

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI  
FACULTAD DE ESTOMATOLOGIA

ESTRUCTURAS NORMALES DEL PERIODONTO

TRABAJO RECEPCIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE CIRUJANO DENTISTA,  
PRESENTA:

JOSE RICARDO RAMIREZ PALOMO

SAN LUIS POTOSI, S.L.P., NOVIEMBRE DE 1992

ACEPTACION:

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Elda Guadalupe Mercado Martinez', written over the printed name below.

DRA. ELDA GUADALUPE MERCADO MARTINEZ  
ASESORA

## INDICE

	Página
DEDICATORIAS. . . . .	1
PROLOGO . . . . .	2
INTRODUCCION. . . . .	3
I.- HISTOLOGIA BUCAL. . . . .	4
1.- EPITELIO. . . . .	4
Clasificación de los Epitelios. . . . .	6
Epitelios de Revestimiento o Membranas -- Epiteliales . . . . .	6
Epitelio Escamoso Simple. . . . .	6
Epitelio Cuboideo Simple. . . . .	7
Epitelio Cilíndrico Simple y diversas ma- neras en que se modifica su estructura- para funciones especiales . . . . .	7
Epitelio Cilíndrico Simple no modificado. . . . .	7
Membranas Epiteliales Estratificadas. . . . .	8
Epitelio Plano Estratificado no Queratiniz- ado. . . . .	8
Epitelio Queratinizado Plano Estratifica- do. . . . .	9
Epitelios Glandulares . . . . .	10
Epitelio Bucal. . . . .	11
2.- CONECTIVO . . . . .	13
Variedades de Tejido Conectivo. . . . .	13
Tejido Conectivo. . . . .	14
Tejido Conectivo propiamente dicho. . . . .	14
Tejido Conectivo Laxo . . . . .	14

## INDICE

	Página
Tejido Conectivo Denso. . . . .	16
Tejido Elástico . . . . .	17
Tejido Reticular. . . . .	17
Tejido Mucoso . . . . .	18
3.- HUESO . . . . .	18
Células . . . . .	19
Matriz. . . . .	20
Periostio y Endostio. . . . .	21
Variedades. . . . .	21
4.- EMBRIOLOGIA DE LOS TEJIDOS DE SOPORTE .	22
Hueso . . . . .	23
Cemento . . . . .	23
Ligamento Periodontal . . . . .	25
II.- COLAGENO. . . . .	27
1.- ¿QUE ES?. . . . .	27
2.- ¿QUIEN LO FORMA?. . . . .	27
3.- QUIMICA . . . . .	28
4.- FORMACION DE COLAGENA A NIVEL CELULAR .	28
III.- ENCIA . . . . .	34
1.- MACROSCOPICA. . . . .	34
2.- MICROSCOPICA. . . . .	37
IV.- EPITELIO DENTOGINGIVAL. . . . .	44
Medición de la Conductividad del Fluido del	
Surco Gingival en Vivo. . . . .	47
- Materiales y Métodos. . . . .	48
- Resultados. . . . .	51

## INDICE

	Página
- Discusión . . . . .	52
- Tejido Conectivo. . . . .	56
- Células . . . . .	56
- Fibras. . . . .	58
- Matriz. . . . .	60
Orientación de los Fibroblastos Gingivales- en Espacios Periodontales simulados In <u>Vi</u> tro conteniendo Gel Colágeno. . . . .	62
- Materiales y Métodos. . . . .	64
- Resultados. . . . .	67
- Discusión . . . . .	69
V.- LIGAMENTO PERIODONTAL . . . . .	74
Matrices Extracelulares y Factores de Creci- miento Polipéptido como mediadores de las Funciones de las Células del Periodonto . . . . .	77
- Revisión. . . . .	77
VI.- CEMENTO RADICULAR. . . . .	97
Análisis Estructural y Morfométrico de Cemen- toblastos y Fibroblastos Periodontales de- Humanos. . . . .	100
- Materiales y Métodos . . . . .	102
- Resultados . . . . .	105
- Discusión. . . . .	110
Microfilamentos en Cementoblastos y Fibro- blastos Periodontales de Humanos . . . . .	114
- Materiales y Métodos . . . . .	115

## INDICE

	Página
- Resultados . . . . .	116
- Discusión . . . . .	118
VII.- HUESO ALVEOLAR . . . . .	121
VIII.- IRRIGACION DEL PERIODONTO. . . . .	126
Sistema Linfático del Periodonto . . . . .	127
IX.- INERVACION DEL PERIODONTO. . . . .	129
Relación entre el Ancho de la Encía Quera-	
tinizada y Salud Gingival. . . . .	131
- Materiales y Métodos . . . . .	131
- Resultados . . . . .	132
- Discusión. . . . .	133
Importancia del Ancho de la Encía Querati-	
nizada sobre el Estado Periodontal de --	
dientes con Restauraciones Submargina---	
les. . . . .	136
- Materiales y Métodos . . . . .	137
- Resultados . . . . .	141
- Discusión. . . . .	142
BENEFICIOS OBTENIDOS DEL TRABAJO . . . . .	146
APLICACION PRACTICA (CLINICA). . . . .	147
BIBLIOGRAFIA . . . . .	148

## DEDICATORIAS

A MIS PADRES Y HERMANOS, QUIENES  
CON AHINCO ME SUPIERON GUIAR Y AYUDAR  
EN EL TRANSCURSO DE LA REALIZACION DE  
MI ANHELO.

A MIS MAESTROS, CON CARIÑO Y  
RESPETO, QUE HAN FORMADO EN MI, -  
UN ELEMENTO SERVICIAL AL PUEBLO -  
DE MEXICO.

A LA DRA. ELDA GUADALUPE MERCADO  
MARTINEZ, QUE MEDIANTE SU GENEROSA --  
AYUDA Y ASESORIA, PUDE ELABORAR EL --  
PRESENTE TRABAJO.

## PROLOGO

El presente informe recepcional es de gran importancia - porque habiendo aprobado todas las materias, es imprescindible para obtener el título de Cirujano Dentista.

## INTRODUCCION

Siendo el periodonto el sostén del diente, el fracaso de este sostén, es decir, las parodontopatías, constituye el --- trastorno funcional del diente.

Estas parodontopatías no pueden ser entendidas y comprendidas, mientras no se tenga una idea exacta de lo que son las estructuras normales del periodonto.

Así pues, el periodonto es el tejido de protección y apoyo del diente; se compone de encía, ligamento periodontal, cemento y hueso alveolar. El cemento se considera como una parte del periodonto, porque junto al hueso, sirve de apoyo a -- las fibras del ligamento periodontal.

## I.- HISTOLOGIA BUCAL.

### 1.- EPITELIO

La palabra epitelio es un término morfológico, es decir, su definición se basa en la forma o construcción o estructura particular del tejido, y no en su origen a partir de una capa germinal particular. De hecho, el origen del epitelio en los diferentes sitios del cuerpo se puede seguir hasta ectodermo, endodermo y mesodermo. La mayor parte, sin embargo, se deriva de ectodermo y endodermo.

Por su derivación, el término de epitelio (epi, sobre y thele, pezón) se refiere a algo que cubre pezones, (con este otro término se designaron los pezones pequeños de tejido conectivo que contenían capilares y que estaban en los labios).

Las células epiteliales derivan de las tres hojas germinativas. La mayor parte de las células epiteliales que recubren la piel y algunas cavidades naturales (boca, ano y fosas nasales) son de origen ectodérmico. El epitelio que reviste casi todo el tubo digestivo y el árbol respiratorio deriva del endodermo.

Todas las membranas epiteliales de cubierta y revestimiento están compuestas de células que se conservan juntas por uniones celulares. Las membranas epiteliales están sostenidas por el tejido conectivo, cuyos capilares son los directamente responsables de nutrir a las células epiteliales de la membrana.

Algunas o todas las células epiteliales de algunas membranas elaboran una secreción hacia la superficie que cubren.

Sin embargo, en muchos sitios del cuerpo es demasiado grande la necesidad de secreción para que sea satisfecha por el número limitado de células secretorias que se pueden acomodar en una membrana de cubierta o de recubrimiento. Para proporcionar la secreción extra, las células de la membrana epitelial en estos sitios del cuerpo, crecen durante el desarrollo del embrión hacia el tejido conectivo subyacente en desarrollo, para formar estructuras que se denominan glándulas (glans, bellota), porque algunas de las primeras que se estudiaron tenían forma de bellota. Las glándulas del aparato digestivo, como el páncreas y el hígado están formadas por epitelio de origen endodérmico. La mayoría de los epitelios restantes tienen origen mesodérmico, como en el riñón.

Si la membrana epitelial consiste sólo en una capa única de células, se dice que es un epitelio simple. Sin embargo, si hay dos o más capas de células, se dice que es un epitelio estratificado. Si algunas de las células de una membrana llegan desde el fondo de la membrana a sólo una parte del camino hasta la superficie exterior, se dice que ésta es pseudoestratificada.

Las membranas epiteliales no contienen capilares. Reciben oxígeno y nutrición de los capilares que están cerca de las mismas en el tejido conectivo sobre el que descansan.

A menudo hay una capa de material especial no viviente entre una membrana epitelial y el tejido conectivo sobre el que se encuentra. Se denomina membrana o lámina basal. Esta estructura, de un espesor medio de 400 Å, está formada principalmente por una asociación de la proteína colágeno con gluco

proteínas.

La superficie externa de toda membrana epitelial del --- cuerpo debe conservarse húmeda para que sigan vivas las células de la membrana. El epitelio de la piel, sin embargo, tiene que existir en un mundo seco, y esto requiere que posea alguna característica especial que permita a sus células más -- profundas conservarse saludables, aunque la superficie externa de la membrana esté expuesta al aire seco.

#### CLASIFICACION DE LOS EPITELIOS

Es común clasificar los epitelios de acuerdo con su estructura y función en dos grandes grupos: los de revestimiento o membranas epiteliales y los glandulares. Este criterio encierra cierto grado de arbitrariedad, ya que existen epitelios de revestimiento donde todas las células secretan moco -- (por ejemplo, el epitelio de revestimiento del estómago) o -- también donde sólo algunas células son glandulares.

#### EPITELIOS DE REVESTIMIENTO O MEMBRANAS EPITELIALES

Los epitelios de revestimiento, se clasifican no solamente en simples, estratificados o seudoestratificados, sino también los tipos de células que contienen.

#### EPITELIO ESCAMOSO SIMPLE

Una membrana epitelial compuesta de una capa única de células muy delgadas, se denomina epitelio escamoso simple (escamoso significa con escamas).

## EPITELIO CUBOIDEO SIMPLE

Las células del epitelio cuboideo simple no son en realidad cubos. Como tantas otras cosas del cuerpo, el epitelio cuboide recibe este nombre por el aspecto que tiene en el corte.

El epitelio cuboideo simple no se encuentra en muchos sitios del cuerpo.

## EPITELIO CILINDRICO SIMPLE Y DIVERSAS MANERAS EN QUE SE MODIFICA SU ESTRUCTURA PARA FUNCIONES ESPECIALES

Existen varios tipos de epitelio cilíndrico simple. La estructura básica simple es semejante en que las células son más largas que anchas, y están unidas lado a lado por medio de uniones celulares de tipos ocluyentes y adherentes.

## EPITELIO CILINDRICO SIMPLE NO MODIFICADO

Los ejemplos de este tipo de epitelio no son numerosos y se encuentran sólo en los sitios en que la función principal del epitelio es proporcionar protección a ciertas superficies húmedas y no intervenir de manera importante en las actividades secretorias o de absorción.

El epitelio cilíndrico más simple, sin embargo, se modifica para ejecutar además de una función de protección, funciones especializadas, ya sean secretorias o de absorción.

## MEMBRANAS EPITELIALES ESTRATIFICADAS

Las membranas epiteliales estratificadas -de dos o más - células de espesor- pueden resistir mucho mejor al frotamiento y al uso que las membranas simples, pero por ser estratificadas no pueden servir eficazmente como órganos de absorción; además, la estructura estratificada las hace mal adaptadas a funciones secretorias; por lo tanto, la secreción observada a su nivel proviene de glándulas situadas por debajo de la membrana epitelial que se abren por conductos que la atraviesan.

### EPITELIO PLANO ESTRATIFICADO NO QUERATINIZADO

Es el que se halla en las superficies húmedas sujetas a desgaste considerable y sin funciones de absorción. El líquido necesario para mantener dicha superficie húmeda suele estar proporcionado por glándulas situadas en la propia membrana o debajo de ella. El interior de la boca y el esófago están revestidos de este tipo de epitelio, humedecido por la saliva, que los protege de los alimentos vastos.

El epitelio plano estratificado no queratinizado, según indica su nombre, está compuesto de capas sucesivas de células planas.

Las células más profundas (la capa inferior que colinda con la membrana basal) son cilíndricas. Inmediatamente encima se hallan las poliédricas (de varias caras); es únicamente al acercarnos a la superficie que las células adquieren forma -- plana para constituir verdaderos estratos. Así pues, sólo son realmente planas las células más superficiales de este epite-

lio.

El epitelio de transición se parece mucho al epitelio -- plano estratificado no queratinizado, pero sus células más su perfciales tienden a la forma redondeada más que plana. Este tipo de membrana se puede estirar sin que se separen las célu las superficiales entre sí; simplemente se convierten en célu las más anchas y delgadas. De aquí que el epitelio de transi- ción esté bien adaptado para recubrir tubos y estructuras hue- cas sujetas a la expansión desde dentro, como vejiga urina--- ria.

#### EPITELIO QUERATINIZADO PLANO ESTRATIFICADO

El epitelio queratinizado plano estratificado se parece al epitelio plano estratificado no queratinizado, pero difiere por cuanto a que las células más superficiales de la mem-- brana sufren una metamorfosis que las transforma en una capa gruesa e inerte de queratina firmemente adherida a las célu-- las vivas subyacentes de la membrana epitelial. La capa exter na de la piel brinda un buen ejemplo de epitelio plano estra- tificado queratinizado. En la piel la queratina desempeña va- rios papeles. Es relativamente impermeable al agua; por lo -- tanto, evita que se evapore líquido de las células vivas si-- tuadas por debajo; también impide que el cuerpo se embeba de agua al tomar un baño. Como es resistente y elástica, protege las células epiteliales vivas subyacentes de las lesiones por desgaste al cual se halla constantemente expuesta la piel. Es relativamente impermeable a las bacterias; por lo tanto, cons tituye una primera línea de defensa contra la infección. A ni

vel de las plantas de los pies y de las palmas de las manos - el epitelio plano estratificado de la piel se hace más grueso, en particular la queratina más espesa; esto permite resistir mejor el desgaste al cual se hallan tan expuestas estas superficies.

### EPITELIOS GLANDULARES

Estos epitelios están constituidos por células que presentan como actividad característica la producción de secreciones líquidas, de composición diferente de la del plasma sanguíneo o del líquido de los tejidos. Generalmente los procesos de secreción se acompañan de la síntesis intracelular de macromoléculas. Estos productos elaborados por las células glandulares se acumulan casi siempre dentro del citoplasma, bajo la forma de pequeñas partículas: los gránulos de secreción.

La naturaleza de estas macromoléculas es variable. Así hay células que secretan proteínas (páncreas), lípidos (suprarrenal y glándulas sebáceas) o un complejo de hidratos de carbono y proteínas (glándulas salivales). En ciertas glándulas se observan células con actividades de síntesis, asociadas a otras células especializadas en transporte de iones. Es el caso de las glándulas salivales mayores, cuyas secreciones producidas por la actividad de síntesis de las células acinosas sufren modificaciones en su composición iónica, cuando entran en contacto con las células de los conductos estriados en su trayecto a la cavidad bucal. Sin embargo, de modo general las células glandulares se caracterizan por elaborar y eliminar -

hacia el medio interno o externo productos que no serán utilizados por ellas, sino que tendrán importancia funcional para otros sectores del organismo.

#### EPITELIO BUCAL

Ya se mencionó que las células epiteliales forman la capa que cubre al cuerpo (piel) o la superficie interna que reviste las vías digestivas y respiratorias.

Se encuentran dos variedades de epitelio escamoso estratificado en el área de la cavidad bucal. La primera compone superficies secas como piel y borde rojo de los labios y es siempre epitelio córneo (queratinizado). La segunda cubre superficies húmedas como lado bucal de mejilla, parte inferior de lengua, piso de la boca y paladar blando y normalmente no es córnea (no está queratinizada). En la cavidad bucal se encuentra epitelio parcialmente queratinizado sobre la superficie de estructuras que están sujetas a fricción. Las fuerzas de fricción se crean al morder, masticar y mover el alimento dentro de la boca. El epitelio queratinizado se conoce, adecuadamente, como epitelio masticatorio y se encuentra en encía, paladar duro y lengua.

Las células basales crecen a veces en dirección inferior hacia el tejido conectivo y forman prolongaciones con aspecto de dedos llamadas clavos dérmicos. Estas prolongaciones están separadas por masas cónicas de tejido conectivo laxo llamadas papilas.

El epitelio escamoso estratificado consta de las siguientes 4 capas:

- Capa basal.- Que consta de células cuboideas o columnares.
- Capa espinosa.- Compuesta de células poligonales.
- Capa granulosa.- Con células que contienen gránulos querato  
hialinos basófilos y a veces, con núcleos-  
hipercromáticos.
- Capa córnea (superficial).- Que puede estar queratinizada o  
paraqueratinizada.

Los núcleos de las células basales están localizados al centro de la célula o hacia la lámina basal. En la capa espinosa, los tonofilamentos aumentan de número, pero la frecuencia relativa de todos los demás organelos disminuye. Cerca de las capas superficiales aparecen ciertos gránulos llamados -- gránulos queratohialinos. Estos forman un complejo de queratina con los tonofilamentos. Las diferencias entre epitelio no queratinizado y queratinizado se hacen notables en las capas superficiales, donde los procesos de cornificación se están realizando o se han completado.

En células altamente queratinizadas, la mayor parte de la célula está ocupada por el complejo queratínico y los organelos y los núcleos desaparecen.

Las funciones del epitelio son muchas y variadas. Un tipo de epitelio puede tener varias funciones diferentes. Entre las más importantes para el estudiante de histología bucal, están las de protección, secreción, lubricación y recepción de estímulos sensoriales. Otras funciones, como por ejemplo absorción, excreción y reproducción no son especialmente pertinentes en lo que respecta a estructuras bucales.

## 2.- CONECTIVO

El tejido conectivo, también llamado conjuntivo, recibió este nombre porque conecta y por lo tanto, une otros tejidos manteniéndolos juntos. Los otros tejidos están casi totalmente formados por células que, claro está, son blandas. El tejido conectivo es necesario para mantener estos tejidos en su lugar y dar la forma corporal, cosa que puede efectuar porque está constituido no sólo por células, sino también por substancias intercelulares inertes, algunas muy resistentes.

El tejido conectivo se deriva del mesodermo. De este modo el tejido conectivo está en posición ideal para nutrir y sostener las membranas epiteliales y las glándulas que se desarrollan a partir del ectodermo y endodermo. Como podría esperarse en el desarrollo de cualquier estructura glandular -- epitelial, las células epiteliales y el tejido conectivo mesodérmico se desarrollan en relación íntima entre sí. Como las células epiteliales efectúan el trabajo especial de la glándula, y como el tejido conectivo sostiene y nutre a la parte -- epitelial de la glándula, la parte epitelial de la estructura compuesta se denomina parénquima (que significa algo que se vierte al lado) de la glándula (u órgano), en tanto que el tejido conectivo que sostiene y nutre al parénquima se llama estroma (algo que se encuentra fuera por estar situado o colocado en) de la glándula (u órgano).

### VARIEDADES DE TEJIDO CONECTIVO

Hay diversas variedades de tejido conectivo formadas por los constituyentes básicos (fibras, células y substancia fun-

damental amorfa). Los nombres dados a los diferentes tipos reflejan el componente predominante o la organización estructural del tejido. La clasificación presentada a continuación es una de las más aceptables, aún cuando no permite encuadrar todas las variedades de conectivos.

### TEJIDO CONECTIVO

Tejido conectivo propiamente dicho:

- Laxo
- Denso

Tejido conectivo de propiedades especiales

- Elástico
- Reticular
- Hemocitopoyético (linfoide y mieloide)

Tejido cartilaginoso

Tejido óseo

### TEJIDO CONECTIVO PROPIAMENTE DICHO

El tejido conectivo propiamente dicho, es aquel en el que no hay predominio acentuado de ninguno de los elementos constituyentes, o si los hay, es de fibras colágenas.

En el primer caso, se dice que el tejido es laxo y en el segundo, a causa del contenido de fibras colágenas, el tejido se llama denso.

### TEJIDO CONECTIVO LAXO

El tejido conectivo laxo se llama así porque es blando,-

plegable y algo elástico. Estas son cualidades que le proporcionan sus sustancias intercelulares. El tejido conectivo laxo, con sus capilares, está ampliamente distribuido por todo el cuerpo, sobre todo en capas para proporcionar el lecho sobre el cual descansan las células de las membranas epiteliales y en el cual están las glándulas.

El tejido conectivo laxo se encuentra en la piel, en las mucosas (membranas que revisten los órganos huecos y las cavidades del organismo) y en las glándulas.

El tejido conectivo laxo nace de un tipo primitivo de tejido conectivo que se desarrolla en el embrión y que ha recibido el nombre de mesénquima (mesos, medio; enchyma, infusión) porque se creía que todo nacía del mesodermo. Gran parte de él así lo hace, pero otra parte, sobre todo a nivel de la cabeza, se desarrolla desde el ectodermo. Cuando el embrión se va desarrollando, en lugares donde aparecerá tejido conectivo laxo, las células mesenquimatosas se diferencian en diversos tipos celulares. Algunas de estas células, llamadas fibroblastos, producen las sustancias intercelulares.

Hay dos componentes principales de las sustancias intercelulares del tejido conectivo y ambos existen en el tipo laxo. Las fibras son de tres tipos:

- 1) Colágenas.- Compuestas de la proteína colágena.
- 2) Elásticas.- Físicamente elásticas y constituidas por la proteína resistente llamada elastina.
- 3) Reticulares.- Fibras muy delgadas que contienen un tipo de colágena y también algo de material hidrocarbonado, y que se denominan fibras reticula-

res porque están dispuestas en redes.

El segundo tipo principal de sustancia intercelular se calificó de amorfo (sin forma). Este componente, como muchos coloides, existe en forma de gel o de sol. En otras palabras, las sustancias intercelulares amorfas varían desde jaleas -- muy duras a líquidos de viscosidad variable. En el tejido conectivo laxo, el componente amorfo de la sustancia intercelular es un material semilíquido como jalea.

Las fibras de colágena proporcionan fibras resistentes y elásticas, o sea con ambas cualidades: elasticidad y resistencia. Las fibras reticulares suelen constituir redes que brindan apoyo a las células en forma similar a las redes de los jardines que brinda apoyo a plantas como rosas trepadoras. La sustancia intercelular amorfa del tejido conectivo laxo no proporciona ningún apoyo al tejido, sólo sustancia porque se halla distribuida entre todas las células y fibras del tejido.

#### TEJIDO CONECTIVO DENSO

Esta variedad está formada por los mismos elementos estructurales hallados en el tejido conectivo laxo, con predominancia acentuada de las fibras de sustancia colágena. En los cortes se observa que las células son menos numerosas que en el conectivo laxo y que entre ellas sobresalen los fibroblastos. Se trata de un tejido menos flexible que el laxo y mucho más resistente a las tracciones. Cuando las fibras colágenas se disponen en haces sin orientación fija, tenemos el tejido denso no modelado. En este tejido los haces colágenos forman-

una trama tridimensional, lo que da al tejido cierta resistencia a las tracciones ejercidas en cualquier dirección. El tejido conectivo denso no modelado se encuentra en la dermis profunda de la piel.

El tejido conectivo denso modelado presenta los haces colágenos orientados según una organización fija. Se trata de un conjuntivo que formó sus fibras colágenas como respuesta a tracciones ejercidas en un determinado sentido. Las fibras se orientan de modo que ofrezcan el máximo de resistencia a las fuerzas que normalmente actúan sobre el tejido denso modelado.

#### TEJIDO ELASTICO

Este tejido está formado por fibras elásticas gruesas paralelas y organizadas en haces separados por tejido conectivo laxo. Entre las fibras elásticas se observan fibroblastos aplanados, como los que se encuentran en los tendones.

La riqueza en fibras elásticas confiere al tejido elástico su color amarillo típico y una gran elasticidad.

#### TEJIDO RETICULAR

Está constituido por fibras reticulares en íntima asociación con las células reticulares primitivas que tienen las mismas potencialidades que las células mesenquimales indiferenciadas. Se halla en los órganos formadores de células de la sangre (órganos hemocitopoyéticos) constituyendo el armazón que soporta las células libres existentes allí y que dan origen a las células de la sangre.

## TEJIDO MUCOSO

En este tejido hay un predominio de substancia fundamental amorfa. Es de consistencia gelatinosa. Contiene fibras colágenas y raras fibras elásticas o reticulares. Las células son principalmente fibroblastos. El tejido mucoso es el principal componente del cordón umbilical, donde recibe el nombre de gelatina de Wharton, también se encuentra en la pulpa dental joven.

### 3.- HUESO

El tejido óseo es uno de los más resistentes y rígidos del cuerpo humano. Como constituyente principal del esqueleto, sirve de soporte para las partes blandas y protege órganos vitales, proporciona apoyo a los músculos esqueléticos, transformando sus contracciones en movimientos útiles, y constituye un sistema de palancas que incrementa las fuerzas generadas en la contracción muscular.

El tejido óseo está formado por células y un material intercelular calcificado, la matriz ósea. Las células son:

- 1) Los osteocitos que se sitúan en cavidades o lagunas en el interior de la matriz.
- 2) Los osteoblastos, productores de la parte orgánica de la matriz.
- 3) Los osteoclastos, células gigantes multinucleadas, relacionadas con la resorción del tejido óseo, que participan de los procesos de remodelación de los huesos.

Todos los huesos están revestidos en sus superficies externas e internas por membranas conjuntivas, el periostio y

el endostio, respectivamente.

## CELULAS

### OSTEOCITOS:

Son las células existentes en el interior de la matriz ósea, formando lagunas (de Howship), de las cuales parten canalículos. Los osteocitos son células aplanadas con forma de almendra y prolongaciones citoplasmáticas que, por lo menos en los huesos recién formados, ocupan toda la extensión de los canalículos.

Los osteocitos son esenciales para la manutención de la matriz mineralizada del hueso y su muerte es seguida por resorción de la matriz.

### OSTEOBLASTOS:

Son las células que sintetizan la parte orgánica (colágeno y glucoproteínas) de la matriz ósea. Se disponen siempre en las superficies óseas, lado a lado, en una disposición que recuerda un epitelio simple. Cuando están en intensa actividad sintética, son cuboides; pero en estado poco activo se vuelven aplanadas. Poseen prolongaciones citoplasmáticas que se fijan a las de los osteoblastos vecinos.

Los osteoblastos en fase de síntesis muestran las características ultraestructurales de las células productoras de proteínas, con retículo endoplasmático y rugoso y aparato de Golgi desarrollados. La matriz ósea adyacente a los osteoblastos activos, que no está aún calcificada, recibe el nombre de

substancia osteoide o preósea.

#### OSTEOCLASTOS:

Son células globulosas, gigantes, móviles, que contienen de 6 a 50 núcleos o más, y que aparecen en las superficies óseas cuando hay resorción del tejido. Frecuentemente los osteoclastos se sitúan en depresiones de la matriz, las lagunas de Howship. Tienen citoplasma granuloso.

El papel exacto de los osteoclastos en la resorción ósea aún no está enteramente esclarecido. Sin embargo, hay pruebas de que secretan enzimas colagenolíticas que atacan la parte orgánica de la matriz ósea. Además, los osteoclastos engloban y solubilizan los cristales que contienen calcio, que se separan de la matriz durante la resorción de ésta.

#### MATRIZ

La parte inorgánica representa cerca del 50% del peso de la matriz ósea. Los iones que se encuentran con más frecuencia son el fosfato y el calcio. Hay también bicarbonato, magnesio, potasio, sodio y citrato en pequeñas cantidades. El calcio y el fósforo forman cristales que tienen la estructura de la hidroxiapatita. En las micrografías electrónicas, los cristales de hidroxiapatita aparecen bajo la forma de agujas o tabletas alargadas.

La parte orgánica de la matriz está formada por fibras colágenas (95%) y pequeña cantidad de substancia fundamental amorfa con mucopolisacáridos ácidos y neutros asociados a proteínas.

## PERIOSTIO Y ENDOSTIO

Las superficies internas y externas de los huesos están recubiertas por membranas conjuntivas, que forman el endostio y el periostio, respectivamente.

El periostio está formado por tejido conectivo denso muy fibroso en su parte externa y más celular y vascular en la porción interna, junto al tejido óseo.

Algunas fibras colágenas del tejido óseo se continúan con las del periostio y reciben el nombre de fibras de Sharpey, que unen firmemente el periostio al tejido óseo.

El endostio es semejante al periostio, siendo mucho más delgado. En él no se distinguen las dos capas que generalmente son identificables en el periostio.

Las principales funciones del periostio y del endostio son nutrir el tejido óseo.

## VARIEDADES

Si aserramos un hueso, se observa en la sección transversal que está formado por partes sin cavidades visibles, el hueso compacto y por otras con muchas cavidades intercomunicantes, el hueso esponjoso.

Histológicamente hay dos tipos de tejido óseo:

- 1) El inmaduro o primario.
- 2) El maduro, secundario o lamelar.

Los dos tipos poseen las mismas células, los mismos constituyentes de la matriz, pero mientras en el tejido óseo primario las fibras colágenas forman haces dispuestos irregularmente, en el tejido óseo secundario o lamelar, estas fibras -

se organizan en láminas que adoptan una disposición muy peculiar.

El hueso alveolar maxilar está formado por tejido óseo - de tipo inmaduro o primario.

#### TEJIDO OSEO PRIMARIO:

En cada pieza ósea es el primer tejido óseo que se forma, siendo sustituido gradualmente por tejido óseo secundario. En el adulto es poco abundante, persistiendo sólo en las proximidades de las suturas de los huesos del cráneo, en los alveolos dentarios y en puntos de inserción de tendones.

El tejido óseo primario presenta fibras colágenas sin organización definida, tiene menor cantidad de minerales (mayor radiotransparencia a los rayos X) y mayor porcentaje de osteocitos que el tejido óseo secundario.

#### TEJIDO OSEO SECUNDARIO:

Se presenta formado por los mismos componentes del tejido primario. Su principal característica es poseer fibras colágenas organizadas en laminillas de 3 a 7  $\mu$  m de espesor que quedan paralelas unas a las otras, o se disponen en capas concéntricas en torno de canales con vasos, formando los sistemas de Havers.

El tejido óseo secundario que contiene sistemas de Havers se llama a menudo tejido óseo haversiano.

#### 4.- EMBRIOLOGIA DE LOS TEJIDOS DE SOPORTE

## HUESO

Casi al finalizar el segundo mes de la vida fetal, tanto el maxilar superior como el inferior forman un surco que se abre hacia la superficie de la cavidad bucal. En este surco están contenidos los gérmenes dentarios, que incluyen también los nervios y los vasos alveolares. Paulatinamente se desarrollan tabiques óseos entre los gérmenes dentarios vecinos, y mucho tiempo después, el canal mandibular primitivo se separa de las criptas dentarias por medio de una placa horizontal de hueso.

En sentido estricto, la apófisis alveolar se desarrolla únicamente durante la erupción de los dientes. Es importante darse cuenta que, durante el crecimiento, parte de las apófisis alveolares se incorpora gradualmente en el cuerpo del maxilar superior y del maxilar inferior mientras que crece a ritmo bastante rápido en sus bordes libres. Durante la etapa de crecimiento rápido se puede desarrollar un tejido, a nivel de la cresta alveolar, que combina los caracteres del cartílago y del hueso y se llama hueso condroide.

Se distinguen dos partes de la apófisis alveolar. La primera está formada por una lámina delgada de hueso, que rodea la raíz del diente y proporciona fijación a las fibras principales del ligamento periodontal. Este es el hueso alveolar propio. La segunda parte es la que rodea al hueso alveolar, proporciona apoyo al alveolo, y ha sido denominado hueso alveolar de soporte.

## CEMENTO

Las cementogénesis puede dividirse en tres fases:

- 1) Formación de fibrillas.
- 2) Maduración de la matriz por secreción de substancia fundamental.
- 3) Mineralización.

Una capa de cementoide separa siempre la matriz calcificada de los cementoblastos. El cemento más viejo, es decir, el que se encuentra en el segmento superior de la raíz, no contiene células. La razón de esto es que la producción de la matriz y la mineralización son suficientemente lentas para permitir que los cementoblastos se regresen. Pero más tarde, cuando el diente se aproxima a la cavidad bucal, la matriz se produce y mineraliza en forma tan rápida, que los cementoblastos quedan atrapados en la substancia intercelular que se calcifica. Este cemento es conocido como cemento celular debido a la presencia de cementocitos (cementoblastos atrapados). El otro es conocido como cemento acelular y siempre está localizado cerca del cuello.

La cementogénesis consiste en la formación de una capa cementoide no calcificada y su transformación subsiguiente en cemento calcificado.

La formación de dentina en la raíz está influenciada por la vaina epitelial de Hertwing, la cual, durante un tiempo separa la dentina de la raíz del saco dental circundante. A medida que degenera la vaina epitelial, se observan células de la zona interna del saco dental cerca de la superficie de la raíz. Estas células se diferencian en células cuboides, los cementoblastos, las cuales elaboran tejido cementoide. La for

mación de cemento va siempre precedida del depósito de una fina capa de tejido cementoide.

Las fibras argirófilas del saco dental sirven al parecer como fuente de colágena para la formación de las fibrillas de colágena de la substancia cementoide. Mucopolisacáridos de tejido conectivo son transformados en la substancia fundamental cementoide.

Fibras del ligamento periodontal corren por el cemento y en el hueso alveolar, en donde reciben el nombre de fibras de Sharpey. Cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar forman el suspensorio para un diente.

#### LIGAMENTO PERIODONTAL

El ligamento periodontal es un tejido conectivo denso -- que rodea al diente, de ahí su nombre. Las fibras no están sólo orientadas regularmente, sino en forma definitiva. Es por esta razón que el tejido se llama ligamento. Sus etapas de desarrollo incluyen la de saco dental o folículo, la de membrana periodóntica y finalmente, la de ligamento periodontal. Durante cada etapa, el tejido se vuelve progresivamente más denso hasta que forma un ligamento como estructura funcional.

El saco dental o folículo, es el término reservado para el tejido que rodea al órgano del esmalte en desarrollo y más tarde a la corona. Sus características pueden ser desde las de un tipo más primitivo de tejido difuso, como el mesénqui--ma, hasta las del tejido areolar muy laxo. El aumento de densidad del tejido conectivo es el resultado de aumento del contenido de fibras colágenas y disminución de la cantidad de cé

lulas y vasos sanguíneos.

Membrana periodóntica es el término reservado para el tejido cuando sus características son las de un tejido conectivo fibroso y denso con fibras dispuestas irregularmente. Si se examina el área en este momento, se encuentran grupos de fibras colágenas insertadas como fibras de Sharpey en la placa cribiforme del borde alveolar y otras insertadas en el cemento de la raíz. Estas y el tejido intermedio forman la membrana periodóntica. La membrana periodóntica consiste de grupos densos de fibras colágenas organizadas regularmente y de células.

El ligamento periodontal es el nombre reservado para el estado funcional maduro del tejido. El rasgo distintivo de este tejido es que la colágena está organizada en haces.

## II.- COLAGENO

### 1.- ¿QUE ES?

La colágena o colágeno es una proteína extracelular, pero se sintetiza como una molécula precursora intracelular que experimenta una modificación antes de convertirse en una fibrilla de colágena madura. Al igual que todas las proteínas secretadas, el precursor de la colágena es procesado mientras pasa por el retículo endoplásmico y el complejo de Golgi antes de aparecer en el espacio extracelular. El precursor inicial de la colágena es una preprocolágena que contiene una secuencia guía o de señal de 100 aminoácidos más o menos en su extremo amino. La preprocolágena es formada por ribosomas adheridos al retículo endoplásmico.

### 2.- ¿QUIEN LO FORMA?

Las propiedades de la colágena corresponden a peculiaridades de su estructura. En la composición de sus aminoácidos se encuentran altas proporciones de glicina (35%), alanina (11%), prolina (12%) e hidroxiprolina (9%). Este último raras veces presente en otras proteínas; además no posee triptófano ni cisteína. No se conoce la estructura primaria completa de ninguna colágena.

La insolubilidad de la colágena, la extraordinaria longitud de sus cadenas y la constante repetición de las mismas secuencias de aminoácidos han dificultado el estudio de su estructura. Un adelanto se logró al reconocer la unidad básica estructural repetitiva de la colágena, denominada tropocoláge

na, con 1.5 nm. de diámetro y 280 nm. de largo, o sea la proteína más larga que se conoce y tiene un peso molecular de -- 285 000 daltons.

### 3.- QUIMICA

La tropocolágena es el caso típico de una proteína que - desde que se sintetiza hasta que adquiere su estructura definitiva está sufriendo cambios. La tropocolágena se origina en la procolágena, nombre genérico dado a tres polipéptidos precursores, dos de ellos idénticos entre si y el otro ligeramente distinto. Los precursores sufren los siguientes cambios:

- a) Hidroxilación.- Ocurre en los aminoácidos prolina y lisina para dar hidroxiprolina e hidroxilisina. Es posible que en este proceso intervenga el ácido ascórbico.
- b) Glucosilación.- Se unen covalentemente desde dos hasta varias decenas de radicales de carbohidratos.
- c) Ciclización del amino terminal.- Casi siempre es del aminoácido glutamato y ocurre con el carboxilo libre del mismo aminoácido.
- d) Acortamiento de la cadena.

### 4.- FORMACION DE COLAGENA A NIVEL CELULAR

La colágena proviene de múltiples unidades de tropocolágena que fuera de la célula, en forma espontánea, se alinean longitudinalmente paralelas unas con otras y unidas cabeza -- con cola, para dar lugar a una fibra de gran longitud y extraordinaria resistencia.

Además, en la formación de la colágena se requiere el es

tablecimiento de enlaces intramoleculares entre dos de las cadenas peptídicas de una molécula de tropocolágena, e intermoleculares entre dos moléculas de tropocolágena. Los enlaces son debido, sobre todo, a la unión de residuos de lisina adyacentes.

A continuación se resumen y se representan esquemáticamente y de una forma superficial los fenómenos biosintéticos y de la participación de los organelos en la formación del colágeno. (Ver esquema anexo).

- 1.- La célula capta algunos aminoácidos, entre ellos: glicina, prolina, lisina y otros.
- 2 y 3.- La incorporación de moléculas específicas de RNA a las proteínas es para que estén bajo control genético directo.

La molécula de tropocolágena, está compuesta de 3 cadenas de polipéptidos (cadena alfa). La cadena alfa de la colágena puede definirse como una sucesión lineal de aminoácidos, enlazados únicamente por enlaces peptídicos amino y carboxilo. Las cadenas alfa se caracterizan por la presencia de glicina en cada tercera posición en más del 95% de su longitud.

- 4.- La hidroxilación de la prolina y la lisina ocurre para dar hidroxiprolina e hidroxilisina. Es posible que en este proceso intervenga el ácido ascórbico, pues su deficiencia, que produce el escorbuto, se caracteriza por fragilidad de la piel y los vasos sanguíneos debido a la formación de una colágena defectuosa.
- 5.- Dependiendo del tejido, a cada cadena de procolágena se -

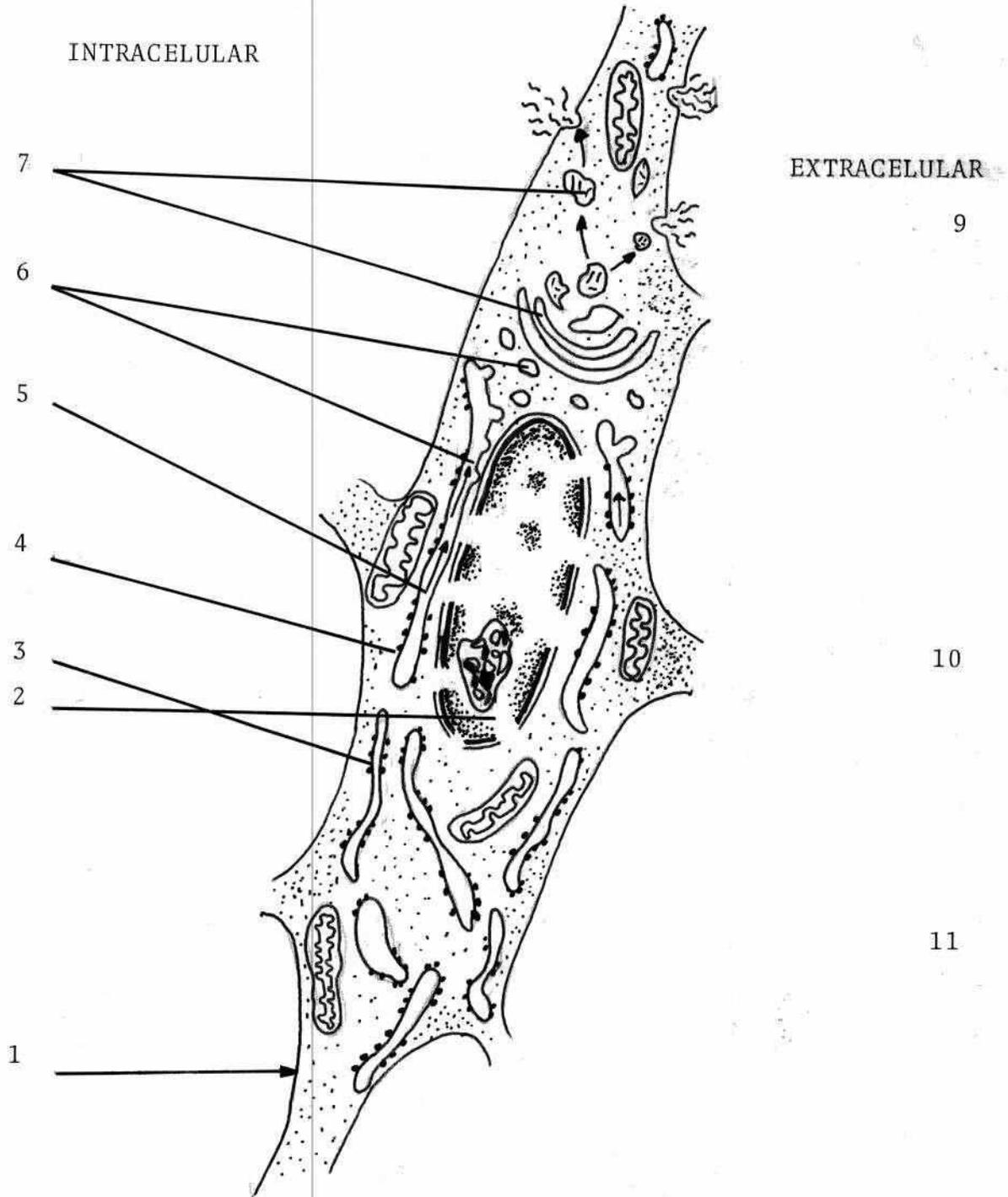
- unen covalentemente a nivel de la hidroxilisina desde -- dos hasta varias decenas de radicales de carbohidratos. -- Por lo general son la glucosilgalactosa y la galactosa.
- 6.- La propiedad más definida de las moléculas de colágena -- en su tripe hélice, una espiral enrollada de 3 subunida -- des polipeptídicas. Esta tropocolágena es conducida al -- complejo de golgi.
- 7 y 8.- El material se desplaza a la superficie de la célula -- donde las unidades de tropocolágena son liberadas y poli -- merizadas constituyendo filamentos delgados o filamentos -- de procolágena.
- 9.- Los acontecimientos fisiológicos que conducen a la forma -- ción de una molécula funcional de colágena incluyen la -- eliminación enzimática de las extensiones terminales de -- la procolágena. Aquí actúa una enzima llamada peptidasa -- de la procolágena. Queda todavía por establecer si la -- conversión de la procolágena a colágena es un proceso en -- zimático aislado que utiliza sólo la peptidasa de la pro -- colágena o si es un proceso multienzimático.
- 10.- Cuando hay secreción de tropocolágena en el espacio ex -- tracelular, la polimerización en microfibrillas empieza -- sólo después de ocurrir la conversión de tropocolágena a -- colágena. Después las microfibrillas polimerizan en fi -- brillas colágenas siguiendo una pauta muy precisa, de -- tal suerte que las microfibrillas se hallan en registro -- una con otra.
- 11.- Las moléculas de colágeno recientemente formado tienen -- alrededor de 1000 aminoácidos y se ensamblan espontánea --

mente en fibrillas de colágena que son indistinguibles - de las fibrillas maduras encontradas en los tejidos. Sin embargo, estas fibrillas no tienen la fuerza tensora de las fibras de colágena maduras encontradas en los tejidos, hasta que se unen en forma cruzada por medio de una serie de enlaces covalentes.

A medida que la fibrilla colágena va madurando, ocurren otras modificaciones químicas, como reducción y oxidación-reducción del enlace cruzado.

Finalmente y como conclusión, podemos decir que todavía quedan por investigar y determinar los mecanismos que regulan los acontecimientos bioquímicos que conducen a la biosíntesis de la colágena funcional.

REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LOS PROCESOS  
DE FORMACION DE COLAGENO A NIVEL CELULAR



EXTRACELULAR

9

10

11

## INTRACELULAR

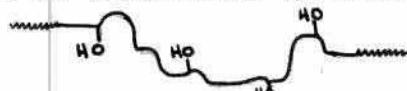
- 1.- Captación de prolina, glicina, lisina y otros aminoácidos.
- 2.- Formación de los RNA para cada tipo de cadena alfa.
- 3.- Síntesis en los ribosomas de las cadenas alfa con sus propéptidos.



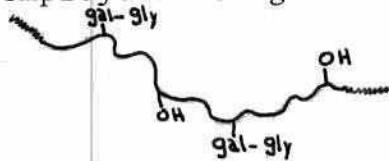
- 4.- Escisión del péptido de señal; hidroxilación de prolina y lisina durante su entrada en las cisternas del retículo endoplásmico.



- 5.- Glucosilación de radicales (Hidroxililil).



- 6.- Producción de la triple espiral de tropocolágeno y transporte al complejo de Golgi.



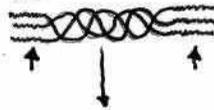
- 7.- Empaquetado del producto para la exocitosis



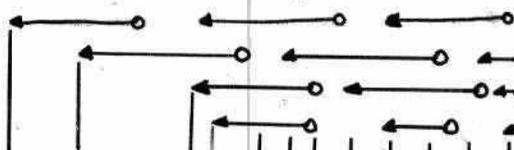
- 8.- Exocitosis de las moléculas de tropocolágena

## EXTRACELULAR

- 9.- Las procolágeno peptidasa escinden los propéptidos para liberar el procolágeno.



- 10.- Las moléculas se polimerizan.



- 11.- Fibrilla de colágeno.



### III.- ENCÍA

#### 1.- MACROSCOPICA

La mucosa bucal (que algunos llaman membrana mucosa) es una continuación de la piel de los labios y de la mucosa del paladar blando y la faringe. La mucosa bucal consta de:

- 1) Mucosa masticatoria.- Que incluye la encía y el recubrimiento del paladar duro.
- 2) Mucosa especializada.- Que recubre el dorso de la lengua.
- 3.- Mucosa tapizante o remanente.

Encía es la parte de la mucosa masticatoria que recubre las apófisis alveolares y rodea la porción cervical de los dientes. La encía alcanza su forma y textura definitivas junto con la erupción de los dientes.

En sentido coronario, la encía rosada coral termina en el margen gingival libre, de contorno festoneado. En sentido apical, se continúa con la mucosa alveolar (mucosa tapizante) de un rojo más oscuro y laxa, de la cual la encía está separada por una línea limitante habitualmente fácil de reconocer, llamada límite o unión mucogingival o línea mucogingival.

En el paladar no existe una línea mucogingival, pues el paladar duro y la apófisis alveolar superior están recubiertos por el mismo tipo de mucosa masticatoria.

Se pueden distinguir 3 partes en la encía:

- 1) Encía libre.
- 2) Encía adherida
- 3) Encía interdientaria

La encía libre es de un color rosado coral y posee una

superficie mate y consistencia firme; incluye el tejido gingival por vestibular y por lingual o palatino, así como las papilas interdenciales o encía interdental. Por vestibular y lingual de los dientes, la encía libre se extiende desde el margen gingival en dirección apical hacia el surco gingival libre, que está a nivel del límite cementoadamantino. El surco gingival libre suele ser más pronunciado en vestibular, se presenta con mayor frecuencia en las regiones incisivas y premolares del maxilar inferior y con menor frecuencia en las regiones molares mandibulares y premolares maxilares.

El margen gingival libre suele estar redondeado de modo tal que se forma una pequeña invaginación o surco entre el diente y la encía.

Concluida la erupción de los dientes, el margen gingival libre se ubica sobre la superficie adamantina aproximadamente a 0.5-2 mm en sentido coronario respecto del límite cementoadamantino.

La forma de la encía interdental (papila interdental) está determinada por las relaciones de contacto entre los dientes, el ancho de las superficies dentarias proximales y el curso del límite cementoadamantino. En las regiones anteriores de la dentición, la papila interdental posee una forma piramidal, en tanto que en las regiones molares las papilas están más aplanadas en sentido vestibulolingual. A causa de la presencia de las papilas interdenciales, el margen gingival libre sigue un curso festoneado, más o menos pronunciado por toda la dentadura.

En las regiones premolares y molares, los dientes poseen

superficies de contacto proximales, antes que puntos de contacto. Como la papila interdental tiene una forma acorde con el contorno del contacto interdental, se establece una concavidad -un col- en esas regiones. Así, las papilas interdentales de estas áreas a menudo presentan una porción vestibular y una porción lingual o palatina separadas por la región delgadón.

La encía adherida, adherente o insertada, está delimitada en sentido coronario, por el surco gingival libre, o cuando éste no está presente, por un plano horizontal ubicado a nivel del límite cementoadamantino. La encía adherida se extiende en sentido apical hacia el límite mucogingival donde se continúa con la mucosa alveolar (tapizante).

La encía adherida es de textura firme, color rosado coral, y a menudo muestra un punteado superficial fino que le da un aspecto de cáscara de naranja.

Este tipo de mucosa se adhiere con firmeza al hueso alveolar y al cemento subyacente por medio de fibras de tejido conectivo y, por lo tanto, es comparativamente inmóvil en relación con el tejido al que se vincula. A diferencia de ésta, la mucosa alveolar es relativamente móvil con respecto del tejido subyacente. De un rojo más oscuro, la mucosa alveolar está ubicada hacia apical de la unión mucogingival y vinculada de manera laxa a los tejidos que recubre.

En el maxilar superior, la encía vestibular suele ser -- más ancha en el área de los incisivos y más angosta en la zona adyacente a los premolares. En el maxilar inferior, la encía por lingual es particularmente angosta en el área de los-

incisivos y ancha en la región molar. La amplitud de la varia  
ción es de 1-9 mm.

## 2.- MICROSCOPICA

El epitelio bucal.

La encía libre incluye todas las estructuras tisulares -  
ubicadas hacia la corona con respecto de una línea horizontal  
ubicada a nivel del límite cementoadamantino. Al recubrimien-  
to epitelial de la encía libre se le puede diferenciar como -  
sigue:

- a) Epitelio bucal.- Que mira hacia la cavidad bucal.
- b) Epitelio sulcular bucal.- Que mira hacia el diente sin es-  
tar en contacto con la superficie dentaria.
- c) Epitelio de unión.- Que participa en el contacto entre la-  
encia y el diente.

El límite entre el epitelio bucal y el tejido conectivo-  
subyacente sigue un curso ondulado. Las porciones de tejido -  
conectivo que se proyectan dentro del epitelio reciben el nom  
bre de papilas de tejido conectivo y están separadas entre si  
por las crestas epiteliales, también llamada "red de clavi---  
jas". En la encía normal, sin inflamación, no existen la red-  
de clavijas ni las papilas de tejido conectivo en el límite -  
entre el epitelio de unión y el tejido conectivo subyacente.-  
De tal modo, la presencia de la red de clavijas es caracterís  
tica como rasgo morfológico del epitelio bucal y del epitelio  
sulcular bucal, en tanto que faltan en el epitelio de unión.

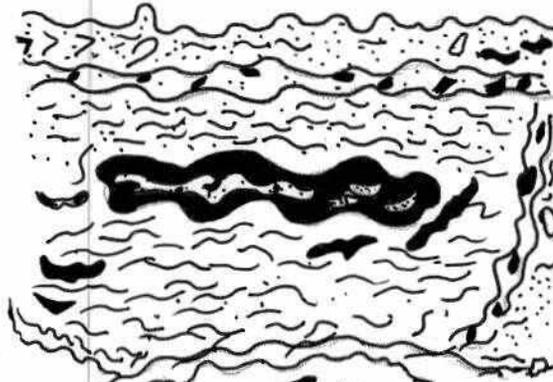
El epitelio bucal que recubre la encía libre es un epite  
lio pavimentoso estratificado queratinizado, que, sobre la ba

se del grado en que se diferencian las células productoras de queratina puede ser dividido en las siguientes capas celulares:

- 1) Capa basal (stratum basale o stratum germinativum).
- 2) Capa de células espinosas (stratum spinosum).
- 3) Capa de células granulosas (stratum granulosum).
- 4) Capa de células queratinizadas (stratum corneum).

ESQUEMA DE LAS CELULAS REPRESENTATIVAS  
DE LAS DIFERENTES CAPAS DEL EPITELIO  
ESCAMOSO ESTRATIFICADO

Estrato  
córneo



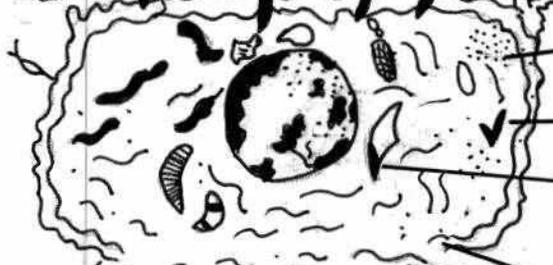
Vacuolas  
lipídicas

Estrato  
granuloso



Queratohialina

Estrato  
espinoso

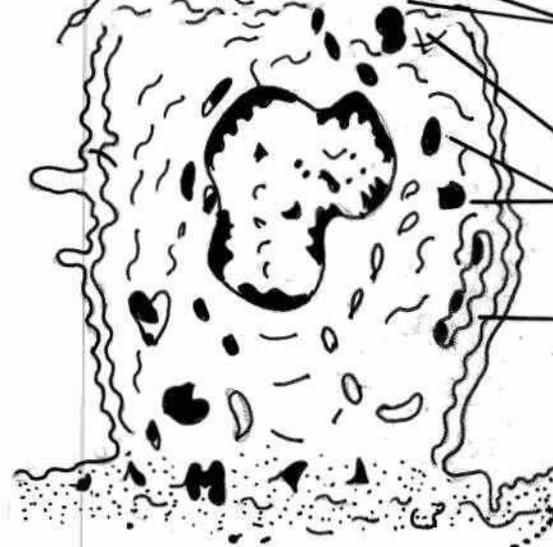


Gránulos  
laminares

Tonofibrillas

Aparato  
de Golgi

Estrato  
basal



Espacios  
intercelulares

Desmosomas

Mitocondrias

Retículo granu-  
lar endoplasmá-  
tico

Membrana basal

Además de las células productoras de queratina, que comprenden alrededor del 90% de la población celular total, el epitelio bucal contiene los siguientes tres tipos de células:

- 1) Melanocitos.
- 2) Células de Langerhans.
- 3) Células inespecíficas (es decir, que no muestran las mismas características ultraestructurales de los otros dos tipos celulares).

Las células de los tres tipos son estrelladas y poseen prolongaciones protoplasmáticas de diversos tamaños y aspectos. A éstas se las denominan también "células claras", porque en los cortes histológicos aparecen como menos oscuras que las células productoras de queratina circundantes.

Estas "células claras" -que no producen queratina- pueden ser melanocitos, células de Langerhans o inespecíficas. Los melanocitos son células que contienen pigmento, en tanto que las de Langerhans reaccionan como mecanismo de defensa de la mucosa bucal. Se ha sugerido que las células de Langerhans reaccionan con antígenos en procesos de penetración del epitelio. Se inicia una respuesta inmunológica precoz, inhibidora o preventiva de una mayor penetración antigénica en los tejidos.

Las células de la capa basal son cilíndricas o cuboidales y están en contacto con la membrana basal. Las células basales son capaces de dividirse, es decir, que experimentan la división celular mitótica. Es en la capa basal que se renueva el epitelio y de ahí que a esta capa se la denomina stratum germinativum (capa germinativa).

Cuando se han formado dos células hijas por la división celular, una célula basal adyacente "más vieja" se ve desplazada hacia la capa de células espinosas y comienza como queratocito, a atravesar el epitelio. A un queratocito le toma --- aproximadamente un mes el alcanzar la superficie epitelial externa donde se descamará de la capa córnea. En un momento dado, la cantidad de células que se dividen en la capa basal -- equivale al de las que se descaman en la superficie. En condiciones normales, existe un equilibrio total entre la renovación celular y la descamación. A medida que la célula basal migra a través del epitelio se va aplanando y su eje mayor se dispone paralelo a la superficie de los tejidos.

Las células basales se encuentran inmediatamente adyacentes al tejido conectivo y están separadas de éste por una membrana basal, producida probablemente por las células basales. Bajo el microscopio de luz transmitida, esta membrana se presenta como una zona de aproximadamente 1 micromilímetro de ancho. Las células epiteliales están rodeadas de una sustancia extracelular que también contiene complejos polisacáridos proteínicos.

La capa espinosa del epitelio bucal gingival está compuesta por unas 10 a 20 capas de células poliédricas, relativamente grandes, equipadas con prolongaciones citoplasmáticas cortas que semejan espinas. Las prolongaciones citoplasmáticas aparecen con intervalos regulares y dan a las células un aspecto espinoso. Las células están unidas entre si por numerosos "desmosomas" (pares de hemidesmosomas) ubicados entre las prolongaciones citoplasmáticas de las células adyacentes.

Como se afirmó más arriba, se puede considerar al desmosoma -- como dos hemidesmosomas enfrentados. La presencia de una cantidad grande de desmosomas indica que la unión entre las células epiteliales es sólida.

Un desmosoma está compuesto por dos hemidesmosomas adyacentes separados por una zona de material granuloso denso -- electrónico. Además, un hemidesmosoma comprende los siguientes componentes estructurales:

- 1) Las hojas externas de las membranas celulares de dos células adyacentes.
- 2) Las hojas internas más gruesas de las membranas celulares.
- 3) Las placas de adhesión que representan el material granuloso y fibrilar del citoplasma.

Como ya se mencionó, el epitelio bucal contiene también melanocitos, responsables de la producción de la melanina pigmentosa. Los melanocitos se hallan presentes en personas con pigmentación intensa de la mucosa bucal, así como en personas en las que no se pueden apreciar signos clínicos de pigmentación. En contraste con los queratocitos, los melanocitos contienen gránulos de melanina y no poseen tonos filamentosos o hemidesmosomas.

El citoplasma de las células de la capa córnea está lleno de queratina y ha desaparecido el aparato íntegro para la síntesis proteínica y la producción de energía, es decir, núcleo, mitocondria, retículo endoplasmático y aparato de Golgi. En los epitelios paraqueratinizados, empero, las células de la capa córnea contienen restos nucleares. A la queratinización se le considera más bien un proceso de diferenciación-

antes que de degeneración. Es un proceso de síntesis proteínica que requiere energía y depende de células funcionales, es decir, con núcleo y conjunto normal de organelos.

#### IV.- EPITELIO DENTOGINGIVAL

Los componentes hísticos de la región dentogingival alcanzan sus características estructurales definitivas en conjunción con la erupción de los dientes.

- a) Cuando el esmalte dentario alcanza su desarrollo pleno, las células productoras de esmalte (ameloblastos) se acortan, producen una lámina basal y forman, junto con las células del epitelio adamantino externo, el llamado epitelio adamantino reducido. La lámina basal (lámina de inserción-epitelial) se apoya directamente sobre el esmalte; el contacto entre esta lámina y las células epiteliales se mantiene por los hemidesmosomas. El epitelio adamantino reducido rodea la corona dentaria desde el momento en que el esmalte queda adecuadamente mineralizado hasta que el diente comienza a erupcionar.
- b) Al acercarse el diente erupcionante al epitelio bucal, las células de la capa externa del epitelio adamantino reducido, así como las células de la capa basal del epitelio bucal, muestran una actividad mitótica incrementada; los ameloblastos pasados no se dividen. El epitelio adamantino reducido se transforma gradualmente durante la erupción dentaria en epitelio de unión.
- c) Cuando el diente penetró en la cavidad bucal, el epitelio adamantino reducido y el epitelio bucal se fundan en el borde incisal del diente. Grandes porciones inmediatamente hacia apical del área incisal del esmalte quedan entonces cubiertas por el epitelio de unión, con sólo unas pocas ca

pas de células. La región cervical del esmalte, sin embargo, aún cubierta por ameloblastos y células externas del epitelio adamantino reducido.

- d) Durante las últimas fases de la erupción dentaria, todas las células del epitelio reducido se transforman en epitelio de unión. Este epitelio transformado se continúa con el epitelio bucal y participa en la unión entre el diente y la encía. La adherencia epitelial secundaria, producida por las células basales del epitelio de unión, está integrada por la anterior lámina de adherencia epitelial y los hemidesmosomas de las células basales de ese epitelio de unión.

El epitelio de unión, tiene una superficie libre en el fondo del surco gingival o hendidura. Es desde esta superficie que se descama sus células. Como el epitelio sulcular bucal y el epitelio bucal, el de unión se renueva constantemente por la división celular en la capa basal. Las células migran a la base del surco gingival, donde se descaman. Las células del epitelio sulcular vestibular son cuboidales, y la superficie está queratinizada.

Hay claras diferencias entre los epitelios sulcular bucal, bucal y de unión. Algunas de ellas son:

- 1) El tamaño de las células del epitelio de unión es en relación con el volumen tisular, mayor que el bucal.
- 2) El espacio intercelular en el epitelio de unión es en relación con el volumen tisular, comparativamente más ancho que en el epitelio bucal.
- 3) El número de desmosomas es menor en el epitelio de unión,

que en el bucal.

La interfase entre epitelio de unión y esmalte es muy similar a la del epitelio con el conectivo, lo cual significa - que el epitelio de unión no está sólo en contacto con el esmalte adherido físicamente al diente por la vía de los hemidesmosomas.

MEDICION DE LA CONDUCTIVIDAD  
DEL FLUIDO DEL SURCO GINGIVAL EN VIVO

Geraldine Ferris, Thomas E. Grox, Samuel B. Low y  
Robert T. Ferris

Se ha mostrado que la concentración iónica del fluido crevicular gingival aumenta, conforme aumenta la inflamación de los tejidos circundantes. La medición de este aumento puede ser útil para valoración clínica del estado periodontal. Se hizo la medición de la conductividad del fluido crevicular gingival in vivo usando una sonda fabricada para conductividad. Inicialmente, los resultados sugieren que puede existir una gran relación entre ciertos índices clínicos y la conductividad del fluido crevicular gingival. El uso de una sonda especial (sonda iónica) y el estudio de lesiones periodontales en sitios específicos son sugeridas para desarrollar más datos definitivos que los que proporcionó este estudio piloto.

El surco gingival contiene un fluido, el cual es generado en el tejido conectivo y modificado durante el paso al revestimiento epitelial del surco. Loe y Holm Pedersen reportaron una ausencia del flujo del fluido en surcos de encías clínicamente sanas, pero diversos estudios han mostrado una correlación entre el flujo sulcular y el índice gingival. El flujo crevicular gingival tiende a aumentar conforme la inflamación sea más severa, pero de acuerdo a Hancock y Col., la cantidad actual del flujo crevicular gingival en el surco, no

está correlacionado con la severidad de la inflamación gingival. Algunos investigadores han sugerido que la cantidad del fluido no es tan importante como la composición.

Una de las primeras mediciones cuantitativas de sodio y potasio en el fluido gingival, se llevó a cabo por Matsue en 1967. Kaslick y Col., estudiaron las concentraciones de sodio, potasio y calcio y lo relacionaron al sangrado e inflamación gingival. El fluido en estos estudios fue coleccionado con tubos capilares, y el diente fue estimulado hasta que el fluido fue coleccionado en el tubo por acción capilar. El grupo de Kaslick concluyó que las concentraciones más altas de iones en el flujo crevicular gingival, particularmente de sodio y calcio, estuvieron en áreas de inflamación moderada como en encía sana.

Los propósitos de este estudio fueron:

- 1) Medir la conductividad del fluido del surco gingival antes de la terapia periodontal y relacionar los hallazgos con los parámetros clínicos.
- 2) Determinar la exactitud de esta información con el objetivo de determinar el estado de salud del periodonto.

#### MATERIALES Y METODOS

Las sondas usadas para la lectura de la conductividad sucular fueron hechas individualmente para cada paciente. Dos longitudes iguales de alambre de aproximadamente calibre 0.014, fueron colocados juntos. Una pulgada fue removida de la parte terminal de cada alambre. Las dos terminales fueron tapadas de 0.3 a 0.5 mm aparte. Después de esto, se colocó --

acrílico ortodóntico alrededor y entre los dos alambres dejando 1 mm de alambre expuesto a la terminal. Después de que el acrílico tenía consistencia firme, cada sonda fue adaptada al ancho aproximado de la sonda periodontal (0.35 mm). Una cubierta delgada de acrílico limpio fue puesta sobre la punta de la sonda para dar un sello adicional entre el acrílico de ortodoncia y los alambres. Las terminales libres de alambre a las terminales opuestas fueron usadas para adherir el meter conductivity. Este meter fue entonces adherido al voltmeter digital.

Antes de usarla en el surco, cada sonda fue estandarizada usando los siguientes procedimientos:

- 1) La cantidad de alambre expuesto fue reducido para dar lecturas sobre un rango que el instrumento podría determinar.
- 2) Cada sonda fue inspeccionada midiendo repetidamente la misma solución.
- 3) Fue preparada una curva de estandarización para cada sonda, usando una serie de soluciones estándar y concentraciones de NaCl conocidas.

Para la estandarización de cada una de las sondas, se midió la conductividad de 6 concentraciones salinas conocidas, en un rango de 0.0012 a 0.375 molar de NaCl. Las 6 muestras fueron colocadas en baño de agua a 35°C, que es la temperatura aproximada del surco gingival, y se midió la conductividad. La sonda fue enjuagada con agua destilada después de cada lectura. Este procedimiento fue llevado a cabo para cada una de las sondas, para así establecer una respuesta estandarizada para las concentraciones de NaCl conocidas.

Para determinar que la sonda podría medir diferencias en la concentración del fluido en el surco, la conductividad sucular fue medida después de la infusión de concentraciones conocidas de NaCl en el surco con una jeringa y una aguja obtusa. No fue posible obtener una buena correlación de la conductividad de la infusión del fluido debido a que ésta fue modificada por los tejidos circundantes.

Se seleccionaron 19 sujetos de 20 a 40 años de edad, de la Clínica del Colegio de Odontología de la Universidad de -- Florida. Los pacientes fueron excluidos si durante los 6 me--ses previos habían tomado algún antibiótico o recibieron una--profilaxis. Todos los sujetos exhibieron alguna variabilidad--en la profundidad del surco e inflamación gingival. Al principio se les citó para la recolección de datos, se obtuvo una --historia médica y dental y se anotaron las profundidades de --los surcos. Al tiempo del muestreo, las superficies mesiobucal o distobucal de cada diente fueron seleccionadas para es--te fin. De 20 a 28 áreas fueron medidas sobre cada sujeto. Se consideraron las áreas más apicales y las más accesibles. La--sonda para la conductividad fue colocada suavemente en el surco 2 a 3 mm menos que la profundidad medida del surco. Cada --lectura fue tomada de 1 a 2 segundos. Se llevaron a cabo un --índice de placa y uno gingival para cada sitio. Cada surco --fue examinado para sangrado de 15 a 20 segundos después del --sondeo, para medir la conductividad. Si el surco sangró durante el muestreo, la lectura era eliminada. De las 25 a 28 lec--turas dadas por sujeto, sólo de 1 a 3 fueron eliminadas por --esta razón. Las medidas de la conductividad fueron hechas an--

tes de determinar el índice gingival.

Otras medidas de conductividad fueron hechas para cada paciente. Las lecturas fueron obtenidas para lo siguiente:

- 1) Para la saliva estancada en el piso de la boca.
- 2) Para la superficie dorsal de la lengua.
- 3) Superficie de la encía adherida del segmento labial anterior.
- 4) Encía adherida de los segmentos bucales posteriores.
- 5) Dos surcos que habían sido sondeados suavemente, pero ahora fueron sondeados firmemente para provocar deliberadamente hemorragia sulcular. Esas lecturas fueron tomadas para compararlas con las lecturas iniciales, las cuales podrían haber sido afectadas por hemorragia en el surco.

#### RESULTADOS

El rango promedio de la profundidad sulcular fue de 1.9-mm a 4.9 mm para cada paciente individual. Los siguientes parámetros fueron comparados:

Profundidad sulcular vs. Conductividad.

Índice gingival vs. Conductividad.

Índice de placa vs. Conductividad.

Índice de placa vs. Índice gingival.

Cuando los sujetos, quienes tenían correlaciones significantes estadísticamente, fueron comparadas en las categorías de arriba, el índice gingival vs. conductividad tenía el número más alto de sujetos, seguido por el índice de placa vs. conductividad y profundidad sulcular vs. conductividad. Estos datos podrían sugerir una fuerte correlación de conductividad

iónica con la inflamación gingival que con el índice de placa o profundidad sulcular. 13 de 19 pacientes demostraron una gran correlación significativa ( $p > 0.095$ ) entre el índice gingival y el índice de placa.

Los valores promedios para todos los sujetos fueron combinados para compararlos en las categorías de arriba. La conductividad correlacionada con todos los parámetros examinados ( $p > 0.95$ ), el índice gingival tenía la correlación más alta y podría ser un mejor predictor de conductividad sulcular iónico.

#### DISCUSION

El sangrado provocado bajo el sondeo suave es como un signo aceptado de la existencia de inflamación gingival y ha sido mostrada la buena correlación con los cambios tisulares-histológicos. Existen varios medios para determinar el sangrado al sondeo. Hasta ahora es considerado un factor, con reportes de investigadores en cualquier sitio desde 5 a 15 segundos, a 15 a 30 segundos, con un periodo de espera para evaluar la hemorragia al sondeo. De 15 a 20 segundos fueron usados en el presente estudio. Si hubo hemorragia en el surco durante el muestreo, el estado de conductividad más alto fue debido sólo al fluido crevicular gingival y no a la hemorragia. Sin embargo, si algún surco fue encontrado con hemorragia durante el periodo de observación después del sondeo, la lectura fue eliminada.

Cuando otras áreas del surco fueron estudiadas para la conductividad, los resultados fueron interesantes. El rango

de conductividad para la saliva estancada en el piso de la boca, correspondió a la conductividad de las concentraciones de NaCl de 0.036 a 0.117 m. Debido a esta amplia variación, la lectura de la conductividad salival fue restada de la lectura sulcular como un promedio de estandarización. Tanto la cantidad como la composición del fluido crevicular gingival es conocido que varía con el tiempo del día, dieta, periodo menstrual y medicamentos dados. Estos factores se tomaron en consideración cuando se seleccionaron a los sujetos, y al tomar las muestras. Esta es sólo la razón por la que las lecturas de la saliva fueron restadas a las lecturas de los surcos. Las lecturas de la superficie gingival fueron en algunas ocasiones más altas en los segmentos posteriores que en la parte anterior, y en otras ocasiones fue al revés. Las lecturas más altas usualmente ocurrieron donde se encontró más inflamación gingival. Las lecturas dadas en el surco con hemorragia fueron más altas que las lecturas dadas al sondeo suave.

La información sumariada fue derivada de todos los valores respectivos en cada categoría, por ejemplo, los índices gingival y de placa para cada sujeto. Consecuentemente hay una amplia variación de valores en cada sujeto, dependiendo del sitio del diente. El propósito de tales datos, es dar información sobre el estado periodontal del grupo estudiado, y no comparar lesiones individuales. Hubo considerable variación en los valores de conductividad de sujetos con índice gingival similar. Al menos los sujetos con índices gingivales variados mostraron coincidencia en los valores de conductividad. Esto limita la aplicación del presente sondeo y demues-

tra la necesidad de usar una sonda especial (sonda específica iónica).

Este estudio fue designado para atestiguar la hipótesis - de que un aumento de iones en el flujo crevicular gingival -- ocurre con un aumento en la inflamación, y que esto puede ser medido tanto como aumenta en la conductividad del flujo crevicular gingival. Nuestros hallazgos indican una posible correlación entre el flujo crevicular gingival y algunos índices - clínicos. La correlación de la conductividad y el índice gingival fue estadísticamente más significativa, para 15 de los - 19 sujetos examinados. La correlación de conductividad e índices periodontales de todos los sujetos demostró significado - estadístico, pero debido a los bajos valores, esto no demuestra el significado biológico.

Un aumento en la concentración de iones puede ser un indicador más confiable de cambios patológicos en la encía que la observación de cambios en la apariencia de tejido tisular. Sin embargo, algunas de las dificultades encontradas en este estudio pueden ser reconocidas en estudios futuros. El primero de esos problemas es que la sonda fue construida en forma tosca. Para esto es necesario usar instrumentación adecuada.- En el presente estudio la concentración iónica medida (conductividad) mostró una tendencia a correlacionarse con la inflamación gingival. Por otro lado, la conductividad del fluido crevicular gingival puede ser un indicador de salud gingival, cuando se comparan los sitios de los dientes en forma individual. La aplicación clínica de la sonda construida para este estudio piloto, sugiere que una sonda similar pudiera dar in

formación acerca de la salud gingival.

## TEJIDO CONECTIVO

El tejido predominante en la encía y el ligamento periodontal es el conectivo. Los componentes principales del tejido conectivo son las fibras colágenas (alrededor del 60% del volumen de tejido conectivo), fibroblastos (alrededor del ---5%), vasos, nervios y matriz (alrededor del 35%).

### Células

Los diferentes tipos de células presentes en el tejido conectivo son:

- a) Fibroblastos.
- b) Mastocitos.
- c) Macrófagos.
- d) Granulocitos neutrófilos.
- c) Linfocitos.
- f) Plasmocitos.

El fibroblasto es la célula predominante en el tejido conectivo (65% de la población celular total). Está dedicado a la producción de diversos tipos de fibras halladas en el tejido conectivo, pero también interviene en la síntesis de la matriz de este tejido. Es fusiforme o estrellado. Su citoplasma contiene un retículo endoplasmático granuloso bien desarrollado, con ribosomas. El aparato de Golgi suele tener un tamaño considerable, y las mitocondrias son grandes y numerosas. Más aún, el citoplasma contiene muchos tonofilamentos finos.

El mastocito es responsable de la producción de ciertos componentes de la matriz. Esta Célula produce sustancias vasoactivas, que pueden afectar la función del sistema microvas

cular y controlar el flujo de sangre a través del tejido. El citoplasma se caracteriza por la presencia de una gran cantidad de vesículas de distintos tamaños. Estas contienen sustancias biológicamente activas, tales como enzimas proteolíticas, histamina y heparina. El aparato de Golgi está bien desarrollado, en tanto que son escasas las estructuras del retículo endoplasmático superficial elemental. En toda la periferia de la célula se puede ver una gran cantidad de prolongaciones citoplasmáticas, es decir, microvellosidades.

El macrófago tiene una cantidad de distintas funciones fagocíticas y sintéticas en el tejido. El núcleo se caracteriza por una cantidad de invaginaciones de tamaños variables. El aparato de Golgi está bien desarrollado, y en el citoplasma se hallan presentes una cantidad de vesículas de tamaño variable. Es escaso el retículo endoplasmático superficial elemental, pero en el citoplasma están distribuidos en forma pareja cierta cantidad de ribosomas libres.

El macrófago, al igual que el mastocito, participa activamente en la defensa del tejido contra las sustancias extrañas y/o irritantes.

Además de los fibroblastos, mastocitos y macrófagos, el tejido conjuntivo contiene también células mesenquimáticas indiferenciadas, cuya función no ha sido claramente establecida.

Este tejido posee también células inflamatorias de diversos tipos, por ejemplo, granulocitos neutrófilos, linfocitos y plasmocitos.

Los granulocitos neutrófilos, también llamados leucoci-

tos polimorfonucleares, tienen un aspecto característico. El núcleo es lobulado y en el citoplasma se encuentran muchos lisosomas, con enzimas lisosómicas.

Los linfocitos se caracterizan por el núcleo oval a esférico. El angosto borde de citoplasma que rodea al núcleo, posee una cantidad de ribosomas libres, unas pocas mitocondrias y, en áreas localizadas, un retículo endoplasmático con ribosomas fijos. Los lisosomas aparecen también en el citoplasma.

Los plasmocitos contienen un núcleo esférico excéntrico. El retículo endoplasmático, con cantidad de ribosomas, aparece distribuido aleatoriamente en el citoplasma. Además, éste posee muchas mitocondrias y un aparato de Golgi bien desarrollado.

#### Fibras

Las fibras del tejido conectivo son producto de los fibroblastos y pueden dividirse en:

- a) Fibras colágenas.
- b) Fibras reticulares.
- c) Fibras oxitalánicas.
- d) Fibras elásticas.

Las fibras colágenas son las predominantes en el tejido conectivo gingival y comprenden los componentes más esenciales del periodonto.

En el tejido, las fibras suelen disponerse en haces. También los cementoblastos y osteoblastos poseen la capacidad de producir colágeno.

Las fibras reticulares exhiben propiedades argirófilas y

son abundantes en el tejido adyacente a la membrana basal. Sin embargo, también aparecen en grandes cantidades en el tejido conectivo laxo que rodea los grandes vasos sanguíneos. De tal modo, las fibras reticulares se encuentran en el tejido conectivo del epitelio y en las interfases del endotelio con el tejido conectivo.

Las fibras oxitalánicas aparecen en todas las estructuras del tejido conectivo del periodonto y parecen estar compuestas por fibrillas finas y largas con un diámetro de aproximadamente 150 A. La función de estas fibras permanece aún desconocida.

Sólo hay fibras elásticas en el tejido conectivo de la encía y del ligamento periodontal asociadas a los vasos sanguíneos. Sin embargo, en el tejido conectivo de la mucosa alveolar (tapizante) son abundantes las fibras elásticas. La encía hacia coronario de la unión mucogingival no posee fibras elásticas.

Aunque muchas de las fibras colágenas de la encía y del ligamento periodontal están distribuidas irregular o aleatoriamente, en su mayoría tienden a disponerse en grupos de haces con una clara orientación. De acuerdo con su inserción y curso en los tejidos, los haces orientados de la encía pueden ser agrupados así:

- a) Fibras circulares, que son aquellas que corren por la encía libre y rodean al diente a modo de manguito o anillo.
- b) Fibras dentogingivales que se insertan en el cemento de la porción supraalveolar de la raíz y se proyectan desde el cemento con una configuración en abanico hacia el tejido

- gingival libre de las superficies vestibulares, linguales y proximales.
- c) Fibras dentoperiósticas, que están incluidas en la misma porción de cemento de las dentogingivales, pero siguen un curso hacia apical por sobre la cresta ósea vestibular y lingual y terminan en el tejido de la encía adherida.
- d) Fibras transtabicales (o transeptales), que se extienden entre el cemento supraalveolar de dientes vecinos. Las fibras transtabicales atraviesan directamente el tabique interdental y se insertan en el cemento de los dientes adyacentes.

Los 4 grupos de haces de fibras colágenas refuerzan la papila interdental y proveen la resiliencia y el tono necesario para la conservación de su forma.

#### Matriz

La matriz del tejido conectivo es producto, primero, de los fibroblastos, aunque parte de sus componentes provienen de los mastocitos, y otros, de la sangre. La matriz es el medio en el cual están incluidas las células del tejido conectivo y es esencial para el mantenimiento del funcionamiento normal del tejido conectivo. Así, el transporte de agua, electrolitos, nutrientes, metabolitos, etc., hacia y desde cada célula se produce dentro de la matriz. Los constituyentes principales de la matriz del tejido conectivo son macromoléculas -- polisacáridas proteínicas. Normalmente, se diferencian estos complejos en proteoglucanos y glucoproteínas. Los proteoglucanos contienen glucosaminoglucanos como unidades polisacáridas

que, por la vía de uniones covalentes, se vinculan a una o -- más cadenas proteínicas. Casi siempre predomina el componente polisacárido en los proteoglucanos. El glucosaminoglucano llamado "ácido hialurónico" probablemente no esté unido a la proteína. Las glucoproteínas contienen también polisacáridos, pero estas macromoléculas difieren de los glucosaminoglucanos.- En las glucoproteínas predomina el componente proteínico.

ORIENTACION DE LOS FIBROBLASTOS GINGIVALES  
EN ESPACIOS PERIODONTALES SIMULADOS IN VITRO  
CONTENIENDO GEL COLAGENO

W. Fernyhough, I. Aukhil y T. Link,

El presente estudio examinó la orientación de fibroblastos gingivales humanos en espacio periodontal simulado in vitro conteniendo gel colágeno hidratado. Las raíces de dientes humanos extraídos fueron cepilladas seguidas por resección radicular e instrumentación de sus conductos. Los tercios medio y cervical de cada raíz fueron cortados transversalmente para crear cortes de 600  $\mu$ m de espesor. Hueso cortical bovino fue cortado, seccionado y contorneado para crear anillos óseos de 600  $\mu$ m de espesor con un diámetro interno tan grande como para acomodar una rebanada de raíz, quedando un espacio circunferencial variado aproximadamente de 0.1 a 1.0 mm. Tanto las rebanadas de raíz como los anillos óseos fueron incubados en una solución enzimática para remover todo el tejido blando remanente y después se desmineralizaron completamente en EDTA (18%) por 72 horas. Los fibroblastos gingivales humanos fueron colocados para que se unieran en los tejidos. Las rebanadas de dentina fueron colocadas junto a los fibroblastos gingivales humanos y entre los anillos óseos para crear el espacio periodontal simulado. 5 días después, cuando ocurrió la adherencia celular a la dentina y a las rebanadas de las raíces, se vertió un gel colágeno en el espacio. Los cultivos -- fueron mantenidos por seis semanas y después se procesaron pa

ra observarlos en microscopio electrónico de transmisión.

Los fibroblastos gingivales humanos parecieron haber formado capas múltiples celulares extendiéndose desde la periferia de las rebanadas de la raíz a la superficie interna de los anillos óseos. Los fibroblastos se habían adherido tanto a la superficie ósea como a la de la raíz. Hubo una interacción cerrada de células con las fibras de la matriz del gel.

La interacción de los fibroblastos con los componentes de la matriz extracelular como el colágeno, parece ser un proceso dinámico integral para la formación de un sistema de fibras orientadas, como lo es el ligamento periodontal. Diversos estudios han mostrado que el cultivo de fibroblastos en geles de colágeno hidratado puede conducir a la reorganización de colágeno. Tales reorganizaciones de colágeno en geles hidratado por fibroblastos in vitro, ha sido propuesto como un posible mecanismo para la formación de un sistema de fibras orientadas como ligamentos, y este fenómeno ha sido denominado "estructura traccional". La fuerza traccional ejercida por los fibroblastos aparentemente permite la organización de los componentes de la matriz extracelular en patrones morfológicos bien definidos.

Estudios recientes han mostrado que el cultivo de fibroblastos gingivales pueden formar capas de células orientadas entre partículas de dentina y que esto requiere la adherencia, migración y contracción de los fibroblastos cultivados. Como la adherencia de las células al substrato es un componente esencial, estudios sobre adherencia de células al substrato de dentina han mostrado que la desmineralización de la den

tina aumenta la adherencia celular. La migración y orientación de las células ha mostrado ser influenciado por la desmineralización de las superficies de dentina. Aukhil y Fernyhough han mostrado que cuando los fibroblastos gingivales humanos son cultivados en espacios periodontales simulados in vitro, éstos forman láminas celulares orientadas en el espacio y su tamaño y densidad aumentan con el tiempo.

Esto hace suponer que la formación del sistema de fibras orientadas requiere la adherencia inicial de células al substrato, seguida por la generación de fuerza tensional/traccional que puede en un momento dado alinear la matriz extracelular. Usando el modelo in vitro para simular el espacio del ligamento periodontal descrito por Aukhil y Fernyhough, el presente estudio analizó la orientación de fibroblastos gingivales humanos cultivados en espacios periodontales simulados -- conteniendo un gel colágeno tridimensional.

#### Materiales y Métodos

Preparación de las rebanadas de raíz y los anillos óseos.

La preparación de rebanadas de raíz de 600- $\mu$ m de espesor de dientes humanos y anillos óseos de hueso cortical bovino, han sido descritas previamente. Los anillos óseos tenían un diámetro interno bastante amplio como para acomodar una rebanada de raíz, saliendo un espacio circunferencial que variaba aproximadamente de 0.1 a 1 mm. Para asegurar la remoción completa de todo el tejido blando adherido, las rebanadas de raíz y los anillos óseos fueron incubados en una solución de 3 mg/ml de colagenasa y 23 unidades/ml de hialuronidasa (pH -

7.2) a 37°C por 72 horas, como lo describieron Pitaru y Melcher.

Las muestras escogidas al azar fueron examinadas bajo el microscopio para asegurar la remoción de todo el tejido blando adherido. Las rebanadas de raíz y los anillos óseos fueron lavados en tres cambios de fosfato bufer salino y completamente desmineralizado en 18% de EDTA por 72 horas, pH 7.2. Las rebanadas de raíz y los anillos óseos fueron lavados en tres cambios más de fosfato bufer salino y esterilizados por 72 horas en una solución antibiótica conteniendo penicilina-estreptomomicina (1 mg/ml). Gentamicina 500  $\mu\text{g}/\text{ml}$  y fungizona ----- (3  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) en solución salina balanceada de Hank. Las rebanadas de raíz y anillos óseos fueron entonces finalmente enjuagados en un medio esencial minimun alfa ( $\alpha$ -MEM), conteniendo 15% de suero fetal de becerro y un décimo de la concentración de los antibióticos mencionados arriba.

#### Cultivo Celular

Los fibroblastos gingivales humanos fueron creciendo en el medio esencial alfa con 15% de suero fetal de becerro, --- penicilina-estreptomomicina (100  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), gentamicina (50  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) y fungizona (0.3  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) a 37°C en una atmósfera de 95% de aire y 5% de CO<sub>2</sub>. Los fibroblastos gingivales humanos fueron colocados en platos con cultivo de 20 a 35 mm y el medio se les cambió diariamente. Los cultivos alcanzaron usualmente unión para el final de una semana.

En cada uno de los platos fue colocada una rebanada de raíz sobre la superficie de la capa confluyente. Un anillo ---

óseo fue colocado alrededor de la rebanada de raíz hasta dejar un espacio circunferencial entre la superficie externa de la rebanada de raíz y la pared interna del anillo óseo. Este espacio fue referido de aquí en adelante como espacio periodontal simulado. Los cultivos (con espécimes de raíz y hueso) fueron mantenidos cambiándoles diariamente el medio. El medio fue suplementado con 50 g/ml de ácido ascórbico en días alternos. Los cultivos fueron examinados diariamente. Una vez que las rebanadas de raíz fueron colocadas en los anillos óseos y cultivados con fibroblastos gingivales humanos por 5 días, un gel colágeno fue vertido en los platos, a fin de simular el espacio periodontal. 0.5 ml del cultivo fue removido y vertido a una solución de gel de colágeno modificado por Bellows y Col. (0.3 ml de suero fetal de becerro, 0.12 ml en 0.1 M de NaOH y 1.2 ml de Vitrogen 100 mixto). Los platos con el cultivo fueron incubados a 37°C por 15 minutos y fueron cubiertos con 1 ml de medio de cultivo, una vez que la solución de colágeno había venido a un gel. El medio fue cambiado diariamente. Después de 6 semanas de cultivo, éstos fueron fijados en solución fijadora de Karnovsky por 12 horas, enjuagados en cocodylate bufer (0.1 m), postfijados en 2% de tetróxido osmium por una hora, deshidratados en una serie graduada de etanol y embebidos en Epon.

Los espécimes fueron arreglados en blocks para incluir una parte dada del espacio periodontal simulado, de hueso y de raíz. Los blocks fueron montados sobre modelos plásticos y seccionados con microtomo a 1- $\mu$ m de espesor para observarlos en el microscopio de luz o electrónico de transmisión. Los --

cortes fueron hechos de 4 áreas diferentes en el espacio periodontal simulado.

## Resultados

### Microscopio de Luz.

Por seis semanas, los fibroblastos gingivales humanos -- que estuvieron una vez unidos sobre el piso del plato, antes de la adición del gel tridimensional, habían migrado en el -- gel colágeno, aparentemente unidos a varios puntos sobre las superficies de la raíz y del hueso y formaron una malla fibrosa de células y de fibras colágenas entre ellos. El alineamiento del material de la matriz extracelular parece estar en el plano del eje representando las capas celulares del espacio periodontal simulado. Las células y las fibras en la porción baja del espacio periodontal simulado pareció estar densamente organizado y relativamente difusa a las capas múltiples. Al final, en el hueso, muchas células parecieron asociadas con la matriz ósea desmineralizada. Los fibroblastos gingivales humanos fueron encontrados entre las fibras colágenas. Las células y las fibras de la matriz colágena aparecieron paralelas a cada una sugiriendo una posible reorganización de la matriz. Esas observaciones fueron vistas en todos los espécimes.

### Microscopio Electrónico.

Para las observaciones del microscopio electrónico fueron analizados cortes en varios ejes. Un mínimo de 5 espécimes fueron disponibles para cada corte. Los cortes mostraron

aparente adherencia de las células a las paredes de dentina y hueso del espacio periodontal simulado. La adherencia de las células a la dentina y superficies óseas fue de dos tipos:

- 1) Adherencia directa.
- 2) Adherencia por medio de algunas fibras colágenas del gel.

El modo de adherencia de las células al substrato varió con los diversos cortes en cada espécimen. La matriz mediando la adherencia de células a la dentina y substrato óseo fue -- identificado como parte del gel colágeno basado sobre:

- 1) La orientación perpendicular de esas fibras a aquellas de la matriz dentina/hueso.
- 2) Al diámetro más pequeño de las fibras en el gel, la adherencia directa de células a la dentina y superficies óseas se caracterizó por interdigitaciones de proceso celulares.

El corte de las cubiertas de las células en la parte central del espacio periodontal simulado mostró fibroblastos con material de matriz entre células. Los fibroblastos fueron --- elongados en su eje representando el plano de corte que en un momento fue el plano de eje de las cubiertas de la célula. -- Las interacciones cerradas fueron vistas entre las fibras colágenas de la matriz y del cuerpo de la célula, Las extensiones de las células no fueron vistas completamente en los cortes, sólo mostraron tales interacciones cerradas con la ma---triz. Esto indica que existe una organización del gel colágeno por los fibroblastos. Cortes hechos en un eje (corte) ---- transversal a las cubiertas celulares en el espacio periodontal simulado, sólo mostró una interacción cerrada de células con fibras de matriz colágena. Se confirmó que las células y-

las fibras de la matriz estuvieron paralelas.

Los fibroblastos en el espacio periodontal simulado mostraron densidad variada y alineamiento en la porción inferior (con respecto al plato) del espacio, comparado con la porción superior (con respecto a la superficie). En la porción inferior, la densidad celular fue baja con las células y fibras de la matriz orientadas al azar. Las células mostraron una gran extensión de procesos (como extensiones lamelares), y aparecieron bien dispersas. En comparación, las células en la porción superior del espacio (con respecto a la superficie), mostraron capas celulares densamente llenas, alineadas paralelamente a cada una con fibras de matriz entre ellas.

Los fibroblastos mostraron numerosos fagosomas y mitocondrias indicando alguna posible actividad fagocítica.

#### Discusión

Los presentes hallazgos confirman las observaciones previas de Aukhil y Fernyhough, que dicen: los fibroblastos gingivales humanos pueden formar capas múltiples continuas entre las rebanadas de la raíz y los anillos óseos colocados en una relación especial simulando un "espacio periodontal" in vitro. Los resultados sólo sugieren que las células reorganizan el gel colágeno y uno de los mecanismos puede ser la adaptación física de fibras colágenas preexistentes. Los presentes hallazgos soportan el concepto de que las células ejercen fuerza traccional sobre los componentes de la matriz, al crear patrones morfogenéticos.

La migración de células para formar una confluencia de -

capa única sobre el piso del plato del tejido cultivado directamente al gel colágeno en el espacio periodontal simulado, no es de sorprender, ya que se han hecho estudios previos basados sobre quimiotaxis, migración y morfogénesis de fibroblastos. La adherencia celular a la dentina desmineralizada y al substrato óseo ha sido mostrado como ocurrió previamente por diversos investigadores. En el presente estudio, el merocolocamiento de raíces parcialmente desmineralizada y de rebandas óseas sobre capas únicas de fibroblastos gingivales humanos, pudo haber simulado adherencia celular y su subsecuente migración sobre ese substrato. La secuencia de eventos que siguieron a la adherencia inicial de células a las superficies radicular y ósea, fue la misma como la describieron Auskhil y Fernyhough. Inicialmente la adherencia celular estuvo en puntos aislados y al fin de 5 días, al menos en toda la circunferencia de la raíz y la superficie interna del anillo óseo, mostró adherencia celular.

Una vez que el gel colágeno fue vertido sobre las capas celulares, la migración celular en el gel fue activa.

Al fin de 6 semanas, las células habían formado capas continuas extendiéndose entre la raíz y la superficie ósea en el espacio periodontal. La examinación diaria de los gels mostró que el gel en el espacio estaba separado por las células en los ejes de las cubiertas celulares. Esas observaciones durante las 6 semanas de incubación, fueron indirectamente confirmadas por microscopio electrónico. Los gels colágenos dieron un retículo tridimensional en el cual las células podían adherirse, dispersarse y formar una red tridimensional.

En el presente estudio, se usó sólo un periodo de observación y por esto los eventos más tempranos no podían ser analizados. Muchos de los cambios ultraestructurales en las células colocadas en el gel colágeno, fueron vistos durante las primeras 24 horas, y tales cambios habían sido descritos por Bellows y Col.

De acuerdo a Bellows y Col. los procesos de reorganización/contracción de gel podían ser divididos en diversos pasos:

- 1) La adherencia de células al colágeno.
- 2) Alineamiento de la matriz colágena por procesos celulares.
- 3) Migración celular.
- 4) Establecimiento de contactos intercelulares.
- 5) La reorganización de las células en un tejido tridimensional como una red.

El presente estudio se enfocó sobre los estados tardíos de la orientación celular y la organización de la matriz por células en un modelo in vitro para el ligamento periodontal. La secuencia de eventos tempranos durante la reorganización de la matriz descrita por Bellows y Col. pudo haber resultado en:

- 1) Alineamiento paralelo tanto de células como de la matriz en el espacio.
- 2) Interacción cerrada de células y matriz vistas a las 6 semanas.

Aunque no estudiamos la naturaleza de las uniones célula-matriz, las interacciones cerradas y la presencia de las fibras de la matriz entre las células, sugiere que las unio-

nes célula-matriz sí existen.

La adherencia de las células del tejido conectivo al --- substrato como al colágeno, se piensa que es efectuada por -- glicoproteínas como la fibronectina, y como el suero usado en el medio de cultivo de fibronectina producido por las células. Tal adherencia, célula-matriz, es necesaria para que ocurra - una migración celular en las redes de colágena. Una vez que - ocurra la adherencia celular al substrato, la diseminación ce lular pudo haberse iniciado. La reorganización inicial del -- gel tiene una correlación con la diseminación celular inicial.

El fenómeno de reorganización de la matriz por fibroblastos involucra los contactos de los fibroblastos orientados a lo largo de las fibras de la matriz extracelular. Nakatsujii y Johnson describen el alineamiento de fibras por fuerzas mecánicas que se originan en la embriogénesis de los anfibios y la migración continuada subsecuente de células a lo largo - del substrato. Cuando los fibroblastos son cubiertos con un - gel colágeno sin otro substrato, el resultado es un encoji--- miento relativamente uniforme y rápido del colágeno una vez - que las células están listas para ponerse en contacto con --- otras células. Sin embargo, cuando está presente más de un -- substrato, las células y fibras vienen a orientarse a los pun tos de adherencia del substrato. Es interesante anotar que la reorganización de la matriz del colágeno por las células en - el presente estudio queda en orientación uniforme parecido al ligamento periodontal. Recientemente, Quanstrom y Page describi eron el desarrollo de una matriz extracelular tridimensio-- nal sintetizada por fibroblastos cultivados en un modelo in

vitro.

Los mecanismos de la reorganización de la matriz por células no son entendibles completamente. Por ejemplo, no está claro cómo la reorganización del gel involucra la degradación de las moléculas del colágeno en el gel. Un estudio reciente de Guidry y Grinnell ha mostrado que durante la reorganización del gel colágeno, por fibroblastos de piel humana, sólo aproximadamente 5% del gel es degradado. Ellos sugieren que la reorganización del gel requiere adaptación física de fibras preexistentes más bien que de degradación del colágeno original y resíntesis de una nueva matriz. En el presente estudio fuimos incapaces de diferenciar entre el colágeno del gel de la matriz nuevamente sintetizado. Sin embargo, las células en la matriz mostraron numerosos fagosomas y mitocondrias, sugiriendo la presencia de alguna actividad fagocítica. Esto ha sido previamente sugerido, que los fibroblastos pueden estar involucrados en el remodelado y agregado de colágeno in vivo e in vitro.

Los hallazgos reportados aquí sugieren que en los fibroblastos gingivales humanos cultivados en el espacio periodontal simulado en la presencia de un gel de colágeno hidratado, se extienden células de capas múltiples de la raíz a las superficies óseas.

## V.- LIGAMENTO PERIODONTAL

El ligamento periodontal es ese tejido conectivo blando que rodea las raíces de los dientes y vincula el cemento radicular al hueso alveolar. El ligamento periodontal está incluido en el espacio entre las raíces de los dientes y el hueso alveolar que rodea al diente a un nivel de aproximadamente 1 mm apical con respecto a la unión cementoalveolar. Radiográficamente se pueden distinguir dos tipos de hueso alveolar: la parte de hueso que cubre el alvéolo y el margen de la apófosis alveolar, llamado hueso cortical, y que, como línea radiopaca a veces es conocido como "lámina dura". La porción de apófosis alveolar delimitada por la "lámina dura" está constituida por hueso esponjoso, que aparece como una red en la radiografía. El ligamento periodontal se continúa con el tejido conectivo supraalveolar y se comunica con el espacio medular del hueso alveolar. El espacio del ligamento periodontal tiene forma de reloj de arena y es más angosto hacia la mitad de la raíz. El ancho del ligamento periodontal es de aproximadamente 0.25 mm. La presencia de un ligamento periodontal es esencial para la movilidad de los dientes. La movilidad dentaria está determinada en gran medida por el ancho, altura y calidad del ligamento periodontal.

El diente está unido al hueso por haces de fibras colágenas que pueden ser divididas en los siguientes grupos principales:

- 1) Fibras horizontales.
- 2) Fibras oblícuas.

### 3) Fibras apicales.

El ligamento periodontal y el cemento radicular se forman a partir del tejido conectivo laxo (folículo) que rodea al germen dentario.

- a) El germen dentario se forma en una cripta del hueso. -- Las fibras colágenas producidas por los fibroblastos en el tejido conectivo laxo del germen, incluidas en el cemento recién formado, inmediatamente hacia apical del límite cementoadamantino. Las fibras establecen fascículos orientados hacia la porción coronaria de la cripta ósea. Estos haces de fibras formarán después, parte del grupo de fibras dentogingivales, el grupo de fibras dentoperiósticas y el grupo de fibras transtabicales que pertenecen a las fibras orientadas de la encía.
- b) Las fibras verdaderas del ligamento periodontal, las fibras principales, se forman en conjunción con la erupción del diente. Primero pueden identificarse las fibras que entran en la porción más marginal del hueso alveolar.
- c) Más tarde, se ven los haces ubicados más hacia apical - constituidos por fibras colágenas orientadas.
- d) La orientación de estos haces se modifica continuamente durante la fase de erupción del diente. Por primera vez, al ponerse el diente en contacto de oclusión y en función apropiada, se asocian las fibras del ligamento periodontal en grupos de fibras colágenas dentoalveolares bien orientadas:
  - 1) Fibras horizontales.

2) Fibras oblicuas

3) Fibras apicales.

- a) Primero se descubren fibrillas pequeñas y finas - como pinceles, que brotan del cemento radicular y se proyectan hacia el espacio del ligamento periodontal. En esta etapa, la superficie del hueso es tá cubierta por osteoblastos. Desde la superficie se puede ver que se irradia sólo una pequeña cantidad de finas fibrillas colágenas.
- b) Más tarde, la cantidad y grosor de las fibras que entran en el hueso aumentan. Las fibras irradian hacia el tejido conectivo laxo en la porción media del área del ligamento periodontal, que posee fibrillas colágenas orientadas más o menos aleatoriamente. Las fibras originadas en el cemento siguen siendo cortas, en tanto que aquellas que penetran en el hueso son gradualmente más largas. - Las porciones terminales de estas fibras poseen - prolongaciones digitiformes.
- c) Las fibras originadas en el cemento aumentan, a continuación, de longitud y grosor y se fusionan en el espacio del ligamento periodontal con las - fibras originadas en el hueso alveolar. Cuando el diente alcanza, concluida su erupción, el contacto oclusal y comienza a funcionar, las fibras --- principales se organizan en haces y corren en continuidad entre el hueso y el cemento.

MATRICES EXTRACELULARES Y FACTORES  
DE CRECIMIENTO POLIPEPTIDO COMO MEDIADORES  
DE LAS FUNCIONES DE LAS CELULAS DEL PERIODONTO

REVISION

Víctor P. Terranova y Ulf M.E. Wikesjö.

Esta es una revisión de las interacciones entre las células y sus matrices extracelulares y los factores de crecimiento polipéptidos. Este repaso no solamente intenta proporcionar una comprensión de las funciones de las matrices extracelulares y los factores de crecimiento polipéptido, sino que, sugiere el papel que estas moléculas biológicas pueden jugar en la regeneración periodontal.

El crecimiento, forma y función de las células, son moduladas por interacciones altamente específicas entre las células y sus matrices extracelulares y por los factores de crecimiento polipéptido. Esta revisión sumariza la reciente información sobre las características de las matrices extracelulares y sus interacciones celulares. También sumariza los papeles biológicos de otra clase de moléculas, los factores de crecimiento polipéptido. Finalmente intentaremos poner en claro el efecto de las matrices extracelulares y los factores de crecimiento polipéptido sobre la función de las células en el periodonto.

Estudios recientes sugieren que las interacciones específicas entre las células y sus matrices extracelulares son importantes para su crecimiento, morfología y función. Tales estudios muestran que las matrices son células y tejido específico, y se han hecho estudios para caracterizar esos componentes y sus funciones específicas.

En suma, estas moléculas tienen importantes efectos sobre las células y tejidos adyacentes y pueden regular las interacciones de los diferentes tipos de células y de tejidos.

#### El Fibroblasto como Matriz Extracelular

Los fibroblastos existen usualmente en una matriz fibrosa compuesta de colágeno tipo I y III, un pequeño ( $Mr=30,000$ ) proteoglicano condroitín sulfato y fibronectina ( $Mr=440,000$ ). El colágeno tipo I forma largas fibras ordenadas con alta resistencia tensil. La función del proteoglicano condroitín sulfato no está claramente definido. La fibronectina une los fibroblastos a la matriz y tiene un papel importante en la fibrogenesis.

La fibronectina está distribuida en los tejidos y en la sangre y se sabe que une a diferentes tipos de colágeno, al sulfato heparán, a la fibrina y a la mayoría de otras, glicoproteínas de la matriz extracelular. Recientemente varios reportes han indicado que el aspecto de las moléculas de fibronectina pueden variar de formas globulares a formas extendidas, dependiendo de la tensión iónica y el pH del ambiente extracelular. El receptor celular de la fibronectina completa no ha sido aislado, pero un reporte reciente de un enlace de-

fibronectina, ha sugerido la presencia de un receptor único - de superficie de células. En un estudio más reciente, el receptor de fibronectina ( $M_r=140,000$ ) ha sido definitivamente hallado.

#### El Cartílago como Matriz Extracelular

Otro ejemplo de las matrices extracelulares de tejido es específico con especificidad biológica es el cartílago. Los condrocitos existen en una matriz homogénea conteniendo colágeno tipo II. Un grande glicoproteínico sulfato condroitín encadena la proteína, el ácido hialurónico y el condronectín glicoproteínico de cartílago específico ( $M_r=180,000$ ). Las fibras de colágeno en esta matriz son pequeñas y ampliamente espaciadas. Las moléculas de proteoglicano están ligadas a lo largo de los filamentos en ácido hialurónico, con la proteína en cadena y existe como un gran agregado llenando el espacio entre las fibras de colágeno. La interacción entre las fibras de colágeno y el sistema proteoglicano no están bien definidos. -- Los condrocitos se unen a la matriz a través del condronectín el cual se une al proteoglicano, al colágeno y a los receptores en las superficies de la célula.

#### La Matriz Extracelular de la Célula Epitelial

La matriz extracelular de la célula epitelial es también única. Las células epiteliales descansan en una matriz de membrana que contiene colágeno tipo IV y un gran proteoglicano - sulfato heparán ( $M_r=750,000$ ) y la glicoproteína laminina ( $M_r=10^6$ ).

Estos tres componentes se encuentran en todas las membranas base y probablemente interactúan para formar una estructura supramolecular definida. La fibronectina es un constituyente prominente en las membranas de los tejidos embrionarios o de desarrollo, pero a menudo se pierde a medida que los tejidos maduran. El colágeno tipo IV forma el elemento estructural clave de la membrana. Las moléculas de colágeno están unidas en sus extremos con enlaces disulfuro y con eslabones cruzados derivados de lisina para formar una red abierta continua. Esta estructura crea una fuerte capa que permite el paso de fluidos. La laminina se une con el colágeno tipo IV y también a los receptores en la superficie de las células epitelial y endotelial, mediando así su integración con la membrana. La fibronectina se une en otro sitio con el colágeno tipo IV y podría mediar en la unión de los fibroblastos. El proteoglicano sulfato heparán se une a la laminina, al colágeno tipo IV, a la fibronectina y a la superficie de las células. El sulfato heparán forma una barrera cargada en la membrana que previene el pasaje de las proteínas.

La interacción de los componentes de la membrana in vitro, son altamente específicos y por esta razón podrían reflejar su papel in situ. El precipitado de colágeno tipo IV y la laminina forman solución en un complejo equimolar, y solamente una limitada cantidad de proteoglicano sulfato heparán se une al complejo de colágeno tipo IV-laminina.

La laminina es un importante constituyente de las membranas constituyendo del 30 al 50% de la proteína total. La laminina está localizada exclusivamente en las membranas y es sin

tetizada por las células que normalmente residen en la membrana base.

In vitro, la laminina existe como una molécula de aspecto cruzado, con tres brazos cortos y un brazo largo. Cada uno de los cuatro brazos tiene una región de extremo globular; -- sin embargo, la región del extremo del brazo largo difiere de la región del extremo de los brazos cortos. Uno o más de los brazos cortos en las regiones del extremo globular promueven expansión de células y también se unen al colágeno tipo IV. - El brazo largo de la laminina contiene un sitio unido a heparán. La composición de carbohidratos de las regiones extremoglobulares de la laminina es diferente del de las regiones de aspecto de varilla. La intersección de los brazos cortos contiene numerosos enlaces disulfuro y es relativamente resistente a la proteasa. La región central de la molécula de laminina se une a la superficie de una célula específica receptora para laminina. Ciertos tipos de células normales contienen superficie celular de alta afinidad uniendo los sitios para la laminina.

Se ha encontrado que la laminina se une al colágeno tipo IV en una manera saturable con una disociación constante de  $5 \times 10^{-7} \text{M}$ . Esto sugiere que hay una clase sencilla de sitios de unión. Sin embargo, ya que la laminina también se une al proteoglicano sulfato heparán, las interacciones múltiples -- probablemente cuentan para la localización de la laminina a las membranas base.

La Especificidad de la Célula  
como Moduladora por Matrices Extracelulares

Como se indicó anteriormente, los fibroblastos, condrocitos y células epiteliales producen y usan diferentes factores de unión, después, esos factores son células específicas. La laminina no soporta la unión de fibroblastos, y la fibronectina no permite la unión de células epiteliales. Tal especificidad también es observada en la interacción entre los factores en su unión con el colágeno. La laminina y las células epiteliales se unen al colágeno tipo IV pero no a otros tipos de colágeno. Estos efectos no son inesperados, ya que estas son las asociaciones naturales en el tejido. La fibronectina y los fibroblastos se unen a todos los colágenos. Estas interacciones in vitro reflejan los mecanismos que gobiernan la distribución y las funciones de las células en los tejidos.

Las células en cultivo crecen mejor en matrices extracelulares que en superficies de plástico o de vidrio. De hecho, el crecimiento en plástico o vidrio probablemente dependen de la absorción de las proteínas de la matriz producidas por las células o presentes en el suero. Por ejemplo, la matriz depositada por las células epiteliales corneales es un mejor sustrato para el crecimiento de las células que los componentes individuales, sugiriendo que más de un componente de la matriz está involucrado.

Los componentes individuales de la matriz estimulan el crecimiento, sobrevivencia y diferenciación de las células cultivadas. Por ejemplo, el crecimiento de los fibroblastos y células epiteliales en cultivo están estimuladas por la unión específica que produce cada célula. En parte, esto puede ser debido a una unión más eficiente, pero otros efectos directos

sobre la proliferación de las células, también contribuye al estímulo del crecimiento.

Un papel en la diferenciación de mioblastos también ha sido sugerida para la fibronectina y la laminina. Los mioblastos requieren de un substrato de colágeno y fibronectina y la laminina. Los mioblastos tienen también fibronectina en su superficie pero, ésta se pierde con la fusión y la laminina aparece en la superficie de los miotubos. La adición de fibronectina exógena al medio previene los mioblastos de los miotubos de formación. Aparentemente, el cambio de las proteínas en la superficie de las células pueden alterar las propiedades fenotípicas de otras células ya unidas. Por ejemplo, los condrocitos unidos a un substrato con condronectina son luego capaces de unir la fibronectina y aplanarse en un fenotipo fibroblástico. La fibronectina unida modifica algunas de las actividades biosintéticas de las células. Bajo estas condiciones las células dejan de sintetizar el proteoglicano de cartílago-específico y comienzan a producir fibronectina.

Se han observado interesantes efectos cuando los fibroblastos están expuestos a la laminina. Cuando agregados al medio de cultivo, la laminina (50  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) suprime el crecimiento de los fibroblastos. Presumiblemente, ello está reaccionando con los receptores en la superficie de los fibroblastos o con un componente especial que bloquea su crecimiento. El significado de esta observación no se conoce, pero podría representar un mecanismo para suprimir la invasión de fibroblastos dentro de los tejidos epiteliales. Una interacción como esta, ayudaría en la segregación de esos tipos de células durante -

el desarrollo y en la estabilización de la morfogénesis.

La fibronectina suprime el crecimiento de las células epiteliales y estimula el crecimiento de los fibroblastos y algunas otras células.

In vivo, la fibronectina ha mostrado estimular la reparación de heridas y la formación de costras, probablemente por estimular preferencialmente la unión, crecimiento y producción de matriz de fibroblastos. En algunos tejidos la estimulación repetida de la fibronectina, debido a la injuria persistente, puede conducir a un exceso de matriz, la cual puede manifestarse como fibrosis.

Las células endoteliales y los hepatocitos están capacitados para usar la fibronectina y la laminina para su unión in vitro, y esos factores influyen en el fenotipo de las células. Capilarmente las células endoteliales en cultivo proliferan en un substrato formado por colágenos tipos I y III, y forman placas confluentes. Cuando se ponen en colágeno tipo IV, estas células cesan de dividirse y forman tubos parecidos a capilares. Probablemente los factores de unión también difieren bajo esas condiciones y pueden regular las diferentes respuestas de las células. Los hepatocitos también se unen a la laminina y a la fibronectina, pero llegan a ser mucho más fibroblásticos en la presencia de la fibronectina. Esto podría relacionarse a la injuria crónica en el hígado, causando un cambio en las actividades fibroblásticas.

Los estudios manifestados aquí, ayudan a explicar la interacción de las células específicas con sus matrices y la relación de la matriz extracelular a la estructura del tejido.

### Factores de Crecimiento Polipéptido

Además de la matriz extracelular, existen otra clase de respuesta biológica de los modificadores, los factores de crecimiento polipéptido, que han generado últimamente gran interés.

La importancia fundamental y a la vez crítica, de los factores de crecimiento polipéptido en la estimulación del crecimiento y mantener la viabilidad en una amplia variedad de tipos de células, ha llegado a ser un principio generalmente aceptado de la biología de desarrollo. Los factores de crecimiento polipéptido son como hormonas en su estructura y su función. Sin embargo, estudios recientes han indicado que sus sitios de síntesis y medios de transporte a células específicas son más variables que sus verdaderas análogas hormonas. La mayoría de estos factores no son almacenados en las vesículas de sus células sintetizadas, sino que son liberados de una manera continua para difundirse a las células clave (esto podría ser ya endócrinas, parácrinas o autócrinas). Los mecanismos bioquímicos por los cuales la síntesis y liberación de los factores de crecimiento polipéptido son regulados, se desconocen. Se cree, sin embargo, que la señal transducción de la respuesta proliferativa de factor-inducido está mediada por receptores de alta afinidad presentes en la superficie de las células clave.

En los años pasados, se ha logrado un mayor progreso en la definición y caracterización de los factores de crecimiento polipéptido, en tres áreas específicas:

1) Identificación y aislamiento de un gran número de factores

de crecimiento polipéptido.

- 2) Analisis estructurales, incluyendo RNAm.
- 3) Caracterización receptora para varios factores de crecimiento polipéptido, en términos de su estructura y su función.

De esta manera, comunmente se piensa que los factores de crecimiento polipéptido, en su estructura y su función representan una gran familia de factores regulatorios, que hay muchos subgrupos caracterizados por similitudes estructurales que sugieren ancestros comunes, y que algunos factores de crecimiento polipéptido son sintetizados como parte de grandes precursores que presumiblemente están liberados por proteólisis limitada del prefactor.

El crecimiento es un proceso fundamental que es una característica única en todos los organismos vivientes. Aunque el crecimiento está usualmente asociado con las etapas tempranas de desarrollo, esto es, en el embrión y en el recién nacido, ello con frecuencia permanece como un aspecto general en muchos tejidos a través de la vida adulta.

Esto es especialmente evidente cuando se considera, en la curación y cicatrización de las heridas, por ejemplo, las capacidades regenerativas y el reemplazo programado de muchos tipos de células. Aunque algunos de esos procesos en el tejido normal, como opuesto al tejido sano, son actividades de mantenimiento porque no hay un aumento neto en el tamaño del tejido o masa, el crecimiento está normalmente acompañado por tejido o cambios de células que resultan de un aumento en el tamaño de las células (hipertropismo) o número de células. La

respuesta hipertrópica, que resulta de una producción aumentada de material de matriz extracelular, tales como hueso y tejido conectivo, tanto como aumento en el volumen de células, - están particularmente bien ilustradas por el crecimiento axonal y formación sináptica de neuronas de desarrollo. En contraste, la hiperplasticidad proporciona los medios para la producción y mantenimiento de los tejidos terminalmente diferenciados de las células pluripotentes en adición a la proliferación requerida para lograr suficientes números de células para formar los tejidos adultos. En cualquier etapa de desarrollo, la respuesta mitogénica de la población celular de un organismo puede ser dividida en tres categorías:

- 1) Células que son postmitóticas y, por lo tanto, incapaces de ser sometidas a división.
- 2) Células que están constantemente siendo sometidas a división.
- 3) Células que están descansando, pero son capaces de entrar al ciclo celular y ser sometidas a división, dando los estímulos apropiados. La mayoría de las células pueden ser estimuladas para aumentar su tamaño a pesar de su estado mitótico.

Una variedad de factores contribuye a la estimulación y control de los procesos de crecimiento; hormonas, factores de crecimiento polipéptido, elementos neurales, contactos proximales por células homólogas y heterólogas e interacción con material de matriz extracelular, parecen estar entre las más importantes. Cada factor puede señalar la célula clave a través de la formación de un complejo factor-receptor en el exte

rior de la membrana. Aunque los resultados finales de estas - informaciones han sido bien documentadas, se conoce relativamente poco acerca de la naturaleza de las señales moleculares y cómo están ellas propagadas. Adicionalmente, su identificación ha sido hecha más difícil por la naturaleza compleja de la respuesta del crecimiento y el expandido periodo de tiempo sobre el cual esto puede ocurrir. Es probable que un mecanismo nada sencillo pueda contar para todas las sustancias estimulantes del crecimiento, y por lo tanto, cada factor tiene - que ser estudiado individualmente.

En adición a su acción de promoción-crecimiento, recientemente algunos factores de crecimiento polipéptido han estado implicados en desarrollar una respuesta quimiotáctica a -- las células a las cuales sean el objetivo. De esta manera, el efecto neto total podría ser un movimiento dirigido de célu-- las, acompañado por una subsecuente proliferación.

La conducta quimiotáctica es una propiedad de una variedad de tipos de células comprometidas en muchos procesos biológicos, incluyendo el desarrollo de órganos, curación de heridas, sobrecrecimiento neural, invasión e inflamación de tumores. Los factores que modulan la quimiotaxis de las célu--- las, recientemente han estado implicados en la diferenciación y en el crecimiento celular. Las proteínas de la matriz extra celular, la laminina y fibronectina han mostrado estimular la motilidad de las mamas en una variedad de tipos de célu--- las, incluyendo células nerviosas, leucocitos polimorfonucleares, fibroblastos, células epiteliales, células de Schwann y varias células de origen tumorigénico. Además, el factor de -

crecimiento de las células endoteliales, ha mostrado ser un potente quimiotractante para las células del músculo liso y fibroblastos. El factor de crecimiento de los nervios y la laminina han sido implicados en la proliferación y migración neural.

Por lo tanto, los componentes aislados y los factores de crecimiento polipéptido de la matriz extracelular parecen jugar un papel extremadamente importante en nuestra comprensión de la definición del tejido.

### Regeneración del Tejido Conectivo.

#### Unión del Periodonto.

El tejido conectivo, unión del periodonto es un complejo consistente de fibroblastos (de varios tipos, incluyendo fibroblastos gingivales y células del ligamento periodontal), células epiteliales (epitelio gingival), células endoteliales vasculares, procesos de células nerviosas, cemento (cementoblastos con matriz extracelular asociada), hueso alveolar (varios tipos de células óseas) y extensa matriz extracelular (colágeno, glicoproteínas y proteoglicanos). La regeneración de este complejo después de una enfermedad periodontal ha sido una área importante de investigación reciente y es una meta actual de la terapia periodontal clínica. Se han intentado muchos procedimientos clínicos para obtener la regeneración de la unión periodontal. El ácido cítrico condicionado o la inserción de membranas sintéticas, permiten la recolonización selectiva de las células de la superficie de la raíz del diente por células de origen mesenquimal, han sido apoyados como-

posibles procedimientos adjuntos para la cirugía periodontal.

El acondicionamiento con ácido cítrico de la superficie de la raíz instrumentada durante la cirugía periodontal, se ha llevado a cabo como una promesa en la regeneración de una nueva unión de tejido conectivo en los humanos y en animales de experimentación comparada con la cirugía periodontal sola.

El significado biológico del uso del ácido cítrico ha sido estudiado en varios laboratorios. Se ha demostrado, *in vitro* que la desmineralización parcial de la superficie de la raíz (la dentina), eleva la migración y la unión de las células-fibroblastos del ligamento periodontal o los fibroblastos gingivales humanos. Este dato sugiere que al exponer la dentina, el colágeno por la desmineralización del ácido proporciona una matriz adecuada para la adherencia de las células del tejido conectivo. En el mono ardilla, la readherencia del tejido conectivo no ocurre sobre la replantación de las raíces que habían sido desnudadas quirúrgicamente de parte de su ligamento periodontal. La superficie de la raíz instrumentada sirvió como un substrato para la migración apical de las células epiteliales gingivales. Una red de fibrina parece estar unida a la superficie de la raíz de los especímenes ácido-tratados y la terminación apical del epitelio estaba localizada en la extensión coronal de esa red. En estos experimentos es concebible que la rápida unión a la superficie de la raíz del tejido conectivo no especificado y los componentes de la matriz extracelular, fuera promovida por las fibras de colágeno expuesto. Tales componentes de la matriz entonces promueven adherencia mesenquimal de las células.

Esta barrera de células podría entonces actuar como un sello circunferencial efectivo para prevenir la migración apical de las células epiteliales.

El microscopio electrónico de transmisión ha demostrado que las superficies de las raíces expuestas en perros, han demostrado que las fibrillas de colágeno expuestas de la superficie desmineralizada de la raíz retienen su periodicidad.

Se ha demostrado que una unión de tejido conectivo puede lograrse en la superficie de la raíz desmineralizada, a pesar de que si es desnudada quirúrgicamente o ha sido expuesta al ambiente de una bolsa periodontal experimental.

La ganancia de la unión clínica después de una desmineralización parcial de la superficie con ácido cítrico en combinación con una cirugía periodontal en el hombre, es limitada. Se han reportado aproximadamente una ganancia de 2 mm del nivel de unión en las superficies tratadas, comparada con los controles tratados sin ácido de 1.2 a 1.5 mm. Los resultados de los estudios en los animales experimentales indican que el colágeno designado pudo haber limitado la cantidad de unión lograda.

En un estudio sobre raíces reimplantadas en perros, se concluyó que solamente la superficie parcial de las raíces desmineralizadas, exhibiendo células de ligamento periodontal, mostraron fragmentos de nuevo tejido fibroso unido, identificado como ligamento periodontal. Las áreas de la raíz sin unión fibrosa presentadas con anquilosis y resorción como lo hicieron las raíces cubiertas con fibroblastos gingivales cultivados o controles no cubiertos. Los estudios dirigidos a la

cicatrización del tejido conectivo, a las superficies de la raíz desnudada parcialmente de su ligamento periodontal, han usado raíces implantadas sumergidas parcialmente en el hueso alveolar.

La inserción de membranas semiporosas bajo el colgajo de tejido blando durante la cirugía periodontal, se piensa excluir mecánicamente:

- 1) La migración apical de la célula epitelial a lo largo de la superficie de la raíz.
- 2) La recolonización de la superficie de la raíz por los fibroblastos gingivales.

Se ha sugerido que esta exclusión parcial de células, permite selectivamente la repoblación por las células del ligamento periodontal en la superficie de la raíz.

Estudios hechos en monos y perros, indican que la resorción de la raíz y la anquilosis, frecuentemente obstaculizan el resultado, después del uso de desmineralización parcial de la superficie de la raíz o la inserción de membranas sintéticas. En el hombre, la resorción de la raíz y la anquilosis han sido observadas después de una cirugía periodontal reconstructiva, incluyendo el uso de injertos de hueso. En contraste, cuando el ácido cítrico condicionado o las membranas sintéticas han sido usadas en el hombre, la resorción de la raíz y la anquilosis no han sido reportadas. Esto puede ser debido a los relativamente cortos periodos de observación de estos casos, la carencia de una evaluación histológica sistémica o las verdaderas diferencias entre los modelos en animales experimentales y el hombre.

MATRICES EXTRACELULARES  
Y FACTORES DE CRECIMIENTO POLIPEPTIDO QUE MODULAN  
LAS FUNCIONES DE LAS CELULAS DEL PERIODONTO

En un estudio acerca de la unión de fibroblastos y células epiteliales a las superficies de la raíz de los dientes humanos extraídos, se demostró que la unión de los fibroblastos se logró por la fibronectina, mientras que la unión de las células epiteliales fue lograda por la laminina. De esta manera se postuló que los tipos de células específicas pueden ser dirigidas para unirse a diferentes áreas en la superficie de la raíz a través del uso localizado de estas proteínas de la matriz extracelular.

Se encontró que en el crecimiento de los fibroblastos y las células epiteliales en las superficies de la raíz de los dientes humanos extraídos, las células epiteliales crecían diez veces más aprisa que los fibroblastos; después del tratamiento con ácido cítrico de la superficie de la raíz para exponer las fibras de colágeno tipo I y la adición de fibronectina exógena, el patrón de crecimiento fue revertido con los fibroblastos mostrando un aumento de 10 dobles en crecimiento sobre las células epiteliales. Así, parece ser posible alterar la unión de la célula y el crecimiento hacia y sobre la superficie de los dientes.

Previamente, había sido difícil producir un ambiente que haya promovido nueva unión de tejido conectivo a las superficies de la raíz de los dientes. Parece que el epitelio tiene una ventaja selectiva en el crecimiento, debido a su habili-

dad para unirse a la superficie mineralizada tratada mecánicamente y subsecuentemente una rápida migración a lo largo de esas superficies radiculares. Como en todos los tejidos conectivos, una vez que el epitelio separa la superficie de la raíz del tejido conectivo adyacente, el enlace de los fibroblastos a la superficie de la raíz es impedido. Es posible que el enlace del tejido conectivo podría promoverse por la aplicación local de exógenos, material de matriz extracelular y factores de crecimiento polipéptido, para preparar adecuadamente las superficies de la raíz que conferirán una ventaja selectiva a los fibroblastos gingivales, osteoblastos y/o células originadas del ligamento periodontal.

Estudios recientes han mostrado que la tetraciclina HCl, desmineraliza la superficie dentinaria de la raíz in vitro. Además se encontró que la tetraciclina HCl absorbe el esmalte y dentina, pero no en forma activa. Se ha mostrado in vitro que la tetraciclina HCl inhibe la actividad de la enzima colagenolítica. En otro experimento se demostró, que la unión de fibronectina y fibroblastos a la superficie de la raíz tratada con tetraciclina, fue notablemente aumentada comparada con la observada en la superficie de la raíz condicionada con ácido cítrico.

Se ha demostrado recientemente que la migración, la proliferación y el movimiento de las células del ligamento periodontal, sobre las superficies de la dentina, aumenta cuando la superficie está preconditionada con tetraciclina HCl y tratada con fibronectina y factor de crecimiento de células endoteliales.

En suma, es factible que la tetraciclina y/o el ácido cítrico preconditionador de la superficie de la raíz, y la aplicación subsecuente de los modificadores de respuesta biológica, pueden promover una cicatrización del tejido conectivo, por el aumento de enlaces de células selectas, proliferación y migración. Esta cascada de eventos no debe estar limitada a células de origen fibroblástico, sino que también debe incluir células de origen endotelial, células de origen nervioso, de músculo liso y células precementoblásticas no diferenciadas. Por lo tanto, una serie de estas y otras respuestas biológicas actúan sinérgicamente y pueden ser usadas para establecer un nuevo ligamento periodontal.

#### Sumario

En esta revisión hemos intentado proporcionar una idea básica, de las funciones críticas de las matrices extracelulares y factores de crecimiento polipéptido. Además, hemos relacionado cómo estas moléculas biológicas pueden jugar un papel en la regeneración periodontal. Es posible que algún día los clínicos puedan alisar una superficie radicular, periodontalmente expuesta y químicamente condicionada, aplicando una serie de modificadores de respuesta biológica a la herida y, después cubrir la superficie condicionada con un colgajo, para así obtener un verdadero enlace de tejido conectivo colagenoso. Este enlace de tejido conectivo incluiría células del ligamento periodontal, con manojos colagenosos yuxtapuestos a los cementoblastos. Estas células serían adherentes a los manojos colagenosos, y su adherencia será mediada por la fibro-

nectina. El enlace epitelial estaría estabilizado en la unión cemento-esmalte y observada microscópicamente como una membrana base de tres capas, separando el nuevo cemento del epitelio oral.

Este tipo de tratamiento no está disponible actualmente, pero se piensa que en un futuro no muy lejano, se lleve a la práctica clínica.

## VI.- CEMENTO RADICULAR

El cemento es un tejido calcificado especializado que re cubre las superficies radiculares y, a veces, pequeñas porciones de las coronas dentarias. Tiene muchos rasgos en común -- con el tejido óseo, pero las principales diferencias son:

- 1) No posee vasos sanguíneos ni linfáticos.
- 2) No tiene invervación.
- 3) No experimenta reabsorción y remodelado fisiológicos, pero se caracteriza por un depósito continuo durante toda la vi da.

El cemento cumple distintas funciones. Brinda inserción-radicular a las fibras del ligamento periodontal y contribuye al proceso de reparación tras las lesiones a la superficie ra dicular. Se conocen dos tipos de cemento:

- 1) Cemento primario o acelular que se forma en conjunción con la formación radicular y erupción dentaria.
- 2) Cemento secundario o celular que se forma después de la -- erupción dentaria y en respuesta a las exigencias funciona les.

El cemento secundario o celular se deposita sobre el cemento primario durante todo el periodo funcional del diente.- A menudo se lo encuentra sólo en la porción intraalveolar de la raíz. Los cementoblastos generan tanto el cemento celular- como el acelular. Algunas de estas células se incorporan al - cementoide y después se calcifican para formar cemento. Las - células incorporadas al cemento se denominan cementocitos.

Los cementocitos, por la vía de sus prolongaciones cito-

plasmáticas, están unidos a los cementoblastos de la superficie. La presencia de los cementocitos permite el transporte de nutrientes a través del cemento, y contribuye al mantenimiento de la vitalidad de este tejido mineralizado.

Las porciones de las fibras principales incluidas en el cemento radicular y en el hueso alveolar reciben el nombre de fibras de Sharpey. Una parte importante del cemento acelular está constituida por haces de fibras de Sharpey mineralizadas, las que tienen un diámetro menor y están más densamente apretadas que en el hueso alveolar. Durante la formación interrumpida de cemento acelular, hay porciones de las fibras del ligamento periodontal (fibras principales) adyacentes a la raíz que quedan incluidas con cristales minerales, es decir, mineralizadas. Así, las fibras de Sharpey del cemento deben considerarse una continuación directa de las fibras colágenas del tejido conectivo supraalveolar y del ligamento periodontal. Las fibras de Sharpey forman el llamado sistema fibroso extrínseco del cemento, producidas por los fibroblastos del ligamento periodontal. El sistema fibroso intrínseco es producto de los cementoblastos y está compuesto por fibras orientadas más o menos paralelas al eje longitudinal de la raíz.

En contraste con el hueso, el cemento no contiene nervios ni vasos sanguíneos o linfáticos. El cemento no presenta periodos alternantes de reabsorción y aposición, sino que aumenta de espesor a lo largo de toda la vida por depósitos de nuevas capas sucesivas del tejido. Durante este proceso de aposición gradual, la porción de las fibras principales que

reside en la inmediata adyacencia de la superficie radicular-  
se calcifica. La mineralización se produce por depósito de --  
cristales de hidroxapatita, primero dentro de las fibras, --  
después en la superficie de las fibras y finalmente, en la ma  
triz interfibrilar. Generalmente, el cemento acelular está --  
más apropiadamente mineralizado que el celular. Algunas veces  
sólo se calcifica la periferia de las fibras de Sharpey del -  
cemento celular y deja un núcleo sin calcificar.

ANALISIS ESTRUCTURAL Y MORFOMETRICO  
DE CEMENTOBLASTOS Y FIBROBLASTOS PERIODONTALES DE HUMANOS

A. Yamasaki, G.G. Rose, G.J. Pinero, C.J. Mahan.

Para poder aclarar las características citológicas de los cementoblastos humanos y distinguirlos de los fibroblastos periodontales, se analizaron el ligamento periodontal y el tejido conectivo adherido a 37 dientes extraídos de 27 pacientes (con edades de 10-67 años). Los cementoblastos consistieron de los tipos inmaduros y de descanso de células productoras de colágeno, que fueron pobres de retículo endoplasmático rugoso y aparato de golgi; esos organelos estuvieron bien desarrollados en los cementoblastos del tipo activo, que fueron poco comunes. Los cementoblastos revelaron un promedio de volumen-densidad más alto por unidad tisular que los fibroblastos y en algunas ocasiones se agruparon en manojos con la formación de aparatos de unión. El volumen de partículas de glicógeno por citoplasma, fue significativamente más alto en los cementoblastos, mientras el retículo endoplasmático rugoso fue más alto en los fibroblastos del presente estudio. De esto se concluye que los cementoblastos son células productoras de colágeno menos activas que los fibroblastos periodontales.

La biología de la nueva unión entre el tejido conectivo-periodontal y la raíz dental después del tratamiento periodontal es de mucha importancia para los periodoncistas. Hasta ahora, no se ha logrado el objetivo clínico, de un ligamento-

periodontal restaurado. Uno de los pasos en resolver este problema es asegurar un mejor entendimiento del funcionamiento de las células responsables para la formación de la nueva unión y su conservación, como pueden ser los fibroblastos del ligamento periodontal y los cementoblastos. Esas células tienen un origen común y contienen organelos comunes con características como síntesis de proteínas y secreción. Por otro lado, se supone que dan origen al colágeno y sustancia fundamental del ligamento periodontal. Los cementoblastos, sin embargo, difieren de los fibroblastos en que su colágeno elaborado viene de una parte del cementoide, el cual más tarde es mineralizado durante la formación del cemento. Aunque ha habido muchos reportes que incluyen algunas características ultraestructurales de los cementoblastos y fibroblastos, tanto del periodonto humano como animal, no se han descrito las características individuales completamente.

Durante los años pasados, hemos inspeccionado raíces de dientes humanos con microscopio electrónico y encontramos que todos los cementoblastos contenían cantidades altas de partículas de glicógeno. La acumulación de glicógeno fue progresivamente menos de la segunda a la sexta capa de fibroblastos supradyacentes a los cementoblastos ricos en glicógenos y fueron sólo ocasionalmente encontrados o estuvieron ausentes en los fibroblastos más distales del cemento. Similarmente, se observaron microfilamentos del tipo contráctil (6 nm de diámetro) preferentemente en cementoblastos que en fibroblastos. De esta manera, esas observaciones nos impulsaron a examinar otras características entre cementoblastos y fibroblastos pe-

riodontales. Se ha llevado a cabo una examinación con microscopio electrónico sobre el tejido conectivo periodontal adherido a 37 raíces de dientes extraídos, y se hicieron comparaciones morfométricas de sus componentes celulares usando métodos estereológicos.

### Materiales y Métodos

37 dientes de 27 pacientes entre 10 y 67 años de edad -- fueron usados: 23 funcionales (20 premolares y 3 primeros molares) y 14 no funcionales (terceros molares). Los premolares fueron obtenidos de pacientes ortodóncicos. Los primeros molares fueron extraídos porque tenían un diagnóstico de lesión periapical incurable. Los terceros molares fueron extraídos para prevenir las complicaciones causadas por erupción incompleta.

#### Microscopio Electrónico

Después de la extracción, los dientes fueron colocados dentro de paraformaldehído 2%, glutaraldehído 2.5%, en bufer con 0.1 m cacodilate de sodio (pH 7.2), y fijados de 3 a 19 horas a 14°C. Después fueron descalcificados en EDTA al 10% (pH 7.2) de 7 a 10 días a 4°C, y después se cortaron capas delgadas de ligamento periodontal, cemento, y dentina de las superficies radiculares de cada diente. El ligamento periodontal del tercio apical y coronal del primer molar fueron desechados por la posibilidad de cambios inflamatorios. Las capas fueron postfijadas en 1% de ácido ósmico, 2% de ferrocyanida, potasio en 0.1 m cacodilate bufer (pH 7.2), por 60 minutos-

a 4°C, teñidos en block con 1% de acetato uranyl acuoso, dehidratados en una serie graduada de etanol y embebidos en medio viscoso. Los cortes fueron teñidos con fucina básica y azul de metileno para observarlo en microscopio de luz. Las muestras fueron cortadas sobre un portaobjetos (Porter Blum Mt-2) con un bisturí de diamante, teñidos con acetato uranyl y citrato, y observados con microscopio electrónico.

## Morfología

### Muestreo Tisular

Las muestras para análisis morfométrico fueron tomadas de:

- 1) Tercio coronal.
- 2) Tercio medio.
- 3) Tercio apical de los premolares.
- 4) La mitad central de los terceros molares.

Las raíces del primer molar fueron usadas sólo para análisis ultraestructural. Los tejidos blandos adheridos a la porción coronal de las raíces de los premolares a menudo tuvieron 0.3 mm de espesor; por otro lado, las muestras de esta porción fueron consideradas como el tejido conectivo gingival. 8 blocks de cada una de las 4 porciones exhibieron cantidades suficientes de tejidos blandos (más de 60  $\mu$ m de espesor) y la preservación tisular disponible fue de 11 premolares de 8 pacientes entre 12 y 31 años de edad y de 6 terceros molares de 5 pacientes entre 19 y 26 años de edad.

Los cortes obtenidos de un total de 32 blocks fueron montados sobre gradillas, teñidas con uranyl y observados con mi

croscopio electrónico. Durante esta observación a baja ampliación, el ligamento periodontal y el tejido conectivo gingival fueron divididos en dos zonas con la ayuda del microscopio electrónico:

- 1) Una zona cementoblástica a lo largo de la superficie del cemento a una distancia aproximada de  $10 \mu\text{m}$ , en la cual se incluyeron 3 capas de células.
- 2) Una zona fibroblástica del ligamento periodontal o tejido conectivo gingival a una distancia de 40 a  $60 \mu\text{m}$  de la superficie del cemento.

Se tomaron 5 micrografías electrónicas de cada una de las zonas cementoblástica y fibroblástica para cada uno de los 32 blocks a la ampliación original x 18 000.

#### Procedimientos Estereológicos

Este procedimiento fue empleado para estimar la densidad volumen de los siguientes componentes de los cementoblastos y fibroblastos:

- 1) Citoplasma.
- 2) Núcleo.
- 3) Mitocondria.
- 4) Retículo endoplasmático rugoso.
- 5) Partículas de glicógeno.

Este sistema consistió de 120 puntas test formadas por la intersección de líneas pesadas (puntas gruesas), una punta representó  $1 \mu\text{m}^2$ , y de 1080 puntas test formadas por la intersección de líneas delgadas (puntas finas), una punta representó  $0.11 \mu\text{m}^2$ . El volumen-densidad del citoplasma y del núcleo

fue estimado por el conteo de puntas gruesas caídas sobre el citoplasma y el núcleo. Se usaron puntas finas para estimar el volumen-densidad de la mitocondria, el retículo endoplásmico rugoso y las partículas de glicógeno.

Los datos morfométricos del citoplasma y del núcleo fueron presentados en fracción volumen de  $1 \text{ cm}^3$  unidad volumen del ligamento periodontal o tejido conectivo gingival ----- ( $\text{mm}^3/\text{cm}^3 \pm$  desviación estandar).

Los datos de la mitocondria, el retículo endoplasmático-rugoso y las partículas de glicógeno fueron convertidas en porcentaje volumen de citoplasma.

Las diferencias entre cada fracción tisular fueron analizados estadísticamente, usando el test estudiante.

## Resultados

### Microscopio de Luz

Los cortes teñidos con fucina-básica y azul de metileno-revelaron varias cantidades de fibras de tejido conectivo remanente adherido a partes más grandes de la superficie radicular.

En los terceros molares, las fibras colágenas generalmente aparecieron orientadas paralelamente a la superficie radicular, aunque en los premolares y primeros molares, ellas tenían orientaciones más variables. La distribución de las células que producen colágeno en el ligamento periodontal adherido y tejido conectivo gingival, como son los cementoblastos y fibroblastos, variaron de una a otra área. Sin embargo, ellas

fueron más numerosas, generalmente, a lo largo de la superficie del cemento. No se observó inflamación en el ligamento periodontal adherido y en el tejido conectivo gingival.

### Microscopio Electrónico

#### Ultraestructura General de Células Productoras de Colágeno.

Las células productoras de colágeno en el ligamento periodontal adherido y tejido conectivo gingival mostraron varias apariencias citológicas, dependiendo de su estado funcional. En este estudio ellas fueron clasificadas en 3 grupos:

- 1) Inmadura.
- 2) Activa.
- 3) De descanso.

Las células productoras de colágeno inmaduras tienen un núcleo redondo y ovoide con cromatina bien dispersa y varias cantidades del citoplasma, muestran una línea externa irregular. Un número moderado de mitocondrias estuvieron dispersas o agrupadas en una porción del citoplasma. El complejo de golgi constó de un montón de sáculos y diversas vesículas que fueron observadas en la posición yuxtannuclear. El retículo endoplasmático rugoso no fue visible y usualmente apareció como una pequeña cisterna aislada. Una área libre de organelos, que ocupó en forma característica una parte considerable del citoplasma de las células productoras de colágeno, fue llenada con microfilamentos (5-7 nm de diámetro) de varias configuraciones y densidades. Esos microfilamentos estuvieron a menudo acumulados en montones con nudos semiperiódicos densos o en densidades en red (malla). Las células activas como las --

sintetizadoras, fueron caracterizadas por un citoplasma lleno con un complejo de golgi y un retículo endoplasmático rugoso bien desarrollado. Algunas cisternas del retículo endoplasmático rugoso estuvieron estrechas y arregladas en desorden, -- mientras que otras estuvieron amplias y tenían una configuración más ordenada. Los microfilamentos fueron menos prominentes que en las células del tipo inmaduro.

Las células productoras de colágeno del tipo de descanso fueron células delgadas con un núcleo indentado heterocromático y el citoplasma usualmente ocupado con varias cantidades de filamentos intermedios (aproximadamente 10 nm de diámetro). El retículo endoplasmático rugoso fue pobremente desarrollado y el aparato de golgi fue ocasionalmente identificado. La lámina fibrosa fue más prominente en este estado funcional. El glicógeno contenido de todos los estados funcionales de las células productoras de colágeno variaron inversamente con la distancia de las células del cemento.

#### Cementoblastos

El cemento del ligamento periodontal o la interfase del tejido conectivo gingival estuvo alineado por 1 a 3 capas de células productoras de colágeno (cementoblastos) los cuales tenían morfologías variadas desde formas en uso a formas poliédricas, orientadas en gran parte paralelamente, pero en algunas ocasiones perpendicularmente a la superficie del cemento. Generalmente, una zona de colágeno densamente empacado corrieron en varias direcciones (cementoide). Sin embargo, los procesos citoplasmáticos de algunos cementoblastos fueron obser-

vados extendidos a la superficie del cemento.

Las partículas de glicógeno estuvieron compuestas de cementoblastos. Generalmente, en cementoblastos inmaduros y de descanso, hubo abundante glicógeno y frecuentemente ocurrió en grupos de varios tamaños (  $\alpha$  partículas), mientras que en el tipo sintetizante, hubo menos y a menudo estuvieron por separado (  $\beta$  partículas).

Los cementoblastos observados en el ligamento periodontal del tercer molar, principalmente pertenecieron al grupo inmaduro, aunque muchos de esos, en la porción apical y media de las raíces de los premolares fueron del grupo de descanso. Los cementoblastos exhibieron perfiles citológicos de células productoras de colágeno activas y no fueron tan comunes aquellas de los otros dos grupos, aunque aquellas con un retículo endoplasmático rugoso, ocasionalmente fueron vistas en la raíz del primer molar y en la parte apical del premolar.

La ultraestructura de la interfase ligamento periodontal-cemento de la raíz del primer molar fue similar o idéntica a aquellas de la porción media de las raíces del premolar.

#### Fibroblastos

Las células productoras de colágeno localizadas a alguna distancia de la superficie del cemento (fibroblastos) generalmente estuvieron en forma de uso o capas delgadas orientadas paralelamente a la dirección del grupo de fibras colágenas, aunque los fibroblastos ocasionalmente exhibieron formas poliédricas o estrelladas.

Se observó que los fibroblastos estuvieron dispersos com

pletamente en el ligamento periodontal o tejido conectivo gingival y no revelaron tendencia a agruparse con la formación de aparatos de unión. La acumulación de partículas de glicógeno fue mucho menos prominente en fibroblastos excepto aquellos en el ligamento periodontal del tercer molar en el que una cierta cantidad de glicógeno fue a menudo vista.

Muchos de los fibroblastos pertenecieron a cualquiera de los dos grupos (activos o de descanso). El tipo de descanso es predominante, sólo unos pocos fibroblastos exhibieron la apariencia inmadura.

#### Morfometría

En todas las porciones de las raíces de los dientes, los cementoblastos revelaron un volumen-densidad más alto que en los fibroblastos. Con referencia a la zona cementoblástica, el volumen-densidad de los terceros molares y la porción media de los premolares fueron más alta que la porción coronal y apical. El volumen del citoplasma pareció ser más alto en los terceros molares y más bajo en la porción media de premolares. En la zona fibroblástica las variaciones volumétricas de cada porción fueron más pequeñas que en aquellas en la zona cementoblástica.

La mitocondria mostró un volumen-densidad relativamente similar en todas las fracciones tisulares. Por otro lado, las diferencias marcadas fueron encontradas en el volumen-densidad del retículo endoplasmático rugoso y partículas de glicógeno. Los fibroblastos exhibieron un volumen-densidad significativamente más alto del retículo endoplasmático que en los -

cementoblastos en todas las porciones de las raíces de los --  
dientes. En contraste, el relativo volumen-densidad de las --  
partículas de glicógeno en los cementoblastos fue en 2 a 6 mo  
mentos tan alta como en los fibroblastos. No hubo diferencias  
significantes en ambos componentes entre las 4 porciones de -  
las raíces de los dientes, excepto que el volumen de las par-  
tículas del glicógeno fue significativamente más alta en las-  
raíces del tercer molar que en alguna porción de las raíces -  
del premolar.

### Discusión

En descripciones anteriores de la ultraestructura de los  
cementoblastos, muchos de los cuales fueron observaciones en  
tejidos de animal, encontraron que exhibían organelos extensa  
mente desarrollados involucrando la síntesis de proteínas. --  
Sin embargo, otros describieron muchos cementoblastos en la -  
fase de descanso e indistinguible de los fibroblastos. La ul--  
traestructura de los cementoblastos humanos observados en el  
ligamento periodontal y tejido conectivo gingival unidos a --  
las raíces de los dientes extraídos observados en el presente  
estudio, están básicamente de acuerdo con aquellas descripcio  
nes. Sin embargo, cuando se comparan la ultraestructura y da-  
tos morfométricos de los cementoblastos con aquellos fibro---  
blastos periodontales en detalle, algunas características que  
diferencian ambas, son:

- 1) Los cementoblastos en gran parte consistieron de ambos ti-  
pos, de descanso e inmaduros, y el tipo activo de cemento-  
blastos fueron menos comunes.

- 2) Ellos estuvieron dispuestos en un volumen-densidad más alto, con algunos cementoblastos que pueden ser agrupados en racimo con la formación de aparatos de unión.
- 3) Ellos exhibieron un volumen-densidad más alto de partículas de glicógeno por citoplasma.
- 4) Ellos contenían menos retículo endoplasmático.
- 5) Los microfilamentos fueron más frecuentes en los cementoblastos.

Suponiendo que el desarrollo de organelos membranosos, tales como el complejo de golgi y retículo endoplasmático rugoso, refleja la actividad de síntesis de proteína de la célula, esto aparenta que la zona cementoblástica sea de menos actividad funcional, como se comparó con la zona fibroblástica. Esto no es de sorprender, porque el cemento se cree que es un tejido de crecimiento lento y sólo tiene una pequeña o nada de habilidad de remodelado en condiciones normales. Por otro lado, ha sido demostrado que un volumen alto de proteínas especialmente colágena, se vieron en el ligamento periodontal. La presencia de un estado de cementoblastos inmaduros no necesariamente determinan que hay precursores de cementoblastos activos, aunque unos pocos de ellos pueden diferenciarse en cementoblastos activos cuando el tejido está sujeto a algunos estímulos que da como resultado formación de cemento activo, como es visto en la porción apical del premolar y raíces del primer molar.

Muchos de los cementoblastos inmaduros probablemente continúan siendo involucrados en una muy lenta pero regular aposición de cemento sin cambios en su estado funcional y en su

morfogénesis, como se observó en las raíces del tercer molar. Su actividad funcional puede ser reducida y las células transformadas en cementoblastos de descanso, los cuales como fue visto, son el tipo predominante en las raíces del premolar y primer molar.

Una pregunta importante en responder cuando se considera un nuevo mecanismo de tejido conectivo adherido, es qué tipo o tipos de células productoras de colágeno están involucradas en la nueva aposición del cemento después de la terapia periodontal. A pesar de estudios compartidos con regeneración periodontal, han sido pocos los reportes enfocados a aspectos citológicos.

No está claro cómo los cementoblastos ocupan un volumen más alto de unidad tisular que los fibroblastos del ligamento periodontal y en algunas ocasiones revela una tendencia para agruparse en manojos. Desde que ellos son predominantemente de los tipos inmaduros y de descanso, es incierto que esto es el resultado de una aceleración de multiplicación de los cementoblastos en respuesta a las demandas funcionales. Efectivamente, un número alto de estudios han demostrado que la actividad proliferativa de los cementoblastos es más baja comparada a otras células productoras de colágeno periodontales (fibroblastos y osteoblastos del ligamento periodontal).

El significado del aparato de unión a menudo notado entre los cementoblastos es sólo enigmático. No fueron vistos en la zona fibroblástica. El aparato de unión en los fibroblastos usualmente ha sido observado en tejido conectivo fetal y neoplástico o en tejidos cultivados, y de acuerdo a Ga-

bbiani, consideró que está ausente en el tejido conectivo ---  
adulto. Por otro lado, ha habido diversos reportes describien  
do el aparato de unión entre los fibroblastos del ligamento -  
periodontal de roedores.

Shore y Col. han explicado los datos de esos reportes, -  
diciendo que el tejido periodontal es más semejante al tejido  
conectivo fetal que al tejido conectivo adulto.

Una distribución de partículas de glicógeno en los cemen-  
toblastos observados en nuestro estudio previo fue estadísti-  
camente confirmada en el presente análisis morfométrico. De in-  
terés particular es la relación entre partículas de glicógeno  
y el retículo endoplasmático rugoso, donde el volumen-densi-  
dad de glicógeno por citoplasma fue alto, el retículo endo-  
plasmático rugoso fue bajo, y viceversa. Los cementoblastos -  
de descanso, los cuales desarrollaron pequeños perfiles del -  
retículo endoplasmático rugoso, a menudo exhibieron cantida-  
des altas de partículas de glicógeno, mientras que los cemen-  
toblastos activos, en general parecieron contener menos canti-  
dades de partículas de glicógeno. Esos hallazgos sugieren que  
la acumulación de glicógeno ocurre en una relación inversa a-  
la síntesis de proteínas.

En el estudio más reciente de células de ligamento perio-  
dental humano, hemos encontrado cantidades masivas de partícu-  
las de glicógeno en muchas de esas células.

MICROFILAMENTOS EN CEMENTOBLASTOS  
Y FIBROBLASTOS PERIODONTALES DE HUMANOS

A. Yamasaki, G.G. Rose, G.J. Pinero y C.J. Mahan.

Se llevó a cabo una inspección con microscopio electrónico del ligamento periodontal humano, que incluía una parte -- del tejido conectivo gingival adherido a dientes extraídos -- (11 premolares y 6 terceros molares), para examinar las características de los microfilamentos en los cementoblastos y fibroblastos del ligamento periodontal. Los microfilamentos que fueron agrupados en montones (bultos) con nudos densos semiperiódicos o en redes por debajo de la membrana celular, fueron vistos principalmente en las células caracterizadas por su -- apariencia ultraestructuralmente inmadura. Esos microfilamentos fueron más comúnmente observados en el ligamento periodontal de los terceros molares que en los premolares, y en general, más visibles en los cementoblastos que en los fibroblastos.

Los microfilamentos con un diámetro de 6 nm, consistiendo principalmente de actina, primero fueron demostrados en células musculares. Sin embargo, en los 15 años pasados, ellos han sido identificados en una amplia variedad de células y directamente están implicadas en la motilidad, adhesión, etc. - Filamentos similares al menos han sido demostrados en los fibroblastos del ligamento periodontal de incisivos y molares - de roedores y dientes de monos, pero se conoce poco de su significado funcional.

Este reporte describe la ultraestructura y la distribución de microfilamentos en cementoblastos y fibroblastos periodontales de humanos y además se discute su posible papel en el ligamento periodontal.

### Materiales y Métodos

Se estudió el ligamento periodontal adherido a raíces de dientes extraídos. Los dientes consistieron de 11 funcionales (premolares de 8 pacientes ortodónticos, con edades de 12 a 31 años) y 6 no funcionales (terceros molares, con edades de 19 a 26 años). Después de la fijación en un cacodilate buffered 2.5% glutaraldehído o 2% paraformaldehído/2.5% glutaraldehído (pH 7.2) de 3 a 19 horas a 4°C, los dientes fueron descalcificados en 10% EDTA (pH 7.2) de 7 a 10 días a 4°C y luego se hicieron cortes en tiras delgadas de ligamento periodontal (incluyendo tejido conectivo gingival), se cortaron cemento y dentina de las superficies radiculares de cada diente. Las tiras fueron post-fijadas en una combinación de 1% ácido ósmico/2% ferrocyanida potasio, en 0.1 M cacodilate buffer (pH 7.2) por 60 minutos a 4°C teñido en block con 1% de acetato uranil acuoso, deshidratado en una serie graduada de etanol y embebido en un medio viscoso; se hicieron nuevos cortes que fueron teñidos con azul de toluidina para observación con microscopio de luz.

Para evaluar las diferencias topográficas de formación de microfilamentos, las observaciones del microscopio electrónico fueron hechas de las 4 porciones diferentes del ligamento periodontal, coronal, media y apical de premolares y la mi

tad central de las raíces de los terceros molares. Una parte del tejido conectivo gingival usualmente fue incluido en la porción coronal. Por otro lado, se hizo una microfotografía de las 2 zonas del ligamento periodontal:

- 1) Zona cementoblástica, a lo largo de la superficie del cemento, extendiéndose a una distancia aproximada de 10  $\mu\text{m}$ , en la cual, una o dos capas de células (cementoblastos) -- fueron incluidas.
- 2) Una zona fibroblástica del ligamento periodontal a una distancia de 40 a 60  $\mu\text{m}$  de la superficie del cemento. Además, observaciones con el microscopio electrónico comparó cada una de las 8 áreas tisulares en porción radicular y 2 zonas para contar el número de cementoblastos o fibroblastos, los cuales exhibieron microfilamentos sobre las microfotografías tomadas.

### Resultados

Los microfilamentos con un diámetro aproximado de 6 nm -- podrían ser detectados más frecuentemente en las células productoras de colágeno, de los cementoblastos y fibroblastos periodontales, mostrando varias configuraciones y densidades -- cuando se observaron detalladamente con ampliaciones más altas. Algunos microfilamentos parecieron estar unidos en montones y/o en mallas densas inmediatamente debajo de la membrana celular, aunque otras fueron vistas como filamentos dispuestos difusamente.

Los microfilamentos que aparecieron en montón usualmente fueron localizados en la parte periférica del citoplasma y --

orientadas paralelamente a lo largo del eje de las células. - Muchos microfilamentos en bulto exhibieron diversos nudos den sos. En el espacio extracelular opuesto a la membrana celular, donde los microfilamentos fueron encontrados en redes, una ca pa densa similar a la lámina basal fue observada ocasionalmente. No fue encontrada una conexión directa de microfilamentos con microfibras extracelulares. Los microfilamentos en red só lo fueron visibles en la membrana celular, formando una unión.

Microfilamentos sobresalientes fueron vistos predominantemente en células productoras de colágeno caracterizadas --- por:

- 1) Núcleo redondo u ovoide con cromatina bien dispersada.
- 2) Citoplasma lleno con organelos pobremente desarrollados.

Las células productoras de colágeno de este tipo fueron más sobresalientes en la zona cementoblástica. También los si g u ie nt es tipos de células:

- 1) Aquellas con retículo endoplasmático rugoso y aparato de golgi extensamente desarrollado.
- 2) Aquellas con apariencia elongada con pocos organelos y una abundancia de filamentos intermedios (10 nm), la formación de microfilamentos fue mucho menos prominente.

Desde que los microfilamentos fueron detectables cuando ellos formaron bultos (montones) y/o redes o exhibieron nudos densos, la evaluación de su formación en áreas tisulares dife re nt es fue basado sobre el número relativo de células con --- aquellos microfilamentos reconocibles. Por otro lado, los datos obtenidos no fueron cuantitativos pero fueron usados úni c a m e n t e de manera comparativa. Las células productoras de co-

lágono con microfilamentos disnervibles fueron más comúnmente observadas en el ligamento periodontal del tercer molar, particularmente en aquellos pacientes más jóvenes. La formación de microfilamentos en el ligamento periodontal del premolar no fue prominente como en el ligamento periodontal del tercer molar y varió considerablemente con el espécimen y localización de la raíz, aunque el sitio más común fue la zona cementoblástica de la porción coronal (tejido conectivo gingival). En general, las células productoras de colágeno en la zona cementoblástica (cementoblastos) exhibieron más frecuentemente microfilamentos que en las células productoras de colágeno de la zona fibroblástica (fibroblastos).

#### Discusión

Beertsen y Col. propusieron que los microfilamentos en montón o bulto observados en los fibroblastos del ligamento periodontal de incisivos de ratas estaban asociados con su actividad migratoria y capaz de generar la fuerza eruptiva. Esta visión fue soportada por un estudio autorradiográfico subsecuente. Azuma y Col. observaron un tipo específico de fibroblastos exhibiendo microfilamentos bien desarrollados en bulto o montón. Fibroblastos similares que tienen actividades contráctil y migratoria fueron reportados en el ligamento periodontal de monos. Por otro lado, Shore y Berkovitz creen que ninguna de las 2 actividades (migración y contracción) existieron en los fibroblastos del ligamento periodontal y sugirieron que los microfilamentos de incisivos de ratas estuvieron implicados en endocitosis y exocitosis.

La relación de microfilamentos y dientes en erupción es incierta para este estudio debido a que carece de datos, ya que los dientes y el periodonto presentes no retenían un potencial eruptivo.

Los microfilamentos observados en el ligamento periodontal humano parecen menos desarrollados que aquellos descritos en otros animales. Los fibroblastos o cementoblastos con perfiles citológicos reúnen los criterios de miofibroblastos propuestos por Gabbian y Motendon. Tomasek y Col. examinaron la distribución de proteínas contráctiles en fibroblastos cultivados y concluyeron que los microfilamentos en bulto o montón no fueron necesarios para los movimientos de las células.

De interés particular en este estudio fueron los hallazgos de que microfilamentos en bulto o montón y/o en redes submembranas fueron predominantemente encontradas en un grupo especial de células productoras de colágeno caracterizadas -- por núcleo eucromático y citoplasma lleno con menos organelos, muchos de los cuales fueron observados en la zona cementoblástica. Tales perfiles citológicos fueron comunes a las células descritas como inmaduras o indiferenciadas. El sitio más común con microfilamentos fue en las células productoras de colágeno del ligamento periodontal de los terceros molares de los pacientes más jóvenes. Recientemente ha habido muchos reportes de que microfilamentos como miosina y otras proteínas contráctiles, participan en la morfogénesis y diferenciación celular. Por ejemplo, la inducción de la diferenciación de las células de la leucemia mieloide, resultó en el aumento de síntesis de actina. En tales casos, los microfilamentos estu-

vieron involucrados en la movilidad y adhesión celular.

También es interesantes notar que reportes recientes sugieren que los microfilamentos en bulto son responsables para la orientación de matrices extracelulares, tales como fibronectina, colágeno y glicosaminoglicanos.

El cementoide es una matriz especial que exhibe colágeno y que después es mineralizado durante la formación de cemento.

## VII.- HUESO ALVEOLAR

Las apófisis alveolares se desarrollan junto con la formación y erupción de los dientes y se reabsorben gradualmente tras la pérdida de los dientes. De este modo, las apófisis alveolares son estructuras dependientes de los dientes. Junto con el cemento radicular y las fibras del ligamento periodontal, el hueso alveolar constituye el tejido de sostén de los dientes y distribuye y resuelve las fuerzas generadas en la masticación y otros contactos dentarios.

En la apófisis alveolar superior, a nivel de la mitad de las raíces dentarias, el hueso que rodea las superficies radiculares es considerablemente más grueso en palatino que en vestibular. Las paredes de los alvéolos están tapizadas por hueso compacto que por proximal se conecta principalmente con hueso esponjoso. Este último posee trabéculas óseas cuya arquitectura y tamaño están determinados en parte, genéticamente, y en parte, como resultado de las fuerzas a las cuales los dientes están expuestos durante la función.

En la apófisis alveolar inferior al nivel de los tercios radiculares coronario y apical, el hueso compacto que tapiza las paredes de los alvéolos suele continuarse con la compacta o cortical ósea por lingual y vestibular. El hueso por vestibular y lingual de la apófisis alveolar varía de espesor de una a otra región. En las regiones incisiva y premolar, la lámina ósea cortical vestibular es considerablemente más delgada que por lingual. En la región molar, el hueso es más grueso por lingual.

El hueso compacto, que en una radiografía aparece como "lámina dura", recubre el alvéolo dentario y está perforado por numerosos conductos de Volkmann, por los cuales pasan los vasos y nervios desde el hueso alveolar hacia el ligamento periodontal. La capa de hueso en la cual se insertan los haces de fibras de Sharpey se llama "hueso fasciculado" y se encuentra en la superficie interna de la pared ósea del alvéolo. Así, desde un punto de vista funcional, este "hueso fasciculado" tiene muchos rasgos en común con la capa de cemento de las superficies radiculares.

La superficie externa del hueso está siempre tapizada por una zona no mineralizada de tejido, osteoide, recubierto a su vez por el periostio. Este posee fibras colágenas, osteoblastos y osteoclastos. Los espacios medulares óseos están internamente tapizados por endostio, que posee muchos rasgos en común con el periostio de la superficie externa.

Se hallan osteoblastos y osteoclastos en las siguientes áreas:

- 1) En la superficie de las trabéculas óseas del hueso esponjoso.
- 2) En la superficie externa del hueso cortical que demarca los maxilares.
- 3) En los alvéolos, hacia el ligamento periodontal.
- 4) En la parte interna del hueso cortical, hacia los espacios medulares.

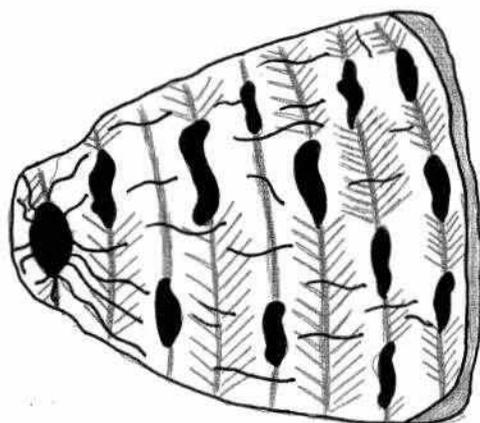
Los osteoblastos producen osteoide que consiste en fibras colágenas y una matriz con glucoproteínas y proteoglicanos. Esta matriz ósea y osteoide experimenta la calcificación

por depósito de minerales que después se transforman en hidroxiapatita.

Durante el proceso de maduración y calcificación del osteoide, quedan atrapados en éste, algunos de los osteoblastos. Las células presentes en el osteoide y, más tarde, en el tejido calcificado, reciben el nombre de osteocitos.

Los osteocitos residentes en lagunas del hueso calcificado están unidos entre si y con los osteoblastos de la superficie ósea mediante las prolongaciones citoplasmáticas que pasan por conductillos.

La nutrición del hueso está asegurada por la incorporación de vasos sanguíneos al tejido óseo. Estos vasos sanguíneos, rodeados por laminillas óseas, constituyen el centro de un osteón. El conducto central (que contiene esencialmente el vaso sanguíneo) en el osteón, se denomina conducto de Havers. Al osteón se le llama también sistema haversiano.



ESQUEMA DE UN SEGMENTO DE UN SISTEMA DE HAVERS

Los vasos sanguíneos de los conductos haversianos están-

conectados entre si por anastomosis que corren por los conductos de Volkmann. El hueso alveolar se renueva constantemente en respuesta a demandas funcionales. Los dientes erupcionan y migran en dirección mesial durante toda la vida, para compensar la atrición. Ese movimiento dentario implica una remodelación del hueso alveolar, durante la cual continuamente se reabsorben y neoforman trabéculas óseas y la masa de hueso cortical se disuelve y reemplaza por hueso neoformado. Durante la degradación del hueso cortical, se forman conductos de reabsorción con los vasos sanguíneos proliferantes. Estos conductos, que en el centro contiene un vaso sanguíneo, se rellenan subsiguientemente con hueso nuevo por formación de laminillas dispuestas en capas concéntricas en torno del vaso. Así se establece un nuevo sistema haversiano.

La aposición de hueso nuevo está asociada siempre a osteoblastos. Estas células producen un osteoide que después se calcifica. La osteólisis (degradación ósea) es un proceso celular activo asociado a los osteoclastos, formados probablemente a partir de los monocitos de la sangre. Los osteoclasos son células polinucleares que con frecuencia residen en las llamadas lagunas de Howship en la superficie del hueso.

El osteoclasto reabsorbe por igual sustancia orgánica e inorgánica. Lo hace por liberación de sustancias ácidas (ácido láctico, etc.) que forman un medio acidulado en el cual se disuelven las sales minerales del tejido óseo. Las substancias orgánicas remanentes serán eliminadas por fagocitosis osteoblástica.

Las fibras colágenas del ligamento periodontal se inser-

tan en el hueso mineralizado que recubre las paredes del alvéolo dentario. Este hueso, que como ya se describió, recibe el nombre de hueso fasciculado, tiene un ritmo elevado de recambio. Las porciones de las fibras colágenas que se insertan en el hueso fasciculado se llaman fibras de Sharpey. Estas fibras están mineralizadas en su periferia, pero a menudo tienen un núcleo central no mineralizado. Los haces de fibras colágenas insertados en el hueso fasciculado tienen en general un diámetro mayor y son menos numerosas que los haces de fibras correspondientes del cemento del lado opuesto del ligamento periodontal. Los haces de fibras pueden ser seguidos en todo su trayecto desde el hueso alveolar hasta el cemento. No obstante, pese a tratarse del mismo haz de fibras, el colágeno adyacente al hueso es siempre menos maduro que el adyacente al cemento. El colágeno del lado dentario tiene un ritmo más lento de recambio. Así, mientras el colágeno adyacente al hueso se renueva con relativa rapidez, el que toma contacto con la superficie radicular se renueva lentamente o casi nada.

## VIII.- IRRIGACION DEL PERIODONTO

La arteria dentaria que es una rama de la arteria maxilar superior o inferior (dentaria), emite la arteria intratabical antes que entre en el alvéolo dentario. Las ramas terminales de la arteria intratabical (ramas perforantes) penetran la lámina dura por conductos en todos los niveles del alvéolo. Se anastomosan en el espacio del ligamento periodontal, junto con los vasos sanguíneos originados en la porción apical, del ligamento periodontal y con otras ramas terminales, de la arteria intratabical. La arteria dentaria, antes de entrar en el conducto radicular, emite ramas que nutren la porción apical del ligamento periodontal.

La encía recibe su aporte sanguíneo de los vasos supra-periósticos, que son ramas terminales de las arterias sublingual, mentoniana, buccinatoria o bucal, maxilar externa o facial, palatina mayor, infraorbitaria y la alveolar posterosuperior.

Se suele considerar que las diversas arterias irrigan regiones bien definidas de la dentición, pero en realidad hay abundantes anastomosis entre las diferentes arterias. De tal modo, se debiera considerar al sistema íntegro de vasos sanguíneos, y no a grupos individuales de arterias, como la unidad nutriente de los tejidos blandos y duros de ambos maxilares.

Los vasos terminan en la cresta ósea alveolar. Se originan en vasos del ligamento periodontal y contribuyen a la irrigación de la encía libre.

Como ya se dijo, el principal aporte sanguíneo de la encía libre deriva de los vasos supraperiósticos que, en la encía, se anastomosan con vasos sanguíneos del hueso alveolar y del ligamento periodontal.

Los vasos sanguíneos (ramas perforantes) surgidos de la arteria intratabical en el hueso alveolar van por conductos (de Volkmann) en la pared alveolar hacia el ligamento periodontal, donde se anastomosan.

Tras entrar en el ligamento periodontal, los vasos sanguíneos (ramas perforantes) se anastomosan y forman una red poliédrica que rodea al diente como una media. La mayoría de los vasos del ligamento periodontal se encuentran próximos al hueso alveolar. En la porción coronaria del ligamento, los vasos siguen una dirección coronaria, pasan la cresta ósea alveolar y se incorporan a la encía libre.

Los vasos del ligamento periodontal forman una red poliédrica que rodea a la raíz,. La encía libre recibe su aporte sanguíneo de:

- 1) Los vasos supraperiósticos.
- 2) Los vasos del ligamento periodontal.
- 3) Los vasos del hueso alveolar.

#### Sistema Linfático del Periodonto

Los vasos linfáticos menores, los capilares linfáticos, forman una red extensa en el tejido conectivo. La pared del capilar linfático consta de una capa única de células endoteliales. Por esta razón, esos capilares resultan difíciles de identificar en un corte histológico corriente. La linfa es ab

sorbida desde el líquido tisular, a través de las delgadas paredes, hacia los capilares linfáticos. De éstos, pasa a los vasos linfáticos mayores que, a menudo, están en la vecindad de los vasos sanguíneos correspondientes. Antes que la linfa entre en el torrente sanguíneo pasa por uno o más ganglios linfáticos en los cuales se filtra y se le aporta linfocitos. Los vasos linfáticos son como venas provistas de válvulas. La linfa de los tejidos periodontales es drenada hacia los ganglios linfáticos de la cabeza y el cuello. La encía labial y lingual de la región incisiva inferior drena hacia los ganglios linfáticos submentonianos. La encía palatina del maxilar superior drena hacia los ganglios linfáticos cervicales profundos. La encía vestibular del maxilar superior y la vestibular y lingual de la región premolar-molar inferior drena hacia los ganglios linfáticos submandibulares. Los terceros molares drenan hacia el ganglio linfático yugolodigástrico y los incisivos inferiores hacia los ganglios linfáticos submentonianos.

## IX.- INERVACION DEL PERIODONTO

Como otros tejidos del organismo, el periodonto contiene receptores del dolor, el tacto y la presión. El ligamento periodontal, pero no la encía, el cemento o el hueso alveolar, posee también propioceptores que dan información concerniente a movimientos y posiciones (sensibilidad profunda). Además de los diferentes tipos de receptores sensoriales que pertenecen al sistema nervioso somático, se encuentran componentes nerviosos inervando los vasos sanguíneos del periodonto. Estos pertenecen al sistema nervioso autónomo. Los nervios que registran dolor, tacto y presión tienen su centro trófico en el ganglio semilunar, en tanto que los nervios propioceptores tienen su centro trófico en el núcleo mesencefálico, de ubicación más central. Ambos tipos de nervios llegan al periodonto por la vía del nervio trigémino y sus ramas terminales. Gracias a la presencia de receptores en el ligamento periodontal es posible identificar fuerzas pequeñas aplicadas a los dientes.

La encía en vestibular de incisivos, caninos y premolares es inervada por las ramas labiales superiores del nervio infraorbitario. La encía vestibular de la región molar superior está inervada por ramas del nervio dentario superior posterior. La encía palatina está inervada por el nervio palatino anterior, excepto la zona de incisivos, inervada por el nervio esfenopalatino. La encía lingual está inervada por el nervio sublingual, que es una rama terminal del nervio lingual. La encía vestibular de los incisivos y caninos inferio-

res está inervada por el nervio mentoniano. La encía por vestibular de los molares está inervada por el nervio buccinador o bucal.

Las áreas de inervación de estos dos nervios con frecuencia se superponen en la región premolar. Los dientes del maxilar inferior, incluido su ligamento periodontal, están inervados por el nervio dentario inferior en tanto que los superiores están inervados por el plexo alveolar superior o dentario.

Los pequeños nervios del periodonto siguen casi el mismo curso de los vasos sanguíneos. Los nervios de la encía marchan por los tejidos sobre la superficie del periostio y emiten varias ramas hacia el epitelio bucal en su camino hacia la encía libre. Los nervios entran en el ligamento periodontal a través de las perforaciones (conductos de Vokmann) en la pared alveolar. En el ligamento periodontal, los nervios se unen a los haces mayores que siguen un curso paralelo al eje longitudinal del diente.

## RELACION ENTRE EL ANCHO DE LA ENCIA QUERATINIZADA Y SALUD GINGIVAL

Niclaus P. Lang y Harold Löe.

El nombre de encía queratinizada incluye la encía libre- y la adherida y se extiende desde el margen gingival a la --- unión mucogingival. El ancho de la encía queratinizada puede variar entre 1 y 9 mm.

Las características de la encía de la superficie vestibular han sido descritas por diversos autores. Sin embargo, sólo un estudio reciente ha reportado algo sobre el ancho de la encía lingual queratinizada de la mandíbula.

Por lo general es bien creído que un ancho adecuado de encía queratinizada es importante para mantener la salud gingival. Esto ha dado por resultado, la introducción de numerosos procedimientos quirúrgicos para aumentar el ancho de la encía. La pregunta de cuánta encía es la "adecuada" no ha sido investigada.

El propósito de esta investigación fue examinar el ancho de encía queratinizada en vestibular y lingual, y determinar cuánta encía queratinizada es adecuada para el mantenimiento de la salud gingival.

### Materiales y Métodos

A 32 pacientes (estudiantes) entre 19 y 29 años de edad, se les supervisó su higiene oral por 6 semanas. Después de este periodo, se evaluó la encía de las superficies vestibular-

y lingual, usando el índice gingival. La identificación de la unión mucogingival se facilitó tiñéndola con la solución de Schiller. Usando este método, el epitelio de la mucosa alveolar produjo una reacción iodo-positiva aunque la encía queratinizada fue iodo-negativa.

Después de la aplicación de la solución de Schiller, se midió el ancho de la encía queratinizada del margen gingival a la unión mucogingival usando una sonda periodontal graduada especialmente. Para comparar los resultados del presente estudio con los de otros estudios previos, el ancho de la encía adherida se determinó restando la profundidad crevicular del ancho de la encía queratinizada.

Se evaluó el exudado gingival de todas las superficies (116) vestibulares y linguales que tenían 2 mm o menos de encía queratinizada. Además, se midió el exudado de 118 superficies dentarias seleccionadas al azar de un total de 371, las cuales tenían de 2.5 a 3.0 mm de encía. Se midieron únicamente las superficies libres de placa.

### Resultados

Después de las 6 semanas de controlar la higiene oral, el promedio individual del índice de placa fue 0.22 (rango 0.00-0.57). El promedio individual de índice gingival fue 0.09 (rango 0.04-0.25). La profundidad crevicular calculada fue 1.0 mm (rango 0.5-1.5 mm).

De un total de 1406 superficies dentarias, 1168 estuvieron completamente libres de placa.

La encía queratinizada vestibular fue más ancha en el --

área de incisivos superiores e inferiores y más estrecha adyacente a caninos y primeros premolares superiores e inferiores. La encía queratinizada lingual de la mandíbula fue más ancha en el área de premolares y molares. Los incisivos inferiores mostraron la encía lingual más angosta. En el maxilar, la encía vestibular fue generalmente 0.5-1 mm más ancha que en la mandíbula.

Muchas superficies ( 80%) con 2.0 mm o más de encía queratinizada estuvieron clínicamente sanas. Por otro lado, todas las superficies con menos de 2.0 mm de encía queratinizada exhibieron inflamación clínica y varias cantidades de exudado gingival. Por lo general, el índice gingival y el exudado gingival aumentaron tanto como el ancho de encía queratinizada disminuyó. La medida máxima durante esta examinación fue índice gingival 2 (inflamación moderada), la cual ocurrió sólo en superficies con encía queratinizada de 2 mm o menos.

#### Discusión y Conclusión

La presente investigación ha mostrado que los patrones de variación en el ancho de la encía vestibular queratinizada menos la profundidad crevicular coincide con los estudios previos sobre el ancho de la encía adherida. Similarmente, esto corrobora datos recientes sobre el ancho de la encía lingual adherida. En este estudio el ancho de la encía lingual queratinizada varió entre 1 y 8 mm. Lo poco más ancho fue visto en el área de los dientes anteriores, y la encía más angosta fue encontrada adyacente a premolares y molares. Este patrón de variación es opuesto del de la encía vestibular.

El presente trabajo demuestra claramente que aunque las superficies dentarias pueden estar libres de placa, las áreas con menos de 2 mm de encía queratinizada mostraron inflamación. Es concebible que un margen gingival móvil puede facilitar la introducción de microorganismos al surco gingival, dando como resultado una acumulación de placa bacteriana subgingival, la cual puede ser difícil de detectar y no removerla fácilmente por limpieza común.

Las regiones que mostraron el ancho más estrecho de encía queratinizada fueron la superficie lingual de los dientes anteroinferiores y la superficie vestibular de los caninos y primeros premolares inferiores. Sin embargo, el estudio ha mostrado que esas superficies que midieron casi 3 mm en ancho podría ser adecuada para mantener la salud gingival. Aunque lo angosto de encía queratinizada sobre la superficie lingual de los dientes inferiores puede dar un problema en el tratamiento protodóntico periodontal. Por ejemplo, para colocar una placa parcial removible equipada con una barra lingual, el área lingual puede tener un ancho mínimo de 4 mm de encía queratinizada. Este requerimiento puede ser difícil de obtener en los pacientes, ya que el ancho promedio de la encía lingual adyacente a los dientes anteriores inferiores es usualmente menos de 3 mm.

En la periodontitis, la formación de bolsas pueden fácilmente extenderse más allá de la unión mucogingival.

Se concluye que la salud gingival es compatible con encía angosta. Sin embargo, en áreas con menos de 2 mm de encía queratinizada, la inflamación persistió a pesar de la hi-

giene oral efectiva. De esto se sugiere que 2 mm de encía que ratinizada es adecuada para el mantenimiento de la salud gingival.

IMPORTANCIA DEL ANCHO DE LA ENCÍA QUERATINIZADA  
SOBRE EL ESTADO PERIODONTAL DE DIENTES  
CON RESTAURACIONES SUBMARGINALES

Kathy J. Stetler y Nabil F. Bissada.

El propósito de este estudio fue evaluar el estado periodontal de los dientes que tenían restauraciones submarginales asociadas con zonas angostas o anchas de encía queratinizada.

Se seleccionaron 58 dientes de 26 pacientes y se dividieron en 2 grupos de acuerdo al ancho de encía queratinizada en la superficie mediovestibular de cada diente.

El grupo I consistió de 30 dientes con  $\geq 2.0$  mm, y el grupo II consistió de 28 dientes con  $< 2.0$  mm de encía queratinizada. Cada grupo fue igualmente dividido en 2 subgrupos:

- a) Que eran dientes que tenían desde hace 2 años restauraciones completas subgingivales.
- b) Que representaban dientes homólogos, sin restauraciones.

La examinación clínica de los dientes, incluyó: determinación de placa e índice gingival, fluido gingival, sondeo de bolsas, tendencia al sangrado y nivel óseo. Los datos fueron archivados para análisis estadístico usando el test-estudiante y análisis de variancia para determinar algunas diferencias significantes entre los dientes con y sin restauraciones subgingivales en zonas angostas y anchas de encía queratinizada.

Existe mucha controversia así como la necesidad por un cierto ancho de encía queratinizada para el mantenimiento de-

niveles de unión y de salud inalterados, especialmente en casos donde son necesarias las restauraciones subgingivales. -- Gran número de investigadores han mostrado que en la ausencia de inflamación, los niveles de salud y niveles de adherencia inalterados pueden ser mantenidos en áreas sin encía adherida y queratinizada. Otros investigadores han mostrado que los -- márgenes de las restauraciones colocadas subgingivalmente han sido asociadas con placa subgingival e infiltrado de células inflamatorias.

Los injertos gingivales han sido recomendados por los -- clínicos en áreas donde los márgenes restaurativos subgingivales están colocados, si el ancho de la encía queratinizada es menos de 5.0 mm. La impresión clínica es que esta encía queratinizada, la cual está firmemente adherida tanto al hueso como al diente, contiene una barrera de fibras protectora contra la inflamación. El significado de este grado de adherencia, en relación a la salud gingival y márgenes colocados subgingivalmente ha sido mal documentado (nunca) en muestras clínicas. El siguiente estudio clínico fue conducido para evaluar y comparar a largo plazo (2-30 años) el efecto clínico de los márgenes de las coronas colocadas subgingivalmente en áreas de encía queratinizada angosta ( $< 2.0$  mm) y ancha ---- ( $\geq 2.0$  mm).

#### Materiales y Métodos

Se evaluaron un total de 58 dientes de 26 pacientes. El promedio de edad de los participantes fue de 43 (de 23 a 80 años), eran muy saludables y no tenían historia de cirugía --

periodontal en las áreas evaluadas.

Los dientes testigos fueron divididos en 2 grupos de 30- y 28, de acuerdo con el ancho de la encía queratinizada a lo largo de la superficie mediovestibular de cada diente. El grupo I tenía un ancho de encía queratinizada igual o más grande de 2.0 mm, y el grupo II tenía menos de 2.0 mm. Esos dos grupos fueron a su vez divididos en 2 subgrupos:

- a) Experimental.
- b) Control, de acuerdo con la presencia o ausencia de restauraciones subgingivales de extensión completa (coronas completas).

Los dientes restaurados fueron clasificados en los subgrupos experimental y sus opuestos; los dientes homólogos, libres de restauraciones fueron categorizados en el subgrupo control.

Todos los dientes seleccionados exhibieron un índice de placa de 1 ó 2, como lo determinó Silness y Løe. Los dientes experimentales que tenían restauraciones de extensión completa fueron tomados usando los criterios siguientes:

- 1) La restauración debe haber tenido un margen subgingival.
- 2) La restauración debe haber sido clínicamente aceptable, -- así como los materiales, adaptación de los márgenes y contacto dentario.
- 3) La restauración debe haber sido colocada al menos hace dos años.
- 4) Fueron aceptables sólo coronas o puentes fijos.

En casos donde el margen gingival fue localizado apical- a la unión cemento-esmalte (ejemplo: recesión gingival), la --

restauración fue considerada que tenía un margen colocado subgingivalmente si éste estaba hacia apical de la unión cemento esmalte.

Los dientes control y experimental fueron evaluados usando los siguientes criterios clínicos:

1.- Fluido crevicular gingival.

Esta evaluación se llevó a cabo usando el Periotron 6000, pero antes se tomó el índice de placa, índice gingival o lecturas de la profundidad sondeada para evitar alguna estimulación del fluido sulcular.

Los dientes examinados fueron aislados con rollos de algodón y con aire seco. Se insertó una tira de papel filtro en el surco gingival por 5 segundos en los ángulos distal, medio y mesiovestibular de los dientes. Estas tiras fueron entonces insertadas en el Periotron Gingiva Meter. El promedio de las tres lecturas representaron ser cantidades de fluido crevicular gingival para aquellos dientes.

2.- Índice de placa.

Viendo la superficie vestibular, el índice de placa fue tomado por diente como lo describió Silness y Løe.

3.- Índice gingival.

Similar al índice de placa, el índice gingival fue determinado para evaluar el tejido vestibular de cada diente y marcando una muesca de acuerdo al criterio empleado por Løe y Silness.

4.- Profundidad Sondeada.

Las medidas fueron hechas con una fuerza controlada sobre la sonda que consistió en una fuerza de 20 gm. Las lectu-

ras fueron registradas al más cercano 0.5 mm y fueron tomadas en líneas paralelas mesio, medio y distovestibular a lo largo del eje del diente.

5.- Índice de sangrado.

El sangrado fue asesorado como negativo (-) o positivo, (+) si después del sondeo controlado hubo sangrado.

6.- Ancho de encía queratinizada.

La zona mediovestibular de tejido queratinizado fue medida al más cercano 0.1 mm por el uso de un Calipers Vernier Helio. La posición de la unión mucogingival fue primero visualmente determinado por el uso de la sonda, la mucosa alveolar fue suavemente empujada coronalmente para ayudar a determinar la unión mucogingival. La cantidad de tejido queratinizado fue entonces medido del margen gingival a la unión mucogingival.

7.- Ancho de la encía adherida.

La encía adherida fue numéricamente determinada restándole a la profundidad sondeada del ancho de encía queratinizada a lo largo de la superficie de cada diente.

8.- Nivel de unión o de adherencia.

La encía adherida fue determinada midiendo la distancia entre la unión cemento-esmalte (o margen coronal) y el margen gingival sobre la superficie mediovestibular de cada diente y agregándole este número a la profundidad de sonda correspondiente.

9.- Nivel óseo.

El nivel óseo de cada diente fue determinado por radiografías. Se tomaron radiografías periapicales de los dientes

evaluados con técnicas de cono largo. La distancia entre la unión cemento-esmalte y la cresta más apical de la estructura ósea fue medida con el Caliper Vernier Helio al más cercano 0.1 mm. Ambas medidas, mesial y distal, fueron llevadas a cabo para cada diente. En situaciones donde la unión cemento-esmalte no pudo ser determinada radiográficamente, fue estimada por la localización de la unión cemento-esmalte del diente adyacente.

### Análisis Estadístico

Todas las observaciones y medidas fueron hechas por el mismo examinador. Los datos fueron introducidos en computadoras y analizados estadísticamente.

Una serie de test-estudiante fue llevado a cabo para comparar las diferencias entre los periodos de observación entre dientes con o sin restauraciones subgingivales angostas ( $< 2.0$  mm) y anchas ( $\geq 2.0$  mm).

Se llevaron a cabo 2 análisis de variancia para examinar el efecto independiente de dientes asociados con zonas anchas y angostas de tejido queratinizado y el efecto de dientes con y sin restauraciones subgingivales.

### Resultados

La única diferencia, estadísticamente significativa, fue notada en la profundidad sondeada distal, la cual fue registrada a 2.6 mm y 2.7 mm para las zonas anchas y angostas, respectivamente. 4 de 15 dientes (26.7%) en el grupo I exhibieron sangrado bajo el sondeo, comparado con 6 de 15 (40%) en

el grupo II. El ancho promedio de tejido adherido fue  $2.47 \pm 1.57$  mm en el grupo I y  $0.19 \pm 0.26$  mm en el grupo II. Las diferencias significantes fueron notadas entre los niveles de adherencia y óseos.

Comparando los dos subgrupos experimentales asociados con zonas ancha y angosta de encía, una diferencia significativa fue encontrada entre los índices gingivales. Un promedio gingival de 1.73 fue registrado en el grupo I, y 2.27 en el grupo II. 13 de 15 (86.7%) dientes en el grupo I sangraron al sondeo, contra 14 a 15 (93%) dientes en el grupo II. El ancho promedio de encía adherida fue  $2.13 \pm 1.89$  mm y  $0.16 \pm 0.34$  mm en los grupos I y II, respectivamente. Los promedios de adherencia y niveles óseos comparados no fueron significantes.

Los dos análisis de variancia entre dientes asociados con zonas anchas y angostas de tejido queratinizado, aunque controlado por la presencia o ausencia de restauraciones subgingivales reveló diferencias significantes en el índice gingival. Esto sugiere que la combinación de una corona subgingival asociada con una zona angosta de tejido queratinizado contra una restauración similar asociada con una zona ancha, provoca una respuesta gingival inflamatoria más grande.

### Discusión

En este estudio, los efectos a largo plazo de la colocación de restauraciones subgingivales en zonas de encía queratinizada más grandes de y menores de 2.0 mm, fue conducido para determinar si una zona más grande de encía queratinizada

influye en la salud periodontal y los niveles de adherencia - cuando se compararon con dientes sin tales restauraciones.

Los resultados de esta investigación clínica mostraron - que en la presencia de una restauración subgingival, el grado de inflamación gingival es significativamente más grande en - asociación con zonas angostas ( $< 2.0$  mm) de encía queratini- zada que con aquellas zonas más grandes de 2.0 mm. Por otro - lado, los dientes no restaurados con zonas anchas o angostas - no mostraron diferencias.

Los hallazgos a su vez son confirmados con reportes pre- vios, que en la ausencia de inflamación, salud gingival y ni- veles de adherencia sin cambios pueden ser mantenidos en ---- áreas sin tejido queratinizado y/o adherido. Se establecieron en reportes más tempranos demostrando aumentos significantes - en inflamación, asociados con la presencia de restauraciones - colocadas subgingivalmente.

Esta investigación, por otro lado, no mostró diferencias significantes estadísticamente en los niveles de adherencia y niveles óseos entre los grupos y subgrupos estudiados. Esto - está en controversia con los reportes de Baker y Seymour, --- quienes mostraron una relación directa entre recesión gingi- val y la cantidad de inflamación; y de Erickson y Lindhe que - observaron recesión gingival alrededor de dientes restaurados subgingivalmente asociados con una zona angosta de encía que - ratinizada, pero no alrededor de una zona ancha. Se ha notado que ambos estudios (previos) se hicieron en animales donde el tejido periodontal fue inducido experimentalmente.

El presente estudio examinó la condición periodontal de-

humanos quienes habían tenido restauraciones dentales clínicamente aceptables por un periodo relativamente largo ( 4.5 --- años). El tipo de restauración y material usado pueden ser -- considerados al menos para tales diferencias entre el presente y previos hallazgos. Baker y Seymour usaron implantes artificiales, no dientes naturales. Las restauraciones en este estudio consistieron en oro o porcelana fundida en oro. Esto ha establecido que otras restauraciones en otro material produce más inflamación y destrucción periodontal que restauraciones similares, mostrando un buen ajuste marginal. Por otro lado, en el estudio de Erickson y Lindhe se determinó que el grado de inflamación y recesión subsecuente fue más grande debido - al tipo y adaptación de la restauración.

Como una diferencia aumentada es vista únicamente con -- dientes restaurados asociados con una zona angosta de encía - queratinizada, y no con aquellos asociados con una zona an--- cha, esto puede ser hipotetizado. Lang y Løe han sugerido que la encía queratinizada menos de 2.0 mm puede presentar un problema clínico, en que un margen gingival móvil puede posiblemente facilitar la introducción de placa en el surco gingival, dificultando la detección y remoción por cepillado convencional. Aunque este concepto fue más tarde refutado en investigaciones por Miyasota y Col., Tenenbaum y Hangorky, y Bissada, quienes no hicieron mención en sus estudios de cómo actuaba - la restauración en la encía adyacente. Es aconsejable que la presencia de un margen subgingival puede inhibir la remoción de placa en zonas menores de 2.0 mm de encía queratinizada.

Las principales limitaciones del presente estudio fueron

la falta de mediciones pre-operatorias, para que sirvieran como base para comparar las condiciones gingivales observadas - así como el pequeño número de dientes evaluados. Esto sugiere la valoración de las condiciones periodontales antes y después de la colocación de restauraciones.

Aunque no se vieron grandes diferencias en los niveles de adherencia y niveles óseos entre los dientes restaurados con zonas anchas y angostas de encía queratinizada, el potencial para rupturas más grandes en áreas de zonas angostas de tejido queratinizado no pudo ser medido.

Una de las conclusiones basadas en los resultados de este estudio es reducir la inflamación en áreas asociadas con restauraciones subgingivales. Por otro lado, se le debe dar atención particular a aquellas restauraciones subgingivales asociadas a una zona angosta de encía queratinizada.

En casos de pacientes candidatos a recibir restauraciones subgingivales donde existen zonas angostas de encía queratinizada, y que no pueden mantener óptimo control de placa, puede ser deseable aumentar el ancho del tejido queratinizado.

## BENEFICIOS DEL TRABAJO

Es de suma importancia para los dentistas de práctica general tener conocimientos de lo que son las estructuras normales del periodonto, ya que si no conocemos lo que es normal, no podremos saber cuándo es anormal.

De ahí que los beneficios obtenidos al realizar el presente trabajo fue conocer de una manera más detallada las características anatómicas, histológicas y fisiológicas del periodonto.

Uno de los aspectos más importantes es relacionar estos conocimientos en la práctica diaria con nuestros pacientes.

Es importante mencionar la gran relación que existe entre las ramas de la odontología. Así por ejemplo, las restauraciones dentales y la salud periodontal están inseparablemente interrelacionadas. La adaptación de los márgenes, los contornos de las restauraciones, las relaciones proximales y la tersura de la superficie deben cumplir críticos requerimientos biológicos de la encía.

Así las cosas, es bien sabido que un ancho adecuado de encía queratinizada es importante para mantener la salud gingival. ¿Sabemos cuál es ese ancho adecuado? Una vez sabido y conocido ese ancho de la encía queratinizada decidiremos sobre el tipo de restauración que colocaremos en un momento dado.

## APLICACION PRACTICA (CLINICA)

La primera aplicación sería que los conocimientos que adquirí con este trabajo, dejarlos no sólo para mí, sino transmitirlos tanto a mis futuros pacientes como a colegas.

Creo que la aplicación más práctica y a la vez clínica sería con los pacientes, al indicarles qué es el periodonto, así como decirles cuándo es que éste está sano.

Es muy importante también, relacionar el periodonto con otras especialidades de la odontología, así por ejemplo, tenemos la prostodoncia, ortodoncia, endodoncia, etc., que son ramas que para poderse llevar a cabo en un 100%, se requiere saber algunos aspectos como tamaño de encía, ancho de encía que ratinizada, tamaño de membrana periodontal y distancia entre-unión cemento-esmalte y cresta ósea entre otras.

## BIBLIOGRAFIA

## - TRATADO DE HISTOLOGIA

Capitulo 6: Los Tejidos

Págs. 158-160

Capítulo 7: Tejido epitelial

Págs. 172-182

Capítulo 8: Tejido conectivo

Págs. 190-192, 208

Dr. Arthur W. Ham

7a. Edición.

Editorial Interamericana.

## - HISTOLOGIA BASICA

Capítulo 4: Tejidos epiteliales

Págs. 59-60, 66-69

Capítulo 5: Tejido conjuntivo

Págs. 108-111

Capítulo 8: Tejido óseo

Págs. 135-140, 142-145

L.C. Junqueira

J. Carneira

2a. Edición

Editorial Salvat.

## - HISTOLOGIA Y EMBRIOLOGIA ODONTOLÓGICAS

Capítulo 2: Tejidos básicos

Págs. 25, 28, 30-31, 47-48

Capítulo 3: Embriología de estructuras faciales,

## bucales y parabucales

Págs. 85-88, 90-91

Dr. D. Vicent Proveza

Editorial Interamericana.

- BIOQUIMICA DE HARPER

Capítulo 33: Proteínas contráctiles y estructura  
les

Pág. 459

David W. Martin, Víctor W. Rodwell, Peter A. Ma-  
yes

8a. Edición

Editorial El Manual Moderno

- BIOQUIMICA

Capítulo 4: Actividad biológica de otras proteí-  
nas especializadas

Págs. 109-112

Laguna-Piña

3a. Edición

Editorial La Prensa Médica Mexicana

- BIOQUIMICA DENTAL

Capítulo 5: Histoquímica de los dientes en desa-  
rrollo

Pág. 86

Eugene P. Lazzari

2a. Edición

Editorial Interamericana.

- HISTOLOGIA Y EMBRIOLOGIA BUCALES DE ORBAN

Capítulo 8: Maxilares superior e inferior

Págs. 196-197

Orban

Editorial La Prensa Médica Mexicana

- PERIODONTOLOGIA CLINICA

Capítulo 1: Anatomía del periodoncio

Págs. 15-58

Jan Lindhe

Editorial Panamericana.

- TRATADO DE HISTOLOGIA

Capítulo 5: Tejido conjuntivo

Pág. 140.

D.W. Fawcett

Bloom-Fawcett

11a. Edición

Editorial Interamericana

- HISTOLOGIA

Capítulo 3: Medio de la célula

Págs. 73-74, 144.

C. Rolan Leeson

Thomas S. Leeson

3a. Edición

Editorial Interamericana

- TRABAJO RECEPCIONAL PRESENTADO EN LA FACULTAD DE ESTOMATOLOGIA DE LA U.A.S.L.P.  
Participación de la vitamina c en la síntesis de colágeno"  
Trabajo presentado por Ma. Elsa Franco Pérez  
1991. Págs. 16-35.
  
- PERIODONTOLOGIA CLINICA DE GLICKMAN  
Capítulo 1: La encía  
Pág. 7  
F.A. Carranza  
6a. Edición  
Editorial Interamericana.
  
- MEDICION DE LA CONDUCTIVIDAD DEL FLUIDO DEL SURCO GINGIVAL IN VIVO  
Geraldine Ferris, Thomas E. Grow, Samuel B. Low  
Robert T. Ferris.  
Journal of Periodontology  
January, 1987  
Volumen 58, Núm. 1  
Págs. 46-50
  
- ORIENTACION DE LOS FIBROBLASTOS GINGIVALES EN ESPACIO PERIODONTAL SIMULADO IN VITRO CONTENIENDO GEL COLAGENO

W. Fernyhough, I. Aukhil y T. Link

Journal of Periodontology

November, 1987

Volumen 58, Núm. 11

Págs. 762-769.

- MATRICES EXTRACELULARES Y FACTORES DE CRECIMIENTO POLIPEPTIDO COMO MEDIADORES DE LAS FUNCIONES DE LAS CELULAS DEL PERIODONTO

Víctor P. Terranova y Ulf M.E. Wikesjö

Journal of Periodontology

June, 1987

Volumen 58, Núm. 6

Págs. 371-380.

- ANALISIS ESTRUCTURAL Y MORFOMETRICO DE CEMENTOBLASTOS Y FIBROBLASTOS PERIODONTALES

A. Yamasaki, G.G. Rose, G.J. Pinero, C.J. Mahan

Journal of Periodontology

March, 1987

Volumen 58, Núm. 3

Págs. 192-201

- MICROFILAMENTOS EN LOS CEMENTOBLASTOS Y FIBROBLASTOS PERIODONTALES

A. Yamasaki, G.G. Rose, G.J. Pinero, C.J. Mahan

Journal of Periodontology

January, 1987

Volumen 58, Núm. 1

Págs. 40-45

- RELACION ENTRE EL ANCHO DE LA ENCIA QUERATINIZADA Y SALUD GINGIVAL

Niklaus P. Lang y Harald Løe

Journal of Periodontology

October, 1972

Volumen 43, Núm. 10

Págs. 623-627

- IMPORTANCIA DEL ANCHO DE LA ENCIA QUERATINIZADA --  
SOBRE EL ESTADO PERIODONTAL DE DIENTES CON --  
RESTAURACIONES SUBMARGINALES

Kathy J. Stetler y Nabil F. Bissada

Journal of Periodontology

October, 1987

Volumen 58, Núm. 10

Págs. 696-700