

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

POSTGRADO DE ODONTOLOGÍA INFANTIL

**“PRINCIPIOS GENERALES PARA EL TRATAMIENTO DE  
ORTODONCIA EN LOS DIENTES ANTERIORES PERMANENTES  
TRAUMATIZADOS”**

**REVISIÓN DE LA LITERATURA**

Trabajo Especial de Grado presentado ante la  
Ilustre Universidad Central de Venezuela por la  
Odontóloga Daniela Barreto Marcano para optar  
al Título de Especialista en Odontología Infantil.

Caracas, 30 de mayo de 2003

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

POSTGRADO DE ODONTOLOGÍA INFANTIL

**“PRINCIPIOS GENERALES PARA EL TRATAMIENTO DE  
ORTODONCIA EN LOS DIENTES ANTERIORES PERMANENTES  
TRAUMATIZADOS”  
REVISIÓN DE LA LITERATURA**

Autor: Odontólogo Daniela Barreto Marcano

Tutor: Profesora Titular Rose Mary Sogbe de Agell

Caracas, 30 de mayo de 2003

Aprobado en nombre de la  
Universidad Central de Venezuela  
por el siguiente jurado examinador:

Tutor:

Profesora Rose Mary Sogbe

Firma\_\_\_\_\_

Jurado:

Profesora Gudelia León

Firma\_\_\_\_\_

Jurado:

Profesora Onelia Crespo

Firma\_\_\_\_\_

Lugar y Fecha: \_\_\_\_\_

Observaciones:\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## DEDICATORIA

*A mis Profesores*

*Quienes no sólo me enseñaron*

*cosas útiles sobre esta profesión.*

*Todos aquellos que me dieron el ejemplo*

*para hacer las cosas cada día mejor.*

*D.B.M.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a Dios.

Gracias a mi Madre y a mi Hermana,  
Por todo su amor, apoyo y paciencia.

A la Doctora Rosemary Sogbe de Agell:

Por darme la inspiración,  
y por tener siempre la palabra adecuada en el momento preciso.

Gracias por haberme guiado durante todo el camino,  
por su paciencia y apoyo incondicional.

A todas mis compañeras:

De cada una aprendí cosas importantes sobre la vida.

Gracias por haber hecho de los momentos simples  
los más significativos.

## **TABLA DE CONTENIDOS**

|                                                                          | <b>Página</b> |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>DEDICATORIA</b>                                                       | iv            |
| <b>AGRADECIMIENTOS</b>                                                   | v             |
| <b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b>                                              | vi            |
| <b>LISTA DE FIGURAS</b>                                                  | xi            |
| <b>LISTA DE TABLAS</b>                                                   | xiv           |
| <b>RESUMEN</b>                                                           | xv            |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                                                      | 1             |
| <b>I. REVISIÓN DE LA LITERATURA</b>                                      | 4             |
| <b>1. GENERALIDADES DE LOS TRAUMATISMOS DENTALES<br/>Y LA ORTODONCIA</b> | 4             |
| <b>2. CLASIFICACIÓN DE LOS TRAUMATISMOS DENTALES</b>                     | 7             |
| <b>2.1- Lesiones de los Tejidos Duros Dentales<br/>y de la Pulpa</b>     | 8             |
| <b>2.2- Lesiones de los Tejidos Periodontales</b>                        | 9             |
| <b>2.3- Lesiones del Hueso de Sostén</b>                                 | 10            |

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4- Lesiones de la Encía o de la Mucosa Bucal                                     | 11 |
| <b>3. CONSECUENCIAS DEL TRAUMATISMO EN LA DENTICIÓN PERMANENTE</b>                 | 11 |
| 3.1- Cambios de Color de la Corona                                                 | 12 |
| 3.2- Obliteración del Conducto Radicular                                           | 13 |
| 3.3- Necrosis Pulpar                                                               | 15 |
| 3.4- Resorción Radicular                                                           | 17 |
| 3.5- Pérdida de Soporte Óseo Marginal                                              | 27 |
| <b>4. BIOMECÁNICA DE LA ORTODONCIA</b>                                             | 28 |
| 4.1- Reacción de los Tejidos Periodontales a la Aplicación de Fuerzas Ortodóncicas | 28 |
| - Ligamento Periodontal                                                            | 28 |
| - Hueso Alveolar                                                                   | 31 |
| - Estructura Radicular                                                             | 34 |
| - Tejido Pulpar                                                                    | 50 |
| 4.2- Fuerzas Ortodóncicas y sus Efectos                                            | 52 |
| - Tipos de Fuerza                                                                  | 52 |
| - Movimiento Según la Duración de la Fuerza                                        | 54 |
| - Movimiento Según la Intensidad de la Fuerza                                      | 57 |
| - Fuerza Óptima                                                                    | 58 |

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| - Tipos de Movimiento                                  | 60 |
| <b>4.3- Tipos de Movimientos Dentales y</b>            |    |
| <b>Reacción de los Tejidos</b>                         | 64 |
| - Movimiento de Inclinação                             | 64 |
| - Movimiento de Torque                                 | 65 |
| - Movimiento de Rotación                               | 66 |
| - Movimiento de Traslación                             | 67 |
| - Movimiento de Intrusión                              | 68 |
| - Movimiento de Extrusión                              | 71 |
| <b>5. LA ORTODONCIA Y EL TRAUMATISMO DENTAL</b>        | 71 |
| <b>5.1- Características Dentofaciales Asociadas al</b> |    |
| <b>Traumatismo Dental</b>                              | 72 |
| <b>5.2- Tratamiento Preventivo de Ortodoncia</b>       | 74 |
| <b>6. PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE</b>             |    |
| <b>ORTODONCIA EN DIENTES TRAUMATIZADOS</b>             | 77 |
| <b>6.1- Tiempo Adecuado para Realizar</b>              |    |
| <b>el Tratamiento de Ortodoncia</b>                    |    |
| <b>Después de un Traumatismo Dental</b>                | 83 |
| <b>6.2- Tipo de Fuerzas que se deben Aplicar</b>       |    |
| <b>en el Tratamiento de Ortodoncia</b>                 |    |
| <b>de Dientes Traumatizados</b>                        | 85 |



|                                                        |            |
|--------------------------------------------------------|------------|
| <b>7. TRATAMIENTO DE ORTODONCIA SEGÚN</b>              |            |
| <b>EL TIPO DE TRAUMATISMO DENTAL</b>                   | <b>86</b>  |
| 7.1- Dientes con Fractura de Corona y Raíz             | 87         |
| 7.2- Dientes con Fractura Radicular                    | 90         |
| 7.3- Dientes Reimplantados                             | 98         |
| 7.4- Dientes Lujados                                   | 98         |
| 7.5- Dientes Intruidos                                 | 100        |
| 7.6- Dientes con Tratamiento de Endodoncia             | 110        |
| 7.7- Dientes con Resorción Radicular                   | 112        |
| 7.8- Dientes con Anquilosis                            | 115        |
| 7.9- Dientes con Obliteración del Conducto             | 118        |
| <br><b>8. MONITOREO DEL TRATAMIENTO DE ORTODONCIA</b>  |            |
| <b>EN DIENTES TRAUMATIZADOS</b>                        | <b>119</b> |
| 8.1- Monitoreo de la Vitalidad Pulpar                  | 120        |
| 8.2- Monitoreo de la Reabsorción Radicular             | 120        |
| <br><b>9. PRONÓSTICO DEL TRATAMIENTO DE ORTODONCIA</b> |            |
| <b>EN DIENTES TRAUMATIZADOS</b>                        | <b>121</b> |
| <br><b>10. EFECTOS DEL TRATAMIENTO DE ORTODONCIA</b>   |            |
| <b>EN DIENTES TRAUMATIZADOS</b>                        | <b>124</b> |
| 10.1- Necrosis Pulpar                                  | 125        |

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 10.2- Calcificación Pulpar          | 125 |
| 10.3- Resorción Radicular           | 126 |
| <br>                                |     |
| 11. TRATAMIENTO DE TRAUMATISMOS     |     |
| DURANTE EL MOVIMIENTO DENTAL ACTIVO | 126 |
| 11.1- Tratamiento Inmediato         | 127 |
| 11.2- Tratamiento a Largo Plazo     | 129 |
| <br>                                |     |
| II. DISCUSIÓN                       | 130 |
| <br>                                |     |
| III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 151 |
| <br>                                |     |
| IV. ANEXOS                          | 155 |
| <br>                                |     |
| V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS       | 161 |

## LISTA DE FIGURAS

| <b>Figura</b>                                                | <b>Página</b> |
|--------------------------------------------------------------|---------------|
| Fig. 1. Lesiones de los Tejidos Duros Dentales y de la Pulpa | 8             |
| Fig. 2. Lesiones de los Tejidos Periodontales                | 9             |
| Fig. 3. Lesiones del Hueso de Sostén                         | 10            |
| Fig. 4. Lesiones de la Encía o la Mucosa Bucal               | 11            |
| Fig. 5. Cambio de Color de la Corona a Rosado                | 13            |
| Fig. 6. Cambio de Color de la Corona a Gris                  | 13            |
| Fig. 7. Cambio de Color de la Corona a Amarillo              | 14            |
| Fig. 8. Obliteración Gradual del Conducto Radicular          | 14            |
| Fig. 9. Cambio de Color Asociado a Necrosis Pulpar           | 16            |

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| Fig. 10. Resorción Radicular Interna                  | 18 |
| Fig. 11. Cambio de Color Asociado a Resorción Interna | 19 |
| Fig. 12. Resorción Interna por Sustitución            | 20 |
| Fig. 13. Resorción Radicular Externa                  | 21 |
| Fig. 14. Resorción Externa de Superficie              | 22 |
| Fig. 15. Resorción Externa Inflamatoria               | 23 |
| Fig 16. Resorción Externa por Sustitución             | 26 |
| Fig. 17. Pérdida de Soporte Óseo Marginal             | 27 |
| Fig. 18. Resorción y Aposición Ósea                   | 34 |
| Fig. 19. Diferentes Formas Radiculares                | 39 |
| Fig. 20. Inclinação No Controlada                     | 61 |
| Fig. 21. Inclinação Controlada                        | 61 |

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| Fig. 22. Torque                                     | 62 |
| Fig. 23. Rotación                                   | 62 |
| Fig. 24. Traslación                                 | 63 |
| Fig. 25. Intrusión y Extrusión                      | 63 |
| Fig. 26. Cobertura Labial Inadecuada                | 73 |
| Fig. 27. Cresta Alveolar                            | 80 |
| Fig. 28. Cicatrización por Tejido Calcificado       | 92 |
| Fig. 28. Cicatrización por Tejido Conjuntivo        | 94 |
| Fig. 29. Cicatrización por Tejido Óseo y Conjuntivo | 95 |
| Fig. 30. Ausencia de Cicatrización                  | 96 |

## LISTA DE TABLAS

| Tabla                                                                                                              | Página |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Tabla 1. Períodos de observación recomendados antes de realizar tratamiento de ortodoncia de dientes traumatizados | 84     |

## RESUMEN

Los traumatismos dentales ocurren frecuentemente, siendo los incisivos centrales superiores los dientes más afectados. La protrusión de los incisivos y el cierre labial inadecuado son factores predisponentes para las lesiones dentales. Estas dos características dentofaciales se presentan con frecuencia en los pacientes con maloclusiones clase II división 1 de Angle, que requerirán tratamiento de ortodoncia. El tratamiento de ortodoncia en dientes traumatizados, hace que éstos sean más propensos a sufrir complicaciones. En la literatura existen numerosos reportes acerca de las consideraciones que se deben tener en cuenta al momento de realizar el tratamiento de ortodoncia de los dientes traumatizados, sin embargo, rara vez se ha podido integrar la totalidad de las variables involucradas y cada autor se ha propuesto dar respuestas a problemas específicos, delimitando muy bien sus objetivos. La realización de esta investigación pretende elaborar una síntesis de recomendaciones que abarque todas las variables implicadas, para brindar una guía conceptual que permita conocer las dificultades que más frecuentemente se presentan y cómo evitarlas o resolverlas. Como un aporte de este trabajo, se anexa

un cuadro que resume de manera general las características, secuelas asociadas e indicaciones y recomendaciones para el tratamiento de cada una de las condiciones descritas en la revisión.



## INTRODUCCIÓN

Los traumatismos dentales, son motivo frecuente de visita a la consulta odontopediátrica de emergencia. Dichos accidentes ocurren principalmente por caídas simples y entre los factores predisponentes se han asociado ciertas características faciales y oclusales así como la clase II de Angle división 1 con incompetencia labial; condición que por lo general deberá recibir tratamiento ortodóncico, como medida preventiva o correctiva.

Con el aumento en la demanda de tratamientos de las maloclusiones, es inevitable que odontopediatras y ortodoncistas deban atender un número significativo de pacientes con dientes previamente traumatizados. La ortodoncia, cuyo ámbito de trabajo es la corrección de las anomalías dentales y esqueléticas, puede actuar frente a los traumatismos desempeñando funciones preventivas o terapéuticas. Es importante prever los problemas y conocer los riesgos de someter a tratamiento dientes previamente traumatizados, ya que existe una amplia variedad de efectos adversos que pueden producirse como respuesta al trauma dental, al tratamiento de ortodoncia, o a la conjunción de ambos; situación en la que

existe mayor predisposición a la ocurrencia de dichos fenómenos.

Dada la alta frecuencia de traumatismos dentales en el sector anterosuperior asociada a cierto tipo de maloclusiones, se deben conocer cuáles son los principios para la aplicación de fuerzas a incisivos superiores permanentes traumatizados y las consideraciones que se deben tener en cuenta para prevenir la ocurrencia de efectos negativos durante los movimientos dentales en estos casos.

Para el estudio del problema que se presenta, se deben abarcar dos áreas complejas en sí mismas, como lo son la traumatología dental y la ortodoncia. En los trabajos revisados, rara vez se ha podido integrar la totalidad de las variables involucradas y cada autor se ha propuesto dar respuestas a problemas específicos, delimitando muy bien sus objetivos. Esta investigación pretende elaborar una síntesis de recomendaciones que abarque todas las variables implicadas, para brindar una guía conceptual que permita conocer las dificultades que más frecuentemente se presentan y cómo evitarlas o resolverlas; definiendo así cuáles son las consideraciones, indicaciones y

contraindicaciones del tratamiento de ortodoncia en dientes traumatizados.

El conocimiento del problema permitirá a odontopediatras, ortodoncistas, endodoncistas, cirujanos y periodoncistas, establecer diagnósticos acertados, que permitan formular planes de tratamiento interdisciplinarios exitosos, disminuyendo la probabilidad de que se produzcan secuelas no deseadas o inesperadas. De esta manera será posible satisfacer las demandas del paciente sin causa de daños mayores a corto, mediano o largo plazo.

## **I. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **1. GENERALIDADES DE LOS TRAUMATISMOS DENTALES Y LA ORTODONCIA**

El traumatismo dental representa la transmisión aguda de energía al diente y estructuras de soporte produciendo fractura y/o desplazamiento del diente y/o desprendimiento o compresión de los tejidos de soporte.<sup>(1)</sup> Los traumatismos dentales son comunes,<sup>(2)</sup> ya que constituyen la segunda causa de atención odontopediátrica después de la caries dental.<sup>(3)</sup> Debido a los diferentes diseños de cada estudio y las diferentes características de las muestras, la prevalencia del traumatismo en incisivos permanentes varía ampliamente desde 2,6% hasta 50%.<sup>(4)</sup>

La causa principal de los traumatismos dentales son las caídas.<sup>(4-7)</sup> La mayor prevalencia del traumatismo dental se presenta en varones <sup>(4,6-8)</sup> entre 11 y 15 años de edad.<sup>(6)</sup> Los dientes más frecuentemente lesionados son los incisivos centrales superiores,<sup>(2,4-7)</sup> y el tipo más común de lesión es la fractura no complicada de esmalte y dentina.<sup>(4,6-7)</sup> La sobremordida horizontal aumentada y el cierre labial inadecuado

representan factores predisponentes significativos para las lesiones traumáticas de los incisivos superiores;<sup>(7-8)</sup> y estos dos hallazgos son frecuentes en pacientes que requieren tratamiento de malposiciones dentales, por lo que Bauss y colaboradores en el 2004 indicaron que se puede asumir que exista alta prevalencia de dientes traumatizados entre los candidatos para el tratamiento de ortodoncia.<sup>(6)</sup>

Las maloclusiones pueden definirse como variaciones morfológicas dentofaciales, que generan problemas funcionales o sicosociales. La ortodoncia, es el área de la odontología que se encarga de mejorar las funciones dentales, maxilares y la estética dentofacial, al corregir distorsiones que se han originado durante el desarrollo, mejorando al mismo tiempo el estilo de vida de los individuos. El objetivo principal de esta especialidad, consiste en obtener óptimos contactos oclusales y proximales de los dientes en un marco de función normal y adaptación fisiológica, estética dentofacial y autoimagen aceptables, además de una estabilidad razonable.<sup>(9)</sup>

Al igual que la caries dental y la enfermedad periodontal, las maloclusiones afectan a un amplio sector de la población del mundo, constituyendo por ello un serio problema de salud

pública. D'escriván en 1980, publicó un trabajo que clasificó desde el punto de vista de la oclusión una muestra de 3630 niños escolares venezolanos de ambos sexos entre 7 y 13 años de edad y se estableció la proporción en que éstos requerían tratamiento preventivo, interceptivo y correctivo. Se encontró frecuencia de 57,7% de las clase I 15,9% de las clase II. La clase II división 1 ocupó el tercer lugar en frecuencia después de las clase I tipo 1 y las clase I biprotrusión.<sup>(10)</sup>

Una vez que los incisivos permanentes emergen y comienzan a erupcionar, el efecto de los hábitos bucales y las presiones anormales, comienzan a ejercer su efecto sobre estos dientes, traduciéndose en edades posteriores en posibles alteraciones de la oclusión. Los tratamientos requeridos son más complejos a medida que pasan los años sin recibir ninguna terapéutica. Entre 7 y 8 años 10,1% de los niños necesitaban tratamiento preventivo. Entre los niños de 7, 8 y 9 años 24,1% necesitaban tratamiento interceptivo. La necesidad de tratamiento a los 7 años fue de 24,4% y a los 13 años la necesidad de ortodoncia correctiva fue de 72,4%. El bajo costo, la sencillez y la relativa facilidad de aplicación de las medidas preventivas e interceptivas en contraste con la complejidad, especialización y precios elevados de las medidas correctivas,

justifican la necesidad de establecer políticas de salud orientadas a reducir o limitar el uso de ésta última terapéutica. Al analizar la severidad de las maloclusiones y la necesidad de tratamiento de ortodoncia, se encuentra explicable la evidencia del aumento la gravedad de las maloclusiones con la edad, en razón de no haberse instaurado medidas preventivas ni interceptivas en edades más tempranas.<sup>(10)</sup>

## **2. CLASIFICACIÓN DE LOS TRAUMATISMOS DENTALES**

Una manera aceptada de clasificar las lesiones, es primero subclasificar la condición del trauma que afecta al diente, el tipo de fractura y luego el trauma que afecta al periodonto.<sup>(11)</sup> La siguiente clasificación está basada en un sistema adoptado por la Organización Mundial de la Salud en 1978. Sin embargo, a fin de perfeccionarla fue necesario clasificar y definir ciertas entidades traumáticas no incluidas en el sistema de la OMS. Se recomienda el uso de la clasificación de la OMS modificada por Andreasen,<sup>(12)</sup> ya que incluye lesiones del diente, la estructura de sostén, las encías y la mucosa bucal, está basada en consideraciones anatómicas y terapéuticas y puede aplicarse tanto a la dentición primaria como a la permanente:<sup>(12)</sup>

## 2.1- Lesiones de los Tejidos Duros Dentales y de la Pulpa

- Fractura Incompleta: Fractura incompleta del esmalte sin pérdida de sustancia dental (Fig. 1.A).
- Fractura No Complicada de la Corona: Fractura limitada al esmalte o que afecta tanto al esmalte y a la dentina, sin exponer la pulpa (Fig. 1.B.1 Y 1.B.2).
- Fractura Complicada de la Corona: Fractura que afecta al esmalte, la dentina y expone la pulpa (Fig. 1.B.3).
- Fractura No Complicada de la Corona y Raíz: Fractura que afecta al esmalte, a la dentina y al cemento, pero no expone la pulpa (Fig. 1.C).
- Fractura Complicada de la Corona y Raíz: Fractura que afecta al esmalte, a la dentina, al cemento y a la pulpa (Fig. 1.C).
- Fractura de la Raíz: Fractura que afecta a la dentina, al cemento y a la pulpa (Fig. 1.D).

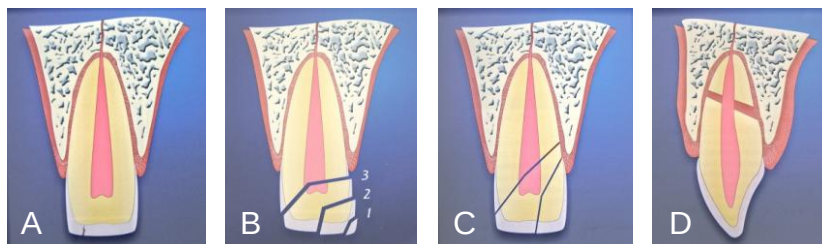


Fig. 1. Lesiones de los Tejidos Duros Dentales y de la Pulpa. A. Fractura Incompleta. B.1 Fractura de Esmalte. B.2 Fracturas de Esmalte y Dentina No Complicadas. B.3 Fractura de Esmalte y Dentina Complicada. C. Fractura No Complicada y Complicada de Corona y Raíz. D. Fractura de Raíz.<sup>(13)</sup>



## 2.2- Lesiones de los Tejidos Periodontales

- Concusión: Lesión de las estructuras de sostén del diente sin movilidad o desplazamiento anormal pero con evidente reacción a la percusión (Fig. 2.A).
- Sublujación: Lesión de las estructuras periodontales, con movilidad anormal pero sin desplazamiento (Fig. 2.B).
- Lujación Intrusiva: Desplazamiento del diente dentro del hueso alveolar. Se presenta con conminución o fractura de la cavidad alveolar (Fig. 2.C).
- Lujación Extrusiva: Desplazamiento parcial del diente fuera del alvéolo (Fig. 2.D).
- Lujación Lateral: Desplazamiento del diente en dirección diferente a la axial. Se presenta con conminución o fractura de la cavidad alveolar (Fig. 2.E).
- Avulsión: Desplazamiento completo del diente fuera del alvéolo (Fig. 2.F).

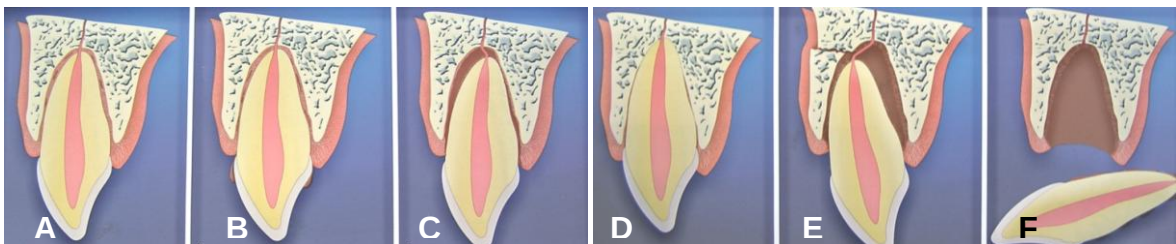


Fig. 2. Lesiones de los Tejidos Periodontales. A. Concusión. B. Sublujación. C. Lujación Extrusiva. D. Lujación Intrusiva. E. Lujación Lateral. F. Avulsión.<sup>(13)</sup>

### 2.3- Lesiones del Hueso de Sostén

- Conminución de la Cavidad Alveolar: Compresión de la cavidad alveolar. Se presenta junto con la luxación intrusiva o lateral (Fig. 3.A).
- Fractura de la Pared Alveolar: Fractura limitada a la pared del alvéolo vestibular o lingual (Fig. 3.B).
- Fractura del Proceso Alveolar: Puede o no afectar la cavidad alveolar (Fig. 3.C y D).
- Fractura de la Mandíbula o del Maxilar Superior: Fractura de la base de la mandíbula o del maxilar superior y con frecuencia al proceso alveolar. Puede o no afectar los dientes o su alvéolo (Fig. 3. E y F).

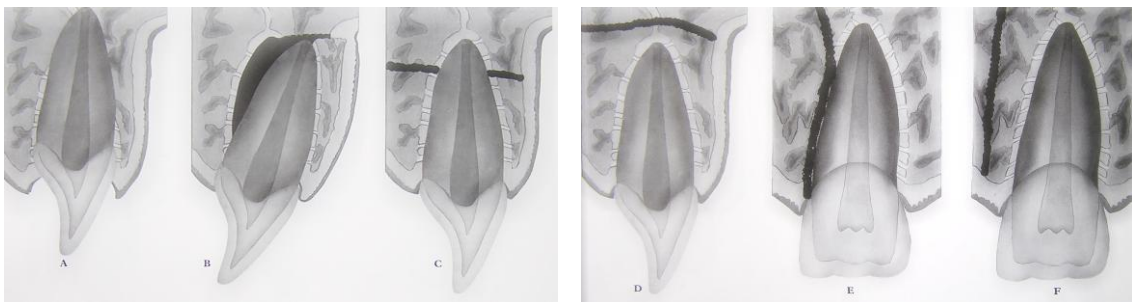


Fig. 3. Lesiones del Hueso de Sostén. A. Conminución de la Cavidad Alveolar. B. Fractura de la Pared Alveolar. C y D. Fractura del Proceso Alveolar con y sin afección del Alvéolo. E y F. Fractura del Maxilar con y sin afección del Alvéolo.<sup>(14)</sup>

## 2.4- Lesiones de la Encía o de la Mucosa Bucal

- Laceración: Herida o desagarramiento superficial o profunda causada por objetos agudos (Fig. 4.A).
- Contusión: Golpe producido por un objeto romo sin ruptura de la mucosa que causa hemorragia submucosa (Fig. 4.B).
- Abrasión: Herida superficial producida por raspadura, que deja una superficie áspera y sangrante (Fig. 4.C).

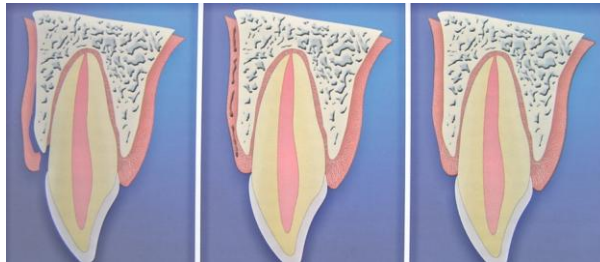


Fig. 4. Lesiones de la Encía o la Mucosa Bucal.  
A. Laceración. B. Contusión. C. Abrasión.<sup>(13)</sup>

## 3. CONSECUENCIAS DEL TRAUMATISMO EN LA DENTICIÓN PERMANENTE

Las lesiones por impacto son frecuentes tanto en la dentición primaria como en la permanente. La estructura dental mineralizada, la pulpa dental, el periodonto y el tejido óseo de

soporte pueden afectarse, provocando una serie de complicaciones así como cambios de color de la corona, necrosis pulpar, obliteración del conducto radicular y resorción radicular.<sup>(5,12,15)</sup> El tratamiento temprano y seguimiento regular de los dientes traumatizados, pueden disminuir la ocurrencia de dichas complicaciones.<sup>(5)</sup>

### **3.1- Cambios de Color de la Corona**

Los cambios de color después de los traumatismos son fenómenos bien conocidos. Fish en 1948, citado por Andreasen en 1984, ofreció una explicación para la patogenia de este fenómeno, sugiriendo que una lesión que no sea lo suficientemente fuerte, como para romper los vasos apicales, puede producir el colapso de las delgadas paredes de los mismos. Puesto que la sangre sigue siendo bombeada en el conducto, se produce hemorragia en la pulpa y subsiguiente entrada de eritrocitos en los tejidos duros del diente. Esta penetración inicialmente altera el color de la corona a un tono rojo o rosado (Fig. 5). Al descomponerse los elementos sanguíneos, el color se vuelve azulado en aproximadamente 2 semanas. Puede ocurrir cierto desvanecimiento del tono gris

azulado o puede persistir un tono gris opaco (Fig. 6). Si la pulpa sobrevive, la mancha puede desaparecer.<sup>(12)</sup>



Fig. 5. Cambio del Color de la Corona del 21 a Rosado.<sup>(14)</sup>



Fig. 6. Cambio del Color de la Corona del 11 a Gris.<sup>(14)</sup>

Cuando la lesión desplaza al diente como en los casos de luxación intrusiva o extrusiva, todos los vasos apicales se rompen instantáneamente y no hay extravasación de sangre al tejido pulpar. Por esto no hay cambio de color inmediato. Los cambios de color posteriores pueden ocurrir si el conducto pulpar se oblitera, casos en los cuales, el color de la corona adquiere un tono amarillo.<sup>(12)</sup>

### **3.2- Obliteración del Conducto Radicular**

La obliteración del conducto radicular puede ocurrir en respuesta a una lesión moderada y consiste en la aposición acelerada de dentina. Se observa frecuentemente después de lesiones por luxación, subluxación y luxación extrusiva. Esta complicación afecta especialmente a los dientes lesionados

antes de la completa formación radicular. La manifestación clínica de obliteración del conducto pulpar puede ser el cambio de color de la corona a amarillo (Fig. 7).<sup>(12)</sup>



Fig 7. Cambio de coloración de la corona del 21 a amarillo, debida a la obliteración del conducto radicular.<sup>(14)</sup>

La reacción a las pruebas térmicas de vitalidad es más baja o no existe, mientras que se obtiene respuesta positiva al estímulo eléctrico a pesar de que el umbral aumenta. La primera señal radiográfica de obliteración es la reducción del tamaño de la cámara pulpar coronal seguida de un estrechamiento gradual de todo el conducto radicular, produciéndose en algunos casos obliteración total (Fig. 8). Sin embargo, el examen histológico de estos dientes siempre demuestra la persistencia de un conducto pulpar estrecho.<sup>(12)</sup>



Fig 8. Obliteración Gradual del Conducto de 11 y 21 Luego de una Lujación Extrusiva.<sup>(14)</sup>

Una complicación posterior a la obliteración del conducto radicular puede ser el desarrollo de necrosis pulpar; la patogenia de esta complicación no está clara, pero seguramente lesiones menores pueden afectar la irrigación vascular en el estrecho foramen apical, o los vasos pulpares se constriñen debido a la formación continua de tejido duro.<sup>(12)</sup> Jacobsen y Kerekes en 1977, demostraron que el desarrollo de la necrosis pulpar secundaria sólo se presenta en dientes con obliteración total del conducto y en particular en aquellos que desarrollan obliteración rápida después de la lesión, dentro de los 2 años siguientes.<sup>(16)</sup>

La patología periapical puede ocurrir en 13% a 16% de los dientes con obliteración del conducto radicular inducida por trauma, en períodos de hasta 20 años.<sup>(16)</sup> Aunque la extirpación pulpar profiláctica temprana y la intervención endodóntica pueden prevenir las lesiones periapicales, la poca frecuencia de esta complicación no justifica tales medidas.<sup>(12)</sup>

### **3.3- Necrosis Pulpar**

El desarrollo de la necrosis pulpar se puede asociar con síntomas como dolor espontáneo o sensibilidad a la masticación.

Sin embargo en la mayoría de los casos, el desarrollo de este proceso es completamente asintomático. Clínicamente el diente puede tener sensibilidad a la percusión y a veces presentar ligera movilidad. El uso de iluminación indirecta puede revelar translucidez disminuida en los dientes afectados. Pueden ocurrir cambios de color de la corona hacia gris (Fig. 9.A). Radiográficamente se puede evidenciar una radiolucidez periapical de 2 a 3 semanas después de la lesión (Fig. 9.B), pero en algunos casos pueden no observarse signos radiográficos de afección periodontal, casos en los que puede suponerse la existencia de necrosis estéril.<sup>(12)</sup>

Fig 9.A. Cambio de Color a Gris de la Corona del 11 después de una Lujación Lateral.  
B. Evidencia Radiográfica de Radiolucencia Periapical.<sup>(13)</sup>



Un factor importante es el período de desarrollo radicular en el momento en que ocurre la lesión traumática. La necrosis pulpar ocurre con mayor frecuencia en dientes cuyas raíces están completamente desarrolladas que en aquellos con un foramen apical amplio.<sup>(12,17)</sup> El proceso de revascularización se



logra con más facilidad en los dientes con ápices abiertos, favoreciendo así las posibilidades de supervivencia de la pulpa. La edad es un factor que también parece influir, ya que con el aumento de ésta aumenta la incidencia de necrosis pulpar, luego de lesiones por lujación en dientes con completo desarrollo radicular.<sup>(12)</sup>

En casos de traumatismos dentales no tratados, con fractura de esmalte y dentina, la necrosis pulpar se puede presentar en el 53% de los casos y cuando existe exposición pulpar, la necrosis se puede presentar en el 100% de los casos.<sup>(5)</sup>

Luego de las lujaciones traumáticas, la necrosis pulpar es la complicación más común. Ocurre en casi todas las intrusiones de dientes permanentes completamente formados.<sup>(7,17)</sup> Después de una lujación intrusiva, la necrosis pulpar puede presentarse hasta 2 años después de ocurrida la lesión.<sup>(18)</sup>

### **3.4- Resorción Radicular**

Se denomina resorción radicular a la pérdida de cemento y/o dentina de la raíz de un diente. En condiciones normales este

proceso no ocurre, pues tanto la predentina y los odontoblastos como el precemento y los cementoblastos protegen a los tejidos involucrados.<sup>(19)</sup> Sin embargo, los traumatismos dentales pueden causar resorciones internas o externas.<sup>(15)</sup> La resorción radicular puede ser interna, inflamatoria o por sustitución y externa superficial, inflamatoria o por sustitución.<sup>(19)</sup> Se diagnostica por medio de la evaluación radiográfica.<sup>(20)</sup>

#### - Resorción Radicular Interna

Es la pérdida de dentina del conducto radicular, que se origina a partir de la pulpa dental. Esta patología puede ocurrir como consecuencia de traumatismos, pulpitis crónicas irreversibles, ortodoncia, pulpotomías, o puede ser idiopática.<sup>(19)</sup> Es un hallazgo bastante raro y se ha registrado que ocurre en sólo el 2% de los dientes fracturados. Puede ser del tipo inflamatoria o por sustitución (Fig. 10).<sup>(12)</sup>

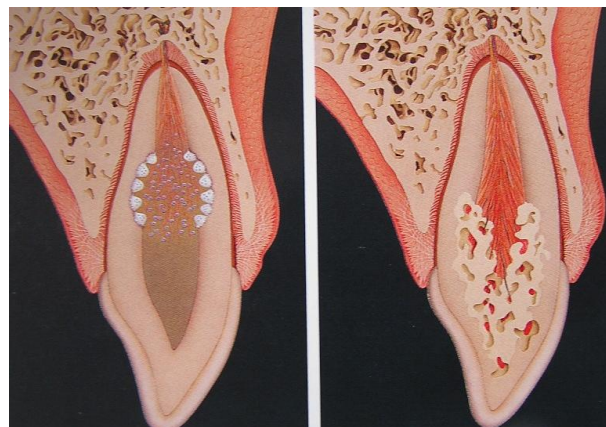


Figura 10. Resorción Radicular Interna Inflamatoria o por Sustitución.<sup>(14)</sup>

- Resorción Interna Inflamatoria: En los dientes que sufren traumatismos, la hemorragia intrapulpar subsiguiente puede producir la desaparición de los odontoblastos y la formación de tejido de granulación. Posteriormente se presentan odontoclastos en el tejido pulpar conjuntivo, que se encargan de producir la resorción.<sup>(19)</sup> El diagnóstico de ésta lesión no es sencillo, ya que por lo general es asintomática y constituye un hallazgo radiográfico. Puede evolucionar en forma rápida o lenta. Si la resorción se inicia en la cámara pulpar, clínicamente se puede apreciar una mancha rosada en la corona del diente (Fig. 11.A). Radiográficamente se observa aumento del tamaño de la cámara o el conducto en forma oval (Fig. 11.B).<sup>(19)</sup>

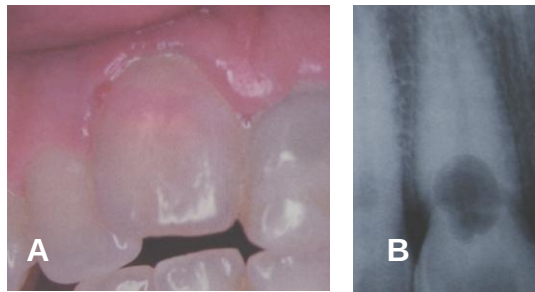


Fig. 11.A. Coloración Rosada en la Corona del 11. B. Evidencia Radiográfica de la Resorción Interna.<sup>(13)</sup>

Cuando la resorción interna es muy extensa, se puede confundir con una resorción externa, y por lo tanto es conveniente realizar radiografías mesioradiales o distoradiales; si la cavidad de resorción no cambia de posición y se observan

los márgenes deformados del conducto, se puede diagnosticar como resorción interna.<sup>(19)</sup>

- Resorción Interna por Sustitución: En estos casos la resorción se presenta en dientes permanentes jóvenes. Histológicamente se produce metaplasia de tejido pulpar normal a hueso poroso. La formación continua del tejido óseo a expensas de la dentina, es responsable del aumento de tamaño gradual de la cámara pulpar.<sup>(12)</sup> Radiográficamente se observa una imagen similar al trabeculado óseo.<sup>(19)</sup>

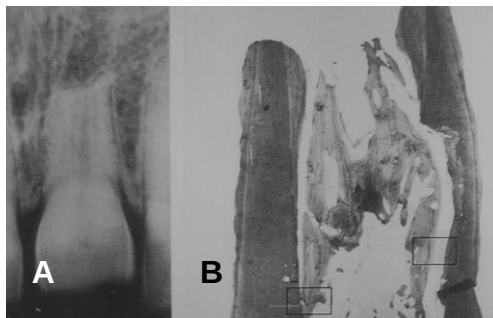


Fig. 12.A. Evidencia Radiográfica de Resorción Interna por Sustitución. B. Corte Histológico.<sup>(13)</sup>

#### - Resorción Radicular Externa

Es la pérdida del cemento y/o la dentina radicular. Puede producirse por inflamación periapical, fuerzas mecánicas u oclusales excesivas, dientes retenidos, tumores y quistes, lujaciones, periodontitis, necrosis pulpar, hiperparatiroidismo e

hipoparatiroidismo, reimplantes dentales, blanqueamiento dental, o causas idiopáticas. Según su localización pueden ser apicales, cervicales o laterales y según sus características puede ser superficial, inflamatoria o por sustitución (Fig. 13).<sup>(19)</sup> La resorción externa se detiene en muchos casos luego de una exitosa terapia endodóncica.<sup>(15)</sup>

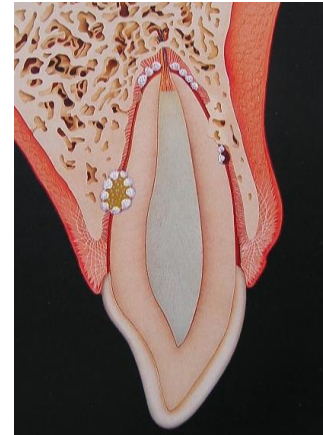


Fig. 13. Tres Tipos de Resorción Radicular Externa. De Superficie, Inflamatoria y por Sustitución.<sup>(14)</sup>

- Resorción Externa Apical: Este tipo de resorción afecta al cemento y a la dentina de la zona apical y se asocia con necrosis pulpar o con la presencia de periodontitis apical crónica.<sup>(19)</sup>

- Resorción Externa Cervical: Está ubicada en el tercio cervical de la raíz y se produce como consecuencia de una reacción inflamatoria del ligamento periodontal. Se observa en dientes reimplantados, lujados, en dientes sometidos a movimientos ortodóncicos excesivos o a blanqueamientos. Radiográficamente puede aparecer como una caries.<sup>(19)</sup>

- Resorción Externa Lateral: Ocurre en la superficie lateral de la raíz del diente, se observa comúnmente luego de un traumatismo y puede ser superficial o inflamatoria.<sup>(19)</sup>

- Resorción Externa Superficial: Ocurre como respuesta a una lesión limitada al ligamento periodontal o a la superficie radicular que luego se regenera a partir del ligamento periodontal adyacente.<sup>(19)</sup> Histológicamente en la superficie radicular se observa la resorción superficial restaurada con cemento nuevo, ya que esta condición se autodelimita y se recupera espontáneamente. Se puede producir por la aplicación de fuerzas continuas o excesivas de ortodoncia, que crean zonas de hialinización por la compresión del ligamento periodontal, que no son restauradas y que producen pérdida de material radicular. El diagnóstico es radiográfico, sin embargo, las de muy pequeño tamaño, pueden no observarse en las radiografías (Fig. 14).<sup>(12-13)</sup>

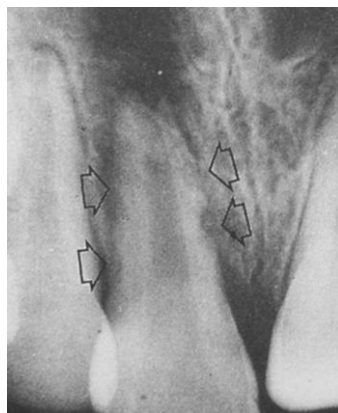


Fig. 14. Resorción Externa De Superficie.<sup>(14)</sup>

- Resorción Externa Inflamatoria: Es la respuesta a una lesión combinada de la capa más interna del ligamento periodontal y del cemento, que produce resorción de la superficie radicular y expone los túbulos dentinarios. En estos casos el conducto radicular siempre está infectado. Los tubulillos dentinarios se comunican con las bacterias de origen pulpar, produciéndose una respuesta inflamatoria y activación continua del proceso de resorción. Si no es tratada a tiempo, el tejido de granulación penetra en el conducto radicular. También puede tener origen, como la resorción inflamatoria cervical, en una inflamación del periodonto marginal.<sup>(19)</sup> Radiográficamente se puede observar resorción radicular con radiolucidez adyacente (Fig. 15).<sup>(12)</sup>



Fig. 15. Resorción Externa Inflamatoria.<sup>(14)</sup>

El proceso se detiene, en muchos casos, luego de una exitosa terapia endodóncica,<sup>(15,17)</sup> el hueso se regenera y el ápice radicular reabsorbido se reconstituye con cemento apical

hasta su longitud original. En casos de resorción radicular extensa asociada con infección, hay acortamiento radicular con formación de un ápice romo, reparado con cemento.<sup>(21)</sup> Ocurre con frecuencia en las lujaciones intrusivas, especialmente en dientes con completa formación radicular.<sup>(17)</sup>

- Resorción Externa por Sustitución (Anquilosis): Generalmente se asocia a dientes reimplantados y se caracteriza por el reemplazo progresivo de la raíz por tejido óseo. Cuando existe contacto directo entre el cemento o la dentina radicular y el hueso, se producen áreas extensas de necrosis en el ligamento periodontal, la superficie dental se resorbe y es sustituida por hueso.<sup>(19)</sup>

Presiones masticatorias excesivas o traumas, causan lesiones locales a la membrana periodontal, seguidas de osificación como proceso de reparación. Los dientes anquilosados se conocen como “dientes sumergidos”, sin embargo, estos dientes lejos de estarlo, están de hecho fijados y son incapaces de moverse o ser movidos; están aparentemente sumergidos, porque sus vecinos continúan erupcionando. Gran parte de los dientes anquilosados son molares sometidos a grandes presiones masticatorias, lo cual apoya la opinión de que



el trauma, o las presiones excesivas causan anquilosis. Sin embargo, ni la presión directa o el trauma han sido efectivos para producir anquilosis de manera experimental; sólo la extracción y el reimplante han sido prácticos para éste efecto. Por lo tanto, es más probable que la anquilosis ocurra por alteraciones metabólicas a nivel de la membrana periodontal.<sup>(22)</sup>

Un factor importante para que se produzca la anquilosis parece ser el grado de desarrollo radicular. Skieller en 1960, encontró que los dientes con completa formación radicular presentan esta condición, con más frecuencia que aquellos con formación incompleta.<sup>(23)</sup>

Andreasen en 1970, citado por Turley y colaboradores, reportó que la anquilosis se inicia 2 semanas después de la avulsión y el reimplante de dientes permanentes.<sup>(24)</sup> El diagnóstico de la resorción radicular externa por sustitución se lleva a cabo por la obtención de un sonido metálico típico durante la prueba de percusión, la ausencia de movilidad fisiológica y radiográficamente por la ausencia del espacio del ligamento periodontal y la resorción radicular progresiva con reemplazo por hueso. Con la radiografía, sólo las zonas anquilosadas ubicadas en los lados proximales de la raíz pueden

evidenciarse en 2 meses o más luego de la lesión (Fig. 16),<sup>(12-13,17)</sup> y posteriormente la anquilosis se puede presentar hasta 5 años después de la lesión traumática.<sup>(25)</sup>



Fig. 16. Resorción Externa por Sustitución.<sup>(14)</sup>

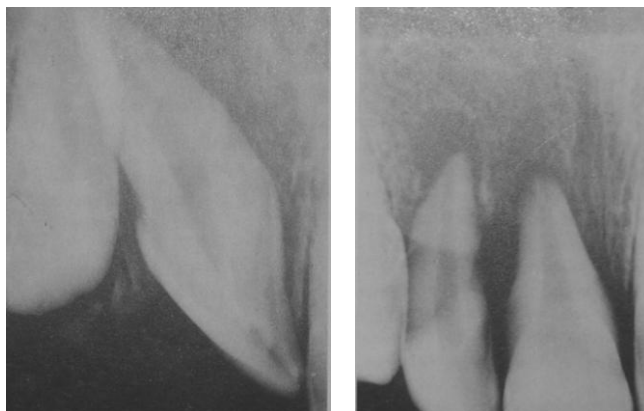
Una vez que la fusión toma lugar, el movimiento eruptivo o de ortodoncia, se vuelve imposible. La inhibición del potencial eruptivo es permanente y los efectos posteriores son progresivos.<sup>(22)</sup> La lesión puede evolucionar hasta la disolución completa de la raíz.<sup>(19)</sup> Si no se realiza algún tratamiento para interferir con este proceso, los derivados de tejido conjuntivo, la membrana periodontal, el cemento, la dentina, e inclusive la pulpa son frecuentemente reemplazados por hueso, manteniéndose intacto el esmalte, que es un derivado epitelial.<sup>(22)</sup> Cuando se involucran pequeñas áreas del ligamento periodontal, el proceso puede revertirse con la terapia endodóncica.<sup>(19)</sup>

La resorción por sustitución es una secuela común de las lesiones intrusivas,<sup>(25)</sup> en donde el ligamento periodontal es comprimido e interrumpido, dejando el cemento en contacto directo con el hueso y estableciendo condiciones favorables para el desarrollo de la anquilosis.<sup>(17)</sup>

### 3.5- Pérdida de Soporte Óseo Marginal

Aproximadamente el 31% de los dientes permanentes intruidos pueden sufrir pérdida de soporte óseo marginal. El procedimiento de reposición que sigue a la lujación intrusiva puede afectar la evolución de la recuperación periodontal. Por ejemplo, la reposición quirúrgica inmediata de los incisivos intruidos parece producir pérdida significativa de hueso marginal y alta frecuencia de anquilosis,<sup>(17)</sup> a diferencia de la extrusión ortodóncica, cuya aplicación temprana en los dientes lesionados puede disminuir el riesgo de pérdida de soporte óseo marginal (Fig. 17).<sup>(18)</sup>

Figura 17. Pérdida de Soporte Óseo Marginal luego de la Reposición Quirúrgica Inmediata de 11 y 12.<sup>(14)</sup>



## **4. BIOMECÁNICA DE LA ORTODONCIA**

### **4.1- Reacción de los Tejidos Periodontales a la Aplicación de Fuerzas Ortodóncicas**

El movimiento dental producido por la aplicación de fuerzas, debe discutirse desde una variedad de puntos de vista que van desde los cambios a nivel celular, hasta la producción del movimiento dental evidenciado por reacciones biomecánicas.<sup>(26)</sup> No existe diferencia entre las reacciones hísticas que ocurren en el movimiento dental fisiológico y las observadas en el movimiento ortodónico; sin embargo, los dientes se mueven con mayor rapidez durante el tratamiento y los cambios generados son más marcados y extensos.<sup>(27)</sup>

Los elementos tisulares que sufren cambios durante el movimiento dental son inicialmente el ligamento periodontal y secundariamente el hueso alveolar.<sup>(27)</sup>

#### **- Ligamento Periodontal**

Es un tejido conjuntivo denso rico en células que ancla el diente al hueso alveolar adyacente y sirve como amortiguador

contra las fuerzas mecánicas producidas durante actividades funcionales normales como la oclusión y la masticación.<sup>(28)</sup>

En el ligamento periodontal existen varios tipos de fibras, y las más importantes son las colágenas, porque son las fibras de sostén del diente.<sup>(27)</sup> Los fibroblastos del ligamento periodontal son una población heterogénea de células involucradas en el mantenimiento normal, reparación y regeneración del ligamento periodontal y los tejidos duros adyacentes. La habilidad de estas células para responder a estímulos mecánicos, sugiere que tienen un papel principal en la mediación del remodelado óseo que se produce durante el movimiento dental fisiológico y ortodóncico.<sup>(29)</sup>

Los haces de fibras en el lado de tensión deben elongarse. Una vez que las fibras periodontales se han estirado y el espacio periodontal se ha ensanchado, se produce aumento de los elementos celulares.<sup>(27)</sup>

En el lado de presión, las fibras del ligamento periodontal se comprimen entre la raíz y la superficie ósea hasta que quedan desprovistas de células.<sup>(27)</sup> Este efecto se conoce como hialinización, y se ha definido como un cambio degenerativo que

ocurre cuando los vasos del ligamento se ocluyen, produciendo condiciones de anoxia a causa de la excesiva compresión del mismo.<sup>(28)</sup> Éste se vuelve acelular, aparece homogéneo y clínicamente el diente no se moverá nuevamente hasta que el hueso subyacente al tejido hialinizado haya sido eliminado.<sup>(27)</sup>

Como la duración de la resorción es más o menos proporcional al área de la zona hialinizada, es importante aplicar fuerzas iniciales que impidan la formación de zonas acelulares demasiado amplias. Las zonas hialinizadas generadas por las fuerzas ligeras, suelen ser pequeñas y no cubren más de 1 ó 2 milímetros<sup>2</sup> de la superficie radicular.<sup>(27)</sup>

La eliminación y reconstrucción de zonas hialinizadas ocurre casi simultáneamente, se acumulan nuevas células de tejido conjuntivo alrededor del área comprimida, los fibroblastos aparecen casi inmediatamente después del comienzo de la compresión y los macrófagos un poco más tarde. En promedio, transcurren de 5 a 6 días, antes de que las fibras periodontales sean lo suficientemente comprimidas como para producir la detención del movimiento dental. En los seres humanos, el período de hialinización dura alrededor de 2 a 3 semanas y en la mayoría de los casos no hay cambios visibles en la posición

dental durante este período. Una vez iniciada la resorción ósea, ésta tiende a continuar durante 10 ó 12 días, aún cuando no se ejerza presión alguna.<sup>(27)</sup>

Mientras que el hueso se reabsorbe, las fibras son interrumpidas y por esto, debe existir un mecanismo para que se vuelvan a unir. Kraw y Enlow en 1967, citados por Goldman y Gianelly, sugirieron que como el hueso consiste en una matriz colágena calcificada, cuando se reabsorbe, algunas de las fibras de la matriz desmineralizada, que están en la misma orientación que las fibras principales del ligamento, presumiblemente se mantienen intactas. Luego, este material colágeno es unido a las fibras principales existentes y de esta manera se forman nuevas fibras. Entonces, la preservación de algunas fibras de la matriz luego de la disolución de los cristales y la unión de estas fibras de la matriz a las fibras principales existentes, así como la formación de hueso alrededor de las otras fibras, puede explicar por qué el diente se mantiene unido al hueso alveolar.<sup>(26)</sup>

#### - Hueso Alveolar

Se han descrito dos patrones de resorción ósea que están presumiblemente relacionados con la integridad del aparato de

unión, y que además se asocian con la magnitud de la fuerza aplicada. Éstos son, la resorción frontal y la socavante.<sup>(26)</sup>

- Resorción Frontal: La pared alveolar adyacente al ligamento se reabsorbe porque la fuerza es suficiente para estimular la respuesta de resorción, pero es insuficiente para ocluir los vasos entre el diente y la pared alveolar. La resorción frontal se produce si la fuerza es ligera, por debajo de 25 gramos/centímetros<sup>2</sup>, en donde el ligamento es gentilmente comprimido entre el diente y el alvéolo y los vasos se mantienen funcionales. La resorción que se produce en este caso, está mediada por osteoclastos que se encuentran en el ligamento y en los alrededores de la pared del hueso, por lo cual, es la estructura alveolar inmediatamente adyacente al ligamento, la que se reabsorbe.<sup>(26)</sup>

- Resorción Socavante: Ocurre cuando las fuerzas son suficientes para ocluir los vasos en el espacio periodontal al mover el diente hacia el hueso. La condición de anoxia produce hialinización, por lo que la actividad celular no puede ocurrir en ese lugar al impedirse la movilización de células hacia el ligamento por falta de suministro de nutrientes.<sup>(26)</sup>



Las células se movilizan en el espacio medular adyacente, en los alrededores de la pared alveolar y por debajo y por encima del punto de compresión asociado con la oclusión vascular, en donde se encuentran vasos que se mantienen funcionales.<sup>(26)</sup> Progresivamente se forman túneles de resorción hacia el ligamento hasta que la pared alveolar es reabsorbida, la presión es presumiblemente liberada, ocurre invasión vascular desde el tejido adyacente viable y los elementos celulares reaparecen.<sup>(29)</sup>

Cuando la resorción socavante alcanza el ligamento periodontal y remueve el tejido hialinizado, el diente comienza su desplazamiento. En este punto, puede comenzar aposición en el lado de tensión, seguida por hialinización renovada o una continuación del movimiento dental hacia la pared alveolar reabsorbida.<sup>(29)</sup>

Ocurre resorción en la pared alveolar en dirección de la fuerza y la aposición se produce a cierta distancia en el proceso alveolar en la zona de tensión. De esta manera el ligamento periodontal mantiene su ancho y el diente se puede mover, manteniendo la relación con el alvéolo con él (Fig. 18).<sup>(29)</sup>

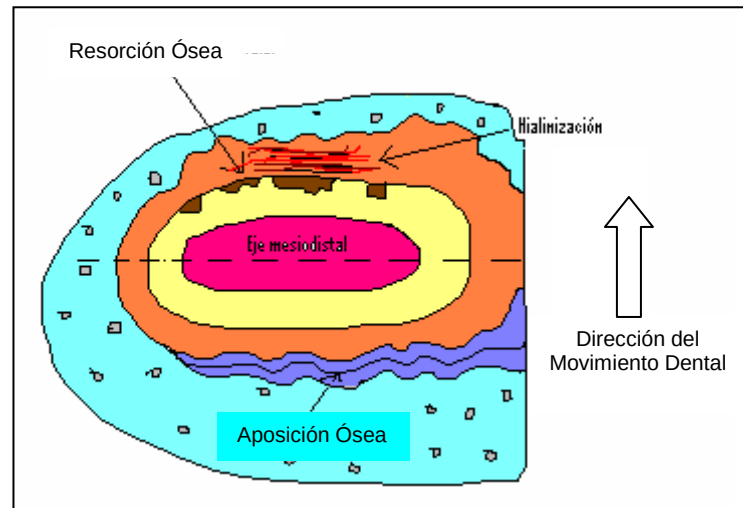


Fig. 18. Resorción y Aposición Ósea durante el Movimiento Dental Ortodóncico. Esquema realizado por la autora.

La formación de hueso, ocurre en el lado de tensión que se genera cuando el diente es traccionado. El espacio del ligamento entre la raíz del diente y la pared ósea opuesta a la dirección de la fuerza es ensanchado y se crean áreas de tensión. Entre 3 y 5 días se movilizan osteoblastos, que se alinean en la superficie del hueso alveolar. Éstos producen tejido osteoide que se calcifica en un tiempo razonablemente corto. En un lapso de 3 meses después del movimiento del diente se puede observar una capa madura de hueso nuevo.<sup>(26)</sup>

#### - Estructura Radicular

La resorción radicular es un efecto indeseable del tratamiento de ortodoncia, que ocurre comúnmente,<sup>(24,30-31)</sup>

siendo los incisivos superiores los dientes más susceptibles a la misma. La evidencia indica que el curso típico de tratamiento ortodóncico puede producir un promedio de resorción radicular entre 1 y 2 milímetros en los incisivos superiores y sólo de 2% a 3% de los pacientes muestran pérdida de 4 o más milímetros de la longitud radicular.<sup>(31)</sup>

Brezniak y Wasserstein en 1993 realizaron una amplia e interesante revisión bibliográfica acerca de todos los factores que podían estar relacionados con la producción de resorciones radiculares luego del tratamiento de ortodoncia, entre ellos:<sup>(32)</sup>

- Factores Biológicos:

La susceptibilidad individual se considera un factor importante para determinar el potencial de resorción radicular con o sin tratamiento de ortodoncia. Este potencial reabsortivo existe en las raíces de los dientes primarios y permanentes de todas las personas en varios grados y en diferentes dientes. Las señales metabólicas que generan cambios entre la actividad osteoblástica y osteoclástica, incluyen hormonas que pueden

modificar el metabolismo celular específico y el patrón personal de reacción a la enfermedad, trauma y envejecimiento.<sup>(32)</sup>

Se ha sugerido la existencia de un componente genético para el acortamiento radicular y a pesar de que no existen conclusiones definitivas, es posible que existan influencias autosómicas dominantes, autosómicas recesivas o poligénicas.<sup>(32)</sup>

Causas sistémicas y problemas endocrinológicos como el hipotiroidismo, hipopituitarismo, hiperpituitarismo y otros, se han relacionado con la resorción radicular. El hiperparatiroidismo, la hipofosfatemia y la Enfermedad de Paget, también han sido relacionados con la resorción radicular. El desequilibrio hormonal no causa, pero si influencia el fenómeno.<sup>(32)</sup>

Brezniak y Wassertein citaron algunos autores que hacen referencia al efecto de los factores nutricionales. Marshal en 1929, propuso que la desnutrición podría causar resorción radicular. Becks en 1936, evidenció la ocurrencia de resorción radicular en animales privados de calcio y vitamina D en la

dieta.<sup>(32)</sup> Más tarde, Linge y Linge en 1983, demostraron que el desequilibrio nutricional, a pesar de que puede tener influencia sobre la producción de la resorción radicular durante el tratamiento de ortodoncia, no es un factor principal.<sup>(33)</sup>

Todos los tejidos involucrados en el proceso de resorción radicular muestran cambios con la edad; la membrana periodontal se vuelve aplásica, estrecha y menos vascular. El hueso se vuelve más denso, avascular y aplásico y el cemento más amplio. Estos cambios se reflejan por una mayor susceptibilidad a la resorción radicular observada en adultos. Incluso, sin tratamiento ortodóncico, la incidencia de resorción radicular se incrementa con la edad.<sup>(32)</sup>

En cuanto a la edad dental, la aplicación de fuerzas a dientes poco desarrollados, puede tener efectos adversos en el desarrollo de las raíces, así como dilaceraciones o detención de la formación radicular.<sup>(32)</sup> Mavgrani, cita a Rudolph, quien en 1936 refirió que las fuerzas sutiles en dientes inmaduros tienen poco efecto sobre el alcance de la longitud radicular predestinada.<sup>(34)</sup> Rosenberg, en 1972, también reportó que los dientes con ápices abiertos, presentan menos resorción durante

el tratamiento de ortodoncia, logrando alcanzar su longitud radicular predestinada, a diferencia de aquellos con completo cierre apical.<sup>(35)</sup> Mavgrani realizó un estudio en el 2002, en donde el desarrollo radicular fue caracterizado como completo o incompleto, dependiendo de si el ápice estaba o no cerrado y encontró que luego de la aplicación de fuerzas de ortodoncia, los dientes con formación radicular incompleta, alcanzaron una longitud radicular similar a la de dientes que no fueron tratados.<sup>(34)</sup>

No se ha demostrado correlación entre el género y la resorción radicular. Sin embargo, Newman, encontró que las mujeres son más susceptibles a la resorción radicular en proporción de 3,7:1.<sup>(36)</sup>

Existe alta correlación entre la cantidad y severidad de la resorción radicular presente antes del tratamiento de ortodoncia y la resorción radicular existente cuando son retirados los aparatos.<sup>(32)</sup>

Hábitos como la onicofagia, protrusión lingual asociada a mordida abierta anterior y presión de la lengua, se han

relacionado estadísticamente con el aumento de la resorción radicular.<sup>(32)</sup>

La alteración de la forma radicular aumenta la susceptibilidad a la resorción radicular de origen ortodóncico. Los conductos radiculares convergentes hacia apical tienen elevado potencial para sufrir resorción radicular. El grado de resorción radicular en dientes con raíces en forma redondeada o de pipeta, es significativamente mayor que en dientes con forma radicular normal, siendo la forma de pipeta la más susceptible (Fig.19).<sup>(32)</sup>

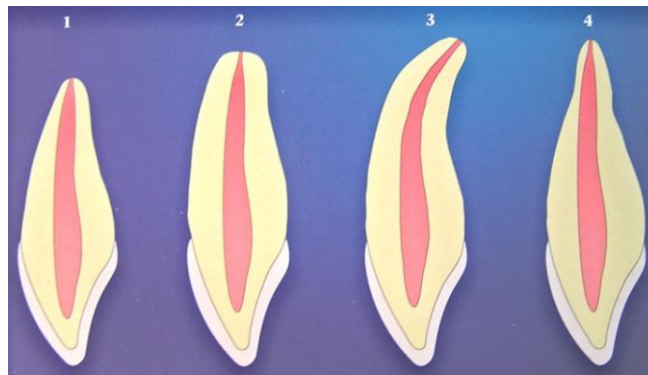


Fig. 19. Diferentes Formas Radicales. 1. Ápice Convergente. 2. Ápice Romo. 3. Curvatura Apical. 4. Ápice en Forma de Pipeta.<sup>(13)</sup>

Los dientes que han sufrido traumatismos pueden presentar resorción externa radicular, aún sin haber sido tratados ortodóncicamente. Cuando son sometidos a ortodoncia y

presentan resorción radicular previa, son más susceptibles a pérdidas posteriores de material radicular. Los dientes traumatizados sin signos de resorción, no se reabsorben más que los dientes no traumatizados, al aplicarles fuerzas de ortodoncia.<sup>(32)</sup>

Las lesiones dentales ocurren frecuentemente alrededor de los 11 años de edad,<sup>(2,6,37)</sup> y pueden afectar a dientes inmaduros. En dichos casos, la inducción al cierre apical es el procedimiento mediante el cual se produce la formación de una barrera por deposición de tejido mineralizado en el ápice radicular de dientes no vitales con ápice abierto o inmaduro. Fava refiere que el primer reporte de este procedimiento lo hizo Marmasse en 1953 y que luego Granath en 1959 reportó casos de inducción al cierre apical en dientes traumatizados.<sup>(38)</sup>

El uso de hidróxido de calcio solo o en pasta se ha convertido en el medicamento más aceptado para alcanzar los objetivos de la inducción al cierre apical, que son la recuperación del ápice y la deposición de una barrera de tejido mineralizado.<sup>(38)</sup> Las fuerzas de ortodoncia no afectan la maduración radicular de los incisivos centrales sometidos a



tratamiento de inducción al cierre apical.<sup>(21)</sup> El mantenimiento del hidróxido de calcio dentro del conducto puede reducir el riesgo de que se produzca resorción cuando se están aplicando fuerzas activas de ortodoncia.<sup>(38)</sup> Anthony en 1986, reportó un caso en donde se llevó a cabo un procedimiento de inducción al cierre apical de manera exitosa y sugiere que no hay necesidad de postergar el tratamiento de ortodoncia hasta después de completar esta terapia.<sup>(39)</sup>

Según Wickwire y colaboradores en 1974, existe mayor frecuencia de resorción radicular en dientes tratados endodóncicamente, que en dientes vitales sometidos a fuerzas de ortodoncia.<sup>(40)</sup> Remington y colaboradores en 1989, sugirieron que los dientes tratados endodóncicamente, son más resistentes a la resorción ya que presentan aumento de la dureza y densidad de la dentina.<sup>(41)</sup> Sin embargo, Hunter y colaboradores en 1990, demostraron que no existía diferencia en cuanto al riesgo entre dientes con tratamiento de conducto y dientes vitales.<sup>(42)</sup> También se ha encontrado que los dientes con raíces obturadas, en ocasiones, presentan menor resorción que sus homólogos vitales.<sup>(21,43)</sup> La evidencia parece no ser conclusiva,<sup>(2)</sup> pero lo que si es cierto, es que la resorción radicular apical ocurre en

algún grado en casi todos los pacientes de ortodoncia. Spurrier y colaboradores en 1999, reportaron una diferencia en el grado de resorción de 0,77 milímetros, entre los dientes vitales y los dientes no vitales sometidos a movimientos de ortodoncia. Concluyeron, que esta diferencia es virtualmente indetectable en un nivel clínico y que tanto los dientes vitales como los tratados endodóncicamente pueden ser movidos con el mismo nivel de confianza, teniendo en cuenta que se puede esperar que en los pacientes que presentan niveles extremos de resorción radicular apical, los incisivos con tratamiento de conducto mantengan un mayor grado de la longitud radicular original.<sup>(43)</sup>

Se ha relacionado el aumento de la resorción radicular con la arquitectura ósea. Mientras más denso el hueso alveolar, ocurre más resorción radicular durante el tratamiento de ortodoncia. En un hueso alveolar menos denso existen más espacios medulares. El movimiento dental como resultado de la resorción ósea, se facilita por la formación de células reabsortivas activas, quienes aumentan en número al aumentar la cantidad de espacios medulares.<sup>(32)</sup>

Vonder Ahe en 1973, citado por Brezniak y Wassertein, no encontró correlación entre la resorción radicular y la clasificación de las maloclusiones.<sup>(32)</sup>

Los diferentes dientes tienen vulnerabilidad específica para la resorción radicular. Los dientes superiores son más susceptibles que los inferiores. Los incisivos superiores son los más afectados y la extensión del movimiento para estos dientes usualmente es mayor que para otros, por el tipo de maloclusión, funcionalidad y estética. Su estructura radicular tiende a transmitir las fuerzas hacia el ápice. Se piensa que si no existe resorción radicular en los incisivos superiores e inferiores, es probable que no ocurra resorción apical radicular significativa en los demás dientes.<sup>(32)</sup>

#### - Factores Mecánicos:

Ketcham en 1927, reportó que la función normal puede ser interrumpida por el efecto de ferulización de los aditamentos fijos de ortodoncia, colocados en un largo período de tiempo, pudiendo causar resorción radicular,<sup>(44)</sup> sin embargo, Stuteville en 1937, sugirió que las fuerzas intermitentes causadas por los

aparatos removibles son más dañinas para los dientes.<sup>(45)</sup> Linge y Linge en 1983, han sido los únicos que han comparado la resorción radicular resultante del uso de aparatos fijos y removibles, concluyendo que el uso de los primeros afecta más las raíces.<sup>(33)</sup>

Se puede producir mayor resorción radicular con el uso de elásticas y se sugiere que las fuerzas intermitentes que se generan son responsables de la resorción radicular de los incisivos.<sup>(32)</sup>

Las extracciones seriadas sin tratamiento ortodóncico complementario producen menor resorción radicular, comparado con las extracciones seriadas y tratamiento ortodóncico o extracción de cuatro premolares seguidas de tratamiento con aditamentos fijos.<sup>(32)</sup>

La pausa en el tratamiento con fuerzas intermitentes, permite al cemento reabsorbido regenerarse y previene resorción posterior.<sup>(32)</sup>

Las fuerzas oclusales en dientes con planos inclinados pobremente alineados, pueden contribuir a la resorción radicular durante el tratamiento de ortodoncia.<sup>(32)</sup> Newman en 1975, no encontró relación entre la resorción radicular y el trauma oclusal o fuerzas oclusales pesadas, sin embargo, sugiere terminar el tratamiento en correcta oclusión.<sup>(36)</sup>

En cuanto a la extensión del movimiento dental, las raíces de los incisivos superiores son movidas con mayor frecuencia que las de otros dientes, por lo cual no es sorprendente detectar mayor pérdida radicular en los mismos. Sin embargo, no se ha encontrado ninguna relación entre la extensión del movimiento radicular y la cantidad de pérdida de estructura radicular.<sup>(32)</sup>

#### - Combinación de Factores Biológicos y Mecánicos:

El propósito del tratamiento de ortodoncia es realizar los movimientos dentales necesarios dentro de períodos de tiempo razonablemente cortos,<sup>(27)</sup> ya que la severidad de la resorción radicular está directamente relacionada con la duración del tratamiento. Goldin en 1989, citado por Brezniak y Wassertein, reportó que la cantidad de pérdida radicular durante el

tratamiento de ortodoncia es de 0,9 mm por año, por lo que la duración del tratamiento debe ser tan corta como sea posible.<sup>(32)</sup>

En cuanto a la detección de la resorción radicular durante el tratamiento de ortodoncia, si luego de 6 a 9 meses de tratamiento se observa resorción menor o contorno radicular irregular, puede existir un riesgo aumentado de resorción posterior.<sup>(32)</sup>

Reitan, en 1974, indicó que las fuerzas del retratamiento no son suficientes para causar resorción radicular,<sup>(46)</sup> pero Sharpe y colaboradores en 1987, encontraron mayor frecuencia de resorción radicular en pacientes con retratamiento.<sup>(47)</sup>

Usualmente, la resorción radicular asociada al tratamiento de ortodoncia cesa una vez concluido el tratamiento activo. Esto es lo que se espera, ya que la resorción progresiva radicular está relacionada con la presión y tensión que se genera. Reitan en 1974, propuso que la resorción adicional activa, dura aproximadamente una semana luego del retiro del aparato, seguida por la reparación del cemento en 5 ó 6 semanas posteriores a la inactividad.<sup>(46)</sup> Pocas publicaciones reportan resorción radicular activa durante el período de retención.

Gholston en 1983, citado por Brezniak y Wassertein, reportó un caso de resorción radicular activa 3 años después de la remoción de los aditamentos. Esto puede relacionarse con causas diferentes al tratamiento activo, así como trauma oclusal o el uso de retenedores activos. Si la resorción radicular continúa luego de la remoción del aparato o durante la retención, se aconseja la terapia secuencial del conducto radicular con hidróxido de calcio. La obturación definitiva con gutapercha sólo se puede realizar después de que cese la resorción radicular.<sup>(32)</sup>

- Otras Consideraciones:

La vitalidad y el color del diente no cambian incluso en casos de resorción radicular extensa. El movimiento de ortodoncia puede causar desequilibrios en el flujo sanguíneo y vacuolización, pero rara vez necrosis pulpar, que si se produce, puede no estar relacionada con la resorción radicular.<sup>(32)</sup>

Durante el tratamiento de ortodoncia, la pérdida de cresta ósea es alrededor de 0,2 a 0,5 milímetros. La pérdida radicular apical de 2 milímetros disminuye la superficie radicular en 6% a 9%.<sup>(32)</sup> Según Kalkwarf y colaboradores en 1986, 3 milímetros de

resorción equivalen aproximadamente a 1 milímetro de pérdida de cresta ósea.<sup>(48)</sup>

En conclusión, el diagnóstico predictivo más significativo para la resorción radicular es la evidencia radiográfica de resorción radicular presente antes de comenzar el tratamiento de ortodoncia, lo que es especialmente cierto en los incisivos superiores.<sup>(32)</sup>

La resorción periapical por reemplazo es una secuela del movimiento de ortodoncia de los incisivos superiores. Se puede definir como un desorden iatrogénico que ocurre impredeciblemente luego del tratamiento de ortodoncia, en donde la porción apical reabsorbida es reemplazada por hueso normal. Se ha reportado que la incidencia de ésta, después del tratamiento de ortodoncia va de 19% a 31,4% en todos o algunos de los dientes anteriores, siendo los incisivos superiores los que demuestran mayor incidencia.<sup>(21)</sup>

Existen diferencias en la localización de las lesiones cuando éstas se producen durante el tratamiento de ortodoncia o fuera de él, como en el caso de los dientes anteriores que han



sido avulsionados y reimplantados en donde luego del reemplazo óseo se produce anquilosis en todas direcciones, incluyendo la región apical y los lados de las raíces, mientras que los dientes sometidos a tratamiento de ortodoncia, demuestran sólo resorción periapical sin anquilosis y con un ligamento periodontal intacto. La resorción ortodóncica ocurre por actividad cementoclástica, mientras que los dientes avulsionados y reimplantados se asocian con actividad osteoclástica. En los dientes tratados con ortodoncia, la resorción cesa cuando el tratamiento se detiene. Luego de retirar los aparatos no se observan cambios, excepto por el remodelado de los bordes puntiagudos de los ápices radiculares. Por el contrario, en los dientes avulsionados y reimplantados la resorción de la raíz con reemplazo por hueso es progresiva, con consecuente pérdida total de la raíz.<sup>(21)</sup>

Las radiografías son comúnmente usadas como método diagnóstico para la resorción radicular. El movimiento dentario, hace más difícil la medición de la pérdida radicular, especialmente cuando se realizan movimientos de torque o inclinación por lo cual la técnica radiográfica que ofrece beneficios más favorables para detectar y evaluar el grado de material apical perdido es la técnica de cono paralelo.<sup>(32)</sup>

## - Tejido Pulpar

El trauma que no es lo suficientemente severo como para desvitalizar la pulpa, puede estimularla a producir dentina reparadora y eventualmente se podría obliterar el conducto radicular. La calcificación usualmente ocurre primero en la porción coronal, continuando hacia el ápice. En caso de calcificación total, puede no haber respuesta a las pruebas de vitalidad pulpar eléctricas y térmicas. En ausencia de radiolucencia periapical o síntomas de pulpitis, no es necesario ningún tratamiento y el diente puede ser mantenido como un diente sin pulpa; sin embargo pueden desarrollarse signos clínicos y radiográficos de patología pulpar. En estos casos, la exposición quirúrgica del ápice y la obturación retrógrada con amalgama es el procedimiento de elección, ya que el tratamiento de conducto no puede ser realizado. Estos dientes toman la apariencia opaca de un diente sin vida y esta pérdida de translucidez no se debe a pigmentación, sino al grosor de la dentina y a la obliteración del espacio de la cámara pulpar.<sup>(49)</sup>

Se ha mencionado en la literatura endodóncica que un posible efecto colateral del tratamiento de ortodoncia, es la calcificación radicular o la mineralización distrófica de la

pulpa.<sup>(49)</sup> Al respecto, Anstending y Kronman, citan algunos autores que se refieren a continuación. Orban en 1936, propuso que las fuerzas ortodóncicas no tenían efecto sobre la pulpa. Oppenheim, en 1942, repudió esta declaración de Orban y describió el fenómeno de diapédesis que ocurre en el tejido pulpar, luego del movimiento dental ortodóncico. Seltzer y Bender en 1965, demostraron radiográficamente, que los dientes movidos con fuerzas de ortodoncia parecen envejecer mucho más rápido que los dientes promedio. Se produce atrofia de la pulpa, que eventualmente conlleva a la obliteración temprana del conducto radicular con dentina reparadora.<sup>(50)</sup>

En el estudio antes referido, realizado por Anstending y Kronman en 1972, se encontró que en los dientes a los cuales se les aplicaron fuerzas de ortodoncia se observó evidente aumento en la cantidad de fibras colágenas en toda la pulpa, mientras que la concentración celular disminuyó. Los odontoblastos mantuvieron su morfología característica, pero el hallazgo pulpar más obvio fue la interrupción de la capa odontoblástica. La localización y extensión de esta interrupción, varió dependiendo del tipo de fuerza aplicada al diente, correspondiendo aparentemente con la actividad celular que ocurre en el hueso alveolar adyacente al diente movido en masa.<sup>(50)</sup>

En el estudio realizado por Delivanis y Sauer en 1982 para determinar si la calcificación pulpar es un efecto iatrogénico significativo del tratamiento de ortodoncia, o simplemente un problema aislado, se encontró que la incidencia de la calcificación radicular en el grupo de pacientes bajo tratamiento ortodóncico no fue significativa, ya que solo 2 de 46 pacientes desarrollaron esta condición.<sup>(49)</sup>

La posibilidad de calcificación pulpar requiere interconsulta endodóncica competente al primer signo de ocurrencia, bien sea durante el tratamiento de ortodoncia activo o en el período de retención. La incapacidad de conseguir alguna historia de traumatismo dental, no elimina la posibilidad de que haya ocurrido algún incidente previo traumático, no reportado.<sup>(49)</sup>

## **4.2- Fuerzas Ortodóncicas y sus Efectos**

### **- Tipos de Fuerza**

Uno de los factores que puede causar variación en las reacciones tisulares que se producen, es la fuerza y en cierta medida, el carácter de ésta,<sup>(27)</sup> pudiendo ser:

- Fuerzas Continuas: La fuerza continua típica actúa por períodos prolongados.<sup>(27)</sup>

Dentro de las fuerzas continuas se encuentra un subtipo, que son las fuerzas interrumpidas. Son aquellas fuerzas que actúan por un tiempo definido o limitado, de duración relativamente corta,<sup>(27)</sup> ejerciendo su acción entre una cita y otra, en un tiempo aproximado de 3 a 4 semanas, para permitir la recuperación del tejido óseo. Por tanto, el nivel de las fuerzas decae a cero entre los períodos de activación. Son el tipo de fuerza más utilizada en ortodoncia.<sup>(29)</sup>

- Fuerzas Intermitentes: La acción intermitente típica se produce por una fuerza que actúa como un impulso o un choque de breve duración, por períodos cortos con una serie de interrupciones. Estas interrupciones se producen cuando la fuerza se vuelve gradualmente más activa o más pasiva a medida que el aparato se mueve.<sup>(27)</sup> Este tipo de fuerza actúa en los momentos en que el aparato se encuentra colocado en boca, cayendo a cero cuando es sacado de la misma. Estas fuerzas pueden pasar a ser interrumpidas durante las activaciones de los aparatos. Durante los períodos de descanso, el hueso y el ligamento recobran su estructura.<sup>(29)</sup>

#### - Movimiento Según la Duración de la Fuerza

Si la duración del movimiento dental se divide en un período inicial y otro secundario, la resorción ósea frontal, ocurre especialmente en el período secundario cuando el tejido hialinizado ha desaparecido después de que ha ocurrido la resorción ósea socavante. El aumento general del número de células facilitará la resorción ósea durante esta segunda etapa.<sup>(27)</sup>

El movimiento dental puede ser continuo o intermitente.<sup>(27)</sup>

- Movimiento Dental Continuo: Los cambios tisulares observados después de la aplicación de fuerzas continuas típicas son los que ya fueron descritos como el proceso de resorción y formación de hueso. Hay mayor tendencia de formación de tejido hialinizado cuando los movimientos son producidos por arcos fijos vestibulares o linguales. Sin embargo, esta reacción a menudo no es causada por la fuerza en sí, sino por las presiones oclusales que tienden a aumentar la fuerza activa como consecuencia de un cambio en la relación entre las superficies de los dientes que ocluyen.<sup>(27)</sup>

El movimiento interrumpido se define como un movimiento de corta duración producido por aparatos fijos. No siempre es posible distinguir entre un movimiento continuo y uno interrumpido, pero éste último en ciertas condiciones, provocará variaciones definidas en la respuesta tisular.<sup>(27)</sup>

La resorción ósea puede ser de tipo frontal o socavante según la fuerza ejercida. La compresión e hialinización del tejido fibroso se producen en el lado de presión durante la fase inicial de un movimiento interrumpido. Sin embargo, cuando la fuerza disminuye rápidamente los tejidos se reorganizan después de la resorción de la zona hialinizada. Debido al aumento de la cantidad de células, el tejido osteoide se deposita en los espacios medulares abiertos del lado de tensión y en otras áreas no sometidas a la resorción frontal, con calcificación gradual del nuevo tejido, durante el período de descanso. De este modo, los tejidos disponen de tiempo suficiente para la reorganización y proliferación celular.<sup>(27)</sup>

En muchos casos pueden producirse trastornos pulpaes como resultado de tracción continua y prolongada ejercida sobre un diente, ya que es posible que se produzca un movimiento repentino de la porción apical, con lo cual los vasos sanguíneos

que nutren la pulpa pueden comprimirse. Mediante la reactivación, según el principio de la fuerza interrumpida, el ortodoncista puede mover un diente sin causar mayores alteraciones a nivel pulpar. Además, el movimiento interrumpido puede disminuir en cierta medida la tendencia a la recidiva después del tratamiento.<sup>(27)</sup>

- Movimiento Dental Intermitente: Este término se aplica en especial al movimiento producido por los aparatos removibles. Sin embargo, ciertos tipos de aditamentos fijos pueden producir fuerzas del tipo intermitente, entre los cuales se encuentran espolones, resortes, arcos y otros elementos, que producen estímulos de corta duración durante las funciones del habla y masticación.<sup>(27)</sup>

La acción intermitente produce compresión menor sobre el lado de presión y períodos de hialinización más breves. La variación más importante en la reacción hística se produce cuando el aparato se quita intermitentemente y por ello ya no contacta con los dientes. Durante el período de descanso los dientes se moverán hacia el lado de tensión y permanecerán en función normal durante la mayor parte del tratamiento, razón por la cual las fibras periodontales usualmente conservarán una



disposición funcional, con circulación mejorada y aumento de la cantidad de células del ligamento periodontal.<sup>(27)</sup>

Las fuerzas intermitentes provocadas por los aparatos removibles pueden producir hialinización de duración relativamente corta o no producirla, y los elásticos intermaxilares ligeros pueden producir breves períodos de hialinización o semihialinización.<sup>(27)</sup>

#### - Movimiento Según la Intensidad de la Fuerza

La intensidad de la fuerza durante la terapia ortodóncica para producir los movimientos dentales, depende directamente de los tipos de fuerzas utilizadas para producir la acción. Se pueden aplicar fuerzas ligeras y pesadas, siendo las primeras las más usadas por los ortodoncistas. La razón de la aplicación de fuerzas ligeras para producir movimientos, es porque éstas estimulan la actividad celular necesaria para la remodelación ósea, sin producir excesiva compresión de los tejidos que pueda ocasionar daños irreversibles. La medida de dichas fuerzas varía según características particulares, como el tipo de movimiento que se quiere lograr, el tipo de diente al que se va aplicar la fuerza y el tamaño del mismo incluyendo la raíz.<sup>(29)</sup>

Por lo general la magnitud de la fuerza determina la duración de la hialinización. Ésta, será más corta dentro de los niveles de fuerzas ligeras, y la tendencia es hacia un mayor período de hialinización inicial con formación de zonas hialinizadas secundarias cuando se aplican fuerzas muy intensas. Se debe considerar que el aumento de la magnitud de la fuerza, no aumentará la velocidad del movimiento dental.<sup>(27)</sup>

Debido al factor de la fuerza, la hialinización ocurrirá con mayor facilidad con el uso de aparatos rígidos e inflexibles. Si la fuerza tiene acción elástica, en ocasiones se puede observar semihialinización sobre el lado de presión, en donde no todas las fibras en el área comprimida se han vuelto acelulares. En estos casos los osteoclastos pueden encontrarse directamente sobre la superficie ósea subyacente al tejido hialinizado, pudiendo efectuarse un movimiento uniforme con un aparato removible que ejerza una fuerza de muy poca magnitud y que sea usado tan regularmente como sea posible.<sup>(27)</sup>

#### - Fuerza Óptima

La cantidad de fuerza ejercida por los aparatos puede ser medida en muchos casos.<sup>(27)</sup> Desde el punto de vista clínico, una

fuerza óptima es la que produce un rápido ritmo de movimiento dental sin molestia para el paciente y sin daño tisular, en especial pérdida ósea alveolar y resorción radicular.<sup>(51)</sup>

Desde el punto de vista histológico, la fuerza óptima es la que produce un nivel de tensión en el ligamento periodontal que mantiene la vitalidad de los tejidos en toda su extensión y además inicia un máximo de respuesta tisular con aposición y resorción. Por ende, las fuerzas óptimas producen resorción directa del proceso alveolar. Como las fuerzas óptimas no requieren períodos de tiempo para la reparación, pareciera que no hay inconvenientes en hacer esas fuerzas de acción continua.<sup>(51)</sup>

Fuerzas de poca magnitud, entre 2 y 5 gramos, pueden producir movimiento de los dientes a través del hueso alveolar. Por tanto, sólo se necesitan pequeñas modificaciones en la fisiología del periodonto para lograr el cambio de posición.<sup>(26)</sup> Las fuerzas utilizadas para lograr un movimiento óptimo deben alcanzar niveles necesarios para estimular este proceso sin superar el nivel fisiológico. Una fuerza de mayor intensidad produciría oclusión de los vasos sanguíneos, anulando el aporte celular, indispensable para el proceso de regeneración. Este

concepto debe ser tenido en cuenta, para diferenciar los niveles de fuerzas usados en ortodoncia, de los que se desarrollan durante un trauma.<sup>(19)</sup>

El tamaño de los dientes y el tipo de movimiento, pueden requerir leves variaciones en la magnitud de la fuerza; sin embargo, es posible indicar ciertos valores para las mismas. Burstone y Groves citados por Reitan y Graber, sugirieron que el valor óptimo de movimiento dental en dientes anterosuperiores ocurre cuando se aplican fuerzas de 50 a 75 gramos.<sup>(27)</sup>

#### - Tipos de Movimiento

- **Inclinación No Controlada:** Es el tipo de movimiento que experimenta un diente cuando se aplica una fuerza simple en su corona y ésta se mueve en una dirección y su raíz en dirección opuesta. El centro de rotación se encuentra hacia apical y muy cercano al centro de resistencia. Esta es la forma más simple de movimiento dental,<sup>(52)</sup> aunque muchas veces indeseado. La razón momento/fuerza para este tipo de movimiento va desde 0:1 hasta 5:1 (Fig. 20).<sup>(53)</sup>

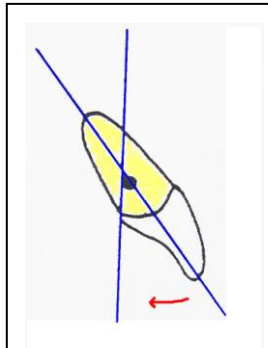


Fig. 20. Inclinación No Controlada. Esquema tomado de Marcotte en el 2002 y modificado por la autora.

- Inclinación Controlada: Se produce cuando el diente se inclina sobre un centro de rotación localizado en el ápice al aplicar una fuerza y un momento sobre la corona, moviéndola en una dirección con suficiente momento como para prevenir el desplazamiento de la raíz en la dirección opuesta. Para obtener la inclinación controlada se debe aplicar una fuerza para desplazar la corona y un momento para controlar o mantener la posición del ápice radicular. Por lo general requiere una relación momento/fuerza de 7:1 (Fig. 21).<sup>(53)</sup>

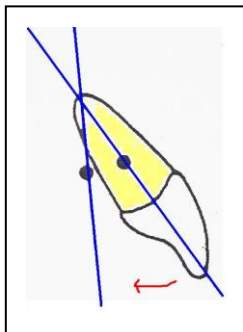


Fig. 21. Inclinación Controlada. Esquema tomado de Marcotte en el 2002 y modificado por la autora.

- Torque: El movimiento radicular se produce cuando el diente se mueve sobre un centro de rotación localizado en el borde incisal o cerca de él. Se logra manteniendo estacionaria la corona del diente y aplicando un momento y una fuerza para desplazar sólo la raíz, requiriendo una relación momento/fuerza grande a razón de 12:1 (Fig. 22).<sup>(53)</sup>

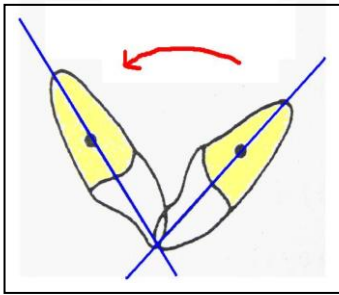


Fig. 22. Torque. Esquema tomado de Marcotte en el 2002 y modificado por la autora.

- Rotación: Se produce cuando un diente rota sobre su centro de resistencia y el centro de rotación se encuentra en el eje longitudinal del diente. Es un movimiento producido por un par de fuerzas o cupla, con la misma magnitud y dirección pero en sentidos opuestos; se anulan los efectos de traslación de las fuerzas y por consiguiente el diente rota (Fig. 23).<sup>(53)</sup>

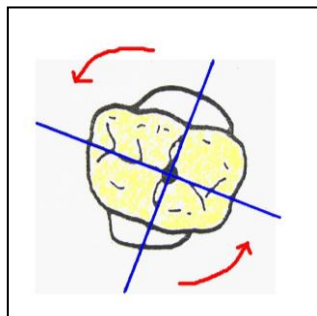


Fig. 23. Rotación. Esquema tomado de Marcotte en el 2002 y modificado por la autora.

- Traslación: Ocurre cuando el centro de rotación se localiza en el infinito. Todos los puntos del diente se mueven paralelamente y en línea recta en dirección de la fuerza. Se logra, aplicando una fuerza horizontal directamente en el centro de resistencia. En el diente, la fuerza se aplica sobre la corona, a cierta distancia del centro de resistencia, por lo tanto no se produce traslación. Para poder lograr este movimiento se deben aplicar una cupla y una fuerza simple que sean equivalentes a una fuerza que pase a través del centro de resistencia del diente a razón momento/fuerza de 10:1 (Fig. 24).<sup>(53)</sup>

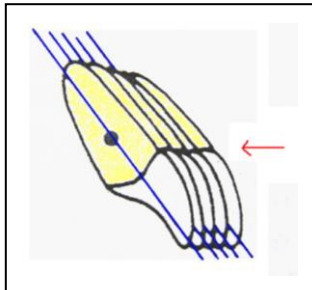


Fig. 24. Traslación. Esquema tomado de Marcotte en el 2002 y modificado por la autora.

- Intrusión y Extrusión: Son movimientos que se producen en dirección axial y cuyo centro de rotación se encuentra en el infinito, ya que son tipos axiales de traslación (Fig. 25).<sup>(53)</sup>

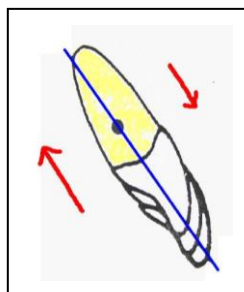


Fig. 25. Intrusión y Extrusión. Esquema tomado de Marcotte en el 2002 y modificado por la autora.

### **4.3- Tipos de Movimientos Dentales y Reacción de los Tejidos**

#### **- Movimiento de Inclínación**

Se considera uno de los movimientos más seguros y biológicos.<sup>(27)</sup> Durante la inclinación se observan cambios tisulares a nivel del ápice correspondientes con zonas de tensión y presión en cercana proximidad entre ellos, pero en lados opuestos del ápice radicular.<sup>(54)</sup> El centro de rotación se ubica en el tercio apical. En la dirección de la fuerza, coronal al centro de rotación, se crean zonas de presión y resorción ósea. En el lado de tensión contrario a la dirección de la fuerza, apical al centro de rotación, se produce aposición.<sup>(26)</sup>

Las fuerzas compresivas generadas en el ápice pueden causar hialinización extensa y aumentar por lo tanto el riesgo de resorción apical.<sup>(52)</sup> A menos que durante el movimiento de inclinación sean usadas fuerzas ligeras, la membrana periodontal será comprimida justo encima del ápice radicular en un lado y en la zona de la cresta alveolar del lado opuesto.<sup>(54)</sup>

Es característico que la inclinación casi siempre dé como resultado la formación de una zona hialinizada ligeramente por



debajo de la cresta alveolar, en particular en dientes con raíces cortas o poco desarrolladas. Si la raíz está totalmente desarrollada, la zona hialinizada se localizará a corta distancia de la cresta alveolar. La inclinación de un diente por fuerzas ligeras continuas, producirá mayor movimiento en menor tiempo que el requerido por cualquier otro método, sobre todo, el efecto se observa en la porción coronal del diente; sin embargo, un movimiento de inclinación prolongado puede producir la resorción del ápice radicular aunque la fuerza sea leve.<sup>(27)</sup>

#### - Movimiento de Torque

En el torque radicular se crean zonas de presión y resorción ósea en el aspecto apical que se encuentra en dirección de la fuerza y zonas de tensión y aposición en el aspecto cervical contrario a la dirección de la aplicación de la fuerza. Para poder realizar este tipo de movimiento, debe ocurrir resorción ósea considerable, por lo cual son llevados a cabo en largos períodos de tiempo. La pérdida de hueso de la cresta alveolar se asocia frecuentemente con excesiva inclinación en el aspecto radicular del alvéolo.<sup>(26)</sup> A nivel pulpar ocurre interrupción de la capa de odontoblastos en el tercio medio radicular, en relación con el área de fulcrum.<sup>(50)</sup>

## - Movimiento de Rotación

Las fuerzas necesarias para producir la rotación de un diente alrededor de su eje longitudinal podrían ser mucho mayores que las requeridas para producir otros movimientos dentales, pues se distribuyen por todo el ligamento periodontal, en vez de hacerlo sobre una estrecha franja vertical. Sin embargo en la práctica es casi imposible aplicar una fuerza rotacional de forma que el diente no se incline también en el alvéolo y cuando ésto sucede se genera una zona de compresión igual que en cualquier otro movimiento de inclinación. Por este motivo las fuerzas necesarias para la rotación son prácticamente las mismas que se necesitan para la inclinación.<sup>(55)</sup>

Como la raíz no suele ser perfectamente redonda, se producen áreas de presión y tensión en diversas porciones de la misma, en la membrana adyacente y en el hueso alveolar, innumerables haces de fibras periodontales son estirados y realineados en dirección de la tracción. La reorganización de las principales fibras periodontales que van de la superficie radicular a la superficie ósea ocurre rápidamente. En las zonas de presión se produce suficiente disminución del lumen de los capilares, como para producir la remodelación ósea.<sup>(56)</sup>

## - Movimiento de Traslación

Si se produce un movimiento en masa, la corona y la raíz se mueven paralelamente. Se crean zonas de presión a lo largo de toda la pared que está en la dirección de la fuerza, en donde ocurre resorción, y se crean zonas de tensión a lo largo de toda la pared opuesta a la dirección de la fuerza, en donde ocurre aposición.<sup>(26)</sup> El diente se mueve en forma casi paralela a la superficie interna ósea del alvéolo;<sup>(27)</sup> por lo tanto, en la traslación, la fuerza se distribuye sobre zonas relativamente extensas de la pared del hueso alveolar.<sup>(52)</sup>

El movimiento en masa causa más alteraciones reales en los tejidos de soporte que los movimientos de inclinación, extrusión o de intrusión. Cuando se desea trasladar un diente, por ejemplo, a una posición vestibular, ocurre resorción a lo largo de toda la superficie vestibular y aposición ósea a lo largo de toda la superficie palatina.<sup>(54)</sup> Sin embargo, el estrés se distribuye a lo largo de las raíces, en cambio cuando se hace inclinación el estrés se concentra en el ápice; en consecuencia, el riesgo de resorción radicular debido a un movimiento en masa, es menor que el producido por la inclinación.<sup>(32)</sup>

Se trata de un método favorable de desplazamiento, siempre que la fuerza no exceda cierto límite. La aplicación de fuerzas ligeras continuas origina pequeñas zonas de compresión poco después de comenzar la traslación pura, la hialinización dura sólo unos días y es seguida de resorción ósea directa. Incluso, los períodos de hialinización son más breves que en los movimientos de inclinación, lo que se debe al aumento de la resorción ósea en ambos lados del tejido hialinizado, especialmente en la región apical del lado de presión, lo que favorece la rápida eliminación de la zona hialinizada. El ligamento periodontal en el lado de tensión, suele estar considerablemente ensanchado por el proceso de resorción. En muchos casos, la traslación pura sólo producirá pequeñas zonas de hialinización de corta duración. Del lado de tensión se forman nuevas capas de hueso a lo largo de los haces de fibras estirados. Como en otros tipos de movimiento dental es preferible que se ejerza una fuerza inicial ligera, sobre todo durante las primeras 5 a 6 semanas.<sup>(27)</sup>

#### - Movimiento de Intrusión

La fuerza intrusiva es aquella que intenta mover al diente dentro de su alvéolo. Esta fuerza depresora tiene menos

posibilidades de éxito, en términos de movimientos dentales absolutos, que cualquier otro tipo de fuerza que se aplique,<sup>(54)</sup> y es probablemente el movimiento que más afecta las raíces involucradas.<sup>(32)</sup>

La fuerza en sentido del eje mayor de diente se transmite en forma de presión, tanto a la raíz como al hueso alveolar y generalmente entre 3 y 5 días ocurre la resorción ósea a nivel del ápice.<sup>(26)</sup> Se genera un problema en cuanto a la nutrición del periodonto. La forma cónica del hueso a nivel del alvéolo es tal, que fuerzas intrusivas en contra del diente interrumpen efectivamente el suplemento sanguíneo apical y se puede comprimir toda la membrana periodontal.<sup>(54)</sup>

Se ha sugerido que la intrusión es uno de los tipos de movimiento dental que actúa como posible causante de resorción radicular. Los altos niveles de fuerzas compresivas en el ápice radicular y periodonto asociado podrían aumentar el riesgo de ocurrencia de la resorción radicular apical.<sup>(31)</sup> Para lograrla se debe controlar minuciosamente la magnitud de la fuerzas, que deben ser de poca intensidad, ya que se concentran en una zona muy pequeña del ápice.<sup>(55)</sup>

Se recomienda el uso de fuerzas iniciales menores para los movimientos de intrusión, ya que éstas evitan la formación de amplias zonas de hialinización, con lo cual ocurre aumento en la actividad celular sin causar compresión tisular excesiva.<sup>(27)</sup> La intrusión con fuerzas ligeras de aproximadamente 15 gramos por diente puede ser efectiva para reducir la sobremordida horizontal, causando sólo una cantidad despreciable de resorción radicular apical. En el estudio realizado por Costopoulos y Nanda en 1996, luego de un período de intrusión de incisivos superiores por 4 meses se produjo resorción de 0,6 milímetros, en comparación con 0,2 milímetros en dientes que no recibieron éste tratamiento. En contraste, Dermaunt y De Munck, citados por Costopoulos y Nanda, encontraron 2.9 milímetros de resorción luego de 6.7 meses de intrusión. La mayor cantidad de resorción reportada por estos autores es en parte explicable por la duración de tiempo en que la intrusión fue llevada a cabo y otro factor que pudo ser responsable fue el nivel de fuerza más alto, de 25 gramos por diente. Los procesos reabsortivos radiculares pueden ser sensibles a la diferencia de fuerzas en el orden de 10 gramos por diente, además existe un nivel crítico de fuerza más allá del cual el papel normal protector del ligamento periodontal a nivel del ápice colapsa.<sup>(31)</sup>

## - Movimiento de Extrusión

Es el movimiento del diente hacia afuera del alvéolo. En teoría los movimientos de extrusión no producen zonas de compresión en el ligamento periodontal, sino zonas de tensión.<sup>(55)</sup> De los tipos de movimientos verticales, la extrusión es más fácil de lograr, puesto que no existe resistencia ósea. Durante la extrusión ocurre aposición ósea tanto a nivel apical como en la porción coronal en la cresta alveolar. La resorción ocurre sólo en las paredes del alvéolo cuando es necesario.<sup>(56)</sup>

## **5. LA ORTODONCIA Y EL TRAUMATISMO DENTAL**

Con el aumento en la demanda de tratamiento de maloclusiones, es inevitable que odontopediatras y ortodoncistas deban atender un número significativo de pacientes con dientes previamente traumatizados.<sup>(2)</sup> La combinación del traumatismo dental con el tratamiento de ortodoncia hace que los dientes sean más propensos a sufrir complicaciones,<sup>(6)</sup> razón por la cual el clínico debe estar prevenido acerca de los problemas y riesgos de realizar movimientos en estos casos. Los dientes sometidos a movimientos de ortodoncia activo, sufren pulpitis transitoria y pueden presentar signos de daño radicular durante el

tratamiento; existe evidencia que sugiere que dichos efectos adversos ocurrirán con mayor probabilidad en dientes traumatizados.<sup>(2)</sup>

### **5.1- Características Dentofaciales Asociadas al Traumatismo Dental**

El traumatismo dental es un evento relacionado con muchos factores, entre los cuales se encuentra la morfología dentofacial.<sup>(8,57)</sup> Eichenbaum en 1963, sugirió un “Perfil de Susceptibilidad”, en donde la incidencia de los traumatismos dentales era mayor en los varones respecto a las hembras en proporción de 2,7:1, siendo las edades pico entre los 9 ½ a 10 ½ años de edad para los varones y entre 10 a 11 años de edad para las hembras, estableciendo que el 95% de las lesiones traumáticas dentales ocurrirían dentro de éste perfil.<sup>(37)</sup>

Los traumatismos dentales son aproximadamente el doble de frecuentes entre los niños con incisivos protruidos que en aquellos que tienen sus dientes anteriores en adecuada posición.<sup>(19)</sup> Además, parece existir un consenso general acerca de que la prevalencia de las lesiones traumáticas aumenta con el



aumento de la sobremordida horizontal y la cobertura labial inadecuada (Fig. 26).<sup>(5,7,12,19)</sup>



Fig. 26. Cobertura Labial Inadecuada.<sup>(13)</sup>

Se ha reportado que la severidad de la lesión es directamente proporcional a la cantidad de protrusión.<sup>(37)</sup> Un estudio realizado por Järvinen en 1979, demuestra que un aumento en la sobremordida horizontal de 0-3 milímetros a 3-6 milímetros dobla la cantidad de lesiones dentales traumáticas y que cuando la sobremordida horizontal sobrepasa los 6 milímetros, se triplica el riesgo.<sup>(58)</sup> Todd y Dodd en 1985, citados por Attack, reportaron que el 45% de los incisivos superiores han sufrido daño visible hasta la edad de 12 años, en niños con sobremordida horizontal mayor de 9 milímetros.<sup>(2)</sup> En el estudio realizado por Soriano en el 2004, la sobremordida horizontal se consideró un factor de riesgo cuando presentó valores mayores de 5 milímetros.<sup>(7)</sup>

Los perfiles de los pacientes lesionados, suelen ser convexos y en consecuencia más susceptibles al trauma.<sup>(57)</sup> También se ha encontrado que los niños con maloclusiones clase II división 1, pueden ser más propensos a sufrir traumatismos dentales.<sup>(59)</sup>

## **5.2- Tratamiento Preventivo de Ortodoncia**

La práctica de la odontología se ha dividido en dos áreas separadas pero relacionadas entre sí, como son la prevención y el tratamiento. Estas áreas son interdependientes, ya que cualquier cambio en una, refleja alguna variación futura en la otra. Cuando se ha realizado un esfuerzo considerable en aplicar medidas preventivas efectivas, usualmente la necesidad de tratamiento disminuye.<sup>(37)</sup>

Ellis en 1948 citando a Gluksman, declaró: “La fractura de corona de uno o más dientes anteriores es muy común en ciertos tipos de maloclusiones, especialmente la clase II división 1, lo que puede ser tomado en cuenta como una razón para el tratamiento temprano de esta desviación”<sup>(60)</sup> Eichenbaum en 1963, indicó que existen dos métodos disponibles para la prevención de los traumatismos dentales. El primero, es el uso

de protectores bucales, que por muchos años han sido usados por boxeadores y se han adoptado en otros deportes de contacto. La otra opción para la prevención, es que desde el punto de vista de la ortodoncia se acepte el concepto de que en ciertos casos existe la necesidad de realizar tratamientos en edades tempranas.<sup>(37)</sup>

El conocimiento de los factores de riesgo y las causas de los traumatismos dentales, son esenciales para la prevención efectiva.<sup>(4)</sup> Características dentofaciales así como las maloclusiones clase II división 1, la protrusión dental y el cierre labial inadecuado, son considerados indicadores del tratamiento temprano de ortodoncia,<sup>(8,57)</sup> lo que constituye una importante medida en la prevención de los traumatismos dentales.<sup>(6,12,19)</sup>

Disminuir la brecha externa de tejido blando, la inclinación de los incisivos superiores y la sobremordida horizontal, puede ayudar a los individuos a evitar el traumatismo dental,<sup>(6)</sup> ya que el tratamiento de ortodoncia, puede afectar la configuración del perfil y eventualmente cambiar el riesgo objetivo de estas lesiones. Sin embargo, el crecimiento vertical natural del labio es despreciable durante la niñez y la adolescencia, por lo cual no se puede reducir la incompetencia labial. A pesar de que el

tratamiento temprano de ortodoncia reduce la sobremordida horizontal, la predictibilidad de la respuesta del labio superior a este cambio es baja.<sup>(8)</sup>

El conocimiento de la edad pico de ocurrencia del traumatismo dental en pacientes con sobremordida horizontal aumentada y cierre labial inadecuado es un factor importante en la planificación del momento para realizar el tratamiento de ortodoncia.<sup>(6)</sup> Se ha sugerido que el tratamiento en dentición mixta temprana de niños con sobremordida horizontal mayor de 9 milímetros podría reducir el riesgo de sufrir traumatismos,<sup>(19)</sup> a pesar de que casi siempre es necesaria una segunda fase de ortodoncia en la dentición permanente que alarga el tiempo total de tratamiento.<sup>(2)</sup> Bauss y colaboradores en el 2004, encontraron que las lesiones antes del inicio del tratamiento de ortodoncia ocurrieron en el 10,3% de 1367 pacientes examinados e indicaron que el tratamiento preventivo de ortodoncia debe iniciarse y completarse antes de los 11 años de edad, en los períodos de dentición mixta temprana y media.<sup>(6)</sup>

## **6. PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE ORTODONCIA EN DIENTES TRAUMATIZADOS**

Al considerar el tratamiento de ortodoncia, el clínico debe estar alerta a los problemas y ser capaz de medir los riesgos a corto y largo plazo. Debe conocer las posibles consecuencias de someter a tratamiento dientes previamente traumatizados, y considerar que puede ocurrir pérdida de vitalidad, calcificación pulpar, o puede haber riesgo de producir resorción radicular significativa.<sup>(2)</sup>

La planificación del tratamiento se complica tanto por el pronóstico del diente traumatizado como por el tratamiento de la maloclusión en sí. Debe establecerse un plan coordinado antes de empezar la terapia definitiva. El equipo interdisciplinario que participará en el caso, debe estar familiarizado con los principios del tratamiento de ortodoncia, secuencia y tiempo oportuno del mismo. Se deben integrar varias especialidades, así como la odontopediatría, ortodoncia, endodoncia, cirugía bucal y periodoncia, para así poder realizar planificaciones basadas en las posibilidades de tratamiento integral óptimo del diente traumatizado.<sup>(12)</sup>

Establecida la necesidad de realizar un tratamiento de ortodoncia que involucre dientes traumatizados, se debe evaluar:<sup>(2,19)</sup>

- Tipo de maloclusión
- Tipo de traumatismo
- Edad del paciente
- Desarrollo radicular
- Resorciones radiculares
- Valor estético y funcional de los dientes traumatizados
- Antigüedad del traumatismo
- Pronóstico del traumatismo
- Riesgos y complicaciones del tratamiento de ortodoncia

Estas consideraciones se deben realizar antes de comenzar el tratamiento, ya que forman parte de la planificación. Se debe establecer un pronóstico realista para los dientes traumatizados y evaluar los riesgos de su movilización.<sup>(19)</sup> Se debe realizar una exhaustiva evaluación que incluya el examen clínico y radiográfico, antes de concluir el plan de tratamiento definitivo. Dicho examen, se llevará a cabo de la siguiente manera:<sup>(2)</sup>

- Indagar acerca de historia previa de traumatismos

- Observar la dentición, fracturas evidentes, cambios de color de la corona u otros
- Realizar el examen clínico, pruebas de vitalidad, percusión y transiluminación
- Realizar el examen radiográfico, incluyendo periapicales de los dientes afectados así como los exámenes de rutina para el tratamiento ortodóncico

Los hallazgos iniciales deben ser claramente registrados en la historia del paciente y se deben incluir ciertas recomendaciones acerca de las posibles consecuencias de realizar un tratamiento al diente en riesgo. Los pacientes y los padres deben ser advertidos acerca de la posibilidad de que ocurra resorción radicular y/o pérdida de la vitalidad durante el movimiento dental activo.<sup>(2)</sup>

Es indispensable calcular los márgenes de hueso cortical antes de iniciar el tratamiento de ortodoncia, ya que se ha demostrado que el movimiento contra el hueso cortical vestibular o palatino puede iniciar resorción radicular extensa. Esto puede ocurrir con facilidad si la cresta alveolar es delgada (Fig. 27). De ahí que durante la retracción de los incisivos superiores sea necesario evitar la superposición con las láminas corticales

vestibulares o palatinas. En muchos casos los dientes anteriores están protruidos y durante la retracción requieren torque radicular. Se aconseja mejor realizar este movimiento de la raíz en la zona más amplia de hueso esponjoso que en la delgada parte marginal del alvéolo. Cuando las circunstancias lo permiten, lo indicado es realizar una técnica de tratamiento capaz de intruir el segmento anterior al comienzo de la terapia de ortodoncia.<sup>(12)</sup>

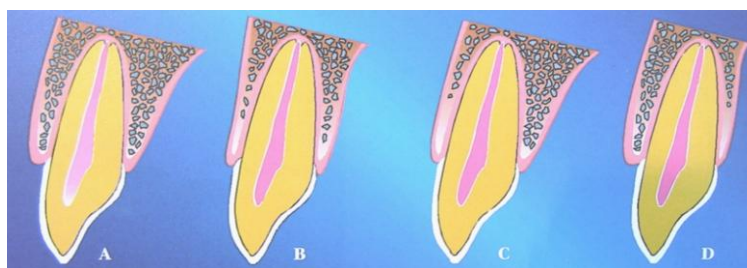


Fig. 27. Cresta Alveolar. A. Buen ancho. B. Cresta estrecha y ausencia de hueso por vestibular y lingual. C. Raíz próxima a la cortical externa. D. Raíz próxima a la cortical interna.<sup>(13)</sup>

A pesar de que la obliteración pulpar es ampliamente reconocida como una complicación del trauma, la evidencia sugiere que cuando ha ocurrido obliteración del conducto en incisivos debido a traumatismos, el tratamiento ortodóncico no incrementa los riesgos de necrosis pulpar.<sup>(2)</sup>



Los dientes traumatizados que muestren alguna evidencia clínica o radiográfica de patología pulpar deben ser evaluados antes de iniciar el tratamiento activo. Se debe tener cuidado en casos donde no hay respuesta a las pruebas de vitalidad térmicas o eléctricas, ya que si estos dientes aparentemente están sanos; el tratamiento de conducto inmediato no siempre se indica, ya que algunas pruebas pueden dar falsos resultados. Los falsos negativos deben ser registrados. La apariencia general clínica y radiográfica, la respuesta a la percusión así como los resultados de las pruebas de vitalidad deben tomarse en cuenta antes de tomar la decisión de realizar el tratamiento de conducto. Se debe continuar un cercano monitoreo de estos dientes durante el tratamiento.<sup>(2)</sup>

Antes de iniciar el tratamiento es necesario estudiar cuidadosamente la anatomía radicular. El estudio radiográfico del contorno del ápice brinda información útil con respecto al riesgo de resorción radicular durante el tratamiento de ortodoncia. El índice de resorción radicular permite efectuar una evaluación cuantitativa de las condiciones de la raíz con anterioridad al tratamiento y puede utilizarse en la evaluación de una posible resorción posterior.<sup>(12)</sup>

Los pacientes jóvenes demuestran mejor adaptación muscular a los cambios oclusales. Los adultos tienen habilidad de adaptación más pobre y necesitan fuerzas mecánicas más rígidas y de mayor duración.<sup>(32)</sup> Mavgrani en el 2002, concluye que, ya que el acortamiento radicular es una de los efectos mas serios del tratamiento de ortodoncia, y que los dientes con incompleta formación radicular son más resistentes ante este efecto,<sup>(34)</sup> se recomienda iniciar la corrección ortodóncica de los incisivos a edades tempranas durante la dentición mixta, en una fase introductoria del tratamiento.<sup>(32,34)</sup>

Los niveles de fuerza aplicados a dientes traumatizados, deben ser muy controlados para minimizar los riesgos,<sup>(12,19)</sup> por lo que se debe tener en cuenta:

- El tiempo de espera previo a la movilización de un diente traumatizado para permitir así la recuperación de los tejidos.
- El uso de fuerzas de intensidad y duración adecuadas.

### **6.1- Tiempo Adecuado para Realizar el Tratamiento de Ortodoncia Después de un Traumatismo Dental**

Se acostumbra que el tratamiento de ortodoncia sea postergado hasta que el diente se mantenga asintomático por lo menos algunos meses luego de que ocurre la lesión. Este período de “enfriamiento” es recomendado para reducir la posibilidad de que se produzcan daños colaterales y en particular la resorción externa radicular, que puede presentarse cuando se aplican fuerzas normalmente aceptables a dientes lesionados.<sup>(18)</sup>

Se recomienda un período de observación de por lo menos 3 meses en lesiones leves, como las concusiones o sublujaciones. Si se trata de traumatismos moderados o severos, como las extrusiones, lujaciones laterales, intrusiones o dientes reimplantados, el período de observación debe durar 1 año como mínimo. En pacientes con dientes con fractura radicular se recomienda un período de observación de 2 años. Si se evidencia una patología periapical, el tratamiento de ortodoncia deberá postergarse hasta que se haya completado el tratamiento de endodoncia indicado, y la recuperación clínica y radiográfica sea evidente (Tabla 1).<sup>(12)</sup>

| TIPO DE LESIÓN                                                     | PERÍODO DE OBSERVACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fractura de Corona                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| No Complicada                                                      | <b>3 meses</b>                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Complicada                                                         | Luego de evidenciar radiográficamente la formación de una barrera de tejido calcificado                                                                                                                                                                                  |
| Fractura Radicular                                                 | Depende del tipo de cicatrización que se produzca                                                                                                                                                                                                                        |
| Cicatrización Por Tejido Calcificado                               | 24 meses. Dentro del primer año se producen la mayoría de las complicaciones.                                                                                                                                                                                            |
| Cicatrización Por Tejido Conjuntivo                                | Igual al anterior. Deben tratarse como dientes con raíces cortas, y con fuerzas ligeras.                                                                                                                                                                                 |
| Cicatrización por Tejido Conjuntivo y Calcificado                  | Igual al anterior. Deben tratarse como dientes con raíces cortas, y con fuerzas ligeras.                                                                                                                                                                                 |
| Ausencia de Cicatrización e Interposición de Tejido de Granulación | <b>No se debe realizar el movimiento de ortodoncia</b>                                                                                                                                                                                                                   |
| Concusión                                                          | <b>3 meses</b>                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Subluxación                                                        | <b>3 meses</b>                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Lujación Lateral                                                   | <b>3 meses</b>                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Intrusión                                                          | <b>12 meses<sup>a</sup></b>                                                                                                                                                                                                                                              |
| Extrusión                                                          | <b>12 meses</b>                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Avulsión y Reimplante                                              | <b>12 meses</b>                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Dientes con Tratamiento de Endodoncia                              | Se debe mantener la obturación provisional de hidróxido de calcio y la obturación definitiva no se debe realizar hasta que no se haya terminado el tratamiento de ortodoncia. Si el diente presenta un tratamiento de conducto en buen estado, éste no debe ser removido |

Tabla 1. Períodos de observación recomendados antes de realizar tratamiento de ortodoncia o continuar con el tratamiento de ortodoncia activo de dientes que han sufrido lesiones traumáticas. Malmgren y colaboradores En: Andreasen, 1994.<sup>(2)</sup>

\*En las lesiones intrusivas se recomienda realizar la extrusión ortodóncica inmediatamente,<sup>(24)</sup> y luego de que se realice este procedimiento y el diente se haya estabilizado, se recomienda esperar por lo menos 1 año, para aplicar fuerzas de ortodoncia adicionales.<sup>(2)</sup>

## **6.2- Tipo de Fuerzas que se deben Aplicar en el Tratamiento de Ortodoncia de Dientes Traumatizados**

Durante el tratamiento de ortodoncia de dientes que han sido previamente traumatizados, existe mayor riesgo de que ocurran secuelas no deseadas, y este riesgo parece ser independiente de si se usan aparatos fijos o removibles. Se sugiere que mientras más severo el trauma inicial, ocurrirá mayor daño a la circulación apical y en consecuencia, será mayor el riesgo de que se produzcan efectos negativos.<sup>(2)</sup>

Es recomendable iniciar el tratamiento con fuerzas ligeras e interrumpidas,<sup>(32)</sup> ya que las fuerzas pesadas de duración continua pueden causar resorción. La duración del tratamiento debe ser tan corta como sea posible, teniendo como objetivo usualmente una meta limitada.<sup>(12)</sup>

Al escoger aditamentos para el tratamiento, se debe medir el riesgo de resorción radicular en contraste con la eficiencia del aparato y los objetivos individuales de tratamiento.<sup>(32)</sup> No existe evidencia que sugiera que los dientes movidos usando aparatos fijos sean más susceptibles a sufrir resorción radicular que los dientes inclinados usando aparatos removibles. Sin embargo, el

aparato removible es un método simple de inclinar los dientes usando fuerzas ligeras y deben ser usados cuando sea apropiado. Cuando es necesario realizar movimientos en masa y desrotar dientes, el aparato fijo es usualmente el único medio para lograr la alineación.<sup>(2)</sup> Mediante el uso de alambres compuestos por aleaciones como el níquel titanio, la intensidad de la fuerza aplicada puede ser eficazmente controlada debido a que éstos presentan una curva tensión/deformación casi plana, lo que clínicamente se traduce en el aporte de fuerzas ligeras y continuas en el orden de los 50 a 70 gramos/milímetros de flexión.<sup>(19)</sup>

## **7. TRATAMIENTO DE ORTODONCIA SEGÚN EL TIPO DE TRAUMATISMO DENTAL**

Durante la aplicación de fuerzas a dientes que han sido previamente traumatizados, existe mayor riesgo de que ocurran secuelas no deseadas y se sugiere que mientras más severo el traumatismo inicial, será mayor el riesgo de que se produzcan efectos negativos al realizar el tratamiento de ortodoncia.<sup>(2)</sup> A continuación se refieren las consideraciones que se deben tener en cuenta al realizar el tratamiento de ortodoncia de los dientes traumatizados, según la condición que se presente.

### **7.1- Dientes con Fractura de Corona y Raíz**

Frecuentemente los dientes fracturados son considerados no viables y en consecuencia son extraídos. Los procedimientos de alargamiento de corona, como la electrocirugía con remoción de hueso, están indicados en algunos casos en donde el diente es estratégicamente importante. Sin embargo, la cirugía periodontal puede crear un problema estético, especialmente en el área de los incisivos, ya que el contorno de la encía y el hueso deben ser alterados.<sup>(61)</sup>

En 1982, Heithersay sugirió el empleo de la extrusión ortodóncica en el tratamiento de dientes con fractura de corona y raíz o en dientes con fractura radicular a nivel cervical.<sup>(62)</sup> El tratamiento endodóncico se efectúa con anterioridad a la fase de ortodoncia. Debido a la dificultad para mantener el campo seco, la terapia de endodoncia no siempre puede realizarse bajo condiciones asépticas. En dientes vitales con formación radicular incompleta se debe realizar una pulpotomía antes de la extrusión, y mantenerla hasta que se haya completado el desarrollo radicular. Los dientes vitales deben extruirse lentamente de 2 a 3 milímetros en 4 u 8 meses, con el objeto de proteger la vitalidad de la pulpa. La extrusión de un diente no

vital puede ejecutarse más rápidamente de 4 a 5 milímetros en 3 a 6 semanas. Este movimiento extrusivo rápido es posible debido a que la remodelación del hueso se realiza mediante el estiramiento y reajuste de las fibras y la raíz no es desplazada a través del hueso. Aparentemente durante la extrusión rápida no se produce el desplazamiento óseo coronal y los estudios histológicos de dientes humanos extraídos indican que es raro que se produzca resorción radicular.<sup>(12)</sup>

La extrusión ortodóncica por regla general produce el desplazamiento coronal del margen gingival y del hueso, lo cual ocurre como resultado de un aumento en la encía adherida y no por el desplazamiento coronal de la unión mucogingival. Este desplazamiento podría ocultar parcialmente el grado de la extrusión radicular y quizás también podría causar recidiva. Por lo tanto la extrusión ortodóncica debe acompañarse de la gingivectomía y a veces de osteotomía, con el objeto de exponer la superficie de la fractura y hacerla accesible a la restauración. Nada definitivo puede decirse en lo que se refiere al pronóstico de los dientes tratados por medio de la extrusión ortodóncica. Sin embargo, la experiencia demuestra que este procedimiento conduce a condiciones periodontales estables.<sup>(12)</sup>



Al comparar la terapia de extrusión ortodóncica con los procedimientos quirúrgicos alternativos, es evidente que la proporción corona raíz es más favorable con el tratamiento de ortodoncia. Si el objetivo de la extrusión es obtener una proporción corona/raíz de aproximadamente 1:1, los incisivos centrales pueden extruirse de 2 a 4 milímetros, mientras que los incisivos laterales pueden extruirse de 4 a 6 milímetros. Después de la extrusión y estabilización pueden efectuarse los procedimientos restauradores,<sup>(12)</sup> que implican luego de realizar la obturación definitiva del tratamiento de conducto, el cementado de un muñón artificial y la restauración con una corona.<sup>(61)</sup>

Es importante tener en cuenta que después del movimiento de ortodoncia se puede producir recidiva. Por tanto el período de retención se hace necesario. Empíricamente se ha demostrado que la duración de este período puede ser de aproximadamente 6 meses. La gingivectomía temprana podría aminorar el riesgo que representa la recidiva, ya que el procedimiento quirúrgico invariablemente seccionaría las fibras gingivales.<sup>(12)</sup>

## **7.2- Dientes con Fractura Radicular**

Las fracturas radiculares son lesiones que involucran del periodonto, el cemento, la dentina, la pulpa y en ocasiones el hueso.<sup>(63)</sup> Son poco comunes ya que comprenden de 0,5% a 7% de las lesiones traumáticas.<sup>(18)</sup> Luego de 24 horas después del traumatismo, se forma un coágulo en la línea de la fractura acompañado por cambios hiperhémicos en la pulpa. A continuación entran en la línea de fractura odontoblastos y células pulpares. Después de 2 semanas se forma un callo de dentina, que une los fragmentos. Las reacciones en la parte periférica de la línea de fractura ocurren con más lentitud. Proliferaciones de tejido conjuntivo del periodonto invaden la línea de fractura y después de 3 semanas se deposita cemento en la superficie de los fragmentos. La formación de cemento oblitera sólo la parte de la fractura y aún se puede encontrar tejido conjuntivo en la parte periférica de la fractura después de 9 meses.<sup>(12)</sup>

Es difícil predecir el comportamiento del tejido pulpar después de un traumatismo. Las fracturas radiculares pueden repararse y cicatrizar después de una primera etapa de alteración, o puede darse el caso contrario de que no ocurran

afectaciones evidentes en el primer momento y que con el transcurso del tiempo se produzcan las posibles complicaciones como la necrosis pulpar o la formación de tejido de granulación en el foco de la fractura.<sup>(63)</sup>

Las observaciones radiográficas e histológicas en seres humanos han demostrado que la recuperación después de las fracturas radiculares puede ocurrir de 4 maneras:<sup>(12)</sup>

- Cicatrización por Tejido Calcificado

En muchos casos se forma un callo de tejido duro que sirve de unión. Existen diferentes opiniones sobre la naturaleza de los tejidos duros que unen los fragmentos; la dentina, la osteodentina y el cemento se han descrito como tejidos calcificados reparadores. En muchos casos la capa más profunda de la restauración parece ser la dentina, mientras que la parte más periférica de la línea de fractura está restaurada en forma incompleta con cemento. En algunos casos se puede demostrar también la formación de nueva dentina en la línea de fractura. La aposición de cemento en la línea de fractura va precedida con frecuencia de procesos de resorción. La mayoría de las veces el cemento no cubre completamente el espacio entre las superficies

de fractura pero está entremezclado con tejido conjuntivo proveniente del ligamento periodontal. Este hecho junto con la poca radiopacidad del cemento comparado con la dentina, puede explicar por qué una línea de fractura generalmente es discernible en las radiografías, aún cuando los segmentos están superpuestos y la fractura está completamente consolidada. A veces es posible observar inicialmente un ligero ensanchamiento del conducto radicular cercano al sitio de la fractura, seguido por formación de tejido duro. Es característica la ausencia de redondez de los bordes de la fractura. La obliteración parcial del conducto radicular, se limita usualmente a la región de la fractura y al fragmento apical. El examen clínico de los dientes dentro de este grupo de cicatrización revela movilidad normal, reacción normal a la percusión y respuesta normal o ligeramente disminuida en las pruebas de vitalidad. La cicatrización por tejido calcificado se observa en casos de poca o ninguna dislocación de los fragmentos y más a menudo en dientes con formación radicular incompleta (Fig. 28).<sup>(12)</sup>

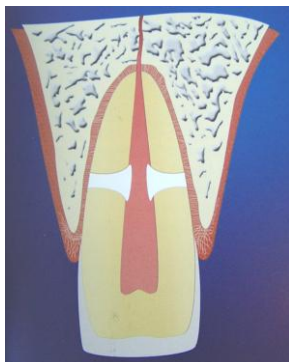


Fig. 28. Cicatrización por Tejido Calcificado.<sup>(13)</sup>

## - Cicatrización por Tejido Conjuntivo

Este tipo de cicatrización se caracteriza por la interposición de tejido conjuntivo entre los fragmentos. Las superficies radicales fracturadas están cubiertas por cemento, depositado a menudo después de una resorción inicial, y se encuentran fibras de tejido conjuntivo paralelas a la superficie de la fractura o de un fragmento a otro. Por medio de la formación de dentina secundaria, se crea a nivel de la fractura una nueva apertura apical. El ancho del espacio periodontal alrededor de los 2 fragmentos refleja la actividad funcional de ambos. El espacio periodontal que rodea el fragmento apical es estrecho con fibras periodontales en orientación paralela a la superficie de la raíz, mientras que alrededor del fragmento coronal es grueso, con distribución normal de las fibras. Los rasgos radiográficos consisten en el redondeamiento de los bordes de la fractura y una línea radiolúcida que separa los fragmentos. A menudo se observa obliteración parcial o completa del conducto radicular. Clínicamente los dientes están firmes o ligeramente móviles, con respuesta dolorosa débil a la percusión. La respuesta a las pruebas de vitalidad está casi siempre dentro de los límites normales (Fig. 29).<sup>(12)</sup>

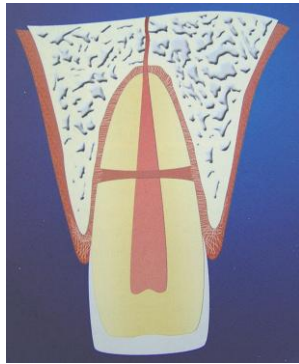


Fig. 29. Cicatrización por Tejido Conjuntivo.<sup>(13)</sup>

#### - Cicatrización por Tejido Óseo y Conjuntivo

Estos casos presentan interposición de un puente óseo y de tejido conjuntivo que separa los fragmentos, mientras que el ligamento periodontal normal los rodea. En algunos casos el hueso se extiende en el conducto radicular de los fragmentos. Radiográficamente se ve un puente de hueso que separa los fragmentos y el espacio periodontal rodeándolos a ambos. Aparentemente este tipo de cicatrización se desarrolla cuando el traumatismo ocurre antes de completarse el crecimiento del proceso alveolar; de esta manera, el fragmento coronal continúa erupcionando mientras que el fragmento apical es retenido en el maxilar. Clínicamente los dientes no están móviles y reaccionan normalmente a las pruebas de vitalidad (Fig. 30).<sup>(12)</sup>

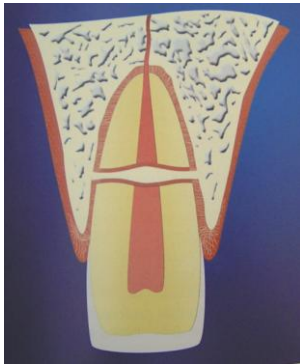


Fig. 30. Cicatrización por Tejido Óseo y Conjuntivo.<sup>(13)</sup>

- Ausencia de Cicatrización e Interposición de Tejido de Granulación

Los exámenes histológicos de los dientes de este grupo muestran la presencia de tejido de granulación inflamado entre los dos fragmentos. La parte coronal de la pulpa presenta necrosis, mientras que el fragmento apical la mayoría de las veces contiene tejido pulpar vivo. La pulpa necrótica es responsable de los cambios inflamatorios en la línea de fractura. Sin embargo en algunos casos la fuente de la infección es una comunicación de la línea de fractura al surco gingival. Radiográficamente se observa ensanchamiento de la línea de fractura y refracción del hueso alveolar correspondiente a la misma. Clínicamente los dientes están móviles, ligeramente extruidos y refieren sensibilidad a la percusión. Algunas veces se

encuentran fístulas al nivel de la mucosa vestibular correspondiente a la línea de fractura (Fig. 31).<sup>(12)</sup>

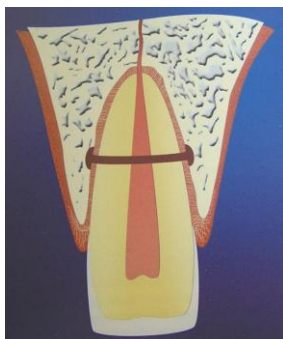


Fig. 31. Ausencia de Cicatrización.<sup>(13)</sup>

El tratamiento ortodóncico de dientes con fractura radicular depende del tipo de cicatrización que se produzca y de la localización de la fractura.<sup>(12)</sup> Si ésta se produjo por interposición de tejido calcificado, la unión de los cabos de la fractura queda consolidada y el movimiento del diente es normal. El movimiento ortodóncico de estos dientes debe ser mínimo y con fuerzas ligeras que no provoquen una nueva fractura en el sitio de cicatrización.<sup>(19)</sup> Al momento de planificar el tratamiento de ortodoncia es necesario darse cuenta de que un diente con fractura radicular acompañada de interposición de tejido conjuntivo, debe ser tratado como un diente con raíz corta. Como consecuencia de esto, un diente en estas condiciones debe evaluarse con respecto al movimiento de ortodoncia, según la longitud del fragmento coronal únicamente. Esto implica que las



fracturas en el tercio apical de la raíz, generalmente tienen suficiente soporte periodontal para permitir el desplazamiento ortodóncico; en tanto que las fracturas localizadas en el tercio medio de la raíz representan un riesgo para el movimiento de ortodoncia debido al posible acortamiento del fragmento de raíz ocasionado por la resorción radicular. Por consiguiente es necesario tener cuidado extraordinario en estos casos mientras dura el movimiento de ortodoncia. En las fracturas radiculares cervicales a veces es posible extruir el fragmento apical usando las mismas técnicas descritas para las fracturas de corona y raíz,<sup>(12)</sup> y la raíz, aunque acortada, tiene un pronóstico excelente para su funcionamiento dentro del arco dental.<sup>(19)</sup>

Los dientes que han sido sometidos a procedimientos de inducción al cierre apical se fracturan frecuentemente, debido a la gran amplitud del conducto y a la fragilidad de las paredes radiculares. Estas fracturas pueden ser del tercio coronario, medio o apical, siendo peor el pronóstico cuanto más se acerca la línea de fractura a la corona del diente.<sup>(63)</sup>

## **- Dientes Reimplantados**

En los casos en que un diente ha sido reimplantado puede estar indicado el tratamiento de la maloclusión. Al momento de planificar el caso, surge la disyuntiva de saber si es posible o no, realizar el movimiento de ortodoncia de un diente reimplantado, ya que se podría producir resorción radicular severa.<sup>(12)</sup> La mayoría de las resorciones luego del reimplante ocurren durante el primer año después de la lesión. Si después de este período no se ha presentado esta complicación, es posible realizar el movimiento ortodóncico del diente reimplantado. Sin embargo, se debe considerar que la resorción radicular progresiva se puede presentar de 5 a 10 años después del trauma a pesar de que se hayan realizado evaluaciones optimistas durante el curso de la recuperación.<sup>(14)</sup>

### **7.4- Dientes Lujados**

Las lujaciones comprenden del 15% al 40% de los traumatismos dentales en la dentición permanente y pueden presentarse concomitantemente con fracturas coroneales o radiculares. La lujación extrusiva rara vez se asocia con fractura ósea alveolar y la pérdida de hueso alveolar ocurre en casos de

lujación lateral y exarticulación, en donde el desplazamiento accidental del diente puede fracturar la tabla vestibular del alvéolo.<sup>(64)</sup>

No se ha establecido claramente si los dientes lujados están más expuestos a la resorción durante el tratamiento de ortodoncia, que los dientes que no han sido lesionados. Hines en 1979,<sup>(65)</sup> en su estudio reportó, que los dientes lujados desarrollan más resorción radicular que sus homólogos no lesionados. Se ha observado empíricamente que los dientes lujados sin resorción radicular pueden ser desplazados sin que corran mayor riesgo de sufrir resorción radicular, que los dientes no lesionados.<sup>(12,64)</sup>

La resorción inflamatoria y por sustitución puede estar claramente relacionada con las lesiones traumáticas, pero nunca se ha descrito como si fuese resultado del tratamiento de ortodoncia por sí solo. Los dientes lujados que han desarrollado resorción inflamatoria deben ser tratados endodóncicamente y se debe observar si se ha detenido el proceso de la resorción radicular antes de el inicio del movimiento dental.<sup>(12)</sup>

## 7.5- Dientes Intruidos

La lujación intrusiva se refiere al desplazamiento de los dientes apicalmente dentro del hueso alveolar. Usualmente afecta dientes anterosuperiores y se asocia a daño severo periodontal, pulpar y fractura alveolar conminuta. Es un tipo relativamente común de traumatismo dental en la dentición primaria, que ocurre con menor frecuencia en incisivos permanentes. Se considera una de las lesiones a los tejidos de soporte más difícil de manejar, por las severas complicaciones, que usualmente comprometen la longevidad del diente y entre las cuales se encuentran la necrosis pulpar, la calcificación pulpar, la anquilosis y la pérdida del hueso marginal de soporte. El tratamiento amerita la interacción de las especialidades de odontopediatría, endodoncia, ortodoncia, cirugía y periodoncia.<sup>(17-18,24-25,66)</sup>

Para establecer el diagnóstico y pronóstico, se debe definir el estado de desarrollo radicular, la severidad de la intrusión, el grado de movilidad, la condición de salud general y el tipo de dentición,<sup>(24,66)</sup> esto puede ser difícil en la etapa de dentición mixta temprana en donde el diente está erupcionando.<sup>(25)</sup>

Ellis en la década de los 40's,<sup>(60)</sup> estableció que el tratamiento para las lesiones intrusivas era limitado y recomendó la observación de la reerupción para prevenir posteriores afecciones de los tejidos radiculares y periodontales. La reerupción espontánea es menos probable en la dentición permanente, especialmente en dientes con ápices cerrados. El proceso de reerupción puede tomar de 2 a 3 meses. El monitoreo de la reerupción usualmente se indica en dientes primarios y en dientes permanentes inmaduros, ya que en éstos, el potencial de erupción y la recuperación pulpar y periodontal son mayores.<sup>(17,66)</sup> Las desventajas de este procedimiento, son la necesidad de realizar cirugía periodontal, para lograr el acceso al conducto radicular mientras que se espera por la reerupción espontánea, además de que durante el período de observación puede ocurrir resorción radicular o anquilosis.<sup>(17)</sup> Taintor y colaboradores en 1977, recomendaron primero dejar al diente reerupcionar solo, y en los casos en donde ésto no ocurriera, aplicar fuerzas extrusivas de ortodoncia.<sup>(67)</sup>

Skieller en 1960,<sup>(23)</sup> recomendó el reposicionamiento quirúrgico inmediato, pero ya que esto podría aumentar el riesgo de resorción radicular y pérdida de soporte óseo marginal,

Andreasen en 1976, citado por Turley y colaboradores, recomendó la tracción ortodóncica inmediata.<sup>(24)</sup>

La erupción forzada o extrusión ortodóncica, ha sido sugerida como un posible tratamiento alternativo que puede permitir la remodelación del hueso y del periodonto. Los dientes intruidos pueden ser reposicionados lo suficiente para realizar el tratamiento de endodoncia en 2 a 3 semanas, de manera de prevenir la resorción inflamatoria, o tratarla si se ha presentado. La efectividad de este procedimiento, depende de la severidad de la lesión inicial. En desplazamientos intrusivos severos, con ausencia de movilidad, los dientes no reerupcionan por sí solos y la extrusión ortodóncica tiene poco efecto, pudiendo causar movimientos indeseables de los dientes de anclaje.<sup>(17,24)</sup> En el estudio de Turley y colaboradores en 1987, los dientes más severamente intruidos fallaron en reerupcionar o responder a la fuerza de ortodoncia y los autores concluyeron que si no se comienza la extrusión ortodóncica inmediatamente después de la intrusión severa de dientes permanentes con ápices completamente formados, puede producirse la anquilosis, que impedirá el movimiento. Encontraron que los dientes severamente intruidos podrían ser extruidos por medio de

ortodoncia si eran lujados quirúrgicamente después del traumatismo.<sup>(24)</sup>

Cahushu y colaboradores, en el 2004 reportaron 17 casos aislados con 22 dientes intruidos tratados con extrusión ortodóncica. Encontró que las fuerzas extrusivas fueron aplicadas desde el período inmediato posterior al trauma hasta 3 meses, con una gran variedad de aparatos. La reposición se logró en 90,3% de los dientes, y el resto falló por la presencia de resorción inflamatoria o fractura radicular, no diagnosticada en un principio. Las complicaciones tempranas incluyeron pérdida de la vitalidad pulpar y resorción externa radicular. Todos los dientes intruidos con ápices radiculares cerrados perdieron la vitalidad independientemente del grado de intrusión, y en los dientes con ápices incompletos 45,5% de los que sufrieron intrusión moderada se mantuvieron vitales. Se observó resorción externa en 54,8% de los dientes. Las complicaciones tardías incluyeron resorción radicular inflamatoria en dientes con ápices cerrados en los cuales el tratamiento de endodoncia no fue realizado inicialmente, y obliteración del conducto radicular en los dientes que se mantuvieron vitales, lo que pudo haber resultado del trauma en si mismo o de los cambios en el flujo sanguíneo durante la extrusión ortodóncica de los dientes

impactados. La evidencia demostró que éste método es superior a otras alternativas de tratamiento. En algunos casos se realizó la luxación de los dientes intruidos con presión digital o con forceps antes de la ortodoncia con el objetivo de romper cualquier unión de anquilosis que pudiese haber ocurrido ya. En otros casos fue necesario realizar la gingivectomía para descubrir la superficie dental y cementar los aditamentos de ortodoncia o para facilitar el acceso a los conductos radiculares de los dientes intruidos. El hidróxido de calcio en algunos casos se colocó en la misma cita en la que se inició el tratamiento de ortodoncia como una medida profiláctica para evitar futuras complicaciones. La obturación definitiva de los conductos fue realizada solo después de un período mínimo de 6 meses de seguimiento asintomático.<sup>(18)</sup> Al respecto, Crespi recomienda que se debe realizar la pulpectomía de 24 a 48 horas después de la lesión.<sup>(25)</sup>

Andreasen y Vestegaard Pedersen en 1985,<sup>(68)</sup> encontraron una incidencia de necrosis pulpar de 63% de los dientes intruidos con ápice abierto, mientras que en dientes con ápice cerrado la incidencia fue del 100%, por lo que en casos de intrusiones severas con completa formación radicular se recomienda extirpar la pulpa como medida profiláctica inmediatamente después de la



lesión.<sup>(18)</sup> Se sugiere que las coronas de los dientes intruidos deben ser expuestas quirúrgicamente para permitir el acceso endodóncico inmediato, permitir la tracción ortodóncica y prevenir la anquilosis.<sup>(66)</sup> En los dientes con intrusión moderada que presenten ápices abiertos se puede postergar la decisión de realizar el tratamiento de endodoncia dado a que la evidencia demuestra que la pulpa se mantiene vital en aproximadamente la mitad de los pacientes.<sup>(18,25)</sup> Cualquier evidencia clínica o radiográfica que sugiera la existencia de necrosis pulpar indica la pronta extirpación de la pulpa y obturación del conducto con hidróxido de calcio. Si el diente intruido no reerupciona dentro de las primeras 8 semanas o se detecta resorción radicular interna o externa, ameritando acceso endodóncico, la terapia de ortodoncia debe iniciarse inmediatamente.<sup>(25)</sup>

La posible concomitancia de una fractura radicular con la intrusión resalta la necesidad de realizar un examen radiográfico minucioso antes de iniciar el tratamiento, ya que la extrusión ortodóncica en estos casos podría tener efectos negativos al separar los dos segmentos del diente lesionado. Si son diagnosticados, estos dientes pueden ser tratados exitosamente fijando los dos fragmentos con pernos dentro del conducto. Si

no, existe la posibilidad de que sea necesario realizar la exodoncia.<sup>(18)</sup>

Cuando un diente ha sido intruído traumáticamente es muy probable que los dientes adyacentes hayan sido lesionados también en algún grado por el mismo golpe, por lo que debe evitarse usar los dientes adyacentes como anclaje para la extrusión, siempre que sea posible, ya que es difícil medir objetivamente cuánto daño hayan podido sufrir.<sup>(18)</sup> Por tanto, un sistema convencional con brackets fijos y arcos flexibles parece ser inapropiado, ya que este mecanismo genera inclinación no deseada y movimiento intrusivo de los dientes de anclaje. Por otro lado, estos dientes vecinos necesitan ser fijados mientras que se resuelve la intrusión. La placa removible con resortes para aplicar la fuerza vertical extrusiva a través de un pequeño aditamento cementado es un método recomendable en pacientes con intrusión de 1 ó 2 dientes. El origen de la fuerza se sitúa a cierta distancia del diente intruido y la fuerza reactiva es absorbida por la mucosa palatina a través de la base acrílica en lugar de los dientes adyacentes anteriores.<sup>(18)</sup> Crespi sugiere usar los dientes del arco opuesto, para facilitar la mecánica extrusiva.<sup>(25)</sup>

Un aparato fijo análogo a la placa palatina es un arco rígido palatino soldado a bandas en los molares con otro arco vestibular autosoportado que se activa de modo similar desde un sitio a distancia. Este es recomendable para pacientes con más de un diente lesionado que requiera extrusión.<sup>(18)</sup> Es muy importante que se incluyan un número adecuado de dientes en el anclaje y por segmentos asegurados para prevenir movimientos recíprocos indeseables.<sup>(25)</sup> Al ferulizar los dientes adyacentes se recomienda usar un arco de alambre fijado con resina que incluya los dientes que necesiten ser estabilizados y 1 o 2 dientes adicionales en cada lado para formar una unidad rígida múltiple, que absorberá el componente reactivo de la fuerza ligera aplicada para la extrusión, a la vez que se previenen los movimientos de inclinación de los otros dientes incluidos en la férula. Los aparatos fijos tienen la ventaja de que no dependen de la cooperación del paciente.<sup>(18)</sup>

En algunos casos de dientes severamente intruidos y especialmente en esos con fractura marcada de corona, el cementado de los aditamentos puede ser imposible, ya que la superficie de esmalte es inadecuada. Si se escoge un tratamiento de ortodoncia se debe realizar una gingivectomía local para exponer una pequeña porción de la corona y se debe

usar un aditamento pequeño. El tratamiento de ortodoncia en estos casos es característicamente corto, de 3 semanas a 5 meses.<sup>(18)</sup>

En cuanto a la retención, Chaushu y colaboradores, encontraron varias modalidades. El mismo aparato de ortodoncia fue dejado en posición 5 a 8 semanas después de la extrusión, de modo inactivo. Se recomienda el uso de un alambre fijo por 11 o 12 semanas, ya que el uso de un aparato removible como retenedor, no podría evitar la tendencia a la reintrusión. Otro método puede ser la continuación del tratamiento regular de ortodoncia inmediatamente después de la extrusión y de este modo, también se impide la reintrusión. Por último se reportó la sobreextrusión para permitir alguna recidiva, sin usar ningún retenedor.<sup>(18)</sup>

El problema estético que resulta del defecto óseo alveolar usualmente se asocia con casos de intrusión severa y frecuentemente requiere de la intervención periodontal. La anquilosis en estos casos severos ocurre en la etapa inicial luego del traumatismo. El reposicionamiento quirúrgico afecta el soporte tisular del diente intruido, incluyendo hueso alveolar y ligamento periodontal y posteriormente puede causar defectos

estéticos; además se asocia con alta incidencia de anquilosis, necrosis pulpar y formación de sacos periodontales.<sup>(66)</sup> Chaushu y colaboradores, sugieren que la extrusión ortodóncica temprana de los dientes lesionados puede disminuir el riesgo de pérdida de soporte óseo marginal.<sup>(18)</sup>

La resorción externa radicular, se ha reportado como complicación de lesiones intrusivas en 58% de los dientes con formación radicular incompleta y 70% de los dientes con formación completa radicular. Para reducir la aparición de éstas secuelas y minimizar el riesgo de que se produzca anquilosis, las fuerzas ortodóncicas deben ser usadas inmediatamente, lo que hace posible reposicionar el diente intruido junto con el aparato de soporte y también eliminar los puentes de hueso de la anquilosis que se empiezan a formar después del trauma. Este método funciona como una manera más biológica de reposicionar el diente y permite la realización del tratamiento de conducto temprano, previniendo la resorción inflamatoria. Algunas veces no es posible la movilización, lo que usualmente ocurre en dientes severamente intruidos y firmemente posicionados dentro del hueso alveolar, en donde las fuerzas ortodóncicas no pueden sobrepasar la resistencia mecánica. Esta fuerte adhesión entre el hueso y el cemento radicular aparentemente estimula el

desarrollo de la anquilosis y el pronóstico en estos casos es pobre. El uso inmediato de tracción ortodóncica extrusiva, asociada a luxaciones quirúrgicas leves, es sugerida en casos de intrusión severa, ya que hace más fácil el reposicionamiento de los dientes intruidos, permitiendo el pronto tratamiento endodóncico. Este es un tratamiento preventivo para manejar el inicio de una posible anquilosis.<sup>(66)</sup>

## **7.6- Dientes con Tratamiento de Endodoncia**

Malmgren y colaboradores en 1982, establecieron que los dientes con tratamiento de conducto realizado, sin signos existentes de resorción, pueden ser movidos sin que se produzca resorción radicular extensa.<sup>(69)</sup> Debe realizarse un cuidadoso monitoreo de estos dientes durante el tratamiento activo. Si existe un tratamiento de conducto en buen estado, éste no debe ser removido. Si la terapia pulpar es necesaria durante el curso del tratamiento activo de ortodoncia, se debe colocar una obturación provisional con hidróxido de calcio y mantenerla durante el movimiento de los dientes; esto actúa como un revestimiento protector. La obturación final del conducto con gutapercha no se debe realizar hasta que el movimiento dental haya sido completado.<sup>(2,64)</sup>

Muchos estudios coinciden en que al introducir el hidróxido de calcio dentro del conducto radicular es el cambio en el pH el que inhibe la resorción. El uso de antibióticos intrapulpares con corticoesteroides también ha demostrado detener la resorción apical.<sup>(21)</sup>

Cuando se produce la resorción radicular, la enzima anhidrasa carbónica, localizada en los bordes irregulares de la raíz en la región de los osteoclastos, produce ionización del hidrógeno y el ácido carbónico, que son un producto de la respiración celular. Los iones de hidrógeno acidifican el compartimiento confinado debajo del borde alrededor del tejido mineralizado por medio del bombeo de protones en el borde irregular de la membrana. Esta acidulación crea un medio reabsortivo que puede ser inhibido por la actividad del hidróxido de calcio. Se sugiere que con la reducción en la vascularidad producida por el procedimiento de la pulpectomía en adición a las aplicaciones repetidas de hidróxido de calcio, se puede crear un medio alcalino, que detenga la resorción apical de los incisivos durante el movimiento de ortodoncia.<sup>(21)</sup>

A pesar de que el tratamiento de endodoncia es la única medida preventiva que puede detener la resorción periapical

luego del movimiento de ortodoncia, no existe justificación para adoptar una política de realización de endodoncia profiláctica en todos los incisivos centrales superiores en los cuales será necesario realizar el tratamiento de ortodoncia, especialmente porque la complicación de la resorción apical no es predecible.<sup>(21)</sup>

Bajo circunstancias traumáticas, parece ser que el movimiento de ortodoncia en dientes con tratamiento de conducto puede producir resorción periapical por reemplazo más severamente que los dientes vitales. Sin embargo, esta suposición no está basada en evidencia estadística y los resultados son opuestos ya que son los dientes vitales los que presentan resorciones más severas con mayor frecuencia.<sup>(21)</sup>

### **7.7- Dientes con Resorción Radicular**

Una de las secuelas más frecuentes del daño al ligamento periodontal posterior al trauma, es la resorción radicular externa.<sup>(19)</sup> Para que ésta se produzca, es necesario que participen dos elementos, como lo son un elemento desencadenante y un estímulo que lo continúe. El mecanismo desencadenante es una superficie radicular privada de su capa



blástica protectora, por un daño causado en su capa cementoblástica. Para que la resorción continúe es necesario que coexista un estímulo adicional, como puede ser una infección o el movimiento de ortodoncia.<sup>(13)</sup>

Desde el punto de vista ortodóncico es importante determinar el tipo de resorción que presenta el diente que se va a mover.<sup>(19)</sup> En la denominada resorción de superficie, no se evidencian signos clínicos ni radiográficos y el manejo ortodóncico no implica ninguna consideración especial y pueden ser movidos ortodóncicamente con un pronóstico similar al de un diente sano.<sup>(13)</sup> Si la resorción es inflamatoria es indispensable el tratamiento endodóncico del diente y la ortodoncia se debe postergar hasta observar índices radiográficos de normalidad, 1 año después del traumatismo como mínimo. Estos dientes son más propensos a la resorción radicular durante el movimiento ortodóncico y aunque éste no está contraindicado se debe realizar con especial cuidado en el manejo de los niveles de fuerza aplicados. El control radiográfico bimestral constituye una frecuencia adecuada para realizar el diagnóstico precoz. Ante el menor signo de recidiva de una resorción previa, o la aparición de una nueva, la suspensión del tratamiento detendrá inmediatamente el proceso.<sup>(19)</sup>

Los dientes vitales con signos de resorción radicular previa al tratamiento de ortodoncia, aparentemente son más propensos a sufrir este efecto durante la terapia que los dientes no reabsorbidos.<sup>(13)</sup> Sin embargo, la resorción radicular no constituyen necesariamente una contraindicación para el tratamiento de ortodoncia posterior a una lesión traumática.<sup>(12)</sup>

Las fuerzas ligeras e interrumpidas pueden ayudar a prevenir la resorción excesiva. Períodos de descanso durante el movimiento dental pueden mejorar la reparación de las lagunas reabsorbidas. En el estudio realizado por Acar en 1999, se demostró que cuando se aplican fuerzas interrumpidas se afecta una menor porción de la superficie vestibular radicular y la afección apical también es menos severa que con la aplicación de fuerzas continuas. Además existe el beneficio de que las fuerzas interrumpidas son capaces de producir movimiento dental equivalente al obtenido con fuerzas continuas.<sup>(30)</sup> Proffit y Sellers en 1986, demostraron que fuerzas ligeras intrusivas aplicadas el 50% del tiempo produjeron la misma cantidad de movimiento intrusivo que las fuerzas continuas. Si las fuerzas interrumpidas producen la misma cantidad de movimiento que las fuerzas continuas, causando menor resorción radicular,<sup>(70)</sup> por lo que pueden ser una mejor opción para el tratamiento ortodóncico.<sup>(30)</sup>

Reducir las horas al día de la aplicación de fuerzas, parece retardar la actividad resorptiva. La reparación de una cavidad resorbida comienza cuando se termina de aplicar la fuerza ortodóncica o justo al reducirla a cierto nivel, y a pesar de que períodos de reposo de 12 horas son muy cortos para iniciar cualquier signo perceptible de reparación en las superficies radiculares, pueden ser útiles para retardar la actividad reabsorptiva a nivel celular ya que al parecer, la circulación mejora en los tejidos de soporte y también aumenta la proliferación celular.<sup>(30)</sup>

## **7.8- Dientes con Anquilosis**

La presencia de resorción por sustitución o anquilosis, constituye un problema especial, ya que estos dientes no pueden ser movidos por medio de fuerzas ortodóncicas,<sup>(12)</sup> Ésta, es una anomalía progresiva, y mientras más temprano se instale, más severas y profundas serán las consecuencias, por lo cual es necesario el diagnóstico y tratamiento temprano, ya que las maloclusiones asociadas con ésta también empeoran progresivamente.<sup>(22)</sup> Desafortunadamente los dientes anquilosados son descubiertos frecuentemente luego de que se ha iniciado el tratamiento.<sup>(2)</sup>

Un factor que debe ser considerado en pacientes jóvenes es el hecho de que la anquilosis puede anclar al diente en su posición e interrumpir el crecimiento normal del proceso alveolar. El resultado es una infraoclusión marcada del diente lesionado, que contribuye al desarrollo de la maloclusión. En pacientes mayores un diente anquilosado puede mantenerse, ya que la vida promedio del diente puede variar de 10 a 20 años gracias a la lenta tasa de remodelado del hueso.<sup>(17)</sup>

Los dientes con resorción por sustitución o anquilosis no responden al tratamiento de ortodoncia y en consecuencia, no se indica.<sup>(12)</sup> La alineación no es posible con aparatos ya que la ausencia de ligamento periodontal imposibilita la remodelación y el resto de la dentición se puede intruir.<sup>(2,19)</sup> Por lo tanto existen cuatro alternativas posibles de tratamiento:<sup>(22)</sup>

- Reconstrucción de contactos artificiales proximales y oclusales: Cuando el proceso no se instala tempranamente, sino luego de que el diente ha alcanzado la madurez.<sup>(22)</sup>

- Lujación quirúrgica del diente anquilosado para romper el puente óseo de la anquilosis: Biederman refiere que Hemley en 1953 fue el primero en sugerir que la anquilosis se podría

corregir quirúrgicamente por luxación, rompiendo el puente óseo para permitir la continuación de la erupción normal. La técnica de luxación para liberar un diente permanente de la anquilosis, es casi idéntica a los pasos preliminares para una exodoncia. El diente debe sujetarse firmemente con el fórceps apropiado y movido buco lingualmente. En ocasiones se puede luxar mesio distalmente con el uso de elevadores cautelosamente. El objetivo principal es romper el puente óseo sin lesionar los vasos a nivel del ápice. Una vez que se ha roto el puente, continúa el proceso inflamatorio y se forma un tejido fibroso, que se vuelve coextensivo con la membrana periodontal, restaurando en efecto su continuidad. Al mismo tiempo se restaura la superficie ósea, haciendo posible la deposición y permitiendo al diente completar su erupción. Según Biederman en 1962, la respuesta a esta técnica de luxación, puede no ser inmediata. Si no se observan cambios aparentes luego de 6 meses, se debe repetir el procedimiento. Si la luxación no es exitosa en la segunda oportunidad, el diente debe ser extraído.<sup>(22)</sup>

- Exodoncia del diente anquilosado: Las indicaciones para este tratamiento serían la infección y la interferencia con la oclusión, potencial o inmediata.<sup>(22)</sup>

- Observación: Ocasionalmente el diente anquilosado, no debe extraerse si no, dejarse intacto. Si la anquilosis ocurre luego de alcanzar la madurez, no se inhibe el potencial de crecimiento y la extracción es innecesaria.<sup>(22)</sup>

El mantenimiento de estos dientes en el arco dental de un niño en crecimiento, depende fundamentalmente de la preservación de espacio y la posibilidad de que no detenga o dificulte el desarrollo del hueso alveolar.<sup>(12,19)</sup> Se debe decidir si se realizará la exodoncia o la extrusión quirúrgica,<sup>(2)</sup> ya que la exodoncia tardía puede ser causa de pérdida extensa de hueso debido a la infraoclusión.<sup>(12)</sup>

#### **7.9- Dientes con Obliteración del Conducto Radicular**

La disminución de la luz pulpar ocasionada por la formación progresiva de tejido duro es relativamente común después de una lesión por lujación. Es posible seguir radiográficamente la formación de tejido duro al tiempo que ésta asume varios patrones morfológicos. Puede haber crecimiento óseo dentro del conducto radicular o puede haber disminución de la luz pulpar debida a una excesiva e irregular formación de tejido duro. Estas formaciones se observan en dientes que han sido lujados o

reimplantados en una fase temprana del desarrollo radicular, el cual entonces, usualmente se detiene. En estos dientes, que rara vez se observan en la práctica clínica, no está indicado el tratamiento de endodoncia, ya que la distribución irregular del tejido duro en la pulpa impide la remoción mecánica de inclusiones de tejido blando, inflamado o necrótico y el tratamiento de ortodoncia, no implica ninguna consideración especial.<sup>(12)</sup>

## **8. MONITOREO DEL TRATAMIENTO DE ORTODONCIA EN DIENTES ANTERIORES PERMANENTES TRAUMATIZADOS**

Existen períodos de observación posteriores al traumatismo, reconocidos y recomendados antes de iniciar el tratamiento de ortodoncia; estas recomendaciones parecen ser las más acertadas en muchos casos aunque pocas están basadas en la evidencia (Tabla 1). Si se decide realizar el tratamiento de ortodoncia, se debe realizar monitoreo clínico y radiográfico regular. Es importante haber registrado los datos iniciales para poder realizar comparaciones.<sup>(2)</sup>

### **8.1- Monitoreo de la Vitalidad Pulpar**

El examen clínico que incluya pruebas de vitalidad, percusión y transiluminación, debe realizarse regularmente a lo largo del tratamiento; cada 3 meses. Cualquier cambio en la respuesta o apariencia debe registrarse y actuar si es necesario. Al medir la vitalidad pulpar se debe realizar un balance de cuatro signos: apariencia clínica, sensibilidad a la percusión, sensibilidad al frío y/o al calor, apariencia radiográfica.<sup>(2)</sup>

### **8.2- Monitoreo de la Resorción Radicular**

Esta condición, sólo se puede medir radiográficamente, por lo que las radiografías periapicales son una parte importante de los registros completos de ortodoncia antes del tratamiento. También son particularmente útiles para comparar la resorción radicular existente antes y después del tratamiento. Se debe considerar que las radiografías subestiman la resorción presente, por lo que se recomiendan:<sup>(2,12)</sup>

- Radiografías iniciales
- Se aconseja tomar la primera radiografía de control 3 ó 4 meses después del inicio del tratamiento



- Las radiografías periapicales de los incisivos deben ser tomadas al menos una vez al año luego de la colocación de los aditamentos <sup>(32)</sup>
- Durante el tratamiento activo de dientes previamente traumatizados o dientes que muestren signos de resorción radicular antes del tratamiento se deben repetir las radiografías cada 6 ó 9 meses <sup>(2)</sup>
- Si se observa daño, se recomienda realizar una pausa de 3 meses en el tratamiento, que puede reducir el riesgo de que ocurra mayor resorción. Si se observa resorción severa de más de un tercio de la longitud radicular, se deben reevaluar las metas del tratamiento. Si se decide recomenzar el tratamiento, se deben tomar radiografías cada 2 meses <sup>(2)</sup>

## **9. PRONÓSTICO DEL TRATAMIENTO DE ORTODONCIA EN DIENTES TRAUMATIZADOS**

Hoy en día se sabe muy poco acerca del pronóstico del tratamiento ortodóncico de dientes traumatizados. También existe falta de información sobre el riesgo de resorción radicular en cada tipo de traumatismo. Las observaciones empíricas indican que los dientes con lesiones de luxación leve o moderadas pueden ser movidos, corriendo un riesgo limitado de

que sufran resorción radicular si el tratamiento se realiza cuidadosamente. Es decir, usando fuerzas ligeras, evitando el contacto con el hueso cortical y en un tiempo corto. Después de una luxación severa, el movimiento del diente es más arriesgado. No obstante, si las metas del tratamiento son limitadas también puede indicarse la terapia ortodóncica.<sup>(12)</sup> El paciente y sus padres deben estar informados acerca de que la resorción radicular pueden ser una consecuencia de la terapia y que su incidencia es muy impredecible pero que el riesgo de que ésta ocurra aumenta en casos de dientes traumatizados.<sup>(32)</sup>

El pronóstico posterior a la extrusión ortodóncica de los dientes con fractura de corona y raíz, dependerá de la técnica utilizada. Es posible la recidiva de la extrusión ortodóncica, lo que puede indicar la necesidad de realizar la fibrotomía.<sup>(12)</sup>

Si la fractura radicular ha cicatrizado con un callo de tejido duro, es posible mover los dientes con fractura radicular. Estos dientes pueden ser considerados como lesionados sin fractura. Si los fragmentos están separados por tejido conjuntivo, es posible contar con una separación posterior y el diente debe ser evaluado en razón de la extensión del fragmento coronal. Puede

esperarse que la resorción radicular de este segmento alcance el mismo grado que en dientes lesionados sin fracturas.<sup>(12)</sup>

Cuando se establece el plan de tratamiento es esencial la combinación del pronóstico para los dientes traumatizados con el tratamiento para la maloclusión. En consecuencia el pronóstico general puede definirse de la siguiente manera:<sup>(12)</sup>

- Pronóstico favorable para los dientes traumatizados y la maloclusión. La técnica de tratamiento para la maloclusión no difiere del tratamiento ortodóncico en los pacientes que no presentan dientes lesionados.<sup>(12)</sup>

- Pronóstico favorable para el diente traumatizado y desfavorable para la maloclusión. El tratamiento de ortodoncia es complicado, por su prolongada duración o por la presencia de importantes problemas de anclaje. A menudo es necesario aceptar una meta limitada con el fin de no sobrecargar al diente traumatizado.<sup>(12)</sup>

- Pronóstico desfavorable para el diente traumatizado y pronóstico favorable para la maloclusión. Suele ser necesario extraer el diente traumatizado, pero puede usarse como mantenedor de espacio. El tratamiento ortodóncico tiene

pronóstico favorable y se pueden obtener resultados óptimos. Esto es cierto particularmente si la maloclusión está causada por hábitos y si éstos han cesado.<sup>(12)</sup>

- Pronóstico desfavorable para el diente traumatizado y pronóstico desfavorable para la maloclusión. El diente traumatizado a menudo debe ser extraído, pero también puede servir durante algún tiempo como mantenedor de espacio. Puede estar indicada la terapéutica protésica o el autotransplante de un premolar a la región del traumatismo. A veces el tratamiento seleccionado es el tratamiento de ortodoncia en combinación con la corrección quirúrgica.<sup>(12)</sup>

## **10. EFECTOS DEL TRATAMIENTO DE ORTODONCIA EN DIENTES TRAUMATIZADOS**

Se ha demostrado que muchos factores pueden estar asociados con la ocurrencia de daños destructivos en dientes traumatizados, incluyendo la naturaleza del traumatismo inicial, el tratamiento inicial y subsecuente. Al considerar el tratamiento ortodóncico, el clínico debe estar alerta acerca de los problemas y ser capaz de medir los riesgos a corto, mediano y largo plazo, además de conocer las posibles consecuencias de someter a

tratamiento dientes previamente traumatizados. Incluso, cuando el paciente es referido, es útil describir estos aspectos en la referencia e informar de manera exhaustiva al ortodoncista cuando se conoce historia de un traumatismo previo.<sup>(2)</sup>

Los riesgos de realizar tratamiento ortodóncico en casos de dientes previamente traumatizados incluyen la pérdida de vitalidad, calcificación pulpar y el riesgo de producir resorción radicular significativa.<sup>(2)</sup>

### **10.1- Necrosis Pulpar**

En un estudio realizado por Brin y colaboradores en 1991, 7.3% de los incisivos con historia de trauma sufrieron pérdida de vitalidad en comparación con 1.7% de incisivos no traumatizados sometidos a tratamiento de ortodoncia.<sup>(71)</sup>

### **10.2- Calcificación Pulpar**

Es poco común durante el tratamiento de ortodoncia. Parece no incrementarse la incidencia de calcificación pulpar en dientes traumatizados sometidos a tratamiento ortodóncico, a pesar de que la obliteración pulpar es ampliamente reconocida

como una complicación del trauma. La evidencia sugiere que cuando ha ocurrido obliteración del conducto en incisivos debido a traumatismos, el tratamiento ortodóncico no incrementa los riesgos de que se produzca necrosis pulpar.<sup>(2)</sup>

### **10.3- Resorción Radicular**

Como ya se ha discutido, la resorción radicular es un efecto secundario negativo del tratamiento de ortodoncia. Dientes sanos pueden demostrar signos de daño radicular durante el tratamiento de ortodoncia y existe evidencia que sugiere que estos posibles efectos adversos ocurren con mayor frecuencia en dientes traumatizados.<sup>(2)</sup>

## **11. TRATAMIENTO DE TRAUMATISMOS DURANTE EL MOVIMIENTO DENTAL ACTIVO**

Los riesgos de los dientes traumatizados durante el tratamiento de ortodoncia, son similares a los de un diente que ha sufrido un traumatismo previamente. Si un diente sufre alguna lesión durante el tratamiento, se recomienda detener el movimiento y establecer un período de reposo. Esto permitirá al diente y estructuras de soporte recuperarse antes de continuar

con la terapia. La duración de este período de reposo variará dependiendo del tipo de traumatismo (Tabla 1).<sup>(2)</sup>

En la mayoría de los casos de traumatismos leves, el paciente notificará lo sucedido en la cita siguiente programada. Los traumatismos más agudos pueden ser atendidos por el odontólogo general, el odontopediatra, el ortodoncista o el departamento de emergencia poco después del incidente. Es lógico que el ortodoncista realice monitoreo durante el tratamiento activo, ya que éste debe ver al paciente regularmente. Sin embargo, el ortodoncista debe informar al odontólogo general si el paciente ha sufrido algún traumatismo ya que este es el encargado de realizar el tratamiento del diente si fuera necesario. Debe existir buena relación y comunicación entre los profesionales para alcanzar mejores resultados.<sup>(2)</sup>

### **11.1- Tratamiento Inmediato**

Así como en cualquier tipo de traumatismo es importante establecer la historia y realizar un examen completo, documentando los hallazgos en la historia del paciente. Las radiografías deben tomarse si está clínicamente indicado. En la mayoría de los casos el traumatismo puede ser leve y no

desplazar al diente. El método de colocar un recubrimiento de hidróxido de calcio y restauración de resina sobre la dentina expuesta tan pronto como sea posible, parece mejorar el pronóstico a largo plazo para mantener la vitalidad pulpar. Si el paciente tiene colocado un aparato fijo, éste puede ser usado en el manejo del traumatismo y en ciertos casos los aditamentos pueden ayudar a mantener al diente traumatizado en boca. En estas circunstancias la colocación de un arco flexible ayuda a reposicionar los dientes que han sido desplazados. Una vez que se logre la estabilización, se debe establecer un período de observación consistente con el tipo de lesión que haya ocurrido, para permitir la recuperación de los tejidos de soporte. Se deben realizar de nuevo registros iniciales, incluyendo radiografías relevantes para permitir monitoreo posterior. Si ha ocurrido exposición pulpar de un diente por traumatismo y se decide realizar el tratamiento de conducto, o posteriormente el diente pierde la vitalidad, se recomienda colocar una obturación provisional con hidróxido de calcio hasta terminar los movimientos dentales. Ya se ha visto, que se puede inducir el cierre apical durante el tratamiento activo de ortodoncia. También se recomienda realizar monitoreo radiográfico durante el resto del tratamiento para evaluar la resorción radicular.<sup>(2)</sup>



## **11.2- Tratamiento a Largo Plazo**

Una vez completado el tratamiento de ortodoncia se puede realizar la restauración permanente de los dientes traumatizados con resina, corona o carillas. La obturación provisional del conducto con hidróxido de calcio se puede reemplazar por la restauración definitiva de gutapercha.<sup>(2)</sup>

## II. DISCUSIÓN

Los traumatismos dentales ocurren frecuentemente y los dientes más afectados son los incisivos centrales superiores.<sup>(2-7)</sup> Es de opinión general, que la protrusión de los incisivos y el cierre labial inadecuado son factores predisponentes para la ocurrencia de estas lesiones y estas 2 características dentofaciales se presentan con frecuencia en los pacientes con maloclusiones clase II división 1 de Angle, que requerirán tratamiento de ortodoncia.<sup>(2,4,6-8,12)</sup> D'escriván en 1980 encontró que este tipo de maloclusión ocupa el tercer lugar en la lista de maloclusiones según la frecuencia en Venezuela.<sup>(10)</sup>

Se han propuesto muchas clasificaciones para los traumatismos dentales, pero en la actualidad, con la finalidad de poder realizar mejor los trabajos de prevalencia y otras investigaciones, se sugiere el uso del sistema de clasificación adoptado por la Organización Mundial de la Salud en 1978, ya que incluye las lesiones de los dientes, los tejidos de sostén, la encía, la mucosa bucal y está basada en consideraciones anatómicas y terapéuticas.<sup>(1,3,11-14)</sup>

Es concordante entre los autores que las lesiones traumáticas dentales pueden provocar una serie de complicaciones como son los cambios de color de las coronas de los dientes, la necrosis pulpar, la obliteración del conducto radicular, la resorción radicular y la pérdida de soporte óseo marginal.<sup>(5,7,12,15,17-19,24-25,63-64,66,68)</sup> El correcto diagnóstico, tratamiento y seguimiento de estos accidentes, permiten disminuir la frecuencia en que se presentan dichos efectos negativos del traumatismo dental.

Existen ciertas características inherentes al paciente, que también podrían favorecer el pronóstico de los dientes lesionados, como por ejemplo, el grado del desarrollo radicular en el momento del accidente. Es de opinión unánime que cuando ocurre alguna agresión, los dientes inmaduros desarrollan necrosis pulpar con menor frecuencia que los dientes con completo cierre apical, lo que es especialmente cierto en casos de intrusiones de dientes completamente desarrollados en donde la pérdida de vitalidad puede ocurrir en la mayoría de los casos.<sup>(7-12-17)</sup> La anquilosis, también se produce más frecuentemente en casos de dientes lesionados con completa formación radicular.<sup>(23-24)</sup>

La resorción interna por sustitución, en cambio, se produce con mayor frecuencia cuando los dientes han sido lesionados antes del completo desarrollo radicular, al igual que la obliteración del conducto radicular,<sup>(12)</sup> y una complicación que se puede añadir en este último caso, es el desarrollo de necrosis pulpar,<sup>(12,16)</sup> lo que ocurre por lo general en dientes con obliteración total del conducto radicular. Cuando se superponen estas dos condiciones no es posible la realización del tratamiento de conducto, sin embargo, la baja frecuencia en que se presenta la necrosis pulpar secundaria, no justifica la extirpación profiláctica de la pulpa cuando se diagnostica la obliteración del conducto radicular.<sup>(12)</sup>

Los traumatismos dentales, también pueden producir resorciones radiculares, bien sea internas o externas. Según los autores consultados, esta condición puede ser controlada en muchos casos luego de la realización de una exitosa terapia endodóncica.<sup>(15,18,25)</sup>

El caso especial de la resorción radicular externa por sustitución, o mejor conocida como anquilosis, se ha asociado a dientes reimplantados <sup>(19)</sup> y a dientes que han sufrido lujaciones intrusivas.<sup>(25)</sup>

La pérdida de soporte óseo marginal, es también una secuela de las lesiones traumáticas dentales.<sup>(17-18,24-25,64)</sup>

En general, cuando se aplican fuerzas de ortodoncia para realizar movimientos dentales, a nivel histológico ocurren una serie de eventos que explican cómo el diente se puede desplazar a través del hueso, trasladando consigo todas las estructuras periodontales y manteniendo la integridad periodontal.<sup>(26-29)</sup>

En cuanto a la raíz del diente, durante este proceso de aplicación de fuerzas se puede producir la resorción de su estructura, como un efecto común del tratamiento de ortodoncia.<sup>(24,30-31)</sup> Los incisivos superiores, son los más susceptibles a sufrir este efecto.<sup>(21,31-32)</sup> Muchos factores se han asociado con la pérdida de estructura radicular que se produce durante el tratamiento de ortodoncia, sin embargo, el factor predictivo más importante parece ser la evidencia radiográfica de resorción radicular previa al movimiento dental, lo que además es especialmente cierto en los incisivos superiores.<sup>(32)</sup>

Brezniak y Wasserstein en 1993 realizaron una amplia e interesante revisión bibliográfica acerca de todos los factores

que podían estar relacionados con la producción de resorciones radiculares luego del tratamiento de ortodoncia y encontraron que, entre los factores que se han asociado de manera positiva con el fenómeno de la resorción radicular, se encuentran, la susceptibilidad individual, el componente genético, causas sistémicas, problemas endocrinológicos, la edad cronológica, la edad dental y el grado de formación radicular,<sup>(32,34-35)</sup> la resorción existente previa a la ortodoncia, hábitos parafuncionales, la morfología radicular, los traumatismos dentales, la arquitectura ósea, la vitalidad pulpar, la vulnerabilidad específica de cada tipo de diente, las terapias que involucran o no extracciones, el uso de elásticas, el carácter de la fuerza aplicada, la duración del tratamiento, la resorción radicular que ocurre durante el tratamiento y la pérdida de cresta ósea.<sup>(32)</sup>

Brezniak y Wasserstein<sup>32</sup> encontraron que, el procedimiento de inducción al cierre apical,<sup>(21,38-39)</sup> la clasificación de la maloclusión, el trauma oclusal,<sup>(36)</sup> el uso de imanes, la extensión del movimiento, la resorción adicional luego de culminar los movimientos y la pérdida de vitalidad pulpar no han sido asociados con la ocurrencia de la resorción radicular.<sup>(32)</sup>

En el mismo trabajo de Brezniak y Wasserstein se presentaron ciertos factores controversiales al comparar las opiniones de los diferentes autores en cuanto a su asociación con la resorción radicular durante el tratamiento de ortodoncia, y que se refieren a continuación.<sup>(32)</sup>

Becks en 1936, citado por Brezniak, encontró asociación positiva entre la deficiencia de vitamina D y calcio en animales y la resorción radicular,<sup>(32)</sup> pero Linge y colaboradores en 1983, demostraron que la nutrición, no es un factor principal para el desarrollo de la misma.<sup>(33)</sup>

A pesar de que no se ha demostrado correlación entre el género y la resorción radicular, Newman en 1975 encontró que las mujeres son más susceptibles.<sup>(32-36)</sup>

No existe acuerdo entre los autores en cuanto a la reabsorción radicular en dientes con tratamiento de conducto,<sup>(2,21,32,40-43)</sup> y el hecho es que, todos los dientes que son sometidos a tratamiento de ortodoncia pueden sufrir resorción radicular apical en mayor o menor grado. Spurrier y colaboradores en 1999 establecieron que la diferencia clínica entre la cantidad de resorción de dientes tratados o no con

endodoncia, es poco significativa, por lo que las consideraciones para realizar movimientos en ambos pueden ser las mismas, y también se pueden esperar resultados similares.<sup>(43)</sup>

Ciertos factores asociados al uso de aparatos fijos o removibles pueden influenciar la ocurrencia de la resorción radicular, así como el tipo y duración de las fuerzas aplicadas por medio del uso de aparatos.<sup>(27)</sup> En vista de la variedad de criterios que se encuentran en la literatura,<sup>(32-33,44-45)</sup> está claro, que cada tipo de aparatología, debe usarse en los casos en los que estén indicados. Por ejemplo, los aparatos removibles son útiles para realizar movimientos de inclinación incontrolada, y los fijos, en los casos en los que se requiera mayor control del movimiento radicular. Lo importante, debe ser la vigilancia de las fuerzas que se apliquen evitando las fuerzas pesadas de larga duración en el caso de los aparatos fijos, y en el caso de los removibles, evitar la sobreactivación de los mismos, para disminuir las cargas que se transmiten al ligamento periodontal cada vez que el aparato es introducido en la boca.

No existen criterios uniformes en cuanto a si las fuerzas del retratamiento producen o no mayor resorción radicular.<sup>(32)</sup>



Cuando se aplican fuerzas de ortodoncia suele haber aumento de las fibras colágenas en el tejido pulpar y disminución de la concentración celular. A pesar de que la calcificación pulpar en los pacientes de ortodoncia ocurre con poca frecuencia,<sup>(2,49)</sup> la pulpa puede reaccionar ante la aplicación de fuerzas con la producción de dentina reparadora, que eventualmente podría obliterar el conducto radicular. En estos casos, no es necesario ningún tratamiento, a menos que se desarrolle alguna evidencia de patología pulpar.<sup>(12,16,50)</sup>

En cuanto al tipo de fuerzas que se deben aplicar para lograr los movimientos dentales, si se usan aparatos fijos, las fuerzas interrumpidas parecen producir respuestas tisulares más fisiológicas, que las fuerzas continuas o de larga duración.<sup>(27)</sup>

La acción intermitente de los aparatos removibles produce menor compresión y períodos de hialinización más breves. Durante los períodos de descanso, cuando el aparato es retirado de la boca, los dientes regresan a su posición, manteniéndose funcionales la mayor parte del tratamiento, razón por la cual, las fibras periodontales conservarán una disposición funcional.<sup>(27)</sup>

Se prefiere el uso de fuerzas ligeras, por debajo de los 25 gramos/centímetros<sup>2</sup>, ya que producen resorción ósea frontal, estimulando la actividad celular necesaria para la remodelación ósea sin producir excesiva compresión.<sup>(26,29-30,32)</sup> Además, éstas pueden producir movimiento similar que cuando se aplican fuerzas de mayor intensidad. Es recomendable realizar el movimiento de dientes anterosuperiores aplicando fuerzas óptimas entre los 50 y 75 gramos.<sup>(27)</sup>

Existen diferentes tipos de movimientos dentales y la respuesta histológica puede variar de acuerdo a cada uno de ellos. El movimiento de inclinación ha sido considerado como uno de los más seguros y biológicos,<sup>(27)</sup> sin embargo, las fuerzas compresivas concentradas en el ápice, pueden aumentar el riesgo de que ocurra resorción radicular apical,<sup>(52)</sup> por lo que se recomienda el uso de fuerzas ligeras para realizar este movimiento.<sup>(54)</sup> Se debe tener en cuenta de que a pesar de que se apliquen fuerzas ligeras, un movimiento prolongado de este tipo, también podría inducir la resorción radicular apical.<sup>(27)</sup> Para poder producir un movimiento de torque, debe ocurrir resorción ósea considerable, por lo cual este movimiento se lleva a cabo en largos periodos de tiempo.<sup>(26)</sup> Las raíces de los dientes no suelen ser perfectamente redondas y cuando los dientes son

rotados, se forman áreas de presión y tensión en diversas porciones de la misma, siendo necesarias fuerzas que pueden ser iguales que para los movimientos de inclinación.<sup>(55-56)</sup> En la traslación, la fuerza se distribuye sobre zonas relativamente extensas de la pared del hueso alveolar, por lo que causa más alteraciones reales en los tejidos de soporte que los movimientos de inclinación, extrusión o intrusión, pero sin embargo, el estrés se distribuye a lo largo de las raíces, no se concentra en el ápice, como en la inclinación, y en consecuencia el riesgo de resorción radicular debido al movimiento en masa puede ser menor. Se debe tener en cuenta que es un método favorable de desplazamiento, siempre que la fuerza no exceda cierto límite y como en otros tipos de movimiento dental, es preferible que la fuerza inicial aplicada sea ligera.<sup>(27,32,52,54)</sup> La fuerza intrusiva es probablemente el movimiento que más afecta a las raíces involucradas actuando como posible causa de la resorción radicular, por lo que para lograrla, se debe controlar minuciosamente la magnitud de las fuerzas, que deben ser de poca intensidad, ya que se concentran en una zona muy pequeña del ápice dental.<sup>(31-32-55)</sup> Los movimientos de extrusión, generan zonas de tensión, el hueso adyacente no debe reabsorberse y por lo tanto es un movimiento más fácil de lograr.<sup>(56)</sup>

La combinación del traumatismo dental con el tratamiento de ortodoncia, hace que los dientes sean más propensos a sufrir complicaciones.<sup>(2,6,32)</sup>

Parece existir consenso en la literatura, acerca de que la protrusión dental y la cobertura labial inadecuada son factores predisponentes para la ocurrencia del traumatismo, especialmente en aquellos pacientes con perfil convexo y maloclusión clase II división 1 de Angle,<sup>(2,5-8,12,19,37,49,57,59)</sup> es por ello que se considera importante el tratamiento preventivo o temprano de estas alteraciones como un medio para disminuir la frecuencia de los traumatismos a los incisivos superiores. Es necesario evaluar la edad dental, y una vez que se diagnostique la maloclusión, se debe iniciar el tratamiento, tan pronto como lo permita el grado de desarrollo radicular de los dientes que deben moverse. Es importante aclarar, que la aplicación de fuerzas en dientes con poco desarrollo radicular pueden producir alteraciones como la dilaceración o la detención del desarrollo radicular.<sup>(32)</sup> Sin embargo, los dientes cuyas raíces están desarrolladas, pero que conservan el ápice abierto son menos susceptibles a la resorción radicular que aquellos con completo cierre apical, cuando se les aplican fuerzas de ortodoncia. Es posible que esta etapa de la dentición coincida en muchos casos

con la edad pico de incidencia de los traumatismos, que ocurren alrededor de los 11 años de edad.<sup>(6,32,37)</sup> Si la meta que se desea alcanzar es la prevención de los traumatismos por medio de la corrección de maloclusiones, y a la vez evitar los efectos adversos de la aplicación de fuerzas de ortodoncia en dientes muy jóvenes, la mejor opción es la aplicación temprana de medidas preventivas e interceptivas efectivas, que posteriormente disminuirán en gran medida la necesidad de realizar de tratamientos más complejos.<sup>(10,37)</sup>

Para la planificación del tratamiento de ortodoncia de dientes traumatizados se debe tener en cuenta que puede ocurrir pérdida de vitalidad, calcificación pulpar, y que el riesgo de que ocurra resorción radicular puede estar incrementado.<sup>(2)</sup> Es importante involucrar a todos los especialistas que participarán a lo largo del tratamiento, entre los cuales se encuentran, el odontopediatra, el ortodoncista, el endodoncista, el cirujano y el periodoncista, según los requerimientos de cada caso en particular.<sup>(12)</sup> Esto ampliará las perspectivas acerca de la evaluación del caso y permitirá establecer un balance riesgo beneficio acertado de las opciones de tratamiento.

Los registros clínicos y radiográficos deben ser lo más completos y deben incluir recomendaciones acerca de las posibles consecuencias de realizar un tratamiento al diente en riesgo. Los pacientes y los padres deben ser advertidos acerca de la posibilidad de que ocurra resorción radicular o pérdida de vitalidad durante el movimiento dental activo.<sup>(2)</sup>

Antes de comenzar el tratamiento, se deben evaluar las corticales óseas,<sup>(12)</sup> los dientes traumatizados que muestren alguna evidencia clínica o radiográfica de necrosis,<sup>(2)</sup> y el contorno radicular.<sup>(12)</sup>

Es importante mantener ciertos períodos de observación antes de aplicar fuerzas a dientes que han sufrido traumatismos, los cuales se establecerán de acuerdo a la severidad de la lesión,<sup>(2-18)</sup>

La duración del tratamiento debe ser tan corta como sea posible, delimitando muy bien las metas del mismo.<sup>(12)</sup>

No existe evidencia que sugiera que los dientes movidos usando aparatos fijos sean más susceptibles a sufrir resorción radicular que los dientes inclinados usando aparatos removibles.

Sin embargo, el aparato removible es un método simple de inclinar los dientes usando fuerzas ligeras y deben ser usados cuando sea apropiado. Cuando es necesario realizar movimientos en masa y desrotar dientes, el aparato fijo es usualmente el único medio para lograr la alineación.<sup>(2)</sup> Se recomienda el uso de alambres en donde la intensidad de la fuerza aplicada pueda ser eficazmente controlada, así como los de níquel titanio.<sup>(27)</sup>

Mientras más severo el traumatismo inicial, existirá mayor daño posible a la circulación a nivel apical y en consecuencia, será mayor el riesgo de que se produzcan efectos negativos al aplicar fuerzas de ortodoncia.<sup>(2)</sup> De acuerdo al tipo de lesión sufrida con el traumatismo dental, se deben tener ciertas consideraciones al momento de realizar el movimiento de estos dientes.

Existen alternativas para la extracción de dientes con fractura de corona y raíz. Ya que la cirugía periodontal para el alargamiento de corona puede crear un problema estético, se recomienda la extrusión ortodóncica del segmento radicular y existen ciertas variaciones en este tratamiento dependiendo de la vitalidad pulpar y la formación radicular. Por lo general con

este procedimiento se obtienen condiciones periodontales estables.<sup>(12)</sup>

El tratamiento de ortodoncia de los dientes con fractura radicular depende del tipo de cicatrización que se produzca y de la localización de la fractura.<sup>(12,19)</sup>

El movimiento de ortodoncia de los dientes reimplantados puede producir resorción radicular severa. Ya que las resorciones en estos casos suelen aparecer durante el primer año después de la lesión, si después de este periodo no se ha presentado ninguna complicación, es posible realizar el movimiento; teniendo presente que la resorción radicular progresiva se puede presentar de 5 a 10 años después del traumatismo dental.<sup>(12)</sup>

Hines en 1979,<sup>(65)</sup> reportó que los dientes lujados traumáticamente desarrollan más resorción radicular durante el tratamiento de ortodoncia que sus homólogos no lesionados, aunque empíricamente se ha encontrado que si el diente lesionado no presenta resorción radicular, puede ser desplazado con el mismo riesgo que un diente que no haya sufrido lesión alguna.<sup>(12,64)</sup> Si en estos casos se presenta la resorción



inflamatoria o por sustitución, es más probable de que sea como consecuencia de la lesión traumática y no por el movimiento en sí.<sup>(12)</sup>

Como consecuencia de un traumatismo que haya provocado la intrusión de un diente, se pueden producir severas complicaciones, así como necrosis pulpar, calcificación del conducto radicular y pérdida de soporte óseo marginal.<sup>(17-18,24-25,66)</sup> En estos casos se han descrito varias alternativas de tratamiento, así como el monitoreo de la reerupción,<sup>(17-66)</sup> dejar al diente reerupcionar solo y en los casos donde esto no ocurra aplicar las fuerzas extrusivas de ortodoncia.<sup>(67)</sup> También se han sugerido el reposicionamiento quirúrgico inmediato <sup>(24)</sup> y la tracción ortodónica inmediata,<sup>(12,17,24)</sup> Las complicaciones tempranas que pueden ocurrir luego de la intrusión, son la pérdida de vitalidad y la resorción radicular. Entre las complicaciones tardías se puede presentar la resorción radicular inflamatoria en dientes a los que inicialmente no se le haya realizado el tratamiento de conducto, y en aquellos que se hayan mantenido vitales se puede presentar la obliteración del conducto radicular. Se recomienda la extirpación de la pulpa como medida profiláctica inmediatamente después de intrusiones de dientes permanentes con ápices cerrados,<sup>(18)</sup> y de ser

necesario se debe realizar la cirugía periodontal para poder acceder al conducto.<sup>(66)</sup> En los dientes con intrusiones moderadas y ápices abiertos se puede postergar la decisión de realizar el tratamiento de conducto.<sup>(18-25)</sup> El uso de fuerzas ortodóncicas inmediatas disminuye el riesgo de resorción radicular, la pérdida de soporte óseo marginal y de que ocurra la anquilosis. Además permite la realización del tratamiento de conducto cuando se requiera con urgencia.<sup>(18)</sup>

Cuando un diente ha sido lujado verticalmente es probable que los dientes adyacentes hayan sido lesionados en algún grado. Debe evitarse incluirlos en el anclaje para la intrusión y más bien deben ser fijados. Para ello han sido descritas alternativas de aparatos fijos y removibles.<sup>(18)</sup>

Los dientes con tratamiento de conducto sin signos de resorción radicular, pueden ser movidos sin que se produzca resorción radicular extensa, siempre y cuando sean monitoreados durante el tratamiento activo de ortodoncia. Si existe un tratamiento de conducto en buen estado, éste no debe ser removido. Si la terapia pulpar es necesaria durante el tratamiento activo de ortodoncia, se debe colocar una obturación provisional con hidróxido de calcio y mantenerla durante el

movimiento. La obturación final con gutapercha no se debe realizar hasta que el movimiento dental haya sido completado.<sup>(2,64)</sup>

En los dientes con resorción radicular de superficie, el manejo ortodóncico no implica ninguna consideración especial. Si la resorción radicular es inflamatoria, es indispensable realizar el tratamiento de endodoncia y la ortodoncia se debe postergar hasta 1 año como mínimo después de que se evidencien signos radiográficos de normalidad. Estos dientes son más propensos a sufrir resorción radicular durante el tratamiento de ortodoncia, y aunque no se contraindica, se debe tener especial cuidado en el manejo de las fuerzas que se apliquen.<sup>(12)</sup> El control radiográfico bimestral es imprescindible durante el tratamiento y al observar el menor signo de recidiva de una resorción previa o de aparición de un nuevo foco resortivo, la suspensión del tratamiento detendrá el proceso inmediatamente.<sup>(19)</sup>

Los dientes anquilosados no pueden ser movidos con ortodoncia y por lo tanto, este procedimiento no se indica.<sup>(12,22)</sup> Cuando ocurre en pacientes jóvenes, puede interrumpir el proceso eruptivo e impedir el crecimiento normal del proceso alveolar, lo que producirá un defecto estético. Las alternativas de

tratamiento en estos casos son la reconstrucción de los contactos proximales y oclusales, la luxación quirúrgica, la exodoncia o la observación.<sup>(22)</sup> El mantenimiento de estos dientes en el arco dental de un niño, depende de la necesidad de preservar el espacio y el riesgo de que se detenga el desarrollo del hueso alveolar.<sup>(12,19)</sup>

El tratamiento de ortodoncia de los dientes con obliteración del conducto radicular, no amerita ninguna consideración especial.<sup>(2,12)</sup>

Durante el tratamiento de ortodoncia de los dientes traumatizados se debe realizar monitoreo regular de la vitalidad pulpar y de la resorción radicular.<sup>(2)</sup>

Si se realiza un diagnóstico acertado, y si se siguen las recomendaciones para el tratamiento en cada caso particular de dientes con lesiones traumáticas que deben ser movidos por medio de ortodoncia, el pronóstico puede ser establecido con bastante certeza y en todos los casos el paciente y sus padres deben estar informados acerca del mismo.<sup>(32)</sup>

Cuando se establece el plan de tratamiento es esencial la combinación del pronóstico de los dientes traumatizados con el tratamiento de la maloclusión para poder establecer el pronóstico general. En algunos casos el diente traumatizado no podrá salvarse, y en otros, las metas del tratamiento de ortodoncia deberán ser limitadas, en función de la protección del diente lesionado.<sup>(12)</sup>

Se debe tener presente, que los riesgos de realizar el tratamiento de ortodoncia en dientes previamente traumatizados, incluyen la pérdida de vitalidad, calcificación pulpar y el riesgo de que se produzca resorción radicular significativa.<sup>(2)</sup>

Los riesgos de los dientes traumatizados durante el tratamiento de ortodoncia son similares a los de un diente que ha sufrido un traumatismo previamente. Si un diente es lesionado durante el tratamiento de ortodoncia, se recomienda detener el movimiento y esperar los períodos que se recomiendan para la recuperación.<sup>(2)</sup> Si el paciente tiene colocado un aparato fijo, éste puede ser usado en el manejo del traumatismo y en ciertos casos los aditamentos pueden ayudar a mantener el diente lesionado en boca. En estas circunstancias se recomienda colocar una arco flexible y luego de que se logre la estabilización

establecer el período de observación. Una vez que el tratamiento de ortodoncia se reinicie y se culmine, se puede reemplazar la obturación provisional del conducto radicular por la restauración definitiva cuando sea el caso, para finalmente realizar las restauraciones permanentes correspondientes.<sup>(2)</sup>

### III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los incisivos superiores son los más susceptibles a sufrir los efectos de la resorción radicular que se produce como consecuencia del tratamiento de ortodoncia.
- Los dientes con resorción radicular previa, son más susceptibles a sufrir este efecto durante el tratamiento de ortodoncia. La aplicación de fuerzas ligeras e interrumpidas puede disminuir este riesgo, logrando movimientos equivalentes a los obtenidos con fuerzas continuas.
- El tratamiento debe realizarse en períodos cortos y con metas bien delimitadas.
- El valor de la fuerza óptima para el movimiento de dientes anterosuperiores es de 50 a 75 gramos. Los alambres de níquel titanio, pueden aportar fuerzas ligeras en el orden de 50 a 70 gramos, ideales para el tratamiento de los incisivos superiores.
- Los movimientos de los incisivos se deben realizar en la zona más amplia del hueso alveolar, evitando que las raíces entren en contacto con la cortical ósea.

- La combinación del traumatismo dental con el tratamiento de ortodoncia, hace que los dientes sean más propensos a sufrir complicaciones.
- La protrusión dental y la cobertura labial inadecuada son factores predisponentes para el traumatismo, especialmente en pacientes con perfil convexo y maloclusión clase II división 1 de Angle.
- Para prevenir los traumatismos dentales en el grupo de riesgo, por medio de la corrección de maloclusiones, sin que se produzcan los efectos negativos de la aplicación de fuerzas a dientes muy jóvenes, se deben aplicar medidas preventivas e interceptivas efectivas que posteriormente disminuyan la necesidad de realizar tratamientos más complejos.
- Es importante mantener los períodos de observación indicados, antes de aplicar fuerzas a los incisivos traumatizados, para permitir la recuperación adecuada de los tejidos.
- Mientras más severo el traumatismo inicial, existirá mayor daño a la circulación apical y en consecuencia, será mayor el riesgo de complicaciones al aplicar fuerzas de ortodoncia.



- Si existe un tratamiento de conducto en buen estado, no debe ser removido. Si la terapia pulpar es necesaria durante el tratamiento activo de ortodoncia, se debe colocar una obturación provisional con hidróxido de calcio y mantenerla durante el movimiento. La obturación final con gutapercha no se debe realizar hasta que el movimiento dental haya sido completado.
  
- En los dientes con resorción radicular de superficie, el manejo ortodóncico no implica ninguna consideración especial. Si la resorción radicular es inflamatoria, es indispensable realizar el tratamiento de endodoncia y la ortodoncia se debe postergar hasta 1 año como mínimo, después de que se evidencien signos radiográficos de normalidad.
  
- Durante el tratamiento de ortodoncia de los dientes traumatizados se debe realizar monitoreo regular de la vitalidad pulpar y de la resorción radicular.
  
- Si un diente es lesionado durante el tratamiento de ortodoncia, se recomienda detener el movimiento y esperar los períodos recomendados para la recuperación.

- Al momento de establecer el pronóstico, se debe tener en cuenta que en algunos casos el diente traumatizado no podrá salvarse, y en otros, las metas del tratamiento de ortodoncia deberán ser limitadas, en función de la protección del diente lesionado.

- En todos los casos el paciente y sus padres deben estar informados acerca de las posibles consecuencias de realizar el tratamiento de ortodoncia cuando han ocurrido traumatismos dentales.

- Debe establecerse un plan de tratamiento interdisciplinario coordinado antes de empezar la terapia definitiva e involucrar varias especialidades, así como la odontopediatría, ortodoncia, endodoncia, cirugía bucal y periodoncia.

## IV. ANEXOS

### Consideraciones generales y recomendaciones para el tratamiento de ortodoncia de dientes traumatizados

|                                     | CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS Y RADIOGRÁFICAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | PRONÓSTICO                                                                                                                                                                                                                                                                                           | DESARROLLO RADICULAR                                                                                                                                                           | RESORCIÓN RADICULAR                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OBLITERACIÓN DEL CONDUCTO RADICULAR | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Respuesta disminuida a las pruebas de vitalidad.<sup>(12)</sup></li> <li>-Cambio de color a amarillo.<sup>(12)</sup></li> <li>-Reducción gradual del tamaño del conducto radicular.<sup>(12)</sup></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Frecuente en dientes lesionados, con formación radicular incompleta.<sup>(12)</sup></li> </ul>                                         |                                                                                                                                                                                          |
| RESORCIÓN RADICULAR                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>-La resorción radicular interna es asintomática y puede evolucionar lenta o rápidamente. Clínicamente se puede observar una mancha rosada en la corona.<sup>(19)</sup></li> <li>-La radiografía es el método diagnóstico.<sup>(20)</sup></li> <li>-La resorción externa cervical se puede observar radiográficamente como una caries.<sup>(19)</sup></li> <li>-La resorción externa cervical puede o no observarse radiográficamente.<sup>(12-13)</sup></li> <li>-En la resorción externa inflamatoria se observa radiográficamente radiolucidez apical adyacente.<sup>(12)</sup></li> <li>-En la resorción interna inflamatoria se observa radiográficamente aumento de tamaño del conducto en forma oval.<sup>(19)</sup></li> <li>-En la reabsorción interna por sustitución se observa radiográficamente una imagen similar al trabeculado óseo dentro del conducto.<sup>(19)</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-El pronóstico del movimiento ortodóncico de dientes con resorción externa de superficie, es similar al de dientes sanos.<sup>(13)</sup></li> </ul>                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>-La resorción interna por sustitución ocurre con frecuencia en dientes permanentes jóvenes.<sup>(12)</sup></li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Los dientes vitales con signos de reabsorción más propensos a sufrir este efecto durante el tratamiento de ortodoncia.<sup>(12)</sup></li> </ul> |
| ANQUILOSIS                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Como respuesta a la percusión se escucha un sonido metálico típico.<sup>(12,17)</sup></li> <li>-Ausencia de movilidad fisiológica.<sup>(12,17)</sup></li> <li>-Radiográficamente se observa ausencia del espacio del ligamento periodontal y resorción radicular progresiva con reemplazo por hueso.<sup>(12,13,17)</sup></li> <li>-Radiográficamente se puede evidenciar desde los 2 meses hasta 5 años después de ocurrida la lesión.<sup>(25)</sup></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Es una condición progresiva y las maloclusiones asociadas con ésta, también empeoran progresivamente.<sup>(22)</sup></li> <li>-En pacientes adultos, estos dientes se pueden mantener, ya que la vida promedio es de 10 a 20 años.<sup>(17)</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Los dientes con completa formación radicular sufren anquilosis más frecuentemente que los dientes inmaduros.<sup>(23)</sup></li> </ul> |                                                                                                                                                                                          |

Continúa...

|                                     | NECROSIS                                                                                                                                                                                                      | TRATAMIENTO DE ORTODONCIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | OTRAS RECOMENDACIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OBLITERACIÓN DEL CONDUCTO RADICULAR | <p>-Puede ocurrir en dientes que se obliteran rápida y totalmente.<sup>(12)</sup></p> <p>-Ocurre de 13% a 16% luego de obliteración del conducto radicular como consecuencia de un trauma.<sup>(16)</sup></p> | <p>-No implica ninguna consideración especial para el tratamiento.<sup>(12)</sup></p> <p>-Es poco común durante el tratamiento de ortodoncia, y la incidencia no se incrementa incluso en casos de dientes traumatizados.<sup>(2)</sup></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>-El tratamiento de endodoncia no está indicado y la poca frecuencia de necrosis, no justifica la extirpación profiláctica de la pulpa.<sup>(12)</sup></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| RESORCIÓN RADICULAR                 | <p>-Se asocia con la resorción externa apical.<sup>(19)</sup></p>                                                                                                                                             | <p>-La resorción externa cervical se observa en dientes sometidos a movimientos excesivos.<sup>(19)</sup></p> <p>-La resorción externa superficial se asocia a aplicación de fuerzas continuas o excesivas.<sup>(12-13)</sup></p> <p>-El manejo ortodóncico no implica ninguna consideración especial.<sup>(13)</sup></p> <p>- No necesariamente contraindica el tratamiento de ortodoncia luego de una lesión.<sup>(12)</sup></p> <p>-Las fuerzas ligeras e interrumpidas la pueden prevenir.<sup>(30-70)</sup></p> <p>Reducir las horas de aplicación de fuerzas retarda la actividad resortiva.<sup>(30)</sup></p> | <p>-La resorción radicular se detiene en muchos casos luego de una exitosa terapia endodóncica.<sup>(15)</sup></p> <p>-La resorción externa inflamatoria debe tratarse a tiempo con la terapia endodóncica, para evitar que las bacterias penetren en la pulpa y se produzca la necrosis.<sup>(19)</sup></p> <p>-Es indispensable el control radiográfico bimestral durante el tratamiento de ortodoncia.<sup>(19)</sup></p> <p>Si se presenta la resorción radicular durante el tratamiento de ortodoncia, la suspensión del mismo, detendrá el proceso.<sup>(19)</sup></p>                                                                                                                                                                                 |
| ANQUILOSIS                          |                                                                                                                                                                                                               | <p>-Estos dientes no pueden ser movidos con fuerzas de ortodoncia, por lo que este tratamiento no está indicado.<sup>(12,22)</sup></p> <p>-La ausencia del ligamento periodontal imposibilita el remodelado óseo y el resto de la dentición se puede intruir si se intenta el tratamiento de ortodoncia.<sup>(2,19)</sup></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>-Se deben establecer tratamientos para interferir con el proceso, ya que es progresivo y las estructuras de origen conjuntivo pueden ser reemplazadas por hueso en su totalidad.<sup>(19,22)</sup></p> <p>-Cuando se afectan pequeñas áreas del ligamento periodontal el proceso puede revertirse luego de una exitosa terapia endodóncica.<sup>(19)</sup></p> <p>-Existen 4 alternativas de tratamiento: reconstrucción de contactos proximales y oclusales, lujación quirúrgica para romper el puente óseo, exodoncia u observación.<sup>(22)</sup></p> <p>-El mantenimiento de estos dientes en los niños depende de la necesidad de preservar el espacio y la posibilidad de que se detenga el desarrollo del proceso alveolar.<sup>(12,19)</sup></p> |

|                                                | CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS Y RADIOGRÁFICAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PRONÓSTICO                                                                                                                                                                                                                     | DESARROLLO RADICULAR                                                                                                                                                                                                                                       | OBLITERACIÓN DEL CONDUCTO                                                                                                                             |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FRACTURA DE CORONA Y FRACTURA DE CORONA Y RAIZ | <p>-En la fractura de corona se afecta el esmalte y la dentina, y puede ser complicada o no.<sup>(12)</sup></p> <p>-En la fractura de corona y raíz también se afecta el cemento y puede ser complicada o no.<sup>(12)</sup></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>-La extrusión ortodóncica de dientes con fractura de corona y raíz, conduce a condiciones periodontales estables.<sup>(12)</sup></p>                                                                                        | <p>-Con fractura de corona y raíz de dientes vitales con formación radicular incompleta, se debe realizar la pulpotomía antes de la extrusión ortodóncica y mantenerla hasta que se complete el desarrollo radicular.<sup>(12)</sup></p>                   |                                                                                                                                                       |
| FRACTURA RADICULAR                             | <p>-Con cicatrización por tejido calcificado, la movilidad es normal y la respuesta a la percusión está ligeramente disminuida. Radiográficamente se observa la línea de fractura y los bordes no son redondeados.<sup>(12)</sup></p> <p>-Con cicatrización por tejido conjuntivo hay respuesta débil a la percusión y la respuesta a las pruebas de vitalidad está dentro de los límites, el diente está firme o ligeramente móvil. Radiográficamente se observa el espacio del ligamento periodontal alrededor de ambos fragmentos, los bordes son redondeados y se observa la línea de fractura radiolúcida.<sup>(12)</sup></p> <p>-Con cicatrización por tejido óseo y conjuntivo la respuesta a las pruebas de vitalidad es normal, los dientes no están móviles y radiográficamente se observa un puente de hueso que separa los fragmentos con el espacio del ligamento periodontal rodeando a ambos fragmentos.<sup>(12)</sup></p> <p>-En ausencia de cicatrización hay sensibilidad a la percusión, los dientes están móviles, ligeramente extruidos y se puede presentar una fístula a nivel de la línea de fractura. Radiográficamente se puede observar una imagen radiolúcida asociada.<sup>(12)</sup></p> | <p>-El pronóstico es peor mientras más se acerca la línea de fractura a la corona.<sup>(63)</sup></p> <p>-En casos de fracturas cervicales, la raíz puede quedar acortada, pero el pronóstico es excelente.<sup>(19)</sup></p> | <p>-La cicatrización por tejido calcificado ocurre en dientes con formación radicular incompleta.<sup>(12)</sup></p> <p>-Los dientes que han sido sometidos a procedimientos de inducción al cierre apical se fracturan frecuentemente.<sup>(63)</sup></p> | <p>-Cuando ocurre cicatrización por tejido calcificado, la obliteración se limita a la región de la fractura y al segmento apical.<sup>(12)</sup></p> |
| NECROSIS PULPAR Y TRATAMIENTO DE ENDODONCIA    | <p>-Los dientes con necrosis pueden estar asintomáticos, o presentar dolor espontáneo, sensibilidad a la percusión y a la masticación. Pueden presentar ligera movilidad y estar opacos o con cambio de color de la corona a gris.<sup>(12)</sup></p> <p>- Se puede observar radiográficamente radiolucidez periapical de 2 a 3 semanas luego de la lesión y en otros casos puede ocurrir una necrosis estéril.<sup>(12)</sup></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                | <p>-La necrosis pulpar ocurre frecuentemente en dientes con ápices cerrados.<sup>(12,17)</sup></p>                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                       |

Continúa ...

|                                                | NECROSIS                                                                                                                                     | RESORCIÓN RADICULAR                                                                                                                                            | TRATAMIENTO DE ORTODONCIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | OTRAS RECOMENDACIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FRACTURA DE CORONA Y FRACTURA DE CORONA Y RAIZ | -Ocurre en 53% de las fracturas de corona no tratadas y en el 100% de las fracturas complicadas no tratadas. <sup>(5)</sup>                  | -La resorción interna ocurre en 2% de los casos. <sup>(12)</sup><br>-Es raro que se produzca la resorción externa durante la extrusión rápida. <sup>(12)</sup> | -Los dientes vitales deben extruirse lentamente de 2-3 mm en 4-8 meses, para proteger a la pulpa. <sup>(12)</sup><br>-Los dientes no vitales pueden extruirse rápidamente de 4-5 mm en 3 a 6 semanas, evitando el desplazamiento óseo coronal. <sup>(12)</sup><br>-Se puede producir recidiva, por lo que es necesario un período de retención de 6 meses aproximadamente o la realización de la fibrotomía. <sup>(12)</sup>                                                                                                                                                  | -Para el tratamiento de los dientes con fracturas de corona y raíz se sugiere la extrusión ortodóncica. <sup>(62)</sup><br>-El tratamiento de endodoncia se efectúa con anterioridad a la fase ortodóncica. <sup>(12)</sup><br>-Cuando ocurre el desplazamiento óseo coronal por la extrusión ortodóncica, el procedimiento debe acompañarse de cirugía periodontal. <sup>(12)</sup><br>-Luego de realizar la obturación definitiva del conducto se puede cementar un muñón artificial y restaurar definitivamente con una corona. <sup>(61)</sup><br>-La gingivectomía temprana aminora el riesgo de recidiva luego de la extrusión ortodóncica. <sup>(12)</sup> |
| FRACTURA RADICULAR                             | -Es una complicación que puede ocurrir en casos de ausencia de cicatrización en la porción coronal de la raíz fracturada. <sup>(12,63)</sup> |                                                                                                                                                                | -Con cicatrización por tejido calcificado, la unión se consolida y el movimiento es normal. <sup>(19)</sup><br>-Conteúdo conjunto, deben tratarse como dientes con raíz corta, de acuerdo a la longitud del segmento coronal. <sup>(12)</sup><br>-Las fracturas del tercio radicular tienen buen soporte periodontal, las del tercio medio representan un riesgo para el movimiento por el acortamiento adicional de la resorción radicular. <sup>(12)</sup><br>-En las fracturas cervicales el tratamiento es igual que para las fracturas de corona y raíz. <sup>(12)</sup> | -El movimiento ortodóncico de dientes con calcificación por tejido calcificado, debe ser mínimo y con fuerzas ligeras que no produzcan nuevas fracturas. <sup>(19)</sup><br>-Puede esperarse que la resorción del segmento coronal alcance el mismo grado que en dientes lesionados sin fracturas. <sup>(12)</sup><br>-En casos de fracturas cervicales, se recomienda la extrusión ortodóncica. <sup>(12)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                  |
| NECROSIS PULPAR Y TRATAMIENTO DE ENDODONCIA    |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                | -Los dientes con tratamiento de conducto sin signos de resorción, pueden ser movidos sin que se produzca resorción radicular extensa. <sup>(2,64)</sup><br>-Se puede inducir el cierre apical durante el tratamiento de ortodoncia activo. <sup>(2,39)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | -Los dientes con tratamiento de conducto deben monitorearse clínica y radiográficamente durante el tratamiento de ortodoncia. <sup>(2,64)</sup><br>-Si existe un tratamiento de conducto en buen estado, no debe ser removido. Si la terapia pulpar es necesaria durante el tratamiento de ortodoncia, se debe colocar una obturación provisional con hidróxido de calcio y la obturación definitiva con gutapercha, se realiza al finalizar el tratamiento. <sup>(2,64)</sup><br>-No se justifica la endodoncia profiláctica en incisivos que serán sometidos a ortodoncia, ya que la resorción radicular no es predecible. <sup>(21)</sup>                      |

|                                           | CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS Y RADIOGRÁFICAS                                                                                                                                                                                                                                                                                   | PRONÓSTICO                                                                    | NECROSIS PULPAR                                                                                                                                                                                                                                                                                               | DESARROLLO RADICULAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | RESORCIÓN RADICULAR                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SUBLUJACIÓN, LUJACIÓN LATERAL Y EXTRUSIVA | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Los dientes sublujados están móviles pero no desplazado. <sup>(12)</sup></li> <li>-Los dientes con luja lateral están desplazados en diferentes grados y direcciones. <sup>(12)</sup></li> <li>-La luja extrusiva desplaza al diente fuera del alvéolo. <sup>(12)</sup></li> </ul> |                                                                               | -Es una secuela frecuente de las lujaciones. <sup>(17)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Los dientes lujados con completa formación radicular se asocian a necrosis pulpar. <sup>(12)</sup></li> <li>-La obliteración del conducto radicular se observa en dientes lujados con formación radicular incompleta. <sup>(12)</sup></li> </ul>                                                                                                                                                                    | -La resorción externa cervical se observa en casos de dientes lujados. <sup>(19)</sup>                                                                                                                                                                                                       |
| INTRUSIÓN                                 | -El examen radiográfico debe ser minucioso, ya que se puede asociar con fractura radicular. <sup>(18)</sup>                                                                                                                                                                                                                | -En casos de intrusión severa, el pronóstico es desfavorable. <sup>(66)</sup> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Se asocia a daño severo pulpar. <sup>(17-18,24-25,66)</sup></li> <li>-Se puede diagnosticar hasta 2 años después de ocurrida la lesión. <sup>(18)</sup></li> <li>-Ocurre en todos los casos de intrusión de dientes con ápices cerrados. <sup>(7,17)</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-La necrosis se produce en dientes intruidos con ápices cerrados. <sup>(7-17)</sup></li> <li>-Aproximadamente la mitad de los dientes con ápices abiertos, se pueden mantener vitales en el tiempo. <sup>(18,25,68)</sup></li> <li>-Con formación radicular incompleta se puede presentar resorción radicular en 58% de los casos y con completa formación radicular en 70% de los casos. <sup>(66)</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-La resorción externa inflamatoria ocurre frecuentemente. <sup>(17)</sup></li> <li>-La resorción externa por sustitución es una secuela común que ocurre en casos severos en la etapa inicial después del trauma. <sup>(17-18,24,66)</sup></li> </ul> |
| REIMPLANTE                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | -La obliteración del conducto radicular se observa en dientes con formación radicular incompleta que han sido reimplantados. <sup>(12)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Se asocia con resorción externa cervical y por sustitución. <sup>(19)</sup></li> <li>-La anquilosis se inicia 2 semanas después del reimplante. <sup>(24)</sup></li> </ul>                                                                           |

Continúa ...

|                                 | OBLITERACIÓN DEL CONDUCTO                                                                                              | ALTERACIONES OSEAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | TRATAMIENTO DE ORTODONCIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | OTRAS RECOMENDACIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SUBLUJACIÓN LATERAL Y EXTRUSIVA | -Ocurre frecuente-mente y se puede observar cambio de color de la corona a amarillo. <sup>(12)</sup>                   | -El desplazamiento accidental del diente puede fracturar la tabla alveolar y se asocia a pérdida de hueso. <sup>(64)</sup><br>-La lujación extrusiva rara vez se asocia a fractura ósea alveolar. <sup>(64)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                        | -Dientes con lujaciones leves a moderadas, pueden desplazarse sin mayor riesgo de resorción radicular que dientes no lesionados. <sup>(12,64)</sup><br>-Se deben aplicar fuerzas ligeras, evitar el contacto de la raíz con el hueso cortical y en un tiempo corto. <sup>(12)</sup><br>-Con lujaciones severas el movimiento es más arriesgado. Si las metas ortodóncicas son limitadas, se puede realizar. <sup>(12)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | -Los dientes lujados que desarrollan resorción inflamatoria, deben tratarse endodóncicamente y observar si se ha detenido el proceso resoritivo antes de iniciar el movimiento dental. <sup>(12)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| INTRUSIÓN                       | -Es una posible complicación en los dientes que se mantienen vitales después de la lesión. <sup>(17-18,24-25,66)</sup> | -Se asocia a daño severo periodontal, fractura alveolar conminuta y pérdida de soporte óseo marginal. <sup>(18,24-25,66)</sup><br>-Ocurre en 31% de casos de dientes permanentes. <sup>(17)</sup><br>-La extrusión ortodóncica permite la remodelación del hueso y el periodonto. <sup>(24)</sup><br>-Puede impedir el crecimiento del proceso alveolar. <sup>(17)</sup><br>-La exodoncia tardía puede causar pérdida ósea extensa por la infraoclusión que se presenta. <sup>(12)</sup> | -La reposición ortodóncica se puede realizar en 2-3 semanas, permitiendo prevenir o tratar la resorción inflamatoria. <sup>(24)</sup><br>-En casos severos la ortodoncia tiene poco efecto, pudiendo causar movimientos indeseables de los dientes de anclaje. <sup>(18,24)</sup><br>-En casos severos con ápices cerrados la extrusión ortodóncica se debe iniciar inmediatamente, previniendo la anquilosis. <sup>(24,66)</sup><br>-Evitar el uso de dientes adyacentes en el anclaje porque pueden haber sido afectados. Éstos deben estabilizarse. <sup>(18)</sup><br>-La placa removible puede usarse para extraer 1 o 2 dientes con intrusión leve. <sup>(18)</sup><br>-Con precaución, se pueden usar los dientes del arco opuesto. <sup>(25)</sup><br>-En casos severos se puede usar un arco rígido fijo a bandas en los molares. <sup>(18)</sup><br>-Se deben fijar períodos de retención. <sup>(18)</sup> | -La reerupción espontánea es poco probable en la dentición permanente, especialmente en dientes con ápices cerrados. <sup>(17,66)</sup><br>-Se puede intentar la reerupción espontánea y cuando no ocurra, aplicar las fuerzas extrusivas. <sup>(25,67)</sup><br>-Se recomienda el uso de la extrusión ortodóncica, ya que la reposición quirúrgica inmediata causa pérdida ósea significativa. <sup>(17-18,24)</sup><br>-Con cirugía periodontal se puede lograr el acceso inmediato al conducto cuando se requiere prevenir o tratar la resorción radicular inflamatoria. También permite el cementado de los aditamentos. <sup>(17,18,25)</sup><br>-Los dientes severamente intruidos pueden ser movidos si antes son lujados quirúrgicamente. <sup>(24)</sup><br>-Puede ocurrir resorción radicular inflamatoria o anquilosis. <sup>(17)</sup><br>-Como medida profiláctica se puede colocar hidróxido de calcio en la primera cita y la obturación definitiva se realiza luego de 6 meses de seguimiento asintomático. <sup>(18,25,68)</sup> |
| REIMPLANTE                      |                                                                                                                        | -El desplazamiento accidental del diente puede fracturar la tabla alveolar y se asocia a pérdida de hueso. <sup>(64)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | -Con el tratamiento de ortodoncia se puede producir resorción radicular severa. <sup>(12)</sup><br>-Si después de un año no se ha producido resorción se puede realizar el movimiento dental. <sup>(14)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | -Se debe considerar que la resorción radicular progresiva se puede presentar de 5-10 años después del trauma. <sup>(12)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |



## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<sup>1</sup> Andreasen JO, Andreasen FM, Bakland LK, Flores MT. "Traumatic Dental Injuries. A Manual". Copenhagen: Munksgaard; 1999. 98 pp.

<sup>2</sup> Attack N. The orthodontic implications of traumatized upper incisor teeth. Dent Update. 1999; Dec, 26 (10): 432-7.

<sup>3</sup> Maestu C. "Prevalencia de los Traumatismos Dentales en la Consulta de Emergencia del Servicio de Post Grado de Odontología Infantil de la Facultad de Odontología de la Universidad Central de Venezuela, Período 1995 -2003". Trabajo Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela, Caracas, 2004. 85 p.

<sup>4</sup> Canacki V, Akgül N, Canacki C. Prevalence and handedness correlates of traumatic injuries to the permanent incisors in 13 – 17 year old adolescents in Erzurum, Turkey. Dent Traumatol. 2003; 19: 248-54.

<sup>5</sup> Al-Nazhan S, Andreasen J, Al-Bawardi S, Al-Rouq S. Evaluation of the effect of delayed management of traumatized permanent teeth. J Endod. 1995; Jul 21 (7): 391-3.

<sup>6</sup> Bauss O, Röhling J, Schwestka-Polly R. Prevalence of traumatic injuries to the permanent incisors in candidates for orthodontic treatment. Dent Traumatol. 2004; 20: 61-6.

<sup>7</sup> Soriano EP, Caldas AF, Góes PSA. Risk factors related to traumatic injuries in Brazilian Schoolchildren. Dent Traumatol. 2004; 20: 246-50.

<sup>8</sup> Brin I, Ben-Bassat Y, Heling I, Brezniak N. Profile of an orthodontic patient at risk of dental trauma. Endod Dent Traumatol. 2000; 16: 111-15.

<sup>9</sup> Proffit W, Ackerman J. Diagnóstico y plan de tratamiento en ortodoncia. En: Graber T, Vanarsdall R. Ortodoncia, Principios generales y técnicas. Editorial Panamericana, 2° ed. Argentina, 1999: 939 p.

<sup>10</sup> D'escriván L. Características de la oclusión de 3.630 escolares del área metropolitana de Caracas. Acta Odontológica Venezolana. 1980. 27: 237-63.

<sup>11</sup> Fried I, Erickson P, Schwartz S, Keenan K. Subluxation injuries of maxillary primary anterior teeth: epidemiology and prognosis of 207 traumatized teeth. Ped Dent. 1996; 18 (2):145-51.

<sup>12</sup> Andreasen J. "Lesiones Traumáticas de los Dientes" Editorial Labor, 3° ed. Barcelona, 1984: 478 p.

<sup>13</sup> García C, Mendoza A. Traumatología Oral en Odontopediatría. Diagnóstico y tratamiento Integral. Editorial Ergón. Madrid, 2003: 339 p.

<sup>14</sup> Andreasen JO, Andreasen FM. Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth. Munksgaard, 3<sup>rd</sup> ed. Copenhagen, 1994: 771 p.

<sup>15</sup> Bayirli G. Traumatized Maxillary incisors. Case report. J Endod. 1975; Apr, 1 (4): 151-2.

- <sup>16</sup> Jacobsen I, Kerekes K. Long Term prognosis of traumatized permanent anterior teeth showing calcifying processes in the pulp cavity. Scand J Dent Res. 1977; 85: 588-98.
- <sup>17</sup> Chan A, Cheung G, Ho M. Different treatment outcomes of two intruded permanent incisors – a case report. Dent Traumatol. 2001; 17: 275-80.
- <sup>18</sup> Chaushu S, Shapira J, Heling I, Becker A. Emergency orthodontic treatment after the traumatic intrusive luxation of maxillary incisors. Am J Orthod and Dentofac Orthop. 2004; (12):162-72.
- <sup>19</sup> Basrani E, Nallo R, Ritacco E. Traumatología dentaria en niños y adolescentes. Editorial Amolca. 2001: 264 p.
- <sup>20</sup> Chapnick L. External root resorption: An experimental radiographic evaluation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1989; 67: 578-82.
- <sup>21</sup> Bender B, Byers M, Mori K. Periapical replacement resorption of permanent, vital endodontically treated incisors after

orthodontic movement: report of two cases. J Endod. 1997; Dec, 23 (12):768-73.

<sup>22</sup> Biederman W. Etiology and treatment of tooth ankylosis. Am J Orthod. 1962; Sept, 48 (9): 670-84.

<sup>23</sup> Skieller V. The prognosis for young teeth loosened after mechanical injuries. Acta Odontol Scand. 1960; 8: 171-81.

<sup>24</sup> Turley P, Crawford L, Carrington K. Traumatically intruded teeth. Angle Orthod. 1987; 57 Jul (3): 234-44.

<sup>25</sup> Crespi P. Intrusive injuries to the dentition. N Y State Dent J. 1992; Feb; 58 (2): 35-8.

<sup>26</sup> Goldman H, Gianelly A. Histology of tooth movement. Dent Clin North Am. 1972; Jul 16 (3):439-48.

<sup>27</sup> Reitan K, Rygh P. Principios y reacciones biomecánicas. En Graber T, Vanarsdall R. Ortodoncia, Principios generales y técnicas. Editorial Panamericana, 2° ed. Argentina, 1999: 939 p.

<sup>28</sup> Canut J. Ortodoncia clínica y terapéutica. Editorial Masson, 2º ed. Barcelona, 2004: 1- 279 pp.

<sup>29</sup> Proffit W. Ortodoncia contemporánea. Editorial Harcourt, 3º ed. Barcelona, 2001: 629 p.

<sup>30</sup> Acar A, Canyürek U, Kocaaga M, Erverdi N. Continuous vs. discontinuous force application and root resorption. Angle Orthod. 1999; Apr, 69 (2): 159-63.

<sup>31</sup> Costopoulos G, Nanda R. An evaluation of root resorption incident to orthodontic intrusion. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1996; May, 109 (5): 543-8.

<sup>32</sup> Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment: Part 2. Literature review. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1993; 103: 138-46.

<sup>33</sup> Linge B, Linge L. Apical root resorption in upper anterior teeth. Eur J Orthod. 1983; 5: 173-183.

<sup>34</sup> Mavragani M, Boe O, Wisthand P, Selving A. Changes in root length during orthodontic treatment: advantages for immature teeth. *Eur J Orthod.* 2002; 24: 91-7.

<sup>35</sup> Rosemberg M. An evaluation of the incidence and amount of apical root resorption and dilaceration occurring in orthodontically treated teeth having completely formed roots at the beginning of Begg treatment. *Am J Orthod.* 1972; 61: 524-25.

<sup>36</sup> Newman W. Possible etiologic factors in external root resorption. *Am J Orthod.* 1975; 67: 522-39.

<sup>37</sup> Eichenbaum I. A correlation of traumatized anterior teeth to occlusion. *J Dent Child.* 1963. 27: 237-63.

<sup>38</sup> Fava L. Apex formation during orthodontic treatment in an adult patient: report of a case. *Int Endod J.* 1999; 32: 321-7.

<sup>39</sup> Anthony D. Apexification during active orthodontic movement. *J Endod.* 1986; 12: 419-21.

<sup>40</sup> Wickwire N, Mc Neil M, Norton L, Duell R. The effects of tooth movement upon endodontically treated teeth. Angle Orthod. 1974; 44: 235-42.

<sup>41</sup> Remington D, Joondeph D, Artun J, Riedel R. Long term evaluation of root resorption occurring during orthodontic treatment. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1989; 96: 43-6.

<sup>42</sup> Hunter M, Hunter B, Kingdon A, Addy M, Dummer P, Shaw W. Traumatic injury to maxillary incisor teeth in a group of South Wales school children. Endod Dent Traumatol. 1990; 6: 260-264.

<sup>43</sup> Spurrier S, Hall S, Joondeph D, Shapiro P, Riedel R. A comparison of apical root resorption during orthodontic treatment in endodontically treated and vital teeth. Am J Orthod and Dent Orthop. 1999; 97:130-4.

<sup>44</sup> Ketcham A. A preliminary report of an investigation of apical resorption of permanent teeth. Int J Orthod. 1927; 13: 97-127.



<sup>45</sup> Stuteville O. Injuries caused by orthodontic forces and the ultimate result of these injuries. *Am J Orthod Oral Surg.* 1938; 24: 103-16.

<sup>46</sup> Reitan K. Initial tissue behavior during apical root resorption. *Angle Orthod.* 1974; 44: 68-82.

<sup>47</sup> Sharpe W, Reed B, Subtelny J, Polson A. Orthodontic relapse, apical resorption, and crestal alveolar bone levels. *Am J Orthod.* 1987; 91: 252-8.

<sup>48</sup> Kalkwarf K, Krejci R, Pao Y. Effect of apical root resorption on periodontal support. *J Prosthet Dent.* 1986; 56: 317-9.

<sup>49</sup> Delivanis H, Sauer G. Incidence of canal calcification in the orthodontic patient. *Am J Orthod.* 1982; Jul, 82 (1): 58-61.

<sup>50</sup> Anstending H, Kronman J. A histological study of pulpal reaction to orthodontic tooth movement in dogs. *Angle Orthod.* 1972; 42: 50-5.

<sup>51</sup> Burstone C. Aplicación de la bioingeniería a la ortodoncia. En: Graber T, Vanarsdall R. Ortodoncia, Principios generales y técnicas. Editorial Panamericana, 2° ed. Argentina, 1999: 939 p.

<sup>52</sup> Moyers R. Manual de Ortodoncia. Editorial Médica Panamericana, 4° ed. Argentina, 1992: 209-210 p.

<sup>53</sup> Nanda L. Biomecánica en Ortodoncia Clínica. Editorial Panamericana, 2° ed. Buenos Aires, 1998: 245 p.

<sup>54</sup> Moyers R, Bauer J. The periodontal response to various tooth movements. Am J Orthod. 1950; Aug 36 (8): 572-80.

<sup>55</sup> Proffitt, W. Ortodoncia teoría y práctica. 2° ed. Mosby, Copenhaguen. 1996: 456 p.

<sup>56</sup> Gianelly A, Goldman H. Biologics Basis of Orthodontics. Editorial Lea and Febiger. London, 1971: 25-215 p.

<sup>57</sup> Ben-Bassat Y, Brin I, Brezniak N. Can maxillary incisor trauma be predicted from cephalometric measurements? Am J Orthod Dentofac Orthop. 2001 Aug; 120 (2): 186-9.

<sup>58</sup> Järvinen S. Traumatic injuries to upper permanent incisors related to age and incisal overjet. *Acta Odontol Scand.* 1979; 37: 335-8.

<sup>59</sup> Brin I, Ben-Bassat, Y, Fucks, A, Zilberman, Y. Trauma to the primary incisors and its effect on the permanent successors. *Pediatric Dent.* 1984; 6 (2): 78-82.

<sup>60</sup> Ellis R. "Clasificación y Tratamiento de los Traumatismos de los Dientes en Niños" Editorial Junin. Argentina, 1970; 199 p.

<sup>61</sup> Delivanis P, Delivanis H, Kuftinec M. Endodontic-orthodontic management of fractured anterior teeth. *J Am Dent Assoc.* 1978; 97: 483-5.

<sup>62</sup> Heithersay G. Anterior subgingival fractures: a review of treatment alternatives. *Aust Dent J.* 1982; 27 (6): 368-76.

<sup>63</sup> Ruiz P, Morante M. Aspectos clínicos y terapéuticos de las fracturas radicales horizontales. *Endod.* 1998; Jul-Sep 16 (3): 132-45.

<sup>64</sup> Caliskan M, Cinsar A, Turkun M, Akkemik O. Delayed endodontic and orthodontic treatment of cross-bite occurring after luxation injury in permanent incisor teeth. *Endod Dent Traumatol.* 1997; 13: 292-6.

<sup>65</sup> Hines F. A radiographic evaluation of the response of previously avulsed teeth and partially avulsed teeth to orthodontic movement. *Am J Orthod.* 1979; Jan, 75 (1): 1-19.

<sup>66</sup> Calasans-Maia J, Calasans-Maia M, Matta E, Ruellas A. Orthodontic movement in traumatically intruded teeth: a case report. *Dent Traumatol.* 2003; 19: 292-5.

<sup>67</sup> Taintor J, Bonness P, Biesterfeld R. The intruded tooth. *Dent Surv.* 1977; 55: 30-4.

<sup>68</sup> Andreasen F, Pedersen B. Prognosis of luxated permanent teeth – the development of pulp necrosis. *Endod Dent Traumatol.* 1985; 1: 207-20.

<sup>69</sup> Malmgren O, Hill C, Lundberg M. Root resorption after orthodontic treatment of traumatized teeth. *Am J Orthod.* 1982; Dec, 82 (6): 487-91.

<sup>70</sup> Proffit W, Sellers K. The effect of intermittent forces on eruption of the rabbit incisor. J Dent Res. 1986; 65: 118-22.

<sup>71</sup> Brin I, Ben-Bassat Y, Heling I, Engelberg E. The influence of orthodontic treatment on previously traumatized permanent incisors. Eur J Orthod. 1991; 13: 372-7.