

## ARTÍCULO ORIGINAL

### ELECTROESTIMULACIÓN SUPERFICIAL COMO COADYUVANTE EN LA CONSOLIDACIÓN DE FRACTURAS DEL MAXILAR INFERIOR, HOSPITAL REGIONAL DE APARTADÓ (ANTIOQUIA), NOVIEMBRE 1994-MAYO 1996\*

Martha Cecilia Abad Londoño,<sup>1</sup> Lina María Ochoa de Bedout,<sup>1</sup>  
Gonzalo Moreno Moreno<sup>2</sup>

**RESUMEN.** Abad MC, Ochoa LM, Moreno G. *Electroestimulación superficial como coadyuvante en la consolidación de fracturas del maxilar inferior, Hospital Regional de Apartadó (Antioquia), Noviembre 1994-Mayo 1996. CES Odont 1996; 9:111-114.* Con base en estudios sobre las relaciones entre el estrés mecánico y los potenciales eléctricos que éste genera, y en la respuesta del hueso a la corriente eléctrica, se hizo un estudio en 12 de los pacientes del Hospital Regional de Apartadó (Antioquia) que ingresaron entre noviembre de 1994 y mayo de 1996 con fracturas no complicadas del maxilar inferior. A las técnicas convencionales de intervención se adicionó la estimulación eléctrica para producir una "aceleración" biológica de la normalización del hueso afectado. - La estimulación eléctrica se aplicó durante cuatro semanas, durante un mínimo de ocho horas diarias. El proceso de reparación ósea se evaluó clínica y radiográficamente al iniciar el tratamiento, a las cuatro y a las seis semanas. - Todos los pacientes tuvieron consolidación clínica a las cuatro semanas; cinco de ellos no presentaron consolidación radiográfica. A las seis semanas todos registraron consolidación clínica y solamente cuatro no mostraron callo óseo en las radiografías. - Todos tuvieron una evolución muy favorable y se acortó el período de convalecencia de una manera significativa.

**Palabras clave:** Electroestimulación, Consolidación, Fracturas, Biopotencial.

**ABSTRACT.** Abad MC, Ochoa LM, Moreno G. *Superficial electrostimulation as an adjunct in the consolidation of mandibular fractures. CES Odont 1996; 9:111-114.* The effectiveness of electrical stimulation on the consolidation of bony fractures was evaluated. Twelve patients which were admitted to the Apartadó Regional Hospital (Colombia) between November 1994 and May 1996 with a diagnosis of non-complicated mandibular fractures were selected. In addition to conventional management of the fracture, patients were treated with electrical stimulation in order to promote a biological "acceleration" of bone normalization. Stimulation was applied eight hours daily during a four week period. Radiographic and clinical evaluation of bone healing was done at the beginning of treatment and four and six weeks later. - All patients showed consolidation of the fracture after four weeks although five of them did not have a radiographic consolidation. After six weeks, all of them had consolidated clinically and only four did not evidence presence of a bony callous radiographically. All patients in the study had a favorable evolution and their recovery period was shortened significantly.

**Key words:** Electrical stimulation, Consolidation, Fractures, Biopotential.

## INTRODUCCIÓN

Las fracturas del maxilar inferior constituyen una noxa de lenta recuperación porque el proceso de cicatrización

ósea funcional es larvado y compromete aspectos importantes en el paciente, como la comunicación, la nutrición y la estética.

Para la realización del presente trabajo se aplicó el principio piezoeléctrico a la consolidación ósea; este principio se ha utilizado ampliamente en otros huesos del organismo, tanto directa como indirectamente, según consta en la literatura, para acelerar el proceso de cicatrización ósea, acortando significativamente el período de convalecencia.

Este estudio puede considerarse como un paso más para la comprensión del proceso de cicatrización ósea, cuyas aplicaciones clínicas deberán evaluarse en experiencias futuras con grupos más grandes de pacientes, en los cuales se deberá incluir un grupo control para poder establecer conclusiones.

Este es un reporte de casos, para el cual se trabajó con un grupo de pacientes del Hospital Regional de Apartadó (Antioquia), en quienes se utilizó un electroestimulador superficial, además del tratamiento convencional. El estudio se cumplió durante el período comprendido entre noviembre de 1994 y mayo de 1996.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en pacientes con diagnóstico de fractura del maxilar inferior, de ambos sexos, que ingresaron al hospital mencionado durante el período dicho. Los criterios que se tuvieron en cuenta para su inclusión en el grupo fueron: fractura del maxilar inferior (oblicua, vertical o en espiral) a nivel de la sínfisis, del cuerpo o del ángulo y suficiente piel sana para la colocación del estimulador eléctrico.

No se incluyeron pacientes en los que se detectara una de las siguientes condiciones médicas: estado mental alterado, diabetes, menopausia, enfermedades metabólicas óseas (osteoporosis, enfermedad de Paget), falla renal, trastornos de la paratohormona, metástasis cancerosas, aparatos eléctricos invasivos ("by pass", marcapasos) audífonos o fractura complicada (conminuta o abierta a boca o piel con avulsión de tejidos). Tampoco se aceptaron las personas con una de las siguientes condiciones locales: infección (abscesos, celulitis, osteomielitis), fractura horizontal del maxilar, tumores óseos (benígnos o malignos) o quistes.

Para la estimulación eléctrica superficial se utilizó un equipo portátil diseñado y construido por la empresa Bohr Ingeniería. Se trata de un dispositivo totalmente electrónico, operado por baterías, que puede generar los dos tipos de señales eléctricas más comúnmente utilizadas en fisioterapia: una señal pulsátil de frecuencias variables, adaptable a los requerimientos del tratamiento, y una segunda señal constituida por un tren de impulsos modulados en amplitud, para aplicaciones más avanzadas, también de frecuencia variable.

Las principales características técnicas del aparato son las siguientes:

- Fuente de alimentación: 9 v, DC
- Batería recargable de Ni-Cd
- Voltaje de operación: 4.5-9 v

- Voltaje de aplicación: 4-8.5 v
- Corriente de aplicación: 20 mA
- Frecuencia de la señal pulsada: 8-800 Hz
- Frecuencia del tren de pulsos: 80 Hz-8 kHz

Al electroestimulador se conectan dos cables de conducción de la señal y dos electrodos, uno positivo y otro negativo, con capacidad de adherirse a la piel.

A todos los pacientes, después de la inmovilización de la fractura, se les aplicó la estimulación eléctrica, teniendo en cuenta que ambos electrodos estuvieran colocados sobre la piel de la base del maxilar inferior, dependiendo de la localización del foco de la fractura. El electrodo positivo se colocó cerca de la mayor masa muscular adyacente y el negativo un poco hacia distal del primero, cada uno a lado y lado del foco de la fractura.

El paciente hizo uso ininterrumpido del electroestimulador durante por lo menos ocho horas diarias, por un término de cuatro semanas consecutivas. (Los pacientes que no hicieron uso del dispositivo según lo que se había dispuesto fueron descartados del estudio).

Durante el período de estudio se realizaron controles radiográficos y clínicos. Para los primeros se analizaron las tres radiografías de rutina tomadas durante el tratamiento convencional: en la primera de ellas (antes de la fijación) se registraron la localización, el tipo y las características de la fractura; en la segunda y tercera radiografías se evaluaron los siguientes parámetros:

- Unión con callo visible: paso de las trabéculas a través del foco de la fractura.
- Unión sin callo visible: indica que se produjo una fijación interna rígida y eficaz.
- No unión con callo visible: indica que hubo o ha movimientos en el foco de la fractura.
- No unión sin callo visible: indica muerte ósea (secuestro).

Se consideró que hubo "aceleración" en la consolidación ósea cuando en la segunda radiografía (tomada a las cuatro semanas) se observó cualquiera de los parámetros anteriores, excepto el último.

Los parámetros clínicos que se tuvieron en cuenta fueron los que indican consolidación ósea: ausencia de dolor a la palpación y ausencia de movimiento en el foco de la fractura. El control clínico se realizó durante dos citas: la primera coincidió con la toma de la segunda radiografía, y la segunda con la toma de la tercera radiografía.

La información fue recolectada de fuente primaria por medio del análisis de las radiografías y de la evaluación clínica del paciente y se consignó en un formulario precodificado.

Los sesgos de información que se pudieran haber producido en la recolección de los datos se controlaron por medio de un formulario precodificado y de respuestas concretas. Los posibles sesgos de observación radiográfica fueron controlados por una persona altamente calificada para la lectura de las radiografías y por la toma de dos tipos de radiografías estándar (P-A y oblicua) para visualizar el área de la fractura.

Para el procesamiento de los datos se utilizaron los programas de computador MS Word (proceso de texto),

Epi-Info (base de datos) y Harvard Graphics (gráficos).

Las variables cualitativas se describieron mediante proporciones y distribución de frecuencias de cada una de las que estaba relacionada con el objeto de estudio. Los principales cruces de variables fueron los siguientes:

- Sexo vs. consolidación a las cuatro y a las seis semanas.
- Edad vs. consolidación a las cuatro y a las seis semanas.
- Tipo de fractura vs. consolidación a las cuatro y a las seis semanas.

Se hicieron pruebas de dependencia e independencia de variables cualitativas y se realizaron cálculos estadísticos mediante la utilización de las pruebas de chi cuadrado y exacta de Fisher.

**RESULTADOS**

*Análisis descriptivo*

Se estudiaron 12 pacientes, cinco mujeres y siete hombres, con edades entre los 15 y los 39 años; diferenciados en dos grupos etarios: 15-25 y 26-40 años.

Se incluyeron en el estudio siete pacientes de raza negra, cuatro de raza blanca y un mestizo, los cuales presentaron fracturas mandibulares a distinto nivel; de ellas, 10 eran oblicuas y dos verticales. La localización más frecuente fue en el cuerpo del maxilar (5 casos), seguida por la sínfisis y el ángulo (3 cada uno); hubo un solo caso de fractura parasinfisiaria.

Las causas más frecuentes de las fracturas fueron los golpes (50%) y los accidentes de tránsito en motocicleta (25%) y en automóvil (16.7%). La causa menos frecuente fue el trauma deportivo.

El tipo de fijación que más se utilizó fue el combinado (5 pacientes); siguieron en frecuencia el alambrado interdentario, la dentadura, la férula y el alambrado circunferencial, y la osteosíntesis con alambre (2 pacientes cada uno). La fijación transalveolar sólo se practicó en un paciente.

El tiempo transcurrido entre la fractura y la fijación, en la mayoría de los casos (siete) fue menor de una semana, y el resto entre una y dos semanas (5 casos). El tiempo de fijación, al igual que la aplicación del estimulador, fue de cuatro semanas.

*Análisis exploratorio*

Debido a los criterios de exclusión, el tamaño de la muestra fue muy reducido, lo que confiere a este estudio un carácter netamente descriptivo.

Los resultados del presente estudio se resumen en las Tablas 1 a 9.

**Tabla 1. Consolidación con y sin callo óseo visible radiográficamente, a las cuatro semanas.**

Consolidación	Frecuencia	%	Acumulado
Unión con callo óseo	7	58.3%	58.3%
Unión sin callo óseo	5	41.7%	100.0%
Total	12	100.0%	

**Tabla 2. Consolidación con y sin callo óseo visible radiográficamente, a las seis semanas.**

Consolidación	Frecuencia	%	Acumulado
Unión sin callo óseo	8	66.7	66.7%
Unión sin callo óseo	4	33.3	100.0%
Total	12	100.0	100.0%

**Tabla 3. Ausencia o presencia de dolor a la palpación en el foco de la fractura, a las cuatro semanas.**

Dolor	Frecuencia	%	Acumulado
Ausencia	10	83.3	83.3%
Presencia	2	16.7	100.0%
Total	12	100.0	

**Tabla 4. Ausencia o presencia de movilidad a la palpación en el foco de fractura, a las cuatro semanas.**

Movilidad	Frecuencia	%	Acumulado
Ausencia	12	100	100.0%
Total	12	100	100.0%

**Tabla 5. Unión con callo y sin callo óseo visible radiográficamente, según el tipo de fractura, a las cuatro semanas.**

Tipo de fractura	Con callo	Sin callo	Total
Oblicua	6	4	10
Vertical	1	1	2
Total	7	5	12

**Tabla 6. Unión con y sin callo óseo visible radiográficamente, según el tipo de fractura, a las seis semanas.**

Tipo de fractura	Con callo	Sin callo	Total
Oblicua	7	3	10
Vertical	1	1	2
Total	8	4	12

**Tabla 7. Unión con callo y sin callo óseo visible radiográficamente, según el sexo, a las cuatro semanas.**

Sexo	Con callo	Sin callo	Total
Femenino	2	3	5
Masculino	5	2	7
Total	7	5	12

**Tabla 8. Unión con y sin callo óseo visible radiográficamente, según sexo, a las seis semanas.**

Sexo	Con callo	Sin callo	Total
Masculino	3	2	5
Femenino	5	2	7
Total	8	4	12

**Tabla 9. Unión con y sin callo óseo visible radiográficamente, según la edad, a las seis semanas.**

Edad (años)	Con callo	Sin callo	Total
15-25	3	3	6
26-40	5	1	6
Total	8	4	12

La localización de la fractura con respecto a la forma-

ción de callo óseo visible no presentó mayor variación a las cuatro semanas ni a las seis semanas.

No hubo variación entre el tiempo que demoró la fijación del paciente y la consolidación ósea a las cuatro y a las seis semanas.

Como puede desprenderse del análisis, los pacientes con fractura del maxilar inferior que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos para el estudio tuvieron una evolución clínica y radiográfica muy favorable, lo cual permitió el retiro de la fijación a las cuatro semanas, cuando normalmente este procedimiento se realiza a las seis semanas.

Las variables raza, localización de la fractura, evolución entre la ocurrencia de la fractura y la fijación y el tipo de fijación mostraron muy poca variación con respecto a la consolidación. Aunque en algunos pacientes no se presentó un callo óseo visible radiográficamente a las cuatro y a las seis semanas, no significa esto que no lo hubiese, puesto que algunas radiografías fueron de calidad deficiente, pero no pudieron ser descartadas por las limitaciones del medio en que se realizó el estudio.

#### DISCUSIÓN

Las fracturas mandibulares son una entidad relativamente frecuente, que compromete muchas áreas del desempeño individual. La mayoría son causadas por accidentes de tránsito, accidentes industriales o violencia física. Cualquier tratamiento que procure una disminución del tiempo de fijación y que propicie la recuperación más rápida merece evaluarse como terapia coadyuvante.

La restauración ósea completa es un proceso que tarda meses y que parte del ordenamiento de la distribución un poco al azar de la cicatriz ósea. La formación del callo primario, que es un depósito de matriz ósea no calcificada, ocurre durante los primeros 20 días después de la fractura; y la formación del callo óseo secundario, caracterizado por un depósito de calcio insoluble y por la restauración de la arquitectura ósea con el desarrollo de canales de Havers, se produce entre los 20 y los 60 días después de la fractura; este callo no es necesariamente visible a los rayos X.

El tiempo de fijación varía de acuerdo con la fractura, la presencia o ausencia de movilidad y la sintomatología del paciente.

La mayoría de las escuelas establecen el tiempo para retirar la fijación entre cuatro y seis semanas.

En este estudio el desarrollo de inmovilidad en el foco de la fractura a las cuatro semanas en todos los pacientes sugiere la formación de un callo óseo secundario que, aunque no visible a los rayos X, constituye, desde el punto de vista de operacionalización de las variables, una aceleración en el proceso de cicatrización ósea que permitió retirar la fijación al término de este lapso, con una evolución postoperatoria muy favorable post-operatorio.

Es evidente que este estudio, por su naturaleza, no establece relación de causalidad, pero sí permite hacer una aproximación interesante del fenómeno, que sirve como base para estudios de casos y controles en los cuales pueda establecerse el nexo de causalidad.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Yasuda I. Fundamental aspect of fracture treatment. *J Kyoto Med Ass*; 1963; 4: 395-406.
- Fukada E, Yasuda I. On the piezoelectric effect of bone. *J Phys Soc* 1957; 10: 1158-1169.
- Yasuda I. Electric callus and callus formation. *Electret. Clin Orthop* 1957; 124: 53-56.
- Heppenstall RB et al. Tissue gases and oxygen consumption in healing bone defects. *Clin Orthop* 1975; 106: 357-365.
- Frie Denverg ZB, Brighton CT. Bioelectrical potential in bone. *J Bone Joint Surg* 1976; 48A: 915-923.
- Brighton CT, Friedenber ZB. Electrical stimulation and oxygen tension. *Ann NY Acad Sci* 1974; 238 314.
- Bassett CAL. Pulsing electromagnetic fields: a new method to modify cell behavior in calcified and non calcified tissues. *CalcifTissue Inst* 1984; 34: 1-8.
- Bassett CAL, Powluk R.J. Noninvasive method for stimulating osteogenesis. *J Biomed Mater Res* 1975; 9: 371-374.
- Brighton CT et al. Direct current stimulation of non-union and pseudarthrosis. *J Bone Joint Surg* 1979; 57: 368-377.
- Pollack SR. Bioelectrical properties of bone and cartilage. *Orthop Clin. North Am* 1984; 15:15.
- Pollack SR. Bioelectrical properties of bone: endogenous electrical signals. *Orthop Clin. North Am* 1984; 15: 3-14.
- Heppenstall RB. Fracture healing. In: Heppenstall RB (Ed): *Fracture treatment and healing*. Philadelphia: WB Saunders Co., 1980.
- Mackibbin B. The biology of fracture healing in long bones. *J Bone Joint Surg* 1978; 60: 150-162.
- Black J. Tissue response to exogenous electromagnetic signals. *Orthop Clin North Am* 1984; 15: 15-31.
- Brighton CT, Krebs AG. Oxygen tension of healing fractures in the rabbit. *J Bone Joint Surg* 1972; 54: 323-333.
- Adams WM. Internal wiring fixation of facial fractures *Surgery* 1982;12.