



Histomorfometría de los cambios por envejecimiento en la pulpa dental humana, con fines forenses

Fernando Alonso Barrios Ferrer¹, Ángela Irene Espina-Ferreira^{2}, Ana Isabel Ortega³, José Luis Ferreira Paz²*

²Médico Cirujano, Especialista en Anatomía Patológica, Profesor Agregado.

¹Doctora en Odontología, Profesora Titular.

³Doctora en Odontología, Profesora Asociada.

⁴Doctor en Odontología, Profesor Titular.

Laboratorio de Odontología Forense, Área de Odontología Forense,
Instituto de Investigaciones, Facultad de Odontología, Universidad del Zulia,
Maracaibo, Venezuela.

*barriosf1976@gmail.com, aespinafereira@gmail.com, anitaortegav@gmail.com,
jbacteria@hotmail.com*

Resumen

Objetivo: Se evaluaron histomorfométricamente los cambios provocados por el avance de la edad, en la pulpa dental humana. **Materiales y métodos:** Diecisiete dientes permanentes fueron agrupados en jóvenes ó ancianos, se extrajo el tejido pulpar y se midieron el espesor y la densidad celular, en las capas odontoblástica, acelular y celular. En la zona central se analizó el número y calibre de los vasos sanguíneos y linfáticos, la densidad de fibras nerviosas, fibroblastos, fibras de colágeno y calcificaciones. **Resultados:** Se encontraron diferencias significativas con predominio de las medias obtenidas de las muestras de sujetos jóvenes con respecto a las de personas ancianas en el espesor de la capa odontoblástica, acelular, celular, densidad celular de la capa odontoblástica y además, en la cantidad y calibre de vasos sanguíneos, linfáticos y el número de fibras nerviosas. Se evidenció un mayor promedio estadísticamente significativo en la densidad de fibroblastos, densidad de fibras de colágeno y calcificaciones de la zona central, en el grupo de ancianos con respecto al grupo de pulpas extraídas de personas jóvenes. **Conclusión:** Se construyó una ecuación de regresión logística útil para medir los cambios provocados por el envejecimiento, en el tejido dental pulpar.

Palabras clave: histomorfometría, pulpa dental, envejecimiento, ecuación de regresión logística.

* Autor para la correspondencia. Calle 65, esquina Av. 19. Apartado postal 526. Maracaibo, Venezuela. Teléfono: 58 (0261) 3280322.

Histomorphometry of Aging-Related Changes in Human Dental Pulp Tissue, with Forensic Purposes

Abstract

Objective: The aging-related changes in the human dental pulp were analyzed histomorphometrically. **Material and methods:** seventeen permanent teeth were grouped into young and elderly. The pulp tissues were extracted. The thickness and cellular density in the odontoblastic, acellular and cellular layers were measured. In the central zone were analyzed the quantity and diameter of blood and lymphatic vessels, the density of the nerve fibers, fibroblasts, collagen fibers, besides calcifications. **Results:** significant differences were found, in means in young subjects respect elderly group in the thickness of odontoblastic, acellular and cellular layers, cellular density of the odontoblastic layer, number and size of blood and lymphatic vessels, besides the number of nerve fibers. Data showed a statistically significant higher average density of fibroblasts, collagen fiber density and calcifications of the central area in the elderly group compared with the group of young subjects. **Conclusion:** A logistic regression equation was obtained, useful for determining the age of an individual.

Key words: histomorphometry, dental pulp, aging, logistic regression equation.

Introducción

El proceso de identificación consiste en determinar una serie de signos únicos que posee cada individuo, que lo hacen diferente de otro. En algunas circunstancias, como en el caso de los desastres masivos, se produce un gran número de víctimas cuyos restos generalmente se encuentran muy deteriorados o en avanzado estado de descomposición, todo lo cual dificulta el establecimiento de su identidad. Al mismo tiempo, las autoridades administrativas, judiciales o policiales así como, razones de tipo moral y social, exigen una identificación a corto plazo¹⁻³. Ahora bien, dentro del protocolo médico-forense, la edad constituye uno de los elementos generales de identificación. En este sentido, las estructuras dentales se han empleado para la estimación de la edad, tanto en cadáveres como en individuos vivos⁴. Los métodos empleados en niños y

adolescentes, consideran el desarrollo y maduración del germen dental, así como la cronología de erupción del diente en la cavidad bucal^{5,6}. En el adulto, se estudian los cambios funcionales y patológicos que experimentan los tejidos dentales, producto del avance de la edad^{7,8}.

El envejecimiento es un proceso de deterioro progresivo, intrínseco y universal que, con el transcurso del tiempo ocurre en los seres vivos, a consecuencia de la interacción de la genética del individuo y el medio ambiente⁹. En los órganos y sistemas del cuerpo humano se observan signos de envejecimiento, pero no todos se manifiestan al mismo tiempo. Así, los cambios morfológicos y funcionales relacionados con la edad y que, tienen lugar en la cavidad bucal, forman parte del envejecimiento del organismo, conociéndose que un número importante de ancianos presenta enfermedades en los tejidos de sostén

del diente y en el aparato estomatognático en general¹⁰.

La pulpa dental es un tejido conectivo laxo especializado, ricamente innervado y vascularizado que se encuentra contenido dentro del espacio central del diente y rodeado por la dentina. Tiene funciones formativas, nutritivas, sensitivas y de protección. Dado que la pulpa dental se encuentra en íntimo contacto con la dentina, la primera responderá ante los estímulos lesivos que actúen sobre esta última, mediante la modificación anatómica y funcional de sus estructuras internas¹¹. Así mismo, los cambios producidos por el envejecimiento de los tejidos dentales se deben no solamente al paso del tiempo, sino también a la reacción ante mecanismos funcionales y patológicos, por lo cual son difíciles de diferenciar unos de otros^{11,12}.

Aunque se ha aceptado que ocurren cambios en el funcionalismo dental durante el tiempo que abarca desde la erupción del diente hasta la edad senil, aún existe controversia en relación a las causas y características de la aparición de estos fenómenos. Es limitada la obtención de información detallada que relacione la influencia del avance de la edad y los cambios histológicos que se producen en la pulpa dental. Investigaciones previas sugieren que algunos de los fenómenos pulpares que se han relacionado con el envejecimiento, pueden ser parcialmente originados por la disminución en el tamaño de la cámara pulpar, como resultado de la aposición de dentina secundaria y el incremento de la cantidad de cemento, trayendo como resultado el estrechamiento de la cámara pulpar, el canal radicular y el ápice dental¹¹⁻¹⁴. Dichos cambios incluyen la disminución en la cantidad de células pulpares, donde el espacio remanente es ocupado entonces, en su mayoría por fibras; las modificaciones estructurales en la matriz

extracelular del complejo pulpo-dental; la obliteración y disminución de la cantidad de vasos sanguíneos y linfáticos; así como, la disminución en la cantidad de fibras nerviosas, las cuales dejan detrás las cubiertas de tejido conectivo, integrándose al resto de la pulpa fibrosa remanente^{11,14,15}.

Además, el reemplazo de los elementos estructurales de la pulpa dental por componentes grasos, se ha relacionado como un cambio asociado con el paso del tiempo. En las pulpas envejecidas se han aislado monoglicéridos, diglicéridos, fosfolípidos, lipoproteínas, colesterol y ésteres de colesterol, los cuales son sustancias que se calcifican, generando la formación de dentículos pulpares. La degeneración hialina y cálcica muestra una tendencia a incrementarse con el avance de la edad, aunque esta relación no ha sido demostrada. Histológicamente, se presenta como masas rodeadas frecuentemente por áreas de fibrosis que forman un anillo o herradura, observándose en algunos casos de aspecto homogéneo y en otros, de aspecto reticulado^{11,14}.

Actualmente, destaca la necesidad de desarrollar métodos confiables para la estimación de la edad cronológica, debido no solo a razones relacionadas con eventos socio-políticos, sino también a circunstancias médico-legales como el incremento del número de cadáveres o restos humanos no identificados; y al aumento de los casos que requieren la inferencia de la edad en individuos vivos, sin pruebas válidas de la fecha de nacimiento^{16,17}. Por lo antes expuesto, el presente trabajo tuvo como propósito analizar histomorfométricamente, los cambios producto del envejecimiento en los elementos celulares, extracelulares, vasculares y nerviosos que conforman la pulpa dental humana, a fin de crear las bases para el desarrollo de metodologías que permitan la determinación de la edad.

Materiales y métodos

Muestra

Se obtuvieron 17 especímenes de tejido pulpar dental a partir de dientes permanentes, funcionales, monorradiculares (incisivos, caninos y premolares), libres de caries y restauraciones, extraídos por indicación ortodóncica o protésica de pacientes consultantes a las Clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad del Zulia en Maracaibo, previo consentimiento escrito siguiendo los parámetros de la Declaración de Helsinki¹⁸. Los dientes fueron distribuidos en dos grupos de edades: jóvenes (10-17 años, n=9) y ancianos (60 o más años de edad, n=8).

Obtención y procesamiento histológico del tejido pulpar

Para la extracción de los dientes se empleó anestésico local sin vasoconstrictor (Mepivacaina, Scandonest® 3%, Septodont, Saint-Maur des Fossés, France). Luego, fueron fracturados siguiendo el eje longitudinal, empleando para ello una prensa de banco especialmente adaptada, posicionando las caras vestibular y palatina o lingual, en contacto con las superficies planas de los bocados de la prensa, a fin de facilitar la formación de la línea de fractura. Después de fracturado el diente, quedando la pulpa adosada a una de las mitades del mismo, se procedió a colocarla en glutaraldehído (PELCO® 50%, Grado EM) al 4% en buffer Cacodilato de sodio, 0,1 M, a pH 7,4.

Posteriormente, las muestras pulpares se sometieron a deshidratación alcohólica empleando concentraciones crecientes de etanol (Merck®) y se infiltraron e incluyeron en parafina. Se obtuvieron secciones de aproximadamente 6 μm de espesor en un micrótomos rotatorio, las cuales se montaron en láminas portaobjeto y se tiñeron siguiendo la técnica de rutina de Hematoxilina (Petro Sistemas C.A.)

y Eosina (Merck®). Las láminas fueron observadas en un Fotomicroscopio DM 1000 con cámara digital DCF295 y Kit soft (Leica®), de las cuales se obtuvieron microfotografías con una magnificación que va desde 40X hasta 400X (Figura 1).

Análisis histomorfométrico al microscopio óptico

Se realizó el estudio histomorfométrico del tejido pulpar mediante la utilización de las herramientas de medición del software Leica Application Suite®, Versión 3.3.0 (Leica Microsystems, Suiza). Las mediciones fueron realizadas empleando una magnificación de 40X. Para la identificación de las células, se siguió la metodología empleada por Murray y col.¹³ según la cual, cada tipo celular fue categorizado y contado basándose en su morfología y posición, respecto a una zona específica de la pulpa y, solamente se incluyeron células que presentaron núcleos intactos y claramente distinguibles. Los odontoblastos se identificaron como células cilíndricas de citoplasma eosinófilico y núcleo basal, dispuestos en empalizada, conformando el estrato celular más externo e inmediatamente adyacente a la predentina. La capa celular se identificó como el estrato inmediatamente subyacente a la capa acelular y, está constituida principalmente por una zona rica en fibroblastos, con células teñidas intensamente, de diferentes tamaños. Los fibroblastos presentes en la zona central de la pulpa dental se definieron como células alargadas bipolares de bordes filosos, con o sin procesos adicionales.

Se determinó el espesor (μm) de la capa de células odontoblasticas (CO), el espesor (μm) de la capa acelular (CA), el espesor (μm) de la capa celular (CC), la densidad celular (células/ $1.000\mu\text{m}^2$) de la capa odontoblastica (DCO), la densidad celular (células/ $1.000\mu\text{m}^2$) de la capa celular (DCC), la canti-

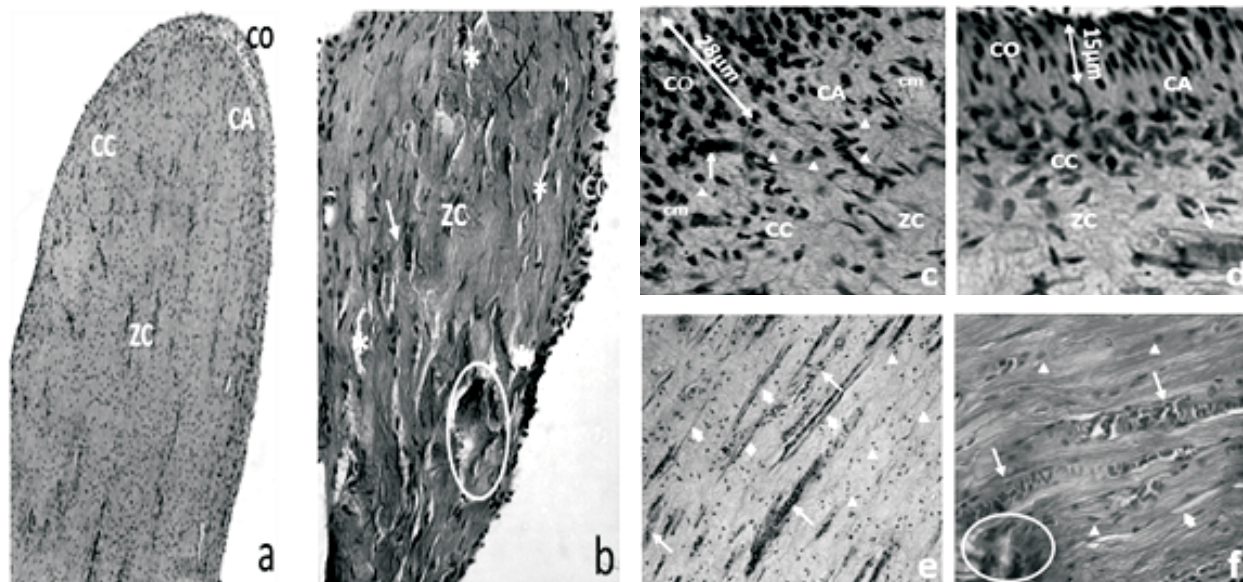


Figura 1. Tejido pulpar dental de individuos jóvenes y ancianos: a) Sección longitudinal de la porción coronal de la pulpa de un primer premolar superior de un individuo joven. Se observan las capas odontoblástica (CO), acelular (CA), celular (CC) y la zona central (ZC). (40X). b) Pulpa dental coronal de un canino inferior, de un sujeto anciano. Es notable el aspecto fibroso del tejido con áreas claras asociadas a la retracción del mismo (asterisco). Existe tendencia a la formación de áreas eosinofílicas indicativas de calcificación (óvalo). Vaso capilar sanguíneo (flecha) (60X). c) Microfotografía a mayor aumento de la pulpa de un segundo premolar superior de un paciente de 12 años de edad. Se distinguen tres capas en el tejido pulpar: la capa odontoblástica (CO) de buen espesor (flecha doble punta) aparece con las células dispuestas en forma de empalizada y la capa acelular (CA) con escaso contenido de células. Así mismo, en la capa celular (CC) destaca la presencia de células mesenquimatosas indiferenciadas (cm) y fibroblastos (punta de flecha). Es notable un vaso sanguíneo (flecha) de buen espesor subyacente a la capa odontoblástica. Zona central (ZC). (400X). d) Corte longitudinal de la pulpa dental de un canino superior de un individuo de 60 años de edad. Es notable el menor espesor de las capas celulares (CO, CA, CC) que conforman el tejido. Un vaso capilar sanguíneo (flecha) está presente en la zona central (ZC). (400X). e) Zona central de un premolar superior de un sujeto joven. Se observan células, en su mayoría fibroblastos (cabeza de flecha), numerosos vasos sanguíneos (flecha larga) y linfáticos de buen calibre (flecha corta), que cursan en toda la zona. Fibras nerviosas (rombo). (100X). f) Área de la zona central de la pulpa dental de un individuo de 66 años de edad. Se evidencia un estroma denso fibroso, con un importante número de fibroblastos (cabeza de flecha), en contraste a la menor cantidad de otros tipos celulares. Vasos sanguíneos (flecha larga) y linfáticos (flecha corta) de buen calibre. Calcificación (óvalo). (200X).

dad de vasos sanguíneos (por campo de alto poder "CAP" = 40X) en la zona central de la pulpa (VS), el calibre (μm) de los vasos sanguíneos de la zona central de la pulpa (CVS), la cantidad de vasos linfáticos de la zona central de la pulpa (\times CAP) (VL), el calibre (μm) de los vasos linfáticos de la zona central de la pulpa (CVL), la densidad de los fibroblastos de la

zona central de la pulpa (células/ $1.000\mu\text{m}^2$) (DF), densidad de las fibras de colágeno (fibras/ $1.000\mu\text{m}^2$) en la zona central de la pulpa (DC), la cantidad de fibras nerviosas (fibras/ $1.000\mu\text{m}^2$) en la zona central de la pulpa (\times CAP) (FN) y la cantidad de calcificaciones (\times CAP) en la zona central de la pulpa (C).

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las variables histomorfométricas estudiadas en la pulpa dental, según grupo de edad*.

Variable	Grupo de edad	n	Media	Desviación estándar	Error típico de la media
CO	Joven	24	29,738	5,346	1,091
	Anciano	21	11,659	5,402	1,178
CA	Joven	24	9,101	2,569	0,524
	Anciano	21	4,514	0,999	0,218
CC	Joven	24	16,740	4,995	1,019
	Anciano	21	7,720	3,065	0,668
DCO	Joven	24	42,611	11,151	2,276
	Anciano	21	29,456	7,290	1,590
DCC	Joven	24	27,487	6,003	1,225
	Anciano	21	24,237	7,711	1,682
DF	Joven	24	10,379	6,065	1,238
	Anciano	21	36,585	12,208	2,664
VS	Joven	24	5,425	2,144	0,437
	Anciano	21	1,952	0,820	0,179
CVS	Joven	24	20,242	4,731	0,965
	Anciano	21	5,867	2,136	0,466
VL	Joven	24	1,500	0,869	0,117
	Anciano	21	0,845	0,339	0,074
CVL	Joven	24	12,081	2,788	0,569
	Anciano	21	5,168	2,176	0,475
DC	Joven	24	19,293	6,262	1,278
	Anciano	21	88,314	26,435	5,768
FN	Joven	24	2,906	1,392	0,284
	Anciano	21	0,916	0,442	0,095
C	Joven	24	0,489	0,187	0,038
	Anciano	21	2,476	1,569	0,342

*N= 45

CO, Espesor de la capa odontoblástica (μm); **CA**, espesor de la capa acelular (μm); **CC**, espesor de la capa celular (μm); **DCO**, densidad celular de la capa odontoblástica (células/ $1.000\mu\text{m}^2$); **DCC**, densidad de la capa celular (células/ $1.000\mu\text{m}^2$); **DF**, densidad de fibroblastos en la zona central (células/ $1.000\mu\text{m}^2$); **VS**, cantidad de vasos sanguíneos en la zona central (x CAP); **CVS**, calibre de los vasos sanguíneos en la zona central (μm); **VL**, cantidad de vasos linfáticos en la zona central (x CAP); **CVL**, calibre de los vasos linfáticos en la zona central (μm); **DC**, densidad de las fibras de colágeno en la zona central (fibras/ $1.000\mu\text{m}^2$); **FN**, cantidad de fibras nerviosas en la zona central (x CAP); **C**, cantidad de calcificaciones (x CAP).

Tabla 2. Prueba "t" para diferencia de medias de las variables estudiadas en la pulpa dental de pacientes jóvenes y ancianos.

Variable	Significancia	Media de la diferencia
CO	0,000*	18,078
CA	0,000*	4,587
CC	0,000*	9,020
DCO	0,000*	13,154
DCC	0,120	3,249
DF	0,000*	-26,205
VS	0,000*	3,472
CVS	0,000*	14,375
VL	0,002*	0,654
CVL	0,000*	6,912
DC	0,000*	-69,021
FN	0,000*	1,986
C	0,000*	-1,986

*Nivel de significancia de $p < 0,01$

CO, Espesor de la capa odontoblástica (μm); **CA**, espesor de la capa acelular (μm); **CC**, espesor de la capa celular (μm); **DCO**, densidad celular de la capa odontoblástica ($\text{células}/1.000\mu\text{m}^2$); **DCC**, densidad de la capa celular ($\text{células}/1.000\mu\text{m}^2$); **DF**, densidad de fibroblastos en la zona central ($\text{células}/1.000\mu\text{m}^2$); **VS**, cantidad de vasos sanguíneos en la zona central (x CAP); **CVS**, calibre de los vasos sanguíneos en la zona central (μm); **VL**, cantidad de vasos linfáticos en la zona central (x CAP); **CVL**, calibre de los vasos linfáticos en la zona central (μm); **DC**, densidad de las fibras de colágeno en la zona central ($\text{fibras}/1000\mu\text{m}^2$); **FN**, cantidad de fibras nerviosas en la zona central (x CAP); **C**, cantidad de calcificaciones (x CAP).

Tabla 3. Prueba de regresión lineal logística de las variables histomorfométricas estudiadas, para la inferencia del grupo de edad entre las pulpas dentales extraídas de pacientes jóvenes con respecto a las obtenidas de pacientes de edad avanzada.

Predictores en el modelo	Beta	Significancia del modelo
Constante	16,188	0,000
CO	-0,134	
CC	-0,681	
DCO	0,172	
DF	0,700	
VS	0,958	
CVS	-0,947	
VL	0,262	
CVL	-0,323	
DC	0,058	
FN	-4,497	
C	0,188	

CO, Espesor de la capa odontoblástica (μm); **CC**, espesor de la capa celular (μm); **DCO**, densidad celular de la capa odontoblástica ($\text{células}/1.000\mu\text{m}^2$); **DF**, densidad de fibroblastos en la zona central ($\text{células}/1.000\mu\text{m}^2$); **VS**, cantidad de vasos sanguíneos en la zona central (x CAP); **CVS**, calibre de los vasos sanguíneos en la zona central (μm); **VL**, cantidad de vasos linfáticos en la zona central (x CAP); **CVL**, calibre de los vasos linfáticos en la zona central (μm); **DC**, densidad de las fibras de colágeno en la zona central ($\text{fibras}/1.000\mu\text{m}^2$); **FN**, cantidad de fibras nerviosas en la zona central (x CAP); **C**, cantidad de calcificaciones (x CAP).

Codificación de la variable dependiente

Valor original	Valor interno
Joven	0
Anciano	1

Análisis estadístico

Los datos fueron recolectados en una hoja de cálculo diseñada para tal fin, donde se registraron 3 observaciones para cada variable, las cuales fueron calibradas buscando las diferencias intra e interobservador, mediante un análisis de varianza. La tabulación de la información se realizó cuando no se encontraron diferencias estadísticamente significativas intra e interobservador. Luego, se analizaron con el programa estadístico SPSS® 11.0 para Windows, a través del cual se obtuvieron la media y la desviación estándar de cada una de las variables en estudio. Los datos se presentaron en tablas para estadísticos descriptivos y se realizaron pruebas de diferencia de medias, entre el grupo de estructuras que conforman la pulpa dental de los dientes extraídos de pacientes jóvenes, con respecto al tejido obtenido de los pacientes ancianos. Posteriormente, se diseñó una fórmula de regresión logística utilizando el grupo etario como variable dependiente y las variables histomorfométricas como independientes, empleándose solamente los valores que resultaron ser estadísticamente significativos al comparar el grupo de especímenes de pulpas dentales extraídas de pacientes jóvenes, con respecto a las de pacientes ancianos. El nivel de significancia asumido fue de $p \leq 0,05$.

Resultados

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,01$), al comparar las pulpas dentales de dientes provenientes de personas jóvenes (Figuras 1a, 1c y 1e) con respecto a las obtenidas a partir de dientes de pacientes ancianos (Figuras 1b, 1d y 1f), en cuanto al espesor (μm) de las capas odontoblástica, la capa acelular, celular y la densidad de la capa odontoblástica ($\text{células}/1.000\mu\text{m}^2$), observándose un promedio mayor en las pulpas dentales de personas jóvenes (Figura 1c). No

se encontró diferencia en cuanto a la densidad celular de la capa celular. En la Tabla 1 se observan las media, desviación estándar y error típico de la muestra por variable estudiada según el grupo de edad. La Tabla 2 presenta la prueba "t" realizada para la determinación de diferencias de medias entre las variables histomorfométricas de las pulpas dentales extraídas de los dientes provenientes de pacientes jóvenes, con respecto a los de pacientes ancianos.

En la zona central de la pulpa dental, la cantidad ($\times \text{CAP}$) y el calibre (μm) de vasos sanguíneos y linfáticos, así como la cantidad de fibras nerviosas ($\times \text{CAP}$) resultaron ser estadísticamente mayores ($p < 0,01$), en el tejido pulpar obtenido de dientes de personas jóvenes (Figura 1e) con respecto al de personas ancianas (Figuras 1f). Por otro lado, se evidenció un predominio en el promedio de la densidad de fibroblastos ($\text{células}/1.000\mu\text{m}^2$), densidad de fibras de colágeno ($\text{fibras}/1.000\mu\text{m}^2$) y de calcificaciones ($\times \text{CAP}$) en la zona central de la pulpa dental en las muestras obtenidas del tejido pulpar de personas ancianas (Figura 1f), al compararlas con las extraídas de personas más jóvenes (Figura 1e) ($p < 0,01$). La Tabla 3 muestra la ecuación de regresión logística construida para inferir el grupo de edad, empleando las variables histomorfométricas que resultaron ser estadísticamente significativas en esta investigación ($< 0,01$).

Discusión

El tejido pulpar experimenta variaciones estructurales y funcionales en relación con la edad, al igual que otros tejidos del organismo. Estos cambios no solo ocasionan modificaciones en la morfología pulpar, sino también una disminución en su capacidad de respuesta biológica. El avance de la edad en las estructuras dentales ha sido comúnmente evaluado a

través de métodos cualitativos, especialmente los que estudian la reducción de algunas poblaciones celulares de la pulpa dental, la disminución de la cavidad pulpar o la formación de calcificaciones¹³. Por lo general, dichos métodos cualitativos se han enfocado en observaciones descriptivas que llevan implícito un grado de subjetividad y, han sido dirigidos fundamentalmente hacia la perspectiva biológica y/o clínica^{11,12,14,19}.

En el presente estudio, se aplicó un método cuantitativo para evaluar los efectos del avance de la edad en las estructuras que conforman la pulpa dental humana llevando a cabo un análisis histomorfométrico, el cual es una herramienta objetiva desde el punto de vista estadístico. En nuestros resultados se evidenció una disminución significativa en las poblaciones celulares del tejido pulpar, al comparar el obtenido de dientes de pacientes jóvenes con respecto al de personas ancianas y se expresaron como la reducción en promedio del espesor (μm) y la densidad de la capa odontoblástica y la capa celular. Estos resultados se corresponden con otros análisis previamente reportados, en los cuales se ha descrito una disminución proporcional de la densidad de los odontoblastos y de las células subodontoblásticas¹⁹⁻²¹.

Nuestros datos concuerdan con los encontrados por Ketterl¹⁹ quien describió que el número total de células del tejido pulpar humano, disminuye en un 50% aproximadamente, entre los 20 y los 70 años de edad, además de afirmar que el número de células por unidad de área se reduce del 100% en los dientes que no han erupcionado, a un 33% en los dientes de individuos ancianos. Por su parte, Murray y col.²¹ encontraron que la densidad de los odontoblastos disminuye entre 15,6 y 40,6%, al comparar muestras de pulpa dental obtenidas de pacientes de 51 a 60 años de edad con las provenientes de personas más jóvenes

de 10 a 30 años de edad; así mismo describieron una disminución en la cantidad de células sub-odontoblásticas que va desde 32,1 al 57,4% en el grupo de pulpas dentales obtenidas de dientes de personas jóvenes (10-30 años) con respecto a las del grupo de dientes provenientes de personas de 51 a 59 años de edad. Se ha postulado que la reducción progresiva del volumen celular y del número de organelos intracitoplasmáticos de las células pulpares, se corresponde con una disminución en su capacidad de síntesis y secreción de sustancias, así como, que el aumento en número y tamaño de los lisosomas y fagosomas, son los responsables de la degeneración y la autodigestión enzimática de las células pulpares, con el paso del tiempo²².

En los resultados obtenidos en la presente investigación, se evidenció a nivel de la zona central de la pulpa dental, que la cantidad (elementos \times CAP) y el calibre (μm) de los vasos sanguíneos y linfáticos, así como la cantidad de fibras nerviosas (elementos \times CAP) resultaron ser estadísticamente mayores en promedio ($p < 0,01$) en las pulpas dentales extraídas de piezas dentales provenientes de personas jóvenes, con respecto a las observadas en dientes de personas ancianas. Se ha demostrado que el envejecimiento afecta el sistema vascular causando cambios en su estructura y función. En la pulpa dental humana, se producen variaciones histológicas relacionadas con la edad como presencia de arterioesclerosis, calcificaciones intramurales y disminución en el número de vasos sanguíneos y, estos cambios podrían estar asociados con la alteración en la hemodinámica pulpar¹⁵. Asimismo, se han descrito cambios ultraestructurales relacionados con la edad en los capilares sanguíneos de la pulpa dental humana²³. Con anterioridad entre 1967 y 1975, Bernick²⁴⁻²⁶ reportó la disminución de la cantidad y funcionalismo de los vasos sanguíneos y las fibras

nerviosas en pulpas dentales envejecidas, desde el punto de vista cuantitativo; señalando además que, se produce una disminución gradual de la irrigación y de la inervación como resultado de la reducción del volumen del órgano pulpar y por lo tanto, se produce obliteración en los vasos sanguíneos.

Además, los resultados de este trabajo revelan un mayor promedio numérico en la densidad de los fibroblastos (células/1.000 μm^2), en la densidad de las fibras de colágeno (fibras/1.000 μm^2) y de calcificaciones (\times CAP) en la zona central de las pulpas dentales obtenidas de dientes extraídos de personas ancianas, con respecto a las observadas en el tejido pulpar de personas más jóvenes. Algunas investigaciones cualitativas han reportado que el hecho de que el número de fibroblastos disminuye a la vez que la cantidad de fibrosis aumenta constituye un enigma. Este proceso podría explicarse mediante la polimerización de los paquetes fibrosos y la agregación de unidades pequeñas de colágeno ya existentes, además de la reducción de las dimensiones de la pulpa^{11,12}. Es posible que los fibroblastos remanentes incrementen su actividad y produzcan más colágeno, modificando de esta manera la densidad de la matriz extracelular con el paso del tiempo, sin embargo, en las pulpas

que muestran fibrosis, no existen signos microscópicos que evidencien una actividad metabólica incrementada de los fibroblastos¹¹⁻¹³. Por su parte, en la mayoría de los casos, la calcificación distrófica, la cual es un cambio producto del envejecimiento que se observa en todos los tejidos orgánicos, es encontrada en diferentes estadios de evolución, en las pulpas dentales de personas ancianas²⁷.

Conclusiones

Es posible la aplicación de métodos histomorfométricos en el tejido de la pulpa dental humana, que permiten evaluar los cambios por envejecimiento, disminuyendo la subjetividad inherente a la aplicación de métodos cualitativos. En este trabajo se construyó una ecuación de regresión logística para la inferencia del grupo de edad (joven o anciano), empleando las variables histológicas que resultaron ser estadísticamente significativas ($p < 0,01$). Es recomendable en futuras investigaciones, construir un modelo estadístico que utilice la edad como una variable dependiente numérica continua, que permita inferir este elemento general de identificación con fines forenses.

Referencias

1. Moya V, Roldán B, Sánchez J. La prueba pericial en odontología. Identificación. *Odontología Legal y Forense*. Barcelona, España: Editorial Masson S.A.; 1994. 239-54.
2. Ferreira J, Ortega A, Espina A, Leendertz R, Barrios F. Reconocimiento visual de cadáveres calcinados posterior a la aplicación de dos técnicas de autopsia bucal. *Acta Odontológica Venezolana*. 1998; 36(2):49-61.
3. Shekar C. Role of dentist in person identification. *Indian Dent Res*. 2009; 20(3):356-60.
4. Martín de las Heras S. Estimación de la edad a través del estudio dentario. *Ciencia Forense*. 2005; 7: 69-90.
5. Prieto J. El estudio dental aplicado a la estimación de la minoría de edad. *Jornadas sobre determinación forense de la edad en menores indocumentados*. San Sebastian. Marzo 2004. 25 pp.

6. Olze A, Reisinger W, Geserick G, Schmeling A. Age estimation of unaccompanied minors. Part II. Dental Aspects. *Forensic Sci Int.* 2006; 159(1):S65-S67.
7. Stavrianos Ch, Mastagas D, Stavrianou I, Karaiskou O. Dental age estimation of adults: A review of methods and principals. *Res J Med Sci.* 2008; 2(5):258-68.
8. Willems G. A review of the most commonly used dental age estimation techniques. *J Forensic Odonto-Stomatol.* 2001; 19(1):9-17.
9. Gutiérrez L M. Concepción holística del envejecimiento. En: Anzola PE, Galinsky O, Morales MF, Salas A, Sánchez AM. AM. editores. *La atención de los ancianos. Un desafío para los años noventa.* OPS/OMS, 1994; 546:34-41.
10. González SB, López L, González H. Prevalencia de patología bucal y de estructuras relacionadas en pacientes geriátricos de la región J del Estado de México. *Rev ADM.* 1995; 11(3):130-32.
11. Morse D. Age-related changes of the dental pulp complex and their relationship to systemic aging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1991; 72(6):721-44.
12. Quigley M. Functional and geriatric changes of the human pulp. *Oral Surg* 1971; 32(5):795-806.
13. Murray P, Matthews J, Sloan A, Smith A. Analysis of incisor pulp cell populations in Wistar rats of different ages. *Arch Oral Biol.* 2002; 47:709-15.
14. Morse D, Espósito J, Schoor R, Williams F, Furst L. A review of aging of dental components and a retrospective radiographic study of aging of the dental pulp and dentin in normal teeth. *Quintessence Int.* 1991; 22(9): 711-19.
15. Komatsu I, Ikawa K, Mayanagi H, Shimauchi H. Age-related changes in the human pulp blood flow measured by laser Doppler flowmetry. *Dent Traumatol.* 2003; 19:36-40.
16. Ritz-Timme S, Cattaneo C, Collins M.J, Waite E.R, Schutz H.W, Kaatsch H.J, Borrman H. Age estimation: The state of the art in relation to the specific demands of forensic practice. *Int J Legal Med.* 2000; 113:129-36.
17. Schmeling A, Geserick G, Reisinger W, Olze A. Age estimation. *Forensic Sci Int.* 2007; 165(2-3): 178-81.
18. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Disponible en: <http://www.wma.net/s/policy/pdf/17c.pdf>. Consultada (27 de Enero de 2011).
19. Ketterl W. Age induced changes in the teeth and their attachment apparatus. *Int Dent J.* 1983; 33(3):262-71.
20. Warfvinge J. Morphometric analisis of teeth with inflamed pulp. *J Dent Res.* 1987; 66:78-83.
21. Murray P, Stanley H, Matthews J, Sloan A, Smith A. Age-related odontometric changes of human teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002; 93:474-82.
22. Goldberg M. Cells and Extracellular matrices of dentin and pulp: A biological basis for repair and tissue engineering. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2004; 15(1):13-27.
23. Espina A.I; Castellanos A.V; Ferreira J.L. Age-related changes in blood capillary endothelium of human dental pulp: an ultrastructural study. *Int Endodont J.* 2003; 36:395-403.
24. Bernick S. Age changes in the blood supply to human teeth. *J Dent Res.* 1967; 46(3):544-50.
25. Bernick S. Effect of aging on the nerve supply to human teeth. *J Dent Res.* 1967; 46(4):694-99.
26. Bernick S. Effects of aging on the human pulp. *J Endodontic.* 1975; 1(3):88-94.
27. Goga R, Chandler P, Oginini A. Pulp Stones: a review. *Int Endodontic J* 2008; 41:457-68.