

## ARTÍCULO DE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### DISTRACCIÓN TISULAR GUIADA: ASPECTOS BIOLÓGICOS Y CLÍNICOS.

David Francisco Gómez<sup>1</sup>, Juan Fernando Aristizábal<sup>2</sup>

La siguiente revisión pretende hacer una sinopsis de un tema de gran actualidad como lo es la Distracción Osteogénica. Sin embargo, con base en la literatura revisada, se propone cambiar el nombre del procedimiento por el de Distracción Tisular Guiada (DTG), ya que el término de Distracción Osteogénica, hace referencia a lo que está sucediendo en uno solo de los tejidos involucrados, el hueso, cuando en realidad la terapia compromete a todos los tejidos vecinos, esto es, intersticio, matriz extracelular, tejido conectivo y tejido muscular, así como a las estructuras asociadas tales como los ligamentos y articulaciones de la zona. Además, los resultados esperados dependen de los vectores de distracción dispuestos por el clínico y de la intervención de quien active los dispositivos, lo cual hace que sea un procedimiento dirigido.

La primera parte de la revisión hace referencia a la historia del procedimiento y pone de manifiesto los aspectos biológicos del mismo. En la segunda parte se abordan las indicaciones específicas, la descripción de algunas de las técnicas, así como los resultados clínicos de los estudios y las conclusiones actuales y perspectivas futuras de la terapia.

#### 1. HISTORIA

En 1905 Codivilla<sup>1,2</sup> reporta por primera vez el alargamiento del fémur para corregir una discrepancia en la longitud de una extremidad a través de la DTG. En 1927 Abbott<sup>1,2</sup> describió el alargamiento de la tibia, sin embargo la técnica no tuvo mucha aceptación por la alta morbilidad, el edema, necrosis de piel, infección, así como resultados impredecibles de las zonas de distracción. Gavril Ilizarov demostró que las incidencias de estas complicaciones se podían reducir realizando solo corticotomías, esto es

eliminando el hueso cortical solamente con mínima disrupción del periostio y endostio<sup>1</sup>. Hacia 1950, el mismo autor comenzó sus investigaciones a nivel clínico biológico y biomecánico, dentro del campo de la Traumatología y Ortopedia utilizando huesos largos de perro<sup>2,3</sup>. En 1969 demostró que la tracción gradual de los tejidos vivos crea fuerzas que mantienen y estimulan la regeneración y el crecimiento, lo cual se conoce como la ley de Tensión-Estrés<sup>2,3,4</sup>.

En 1973 Snyder y col, reportaron alargamiento mandibular con distracción gradual, utilizando un dispositivo extraoral, en un estudio en perros<sup>1,2,3</sup>. En 1977 Michieli y Miotti<sup>5</sup> demostraron la capacidad de alargamiento en el hueso mediante distracción de membranas óseas en perros. Para 1990 Karp y col presentaron un estudio en el que se confirmaba la posibilidad de realizar el alargamiento mandibular mediante distracción en las mandíbulas de perros con una morbilidad mínima<sup>1,2,3</sup>. En 1976 Bell y Epker<sup>5</sup> describieron la técnica de expansión rápida palatina. En 1990 Guerrero y col aplicaron una técnica de distracción mandibular en el área de la sínfisis de 11 pacientes que presentaban deficiencia transversal mandibular<sup>2</sup>. De otra parte, McCarthy en 1992, reportó su experiencia inicial en 4 pacientes con hipoplasia mandibular (pacientes con microsomía), los cuales fueron tratados con distractores externos<sup>1,3,6,7</sup>. Desde esta fecha existen en la literatura numerosos reportes documentando la validez científica y el éxito morfológico del procedimiento.

#### 2. ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LA DTG

A pesar de que la DTG tuvo su origen a finales del siglo XIX, sus bases biológicas empezaron a ser estudiadas en la década del 50, a partir de la observación accidental de la generación

<sup>1</sup> Odontólogo CES, Ortodoncista CES

<sup>2</sup> Odontólogo Universidad del Valle, Ortodoncista CES

espontánea de hueso después de la distracción de un fijador externo para fracturas hecha por Ilizarov, la cual se oponía a los conceptos tradicionales que sugerían que la distracción de los segmentos óseos inhibía los procesos de osteogénesis. Ilizarov en sus estudios experimentales en tibias de perros y en casos clínicos, identificó los factores biomecánicos responsables de la formación ósea en DTG bajo el concepto del efecto de tensión-estrés y estableció los protocolos para la producción de hueso viable en casos clínicos<sup>3</sup>.

El estrés mecánico del estiramiento tisular estimula y mantiene la regeneración del crecimiento activo tisular produciendo una activación metabólica, la que por un incremento en las funciones proliferativas y biosintéticas, promueve la vasculogénesis y la formación ósea. Este proceso es multifactorial y depende de variables específicas del paciente, así como de factores mecánicos y biológicos<sup>3,4</sup>.

Estos efectos han sido reproducidos a nivel craneofacial, donde existe la misma necesidad de elongar huesos faciales para la corrección de diferentes alteraciones del desarrollo. Michieli y Miotti (1977)<sup>5</sup> y McCarthy y col (1992,1994)<sup>1,6</sup> entre otros, han comprobado experimental y clínicamente que el efecto observado en los huesos endocondrales es reproducible en los huesos intramembranosos (mandíbula) inmaduros y maduros, siguiendo los mismos mecanismos biológicos tanto con aparatos extraorales<sup>1,6</sup> como intraorales<sup>2,5,8</sup>. Estos resultados también han sido reproducidos clínicamente en maxilar y tercio medio de cara<sup>9,10,11</sup>, órbita y dientes<sup>12</sup>. De esta manera, la DTG está desplazando a los injertos óseos vascularizados en la mayoría de reconstrucciones de cabeza y cuello y se proyecta como una alternativa con amplias posibilidades en cirugías craneofaciales mayores.

## 2.1 Histomorfología e histoquímica de la DTG

La osificación intramembranosa es el principal mecanismo de crecimiento y reparación de los huesos de la cara y el cráneo, el cual no requiere de un cartílago intermedio para el reclutamiento y diferenciación de las células mesenquimales primitivas en osteoblastos que finalmente producen osteoide y hueso. La osteogénesis por DTG en huesos intramembranosos o endocondrales sigue

este patrón de osificación<sup>3</sup>.

Los cambios histológicos descritos a continuación corresponden a la zona de crecimiento de la regeneración ósea por DTG, donde se puede observar osteogénesis activa durante la totalidad del estiramiento, tanto en huesos largos como en huesos planos (cráneo)<sup>3,4</sup>.

Durante el periodo de latencia, la reparación ósea asemeja la cicatrización de fracturas con la migración de células inflamatorias y formación de hematoma en el sitio de la corticotomía<sup>3</sup>.

En las fases iniciales de DTG se observa una respuesta vascular marcada con la aparición de células mesenquimales primitivas y la síntesis de matriz colágena tipo I en la zona de distracción. Posteriormente, se forma un puente fibrovascular organizado en dirección de la distracción con vasos sanguíneos y fibroblastos. Las fibras colágenas aumentan su densidad y se orientan en el plano de distracción y la vascularidad disminuye en la zona central del puente fibrovascular<sup>3</sup>.

Los osteoblastos aparecen entre los 10 y 14 días después del inicio de la distracción en los márgenes óseos, adyacentes a los canales vasculares, paralelos al vector de tensión y siguiendo las fibras colágenas hacia la zona central. Las fibras colágenas son rodeadas por una matriz osteoide que se mineraliza a partir de la 3ra semana de distracción. Las espículas óseas están rodeadas por sinusoides vasculares que se extienden hacia la interzona fibrosa sin cruzarla. La calcificación progresiva de este frente de mineralización primaria desde las superficies óseas proximal y distal a la zona de crecimiento cierra el espacio de distracción, pero el remodelado continua hasta la formación de elementos medulares y corticales normales<sup>3</sup>.

Los análisis ultraestructurales de la zona de distracción han mostrado que una semana después de la osteotomía se encuentra una población heterogénea de células (fibroblastos, células endoteliales y células polimorfas con metabolismo activo). Al final de este periodo aparecen fibras de colágeno tipo I en un patrón irregular. La formación vascular se inicia con la proliferación de capilares sinusoidales y de transporte alrededor de los cuales se organizan los fibroblastos y osteoblastos con alto

desarrollo de organelas intracelulares. Estas células se asemejan a las células productoras de colágeno tipo II encontradas en el tejido conectivo embrionario y soportan la idea de que el proceso de distracción osteogénica simula las vías del desarrollo óseo. Tanto las fibras colágenas como los capilares y las organelas intracitoplasmáticas de fibroblastos y osteoblastos se distribuyen paralelas a la fuerza de distracción<sup>3</sup>.

Estas células inician su actividad en la segunda o tercera semana de distracción y se correlaciona con la síntesis de osteoide. También aumentan los porcentajes de colágeno tipo I al nivel del hueso maduro (90%). El remodelado ocurre durante largo tiempo hasta la formación de hueso cortical maduro<sup>3</sup>.

Histoquímicamente se observa un aumento en la actividad metabólica reflejado en los incrementos de actividad de la fosfatasa alcalina, involucrada en los procesos de formación de matriz colágena y mineralización, y de las concentraciones de ácido pirúvico y ácido láctico producido por la deshidrogenasa láctica en el proceso de generación de energía<sup>4</sup>.

## 2.2 Variables que afectan la DTG

### 2.2.1 Edad

La edad tiene un efecto negativo sobre la cicatrización ósea y la DTG. Esto se refleja clínicamente en evaluaciones con TAC de la formación ósea y la densidad ósea mineral en la DTG, la cual ocurre a una mayor velocidad en niños en comparación con adolescentes y adultos<sup>4</sup>. El valor en niños es similar al de la formación ósea en fémures de feto humano y 8 veces más rápida que cualquier plato epifisiario.

Los estudios experimentales soportan el

**Tabla 1.** Variables que afectan la DTG

• Edad
• Soporte vascular
• Sitio de osteotomía
• Periodo de latencia
• Velocidad y frecuencia de DTG
• Estabilidad del distractor

efecto negativo de la edad sobre el número de células mesenquimatosas indiferenciadas y su velocidad de diferenciación<sup>3</sup>, lo cual se traduce en:

- Disminución de la densidad mineral ósea
- Disminución de la velocidad de formación ósea
- Disminución de la cantidad de osteoide
- Disminución de la formación de hueso endosteal
- Aumento de la producción de matriz fibrosa

Sin embargo, la DTG puede realizarse reproduciblemente en pacientes con maduración esquelética y continua siendo una opción atractiva con la aplicación de protocolos diferenciales según la edad del paciente para lograr la producción ósea óptima<sup>3</sup>.

**Tabla 2.** Velocidad de formación ósea en DTG y edad

• Niños	385 um/día
• Adolescentes	300 um/día
• Adultos	213 um/día
• Fetal (No DTG)	400 um/día

### 2.2.2 Soporte vascular y grado de lesión tisular durante la cirugía

El soporte vascular tiene un efecto significativo sobre la osteogénesis durante la DTG por el incremento en la vascularización regional, el cual se correlaciona positivamente con una osteogénesis activa<sup>4</sup>.

El tipo de corticotomía utilizado es uno de los factores importantes dentro del mantenimiento del soporte vascular. Una corticotomía es una osteotomía abierta subperióstica parcial cortical de baja energía donde se preservan al máximo el periostio, el endostio, la médula ósea con su suplemento sanguíneo, los músculos y los tejidos blandos<sup>13</sup>.

El proceso inflamatorio desencadenado por la lesión ósea (corticotomía), ocasiona una disrupción vascular, la liberación de enzimas lisosomales del tejido necrótico y la vasoconstricción por estimulación alfa adrenérgica, que resulta en

hipoxia tisular y en una disminución de pH. Estos factores favorecen la neovascularización y el posterior incremento en el flujo sanguíneo tisular, el cual disminuye progresivamente después de la primera semana, independientemente de la duración de la distracción<sup>3</sup>.

La osteogénesis puede ocurrir a tensiones relativamente bajas de oxígeno, sin alterar el funcionamiento de procesos dependientes de oxígeno y sin perder el efecto estimulador de la hipoxia relativa sobre la osteogénesis. Sin embargo, existen zonas donde hay mayores niveles de oxígeno, dependientes del mantenimiento del flujo sanguíneo, las cuales deben permanecer inalterados<sup>3</sup>.

**Tabla 3. Flujo sanguíneo en DTG**

• 1ra semana	8,5 veces mayor
• 3ra y 4ta ss	3,5-4 veces mayor
• 5to mes	2 veces mayor

Las alteraciones del flujo sanguíneo ocasionadas por la técnica quirúrgica, el sitio de la osteotomía o las lesiones periósticas producen fallas en la osteogénesis asociadas con la presencia de un tejido conectivo fibroso isquémico sin osteocitos ni células rojas en las superficies óseas, debido a que los osteocitos no pueden sobrevivir a distancias mayores de 0.1 mm de un vaso sanguíneo. Estas fallas se reflejan en alteraciones de las características biomecánicas óseas como la rigidez, el momento de doblaje y la energía de fractura del hueso regenerado<sup>3</sup>.

Por el contrario, mientras más soporte sanguíneo se preserve durante la corticotomía, se formará un hueso de mejor calidad en un menor periodo de tiempo<sup>4</sup>. La osteoclasis controlada, que consiste en realizar la fractura ósea dentro de la envoltura perióstica, produce un incremento en la osteogénesis al reducir al mínimo el trauma medular y perióstico y hace que los eventos de maduración ósea del hueso regenerado tales como la formación y organización de la cortical ósea se produzcan de manera más rápida y eficiente<sup>4,13</sup>. Sin embargo, no existen reportes de este tipo de corticotomía en DTG craneofacial.

El periostio es la fuente primaria de irrigación temprana en la cicatrización ósea y es la mayor

f fuente de células osteoprogenitoras para la síntesis y mineralización de la matriz ósea. De igual forma, actúa como cápsula para los segmentos óseos, inmovilizándolos tempranamente e impidiendo la infiltración de tejido fibroso. Sin embargo, los efectos de la disección periostica en DTG craneofacial parecen ser menos críticos que en DTG de huesos largos debido al grosor relativo de los huesos membranosos y al mayor potencial vasculogénico del tejido blando craneofacial<sup>3</sup>.

#### 2.2.3 Sitio de osteotomía

El sitio de la osteotomía afecta la velocidad de osteogénesis por las diferencias en el soporte sanguíneo, la disponibilidad de células osteoprogenitoras y la inervación neuronal asociadas con el área de superficie cortical y medular disponible<sup>13</sup>. Sin embargo, este factor no parece ser crítico y solo ha sido parcialmente explorado en DTG craneofacial.

#### 2.2.4 Periodo de latencia

La evidencia experimental sugiere que la osteogénesis óptima se obtiene 5-7 días después de la osteotomía. Periodos cortos de latencia producen menores volúmenes de callo con osteogénesis inadecuada, lo cual esta asociado a la disrupción temprana del hematoma, la creación de un espacio que inhibe la proliferación de células osteogénicas y la disrupción temprana de capilares que aún no resisten las fuerzas de distracción. Por el contrario, los periodos largos producen una consolidación prematura del sitio de la fractura<sup>3,13</sup>.

El significado del periodo de latencia es controversial y algunos autores no reportan diferencias significativas entre distracción temprana y tardía, aunque deben analizarse otros factores que influyen en la osteogénesis.

#### 2.2.5 Velocidad y frecuencia de la distracción

La DTG endocondral sin unión fibrosa ocurre aproximadamente a la velocidad de 1mm/día, como fue demostrado experimentalmente por Ilizarov<sup>4</sup>. Aunque se ha demostrado unión ósea con velocidades más altas de distracción (2mm/día), la mineralización y las velocidades de formación de osteoide son menores al evaluarlas a las 4-8 semanas de consolidación y existe el riesgo de



generar una unión fibrosa. Menores velocidades producen consolidación prematura de la fractura<sup>3</sup>.

Las velocidades de distracción no han sido calculadas sistemáticamente para DTG craneofacial. La velocidad entre 1 y 2 mm/día ha producido una osteogénesis adecuada en mandíbula<sup>6</sup>, avances de tercio medio<sup>9,10,11</sup>, distracción orbital y remodelado craneal. Se sugiere evitar velocidades de distracción ósea mayores para evitar los riesgos ya mencionados.

Las velocidades máximas de osteogénesis pueden aumentarse significativamente dividiendo la distracción diaria en intervalos múltiples, uniformes y regulares mediante autodistractores. La regularidad es el factor crítico para evitar posibles uniones fibrosas. Bioquímicamente, la DTG fraccionada aumenta los niveles de actividad y la extensión del efecto en el segmento regenerado de la succinil deshidrogenasa, fosfatasa alcalina y la ATPasa, lo cual conduce a una mejor osteogénesis. Histológicamente, existe menor daño en los tejidos blandos periféricos, mejor vasculogénesis y menores cambios degenerativos en las articulaciones adyacentes al sitio de distracción por el bajo nivel de presión, con un mantenimiento del número normal de glicosaminoglicanos y sin disminución de su nivel de síntesis<sup>3</sup>.

#### 2.2.6 Estabilidad del distractor

La estabilidad de los fragmentos es esencial para la formación de nuevo hueso sin intermedio cartilaginoso y con bajo riesgo de falta de unión y pseudoartrosis<sup>4</sup>. La adecuada fijación de los segmentos óseos es crítica en casos de trauma de tejido blando o con soporte vascular mínimo, ya que permite la transmisión de fuerzas al sitio de la fractura sin efectos traumáticos sobre la vasculogénesis y la formación del callo óseo, produciendo un remodelado final más rápido del segmento óseo<sup>3</sup>.

El micromovimiento producido por la aplicación de fuerzas en zonas con adecuada fijación disminuye la reabsorción ósea y favorece la velocidad de formación ósea. El aumento de la síntesis proteica, del DNA, de la proliferación celular y los cambios de la matriz extracelular en su organización macromolecular, flujo de fluidos, gradientes de presión y campos eléctricos favorece la osteogénesis<sup>3</sup>.

### 2.3 Efectos de la DTG en tejidos blandos y articulaciones

#### 2.3.1 Sistema Nervioso

Mientras que los estudios realizados por Ilizarov muestran que los axones neuronales elongados recuperan la membrana mielínica completa en 3 semanas, otros estudios muestran evidencia histológica de degeneración Walleriana incluyendo desmielinización e inflamación axonal en el 9-15% de las fibras. Los análisis ultraestructurales muestran formación de depósitos granulares, engrosamiento y separación de la capa de mielina y fragmentación de las fibras nerviosas en fibras de pequeño diámetro. Todas las fibras recobran su apariencia normal 60 días después de terminar la DTG. La función neuronal muestra disminución EMG sin evidencia clínica de lesión nerviosa periférica, relacionando la severidad del daño neurológico con el incremento total de la longitud ósea<sup>3</sup>.

#### 2.3.2 Sistema muscular

La literatura muestra resultados controversiales sobre el efecto de la DTG sobre los músculos. Algunos reportes muestran hipertrofia y aumento de las organelas intracelulares de los miocitos, formación de nuevo tejido muscular y aumento en el número de células proliferativas y en el peso muscular después de 28 días de distracción. Este número de células disminuye después de 2 semanas, lo cual asocia el estiramiento con el crecimiento muscular longitudinal. Sin embargo, estiramientos musculares de más del 10% producen daños irreversibles tales como fibrosis endomisial, internalización de núcleos, pérdida de miofibrillas y atrofia del recubrimiento del sarcolema. En mandíbula, los cambios producen atrofia del masetero y digástrico por reducción en la síntesis proteica<sup>3,14</sup>.

#### 2.3.3 Vasos sanguíneos

El estiramiento tisular tiene efectos deletéreos sobre los vasos sanguíneos en la zona de distracción. Incrementos del 20% de la longitud del vaso producen edema tisular y cambios patológicos que incluyen adelgazamiento de la túnica media, de los componentes elásticos y vacuolización de las células de músculo liso. Estos cambios son más severos en venas y se resuelven espontáneamente 2 meses después de la distracción. El fraccionamiento de la activación disminuye el efecto sobre los vasos sanguíneos y produce un crecimiento arterial similar al postnata<sup>3</sup>.

### 2.3.4 Articulaciones

La DTG mandibular se ha asociado con cambios patológicos leves en ATM en casos clínicos y experimentales. Aunque radiográficamente no se observan deformaciones de las superficies articulares, se ha encontrado aplanamiento del cóndilo ipsilateral y en menor grado del cóndilo contralateral asociado con los vectores de fuerza aplicados. Clínicamente se observan incrementos totales en tamaño y volúmen condilar y cambios en la orientación de la cabeza condilar en la fosa glenoidea, sin cambios contralaterales. En casos bilaterales el incremento en tamaño y volúmen se presenta en ambos cóndilos sin cambios en la fosa glenoidea. Este efecto puede considerarse favorable porque compensa las anomalías en la ATM que presentan los pacientes con microsomía hemifacial y condiciones similares. Estos cambios histológicamente corresponden a adelgazamiento del cartílago condilar con condrocitos hipertróficos y aposición ósea, mínimos cambios en la cavidad glenoidea, y sin microfracturas, áreas de degeneración quística o necrosis avascular. La mayoría de los cambios son reversibles y están asociados al incremento de estrés en estas articulaciones, el cual no parece ser suficiente para producir cambios óseos tardíos que conduzcan a recidiva o a problemas articulares<sup>3,15,16</sup>.

En la DTG media mandibular existen cambios histológicos adaptativos que pueden extenderse a todas las capas de la superficie articular (zona colágena, zona cartilaginosa, zona de interfase hueso-cartilago) dependiendo del área condilar analizada. Estos cambios van desde la pérdida de la capa de fibras colágenas densas y la disrupción de la organización de las células cartilaginosas hasta la reabsorción de la zona cartilaginosa y la interfase cartilago-hueso, lo cual es consistente con las áreas de compresión condilar que se generan por la rotación del cóndilo en su eje vertical (posterolateral, anterior media y anterior medial)<sup>17</sup>.

### 2.4 Resistencia biomecánica de la DTG

Las pruebas biomecánicas de hueso regenerado con DTG ha demostrado incrementos significativos en el tiempo, con respecto a las propiedades de soporte de cargas. Algunos estudios experimentales no muestran diferencias significativas en máximo torque y rotación de la carga, mientras que otros muestran un menor incremento en la rigidez ósea, con fallas a 60% de la carga en huesos

normales. Estas características se reflejan también en la DTG mandibular donde la resistencia no muestra diferencias estadísticamente significativas con relación al hueso normal. Los segmentos óseos también muestran una baja reabsorción en el tiempo, con tasas de recidiva experimental de 7%, que pueden compararse con el 40-64% de recidiva en avances con fijación esquelética o el 20-30% con fijación rígida. En conclusión, el hueso regenerado tiene propiedades mecánicas similares al hueso normal, con menor reabsorción y fallas en la unión que la cirugía convencional<sup>8</sup>.

## 3. INDICACIONES

En general los pacientes candidatos para el procedimiento corresponden a pacientes con hipoplasias mandibulares unilaterales o bilaterales que hacen parte de anomalías tales como microsomía hemifacial, síndrome de Treacher Collins, síndrome de Pierre Robin o deficiencias adquiridas debidas por ejemplo a fracturas condilares tempranas o trauma por proyectil. Recientemente Perrott y col y Guerrero y col han reportado éxito en el aumento transversal mandibular con distracción<sup>7</sup>. De otro lado se ha reportado también su utilización para corregir las anomalías del cráneo y tercio medio asociadas con síndromes específicos, o en pacientes con labio y/ o paladar hendido<sup>9,10,11</sup>.

## 4. TÉCNICA

### 4.1 DTG Mandibular

Originalmente en el área craneofacial y específicamente en la mandíbula, McCarthy utilizó una incisión de Ridson (Incisión del ángulo mandibular por piel) utilizando pines percutáneos<sup>1,6</sup>. Debido a las notorias cicatrices asociadas, la técnica ha evolucionado hacia dispositivos intraorales que eviten la cicatriz. Para la distracción mediofacial se han utilizado con éxito tanto los dispositivos intra como extraorales<sup>7</sup>.

Los patrones de corticotomías presentan sus diferencias de acuerdo a las escuelas. Mientras que McCarthy utiliza una corticotomía simple a lo largo de toda la mandíbula<sup>1,6,7</sup>, Molina y Ortiz-Monasterio utilizan una corticotomía simple lateral en la porción caudal y cefálica, conservando intacta la corteza medial<sup>18</sup>. Sin embargo, la realidad es que el número de corticotomías y su localización ideal aún es desconocido.

En la mayoría de los reportes los detalles metodológicos van de la mano con aquellos popularizados por Ilizarov<sup>4</sup>. La mayor parte de los clínicos esperan un periodo de latencia de varios días antes de iniciar la distracción de 1mm por día. McCarthy inicialmente reportó distracción diaria llevada a cabo dos veces al día. La cantidad y dirección de la distracción esta basada en las indicaciones y la clínica<sup>7</sup>.

Determinar la dirección de la distracción parece ser más difícil que determinar el grado de elongación. Autores como Losken y col (1995) han sugerido fórmulas matemáticas en un esfuerzo por mejorar la dirección de la distracción mandibular, todo basado en una evaluación cefalométrica preoperatoria<sup>19</sup>.

Después de la distracción, la fase de consolidación permite al hueso regenerado calcificarse y endurecer, dejando el aparato en posición se permite que funcione como una fijación rígida. Molina y col utilizan una fase de consolidación de 6 a 8 semanas<sup>18</sup>, McCarthy 9 semanas<sup>1,6</sup>, Takato 10 a 12 semanas y Pensler dos días de estabilización por cada mm de distracción<sup>7</sup>.

#### 4.2 DTG Mediofacial (Protocolo Centro Anomalías Craneofaciales Universidad de Illinois, Chicago)

Polley y col en su artículo publicado en el Journal of Craneofacial Surgery en mayo de 1997, (Premio a mejor artículo del año)<sup>10</sup>, refieren que los procedimientos tradicionales de cirugía ortognática son limitados para los pacientes con deficiencias severas maxilares, resultando en una infra-corrección con resultados estéticos comprometedores. Por medio de la DTG, ellos son capaces de tratar exitosamente estos pacientes desde edades tempranas hasta la adolescencia. Particularmente utilizan la distracción maxilar en pacientes con displasias maxilares severas, cuando pueden anticipar que los métodos tradicionales comprometerán el resultado final<sup>9,10,11</sup>. La selección de los pacientes incluye:

1. Deficiencias severas, transversales, verticales y horizontales.
2. Avances anteroposteriores maxilares de mas de 8 a 10mm.

3. Pacientes con paladar hendido con cicatrices severas o colgajos faríngeos.
4. Pacientes con labio y paladar hendido bilateral, que presentan premaxilas ausentes, rudimentarias o edéntulas.
5. Edad en la que se presente dentición primaria completa o mayor.
6. Morfología y posición mandibular normal.
7. Cráneo intacto.

#### 4.2.1 Evaluación Preoperatoria y Postoperatoria

Después de la evaluación clínica, dental y ortodóncica, se obtienen los siguientes registros:

- Medidas antropométricas
- Modelos de estudio
- Fotografías faciales e intraorales
- Radiografía cefálica lateral y panorámica
- Tomografía computarizada
- Evaluación del habla

Los registros fotográficos y las radiografías, son obtenidos antes, inmediatamente después de la cirugía y antes de la distracción, así como al completar la distracción y posteriormente con intervalos de 6 meses.

#### 4.2.2 Férula intraoral

Confeccionan una férula rígida, con acero de 0.045, cementada a los primeros molares permanentes o segundos molares primarios, la cual luego es asegurada con alambres interdentes. El aparato se inserta justo antes de la cirugía. Los ganchos de tracción externa, se doblan por debajo y anterior al labio superior, con los extremos de los mismos localizados a nivel del plano palatino, o en la posición vertical deseada. Ganchos intraorales son soldados también para la fase de retención después de la distracción maxilar activa<sup>9,10,11</sup>.

#### 4.2.3 Técnica quirúrgica

Osteotomía maxilar: Una osteotomía transversa alta tipo LeFort I es la cirugía aplicada. En pacientes con paladar hendido, sin injerto alveolar previo, la osteotomía puede ser de dos piezas (Paladar Unilateral), o de tres piezas en los casos bilaterales. En niños jóvenes la osteotomía transversa se hace a menudo justo debajo de los rebordes



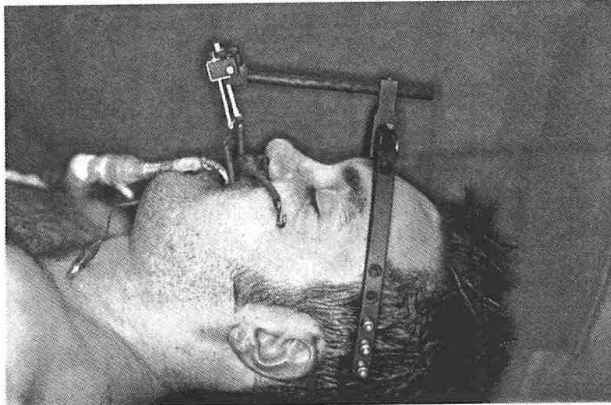


Figura 1. Distractor rígido externo inmediatamente después de su colocación quirúrgica. (Cortesía Dr. L. Heffez)

#### 4.2.5 Protocolo de Distracción

La distracción activa se inicia entre el tercero o cuarto día postoperativo. La distracción continua con una velocidad de 1mm por día, hasta que la cantidad de movimiento maxilar deseado, tanto en sentido vertical como horizontal se haya expresado. El aparato se deja en posición por 2 o 3 semanas más, para retención rígida y se remueve en el consultorio. En los niños se busca el uso de sedación leve para retirar el aparato. La retención nocturna se utiliza por 6 semanas, con máscara facial y tracción elástica<sup>9,10,11</sup>.

infraorbitarios. Se debe realizar la disyunción pterigomaxilar así como la osteotomía septal, de esta forma el maxilar esta completamente móvil pero no es avanzado o reposicionado. Marcadores metálicos son insertados arriba y debajo de las líneas de osteotomía y no se utiliza fijación intermaxilar<sup>9,10,11</sup>.

#### 4.2.4 Instalación del aparato externo ajustable rígido de distracción

Inmediatamente después del cierre, se coloca un aparato de una sola pieza, de tipo rígido para distracción, asegurado simétricamente al cráneo mediante dos o tres tornillos por lado. El aparato se coloca 3 a 4 cm por encima del borde superior del helix de cada lado, con el plano del aparato paralelo al plano de Frankfort. Los tornillos se colocan con un aparato que imprime 8 lbs de presión en adulto y 4 lbs en niños. Ninguna preparación quirúrgica, que incluya afeitado del pelo se necesita para la localización de los tornillos. Después de la cirugía no se requiere otra recomendación mas que la limpieza de la zona<sup>9,10,11</sup>.

Los alambres de tracción se conectan desde los ganchos externos de la placa intraoral a los tornillos de activación localizados en la barra horizontal del aparato de distracción. La barra horizontal esta unida a la barra vertical central. Ambas barras son ajustables, permitiendo un amplio rango de posicionamiento vertical y horizontal de los tornillos de tracción. Los pacientes se hospitalizan la noche previa a la cirugía<sup>9,10,11</sup>.

Los pacientes con deficiencias maxilares severas presentan hipoplasia en los tres planos del espacio (vertical, horizontal y transversal), con un hueso maxilar displásico y muy delgado. El tratamiento de las displasias severas con los métodos tradicionales ortodóncico-quirúrgicos hace necesario postponer el tratamiento hasta que se logre la maduración esquelética que permita la cirugía mandibular en conjunción con la maxilar para mejorar las condiciones estéticas al máximo. Es por esto por lo cual en estos casos severos donde los resultados tradicionales son de compromiso, Polley y col han pregonado el uso de la distracción con aparatos rígidos externos<sup>9,10,11</sup>.

La aproximación inicial que realizaron para la distracción maxilar, la hicieron con aparatos removibles (Máscara facial) mas tracción elástica (Protocolo Molina y Ortiz-Monasterio). Sin embargo encontraron que la cantidad de avance obtenido con esta técnica era limitada resultando en una infracorrección de los casos. Con base en esto, iniciaron la utilización de aparatos rígidos de distracción externos, los cuales permiten un control preciso de los segmentos maxilares, para una distracción amplia. El aparato es simple, no doloroso y los tornillos del cráneo no requieren cuidado especial<sup>9,10,11</sup>.

Uno de los puntos a favor de la técnica de distracción maxilar se basa en el hecho de que el tratamiento se puede llevar a cabo casi en cualquier edad, incluyendo la adolescencia temprana<sup>9,10,11</sup>.



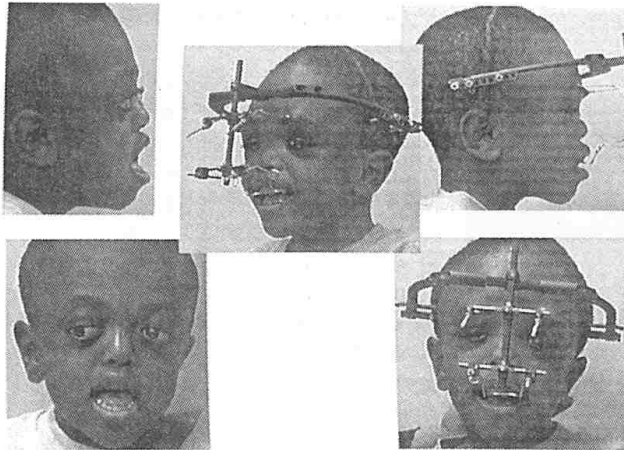


Figura 2. Distracción frontomaxilar en un paciente con diagnóstico de síndrome Apert (Cortesía CFC - U de Illinois, Chicago)

## 5. RESULTADOS

### 5.1 DTG Mandibular

Los resultados de la DTG son promisorios. Molina y Ortiz Monasterio han reportado su experiencia en 87 casos unilaterales y 19 casos bilaterales, con mejoría en la asimetría facial y estabilidad evaluadas entre los 3 meses a 3.5 años <sup>18</sup>.

En 1996, McCarthy presentó durante la reunión Americana de Cirujanos Plásticos su experiencia de 7 años con distracción mandibular en 36 pacientes (23 unilaterales y 13 bilaterales). El promedio de distracción fue de 23mm, sin ninguna evidencia de recidiva y con mínimas complicaciones <sup>7</sup>.

Klein y Howaldt (1996) han reportado recientemente su experiencia con 18 casos (11 unilaterales y 7 bilaterales), con un promedio de seguimiento de 10 meses. La mayor longitud de distracción fue de 45mm horizontalmente y 50mm verticalmente <sup>20</sup>.

Las deficiencias mandibulares adquiridas se pueden tratar también con la DTG. Shvyrkov y col (1995) han reportado su experiencia en 33 pacientes con herida de arma de fuego, tratados por 12 días de compresión de los bordes óseos, seguido por una distracción del sitio de compresión <sup>21</sup>.

### 5.2 DTG Mediofacial

Los resultados de la distracción mediofacial, están aún en estadios preliminares pero parecen ser igualmente promisorios. Toth y Chin (1997), durante la reunión Americana de Cirujanos Plásticos, presentaron la experiencia de 13 pacientes con distracción mediofacial luego de una LeFort III para el tratamiento de deformidades craneofaciales complejas. Combinando una LeFort III típica junto con un distractor intraoral, han obtenido un promedio de 21mm de distracción. Sin embargo, debido al hecho de que la razón de distracción es de más de 1mm por día se requiere seguimiento a mas largo plazo para controlar la estabilidad <sup>7</sup>. Molina y Ortiz-

Monasterio también han reportado su experiencia en casos similares, luego de osteotomías LeFort I, sin liberación de la fisura pterigomaxilar y utilizando máscara facial y un aparato intraoral <sup>18</sup>. Polley y col (1997), han reportado su experiencia con la distracción, utilizando máscara facial más tracción elástica o con aparato rígido de distracción externo con efectos excelentes en estética facial y función respiratoria <sup>10,11</sup>.

## 6. VENTAJAS DE LA DTG

- Resultados óptimos en displasias severas comparados con los obtenidos con metodos tradicionales.
- Posibilidad de intervenir tempranamente sin esperar la maduración esquelética total
- Elimina la morbilidad del sitio donante en los casos de injertos
- Elimina la fijación postquirúrgica prolongada
- Bajo riesgo de lesión nerviosa por utilización de tornillos monocorticales (Guerrero)<sup>2</sup>
- Cirugía menos invasiva por la no movilización de los segmentos óseos.

## 7. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

El futuro de la distracción craneofacial es promisorio. En los pasados tres años, los cuestionamientos han cambiado sobre si debe hacer DTG a sobre cuando se debe realizar.

En el campo de la DTG corporal, el grupo de Cirugía Ortopédica y traumatología de Estambul, está trabajando en la utilización de clavos intramedulares, para mantener la longitud y el alineamiento, es decir los ejes mecánicos y anatómicos del hueso <sup>22</sup>.

En el campo de la DTG craneofacial, Sawaki en 1996, argumentando que la utilización de pines transcutáneos endóseos como método de anclaje, no genera una fijación completamente rígida de los segmentos óseos y teniendo en cuenta que pueden causar complicaciones, como cicatrices faciales e injurias nerviosas, reporta la utilización de implantes oseointegrados para distracción mandibular. Yamamoto (1997), utilizó también implantes para distracción maxilar en seis perros, argumentando principalmente que los huesos maxilofaciales, son diferentes de los huesos tubulares donde normalmente se han utilizado los tornillos transcutáneos <sup>23</sup>.

Los reportes recientes apuntan a la utilización de distractores miniatura, operados a control remoto, con la ayuda adicional de sensores óseos que permitan evaluar la razón de distracción y el grado de maduración con el fin de ajustar individualmente la frecuencia y ritmo de distracción <sup>7</sup>.

De igual manera es promisorio el futuro de la distracción alveolar con el objetivo de aumentar rebordes en los pacientes protésicos o mutilados. Recientemente Liou y col en 1998 (Mejor artículo del año), reportaron la distracción rápida del ligamento periodontal para retraer caninos en 3 semanas en 15 pacientes. El procedimiento abre perspectivas promisorias a lo que ellos denominan como la Distracción Dental <sup>12</sup>.

En conclusión la DTG es una alternativa terapéutica con muchos beneficios que tiene sus indicaciones y grandes aplicaciones en el complejo craneofacial. Sin embargo, como todo en la literatura científica es indispensable conocer los resultados a largo plazo de aquellos centros que

responsablemente han diseñado e implementado las técnicas, para de esta forma con las personas calificadas, aplicarlo racionalmente en nuestro medio.

## AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Anomalías Craneofaciales y al Departamento de Cirugía oral y Maxilofacial de la Universidad de Illinois, Chicago por habernos permitido conocer de cerca el trabajo desarrollado por ellos en esta área y por facilitarnos las figuras presentadas en esta publicación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. McCarthy JG, Schreiber J, Karp N et al. Lengthening the human mandible by gradual distraction. *Plast Reconstr Surg* 1992; 89:1-8.
2. Guerrero C, Bell W et al. Distracción osteogénica mandibular intraoral. *Odontol día* 1995; 11: 116-32
3. Mehrara B, Longaker M, McCarthy JG et al. Distraction osteogenesis. *Biology*. En: Sachdeva. R. *Orthodontics for the next millenium*. Glendora, Ormco, 1997
4. Ilizarov G. *Transosseus osteosynthesis. Theoretical and clinical aspects of the regeneration and growth of tissue*. Berlin, Springer-Verlag, 1992.
5. Michieli S, Miotti B. Lengthening of mandibular body by gradual surgical orthodontic distraction. *J Oral Surg* 1977; 35:
6. McCarthy, J.G. The role of distraction osteogenesis in the reconstruction of the mandible in the unilateral craniofacial microsomia. *Clin Plast Surg* 1994; 21:625-31
7. Mehrara B, Longaker M, McCarthy JG et al. Distraction osteogenesis. *Clinical experience*. En: Sachdeva, R. *Orthodontics for the next millenium*. Glendora, Ormco, 1997
8. Bell WH, Harper RP et al. Distraction osteogenesis to widen the mandible. *Brit J Oral Maxillofac Surg* 1997; 35: 11-19
9. Polley JW, Figueroa AA. Rigid external distraction: its application in cleft maxillary deformities. *Plast Reconstr Surg* 1998; 102: 1360-1372
10. Polley JW, Figueroa AA. Management of severe maxillary deficiency in childhood and adolescence through distraction osteogenesis with an external, adjustable, rigid distraction device. *J Craniofac Surg* 1997; 8: 181-85
11. Figueroa AA, Polley JW. Management of severe cleft maxillary deficiency with distraction osteogenesis: Procedures and results. *Am J Orthod Dentofac Orthoped* 1999; 115: 1-12
12. Liou E, Huang S. Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament. *Am J Orthod Dentofac Orthoped* 1998; 114: 372-382
13. Schwartzman V, Schawartsman R. Corticotomy. *Clin Orthop Rel Res* 1992; 280:37-47
14. Fischer E, Staffenberg D et al. Histopathologic and biochemical changes in the muscles affected by distraction osteogenesis of the mandible. *Plast Reconstr Surg* 1997; 99:366-70
15. McCormick SU, McCarthy JG et al. Effect of mandibular distraction on the tempomandibular joint: Part 1. Canine study. *J Craniofac Surg* 1995; 6: 358-63
16. McCormick SU, McCarthy JG et al. Effect of mandibular distraction on the tempomandibular joint: Part 2. Clinical study. *J Craniofac Surg* 1995; 6: 364-67

17. Harper RP, Bell WH, Hinton RJ et al. Reactive changes in the temporomandibular joint after mandibular midline osteodistraction. *Brit J Oral Maxillofac Surg* 1997; 35:20-5
18. Molina F, Ortiz-Monasterio F. Mandibular elongation and remodeling by distraction: A farewell to major osteotomies. *Plast Reconstr Surg* 1995; 96: 825-40
19. Losken HW, Patterson GT et al. Planning mandibular distraction: Preliminary report. *Cleft Palate Craniofac J* 1995; 32: 71-6
20. Klein C, Howaldt HR. Correction of mandibular hypoplasia by means of bidirectional callous distraction. *J Craniofac Surg* 1996; 7: 258-66
21. Shvyrkov MB, Sumarokov DD, et al. Osteoplasty of the mandible by local tissues. *J Craniomaxillofac Surg* 1995; 23: 377-81
22. Ilizarov's method. [www.info ilizarov.com](http://www.info.ilizarov.com)
23. Yamamoto H, Sawaki Y et al. Maxillary advancement by distraction osteogenesis using osseointegrated implants. *J CranioMaxillofac Surg* 1997; 25: 186-91

**CORRESPONDENCIA:**

David Francisco Gómez G.

CI 53 #45-78 Ap 302.

Correo Electrónico:

[df.gomez@usa.net](mailto:df.gomez@usa.net)

Medellín, Colombia, S.A.

Juan Fernando Aristizábal P.

Av Estación 5cn-56 Of: 405

Correo Electrónico: [juanfer.aristi@usa.net](mailto:juanfer.aristi@usa.net)

Cali, Colombia, S.A.



**undex**  
Unidad de Diagnóstico  
Oral y Maxilofacial

<b>Estudio Radiográfico</b>	<b>Análisis Radiográfico</b>	<b>Modelos de Estudio</b>	<b>Estudio Fotográfico</b>
Panorámica Cefálica Lateral Cefálica PA Carpograma Oclusales Serie Periapical Periapicales Individuales	Cefalométrico Lateral Cefalométrico PA Panorámico	Superior Inferior Base: Remonta y Sencilla Próximamente: Análisis de Modelos y Análisis de Dentición Mixta	Incluye 8 Tomas Fotos en Disquete Fotos en Diapositiva Fotos en Papel

**La excelencia en nuestros servicios la respaldamos con la dedicación exclusiva a las ayudas para el diagnóstico de sus pacientes**

**Averigüe nuestro paquete de servicios**

*Estas son nuestras direcciones*

**SECTOR UNICENTRO**  
Calle 34 B # 66A-44 Of. 204 Tels: 351 22 60- 351 35 28

**CLÍNICA LAS AMÉRICAS**  
Diag. 75 B # 2 A 80 Cons. 610 Torre Médica Tel: 373 51 70