. 2012;35:2036-42.
38. Doyle SI, Hodges JS, Pesun J, Baisden MK, Bowles WR. Factors affecting outcomes for single-tooth implants and endodontic restorations. *J Endod*. 2007;33:399-402.
39. Mindiola MJ, Mickel AK, Sami C, et al. Endodontic treatment in an American Indian population: a 10-year retrospective study. *J Endod*. 2006;32:828-32.
40. Wang H, Chueh LH, Chen SC, et al. Impact of diabetes mellitus, hypertension, and coronary artery disease on tooth extraction after nonsurgical endodontic treatment. *J Endod*. 2011;37:1-5.
41. NgYL, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment: part 2: tooth survival. *Int Endod J*. 2011;44:610-25.
42. Kirkevang LL, Ørstavik D, Horsted-Bindslev P, Wenzel A. Periapical status and quality of root fillings and coronal restorations in a Danish population. *Int Endod J*. 2000;33:509-15.
43. Azim AA, Griggs JA, Huang GT. The Tennessee study: factors affecting treatment outcome and healing time following nonsurgical root canal treatment. *Int Endod J*. 2016;4:6-16.
44. Huuomene S, Suominen AL, Vehkalahti MW. Prevalence of apical periodontitis in root filled teeth: findings from a nationwide survey in Finland. *Int Endod J*. 2016; doi: 10.1111/iej.12625 [Epub ahead of print].
45. Weiger R, Hitzler S, Hermle G, Lost C. Periapical status, quality of root canal fillings and estimated endodontic treatment needs in an urban German population. *Endod Dent Traumatol*. 1997;13:69-74.
46. Eriksen HM, Bjertness E, Ørstavik D. Prevalence and quality of endodontic treatment in an urban adult population in Norway. *Endod Dent Traumatol*. 1988;4:122-6.
47. Eriksen HM, Bjertness E. Prevalence of apical periodontitis and results of endodontic treatment in middle-aged adults in Norway. *Endod Dent Traumatol*. 1991;7:1-4.
48. De Cleen MJ, Schuur AH, Wesselink PR, Wu MK. Periapical status and prevalence of endodontic treatment in an adult Dutch population. *Int Endod J*. 1993;26:112-9.
49. Saunders WP, Saunders EM, Sadiq J, Cruickshank E. Technical standard of root canal treatment in an adult Scottish population. *Brit Dent J*. 1997;183:383-6.
50. Ödesjö B, Hellden L, Salonen L, Langeland K. Prevalence of previous endodontic treatment, technical standard and occurrence of periapical lesions in a randomly selected adult, general population. *Endod Dent Traumatol*. 1999;6:265-72.
51. De Moor RJ, Hommez GM, De Boever JG, Delme KI, Martens GE. Periapical health related to the quality of root canal treatment in a Belgian population. *Int Endod J*. 2000;33:113-20.
52. Van der Veken D, Curvers F, Fieuws S, Lambrechts P. Prevalence of apical periodontitis and root filled teeth in a Belgian subpopulation found on CBCT images. *Int Endod J*. 2016. doi: 10.1111/iej.12631 [Epub ahead of print].
53. Faria-Almeida R, Navarro A, Bascones A. Clinical and metabolic changes after conventional treatment of type 2 diabetic patients with chronic periodontitis. *J Periodontol*. 2006;77:591-8.
54. Pérez-Losada FL, Jané-Salas E, Sabater-Recolons MM, et al. Correlation between periodontal disease management and metabolic control of type 2 diabetes mellitus. A systematic literature review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2016;21:e440-6.
55. Navarro-Sanchez AB, Faria-Almeida R, Bascones-Martinez A. Effect of non-surgical periodontal therapy on clinical and immunological response and glycaemic control in type 2 diabetic patients with moderate periodontitis. *J Clin Periodontol*. 2007;34:835-43.
56. Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int Endod J*. 1995;28:12-8.
57. Tronstad L, Absjornsen K, Doving L, Pedersen I, Eriksen HM. Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol*. 2000;16:218-21.
58. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 2014;37: S81-90.