

Los problemas en la articulación de la mandíbula

CARLOS GARCÍA MOREIRA*

El gesto de morderse los labios para expresar ira contenida es de todos bien conocido (por bien que nos comportemos). Y en la agitada vida actual de las grandes ciudades abundan motivos para que cierta proporción de la gente siga expresando ira o tensión, de manera involuntaria, aun en la intimidad de su hogar.

Cuando la opresión y deslizamiento lateral de los dientes son muy fuertes, éstos rechinan claramente aun durante el sueño, y a esto se le denomina bruxomanía o bruxismo.³³

La considerable fuerza (del orden de 40 kilogramos) desarrollada por los músculos elevadores de la mandíbula,¹⁴ que el bruxista aplica durante horas y horas sobre el cartilago y superficies óseas de su articulación craneo-mandibular, termina por afectar a ésta, que se desequilibra y comienza a funcionar mal.

Un signo precoz del mal funcionamiento de la articulación craneo-mandibular es la aparición de ruidos articulares (chasquidos), al abrir y cerrar la boca, los cuales son diferentes del rechinar de los dientes durante los periodos de bruxismo, pero que al igual que éstos suelen ser percibidos claramente por el propio enfermo.

Desde la aparición de ruidos a la aparición de molestias musculares media un tiempo variable, pero casi indefectiblemente, el bruxista no tratado llega a sufrir dolor muscular y/o articular, irradiado a otras zonas de manera muy



* Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UNAM.



Figura 1. La activación de los músculos elevadores de la mandíbula, sin propósito masticatorio, es una manifestación de tensión emocional. Los bruxistas presentan largos periodos de actividad muscular que termina por dañar a la articulación cráneo-mandibular.

variable, que hace confundir su diagnóstico con el de otros padecimientos neurológicos, audiológicos o siquiátricos.

Más tarde se presenta dificultad para abrir la boca y suelen ocurrir accidentes de trabado o dislocación articular. Cuando el problema alcanza mucha severidad, es preciso proceder a la intervención quirúrgica de la articulación para repararla dentro de lo posible.

Genéricamente, cuando hay signos objetivos de alteración articular, hablamos de *disartema* (Disfunción Articular Temporo Mandibular).



Figura 3. La férula oclusal es un tratamiento muy eficaz para la disfunción articular craneo-mandibular. Al mantener separados los dientes cambia la información que fluye hacia los centros nerviosos, y se reduce la retroalimentación positiva.

El bruxismo prolongado conduce a *disartema*. Pero no es la única causa, ya que también es frecuente que una *disartema* ocurra como resultado de la mala oclusión dental, debida a mal posicionamiento o a deformación por caries de los dientes.

Dado que las caries son en extremo frecuentes, por causa de los hábitos alimenticios actuales; y que la tensión emocional acompañada de bruxismo también lo es, ambos factores se combinan para producir una altísima incidencia de *disartema*.

Una recopilación de datos efectuada

recientemente, a escala nacional, en Estados Unidos,² revela que más del 20% de las personas mayores de 25 años, que habitan en las grandes ciudades, presentan algún síntoma y/o signo de *disartema*, aunque solamente un 5% requieren comenzar de inmediato un tratamiento. De entre éstos, existe un predominio claro de mujeres (entre 3 y 9 veces más). También la experiencia en México revela estas altas cifras de prevalencia.⁴

Puede visualizarse al padecimiento como la resultante del establecimiento de círculos viciosos, como los que se muestran en la figura 2, dentro de los cuales, cada resultado de cierta alteración se convierte a su vez en causa directa o indirecta de la misma.

Se trata de un ejemplo típico de *desequilibrio en el control nervioso de una función*, ante la persistente desviación en el valor de algunas de sus variables de entrada;^{13,35} lo cual se comprueba al revisar las maneras con que en la actualidad se logra reducir o curar por completo la *disartema*.

EL EFECTO BENÉFICO DE MANTENER LIGERAMENTE SEPARADOS LOS DIENTES TODO EL TIEMPO

Dado que en la base de la *disartema* se halla la constante afluencia de información desde la boca hacia los centros nerviosos, resulta natural que a lo largo de lo que va del presente siglo,³³ el recurso más empleado para tratarla consista en mantener los dientes del paciente separados, mediante el uso de una delgada lámina rígida (de 2 o 3 mm de espesor), denominada *férula oclusal* (ver figura 3); aunque la demostración del efecto real del uso de dicha férula sobre la actividad neuro-muscular masticatoria recién comenzó a lograrse con los trabajos de

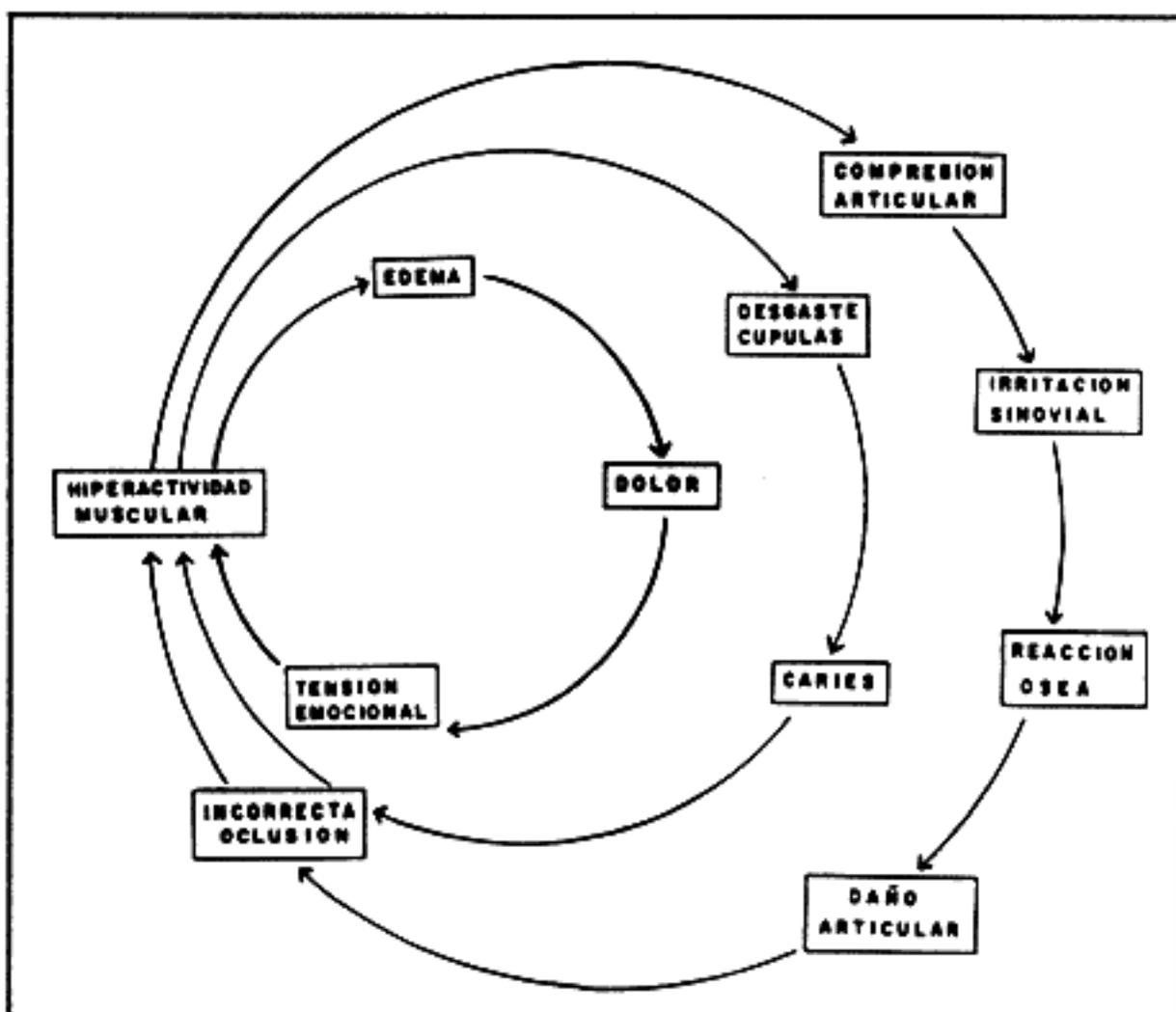


Figura 2. Varios círculos viciosos existen en la disfunción articular temporo-mandibular (*Disartema*). Cada resultado de cierta alteración se convierte a su vez en causa directa o indirecta de la misma. Pero todos los círculos pasan por la hiperactividad muscular.

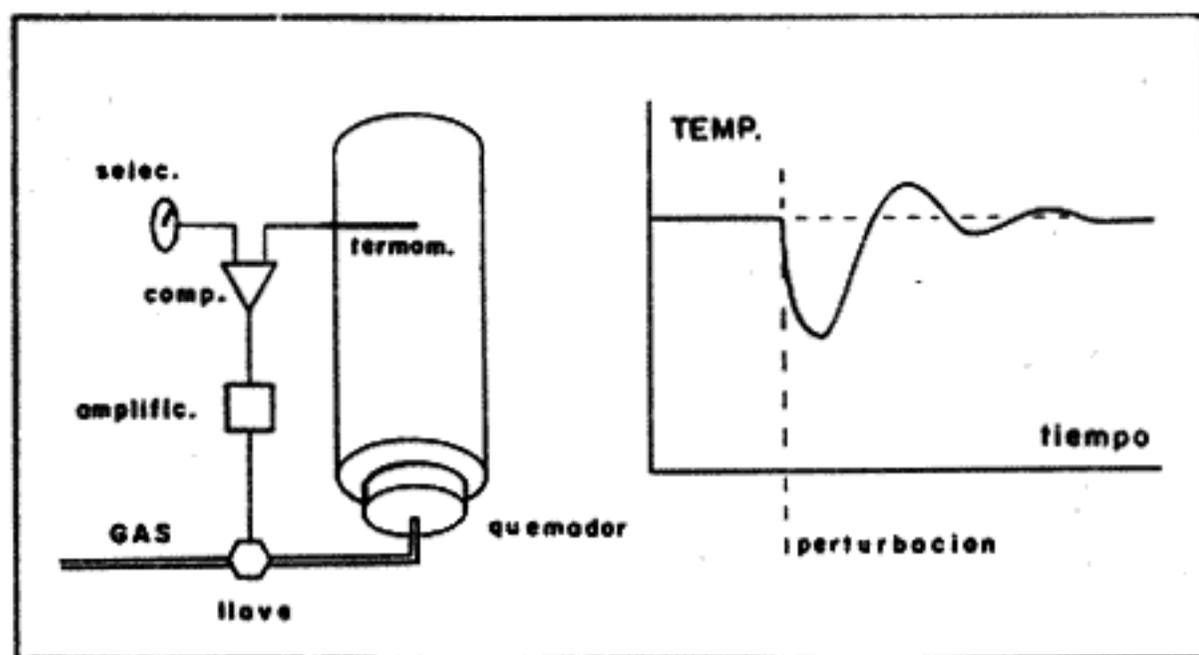


Figura 4. Los sistemas automáticos de control por lo general oscilan al corregir una perturbación. Cuando el termómetro detecta que la temperatura del agua ha descendido por debajo de la deseada, el controlador enciende al calefactor, el cual calienta hasta por encima de lo deseado, y debe apagarse para permitir un ligero enfriamiento. A través de sucesivas aproximaciones se alcanza estabilidad en el nivel deseado.

Christensen *et al.*,¹⁴ en la década de los sesenta.

Al cabo de una semana de usar la férula durante todo el tiempo (incluyendo el sueño), la mayoría de los pacientes experimentan notable mejoría funcional, acompañada de un franco alivio de sus molestias.²

Claro está que si el paciente tiene un problema de mala oclusión dental, antes de usar la férula se debe corregir dicho problema. Pero la sola corrección oclusal suele no curar la *disartema*, resultando preciso actuar también sobre el sistema de control neuro-muscular previamente desequilibrado.

El uso de relajantes musculares o de sicotrópicos se reserva para los raros casos en que la férula no rinde resultados,² y tampoco mejora mucho el problema, dentro de un margen que no interfiera de manera significativa con la vida normal del paciente.

En cambio, recursos terapéuticos "caseros" como los "fomentos" o el mirarse al espejo para aflojar los músculos (bio-retroalimentación directa), suelen contribuir³³ a la mejoría clínica obtenida mediante el uso de una férula oclusal.

Finalmente, desde que el hipnotismo³⁷ y la acupuntura³⁶ vencieran la "excomunion" de la ciencia médica occidental, también se han

venido constituyendo en eficaces técnicas complementarias para tratar la *disartema*.

Pero con cualquiera de los tratamientos, se plantea al clínico el mismo problema: *se debe contar con una medida objetiva para evaluar el padecimiento y la mejoría que se vaya logrando.* Además, el paciente necesita ser informado cuantitativamente del resultado obtenido en base a su dedicación al tratamiento, para sentirse motivado a perseverar durante todo el tiempo necesario (en ocasiones, muchos meses).

Dado que el problema reside en el sistema de control neuromuscular de la articulación, necesariamente la medida

a utilizar provendrá de evaluar dicho sistema de control, a través del estudio de sus respuestas automáticas.

LOS REFLEJOS MANIFIESTAN EL ESTADO DEL SISTEMA CONTROLADOR

Todos sabemos que el sistema calefactor de agua que tenemos en nuestra casa funciona durante las 24 horas, de manera diferente en cada instante, según las circunstancias; y también sabemos que, para comprobar su funcionamiento, lo más fácil resulta apagar el quemador, dejar enfriar el agua del tanque, y después volver a encenderlo para ver la respuesta automática del sistema ante este "escalón" de la temperatura.

Esta "respuesta ante escalón de la entrada" del sistema calefactor obviamente no es la única manera (ni mucho menos) que éste tiene de comportarse (ver figura 4), pero sirve para caracterizarlo bajo ciertos supuestos generales y así poder predecir, aproximadamente, las respuestas del sistema ante otras diversas circunstancias.³⁵

A menudo perdemos de vista esta noción básica de la Teoría del Control ante las respuestas automáticas del Sistema Nervioso, y tendemos a visualizar a los *reflejos* como entidades diferentes del funcionamiento continuo del control.

Una vez advertidos de esto, podemos abordar al más sencillo de los reflejos mandibulares: el reflejo de cierre bucal.

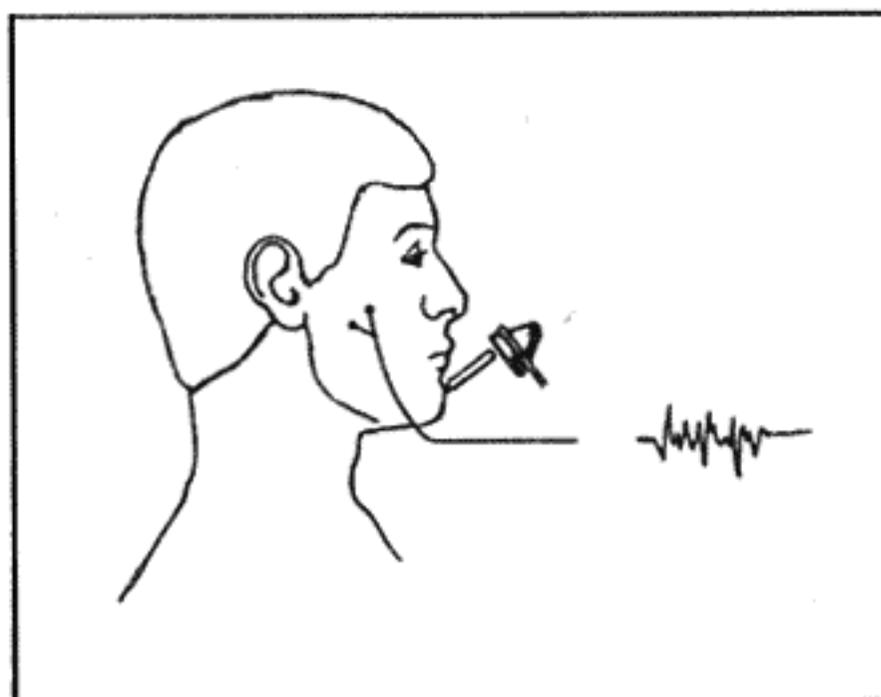


Figura 5. Reflejo de estiramiento (miotático) por percusión del mentón durante el reposo muscular. Al igual que al golpear la rodilla, se excitan los receptores mecánicos del músculo, y se produce una activación refleja, detectable mediante el EMG. Reparemos en que el golpe se aplica en el sentido de apertura de la boca, y por lo tanto, estirando a los músculos elevadores de la mandíbula.

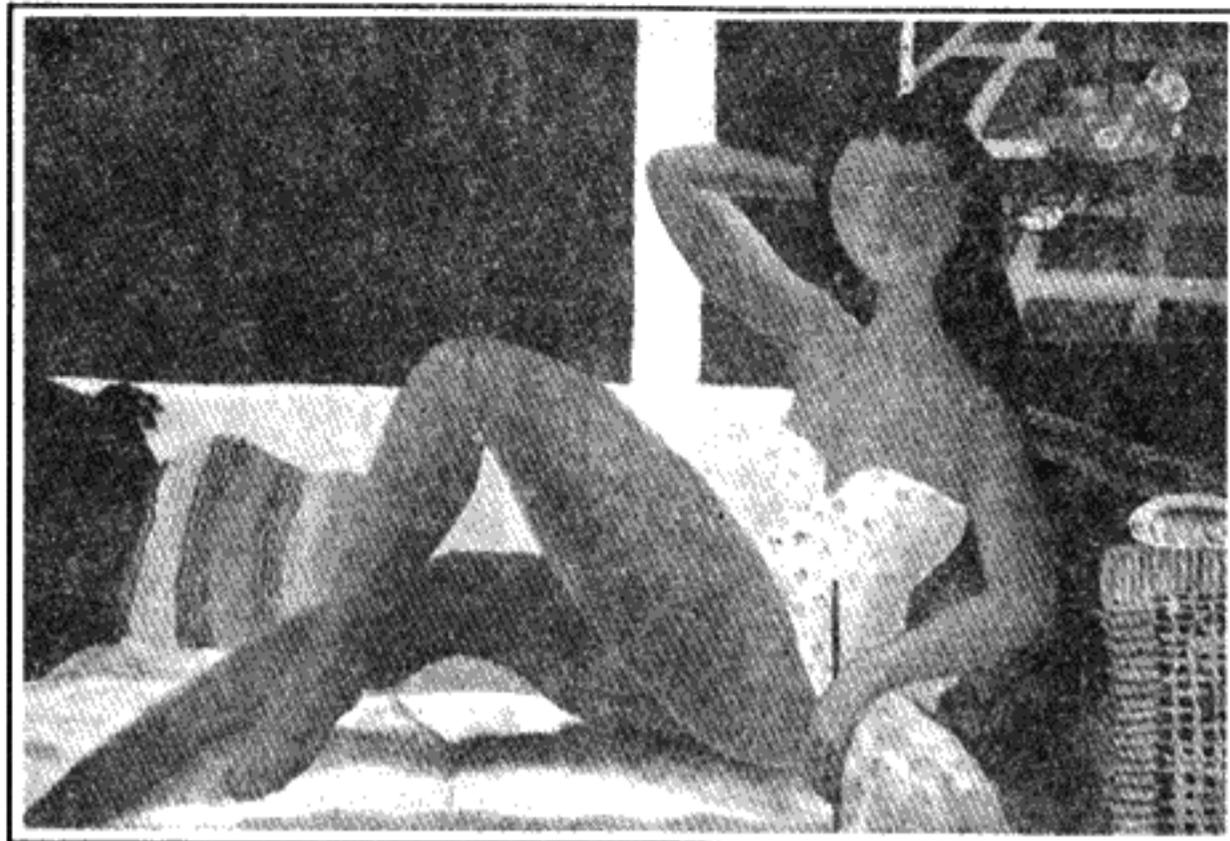
Como muestra la figura 5, si durante el reposo con la boca cerrada se aplica un golpe hacia abajo en el mentón, el sistema de control detecta la desviación de la mandíbula respecto a la posición de reposo deseada, y automáticamente activa a los poderosos músculos elevadores.

Cuando los músculos entran en operación, generan señales eléctricas que pueden captarse desde electrodos colocados sobre la piel, y luego de ser amplificadas, se registran sobre papel o pantalla de video, constituyendo el Electro-Miograma (EMG). El estudio del EMG es una forma objetiva e inocua de detectar la ocurrencia de los reflejos motores.

El reflejo tiene una *ganancia de potencia*, porque un ligero golpe (de acaso 200 gramos) arranca una respuesta de varios kilogramos. Y además el reflejo tiene una *relación de fases con el estímulo*, porque media un tiempo entre sus respectivos inicios, y además sus cursos temporales están relacionados.

Investigaciones de Cooker¹⁶ demostraron que los reflejos mandibulares tienen la ganancia más alta y la relación de fase más estrecha de todo el organismo, y esto se explicaría por las tres siguientes razones:

1. No existe ambigüedad en la interpretación de las desviaciones, porque la geometría es muy restringida



se centraron en éste. Sin embargo, fue el reflejo opuesto el que se halló alterado, como veremos enseguida.

EL REFLEJO INHIBIDOR DE LOS MÚSCULOS ELEVADORES DE LA MANDÍBULA

Cuando estamos mordiéndolo con fuerza un trozo de alimento duro, y éste se fractura bruscamente, queda enfrentada una gran fuerza muscular (de más de 40 kilogramos) contra solamente el peso de la mandíbula (acaso 400 gramos).

Este desbalance de fuerzas (ver figura 6) determinaría una aceleración cuyo resultado sería que la mandíbula adquiriese alta velocidad y los dientes inferiores terminasen chocando contra los superiores, con violencia suficiente para romperse.

El tiempo disponible, dadas la corta distancia y la alta velocidad involucradas, resultaría demasiado breve para un frenado voluntario, sin contar con que, mientras comemos, solemos distraernos en la plática con otras personas.

Evidentemente, debemos la conservación de nuestros insustituibles dientes a un reflejo que actúa bloqueando la actividad motora de los músculos elevadores de la mandíbula, ante un brusco cambio de posición de ésta.

En todos los músculos ocurren respuestas similares, y la primera descripción por Angel, Eppler e Iannone³ fue realizada en los músculos de la mano.

Sin embargo, de nuevo en la mandíbula, las cosas ocurren drásticamente, e incluso, el reflejo puede provocarse golpeando el mentón cuando el paciente oprime su boca cerrada, porque el microscópico desplazamiento obliga a una inhibición muscular que impida incrustarse los dientes dentro de los alveolos maxilares.

Vale la pena señalar que no debemos abusar de esta forma de razonamiento "teleológico" o finalista, porque precisamente una de las contribuciones más significativas de la filosofía materialista al pensamiento científico, ha sido el desecharnos, como bien nos lo recuerda Boudon.¹²

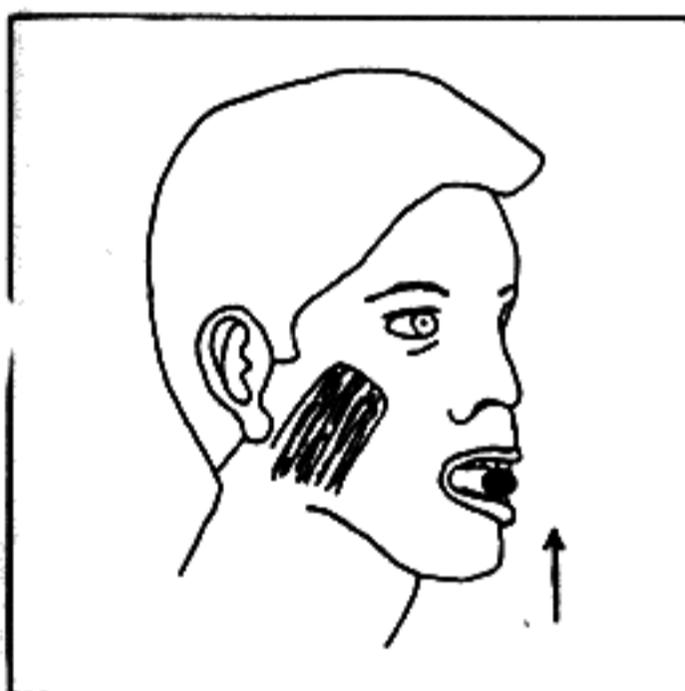


Figura 6. El riesgo potencial de rompernos los dientes al quebrar un trozo de alimento duro, es prevenido gracias a un reflejo inhibitorio muy enérgico. Más de 40 kilogramos de fuerza pueden quedar enfrentados a menos de medio kilogramo (que pesa la mandíbula), la aceleración determinaría una velocidad suficiente para que los dientes se rompieran al chocar.

2. La longitud de las vías nerviosas entre receptores y centros nerviosos, y de éstos a los músculos, es muy corta

3. Participa un par craneano, con núcleo motor influido por aferencias sensoriales muy importantes, que permiten una regulación muy fina.

Investigaciones más recientes de Jabobs *et al.* han enfatizado la importancia de este reflejo, y además demostraron que es posible su modulación por la actividad de los centros superiores.

Este reflejo es promotor de la actividad muscular, y por lo tanto cabría la posibilidad de que estuviese exacerbado en una situación de bruxismo o *disartema*, de modo que las primeras investigaciones

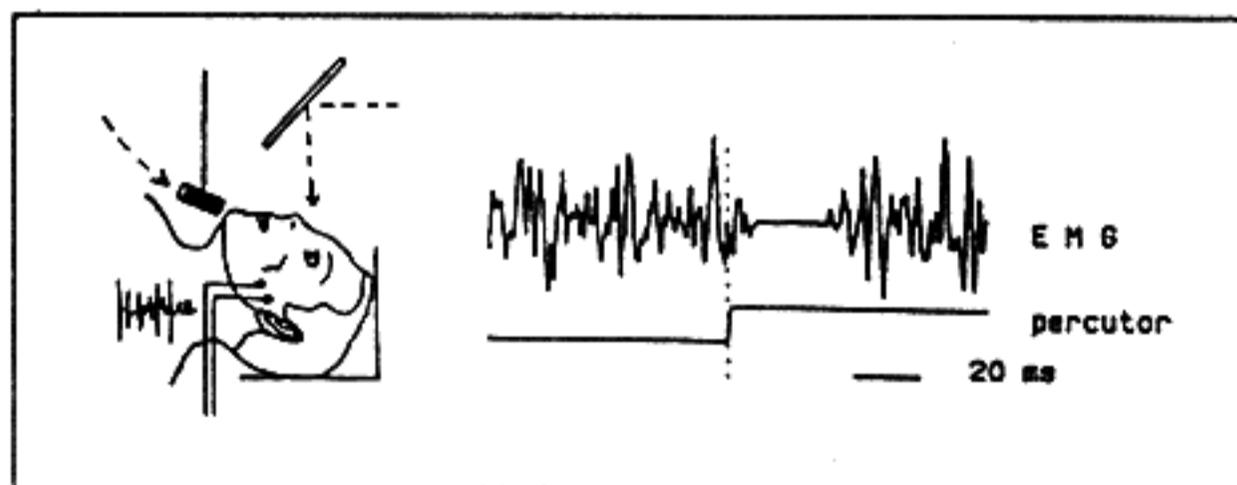


Figura 7. Estudio experimental del reflejo mandibular inhibitorio de los músculos elevadores de la mandíbula. Durante un esfuerzo oclusivo, se aplica un golpe en el mismo sentido en que actúan los músculos elevadores, y se desencadena automáticamente un bloqueo de la actividad (Período Silente), que impide el enclavamiento de los dientes en los maxilares.

Pero es forzoso reconocer que una hipótesis de trabajo bastante simpática habría de formularse, más o menos, así: si el reflejo existe para prevenir situaciones de esfuerzo muscular innecesario, entonces ha de estar perturbado en el bruxismo y la *disartema*.

Notemos que se trata de una respuesta refleja que *modula una actividad motora pre-existente*, por lo que sus características van a depender del esfuerzo muscular de fondo y también de la atención que la persona esté prestando a controlarlo (podemos estar masticando concentrados en el movimiento de nuestros dientes, o en el movimiento de los detalles anatómicos de una paseante).

Bickford¹⁰ propuso la denominación de micro-reflejos para este tipo de respuestas, y Godaux y Desmedt²¹ profundizaron el estudio. Ambas contribuciones destacaron el carácter de labilidad que poseen estas respuestas reflejas de modulación motora, a diferencia de los reflejos "clásicos".

Sharav *et al*³⁶ mostraron que es posible inducirlo también a través de los receptores del dolor situados en la pulpa del diente, mientras que Yu *et al.*⁴⁹ lo indujeron estimulando la mucosa oral y los labios.

Sin embargo, el suceso principal ocurrió hacia el año 1970, cuando Bessette, Bishop y Mohl⁷ hallaron que en los pacientes con *disartema* puede estar prolongado el Periodo Silente que presenta el EMG al ocurrir el Reflejo Inhibitorio Mandibular. Esto desencadenó una gran cantidad de investigaciones, a las cuales se sumó la de nuestro propio grupo.

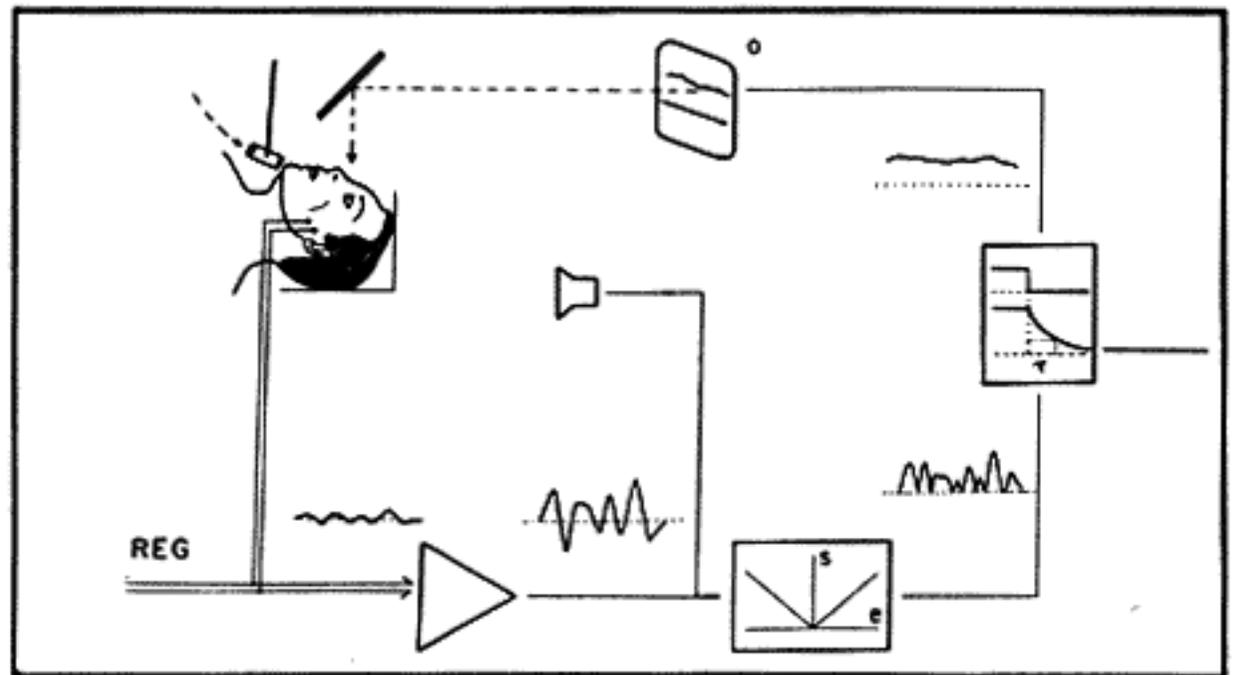


Figura 8. Bio-retro-alimentación para que el paciente mantenga un mismo nivel de actividad muscular. El EMG es procesado electrónicamente para obtener una señal plana (fácil de evaluar visualmente) y que todavía siga perceptiblemente los cambios de esfuerzo. El paciente observa la desviación de esta señal respecto a una referencia, y efectúa la corrección necesaria, momento a momento.

Pero antes de entrar en esto, es conveniente describir en forma un poco más detallada dicho reflejo, sobre el cual se ha centrado la investigación.

LA RESPUESTA MODULADORA COMPLETA INCLUYE ONDAS DE INHIBICIÓN Y DE POTENCICACIÓN

La mayoría de los sistemas de control conocidos en Biología exhiben la propiedad de oscilar cuando son activados por un escalón de información, antes de regresar a su estado basal.^{13,35} El reflejo mandibular no iba a ser justo la excepción. Bien visto, el EMG posterior al golpe exhibe una gran inhibición inicial (Periodo Silente) y después sucesivas ondas alternantes de refuerzo y disminución, con amplitud decreciente, antes de regresar al nivel basal (figura 7).

La respuesta de personas sanas puede durar hasta 150 milisegundos después del golpe. Habremos de convenir en que una pausa de unos 30 mili-segundos fue bastante para salvarnos los dientes, si recordamos que podemos tener más de 40 kilogramos de fuerza disponibles, para impulsar a la mandíbula a través de la distancia de sólo unos 3 centímetros.

Si bien Godaux y Desmedt²¹ y Van der Glas *et al.*⁴¹ describieron esta respuesta completa, la mayoría absoluta de las investigaciones se centraron exclusivamente en la duración de la onda inhibitoria (Periodo Silente) y su alteración en la *disartema*.^{18,22,24,27}

Aun cuando la idea de evaluar al sistema de control neuromuscular de la mandíbula mediante el reflejo mandibular parecía correcta, los resultados prácticos eran contradictorios. Por esto se hizo evidente la necesidad de incrementar la cooperación entre la Clínica y las Ciencias Básicas.

Dentro de esta tendencia general surgió nuestro grupo actual de investigación. A partir de 1985, nos asociamos para investigar sobre este tema, los laboratorios de Fisiología de la División de Postgrado de la Facultad de Odontología y de Biofísica de la Facultad de Ciencias.

EMPLEANDO UNA VERSIÓN REFINADA DEL SIMPLE OBSERVARSE LAS MEJILLAS ANTE UN ESPEJO

Desde que comenzamos a trabajar conjuntamente sobre el problema de evaluar al control neuro-muscular de la articulación craneo-mandibular, percibimos que existía gran variabilidad entre los re-

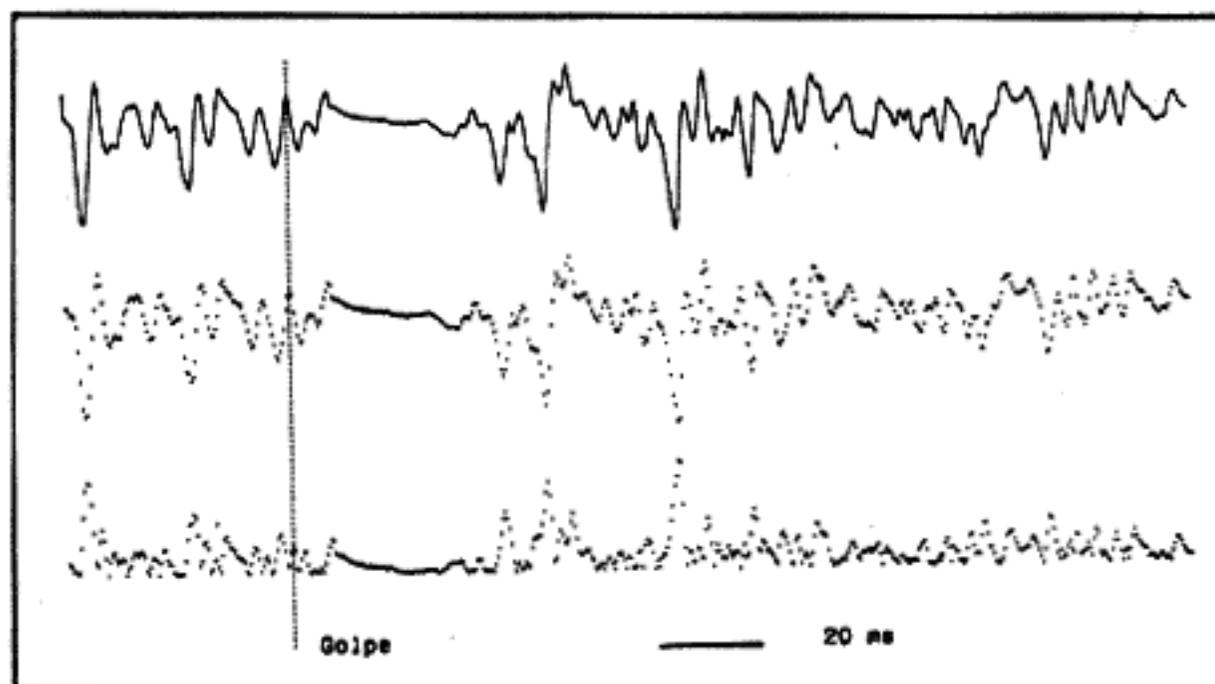


Figura 9. Muestreo digital del EMG y rectificación de las muestras obtenidas. El trazo superior corresponde a la señal original, luego de ser amplificada. En medio, la gráfica de los valores de las muestras obtenidas a intervalos iguales. Abajo, la gráfica de los valores rectificados por inversión de los negativos.

gistros del reflejo obtenidos del mismo paciente durante la misma sesión.

Para reducir esta variabilidad, decidimos que el paciente debería controlar su esfuerzo de manera lo más fina posible, para mantenerlo dentro de cierto nivel prefijado.

Para tal fin, deberíamos mostrarle el resultado de su esfuerzo, y la desviación del mismo respecto a lo deseado (figura 8). A esto se le denomina *Bio-retroalimentación* y es una metodología bien establecida.¹³

La idea original era de Kwantý²⁶ y Kreifeldt,²⁵ aunque nosotros tuvimos que escoger razonadamente la respuesta para cada una de las siguientes interrogantes:

¿Usaríamos la señal de fuerza o la de voltaje como fuente de información acerca del esfuerzo?

¿Qué tipo de transformación matemática efectuaríamos sobre la señal escogida?

¿Qué relación de sensibilidad y rapidez dar al sistema de visualización?

Además, una vez respondidas estas interrogantes, debimos diseñar y construir los equipos para implementar la bio-retroalimentación según nuestras opciones.

Después de estudiar a 50 estudiantes jóvenes, voluntarios, de la Facultad de Ciencias, durante 1985, obtuvimos resul-

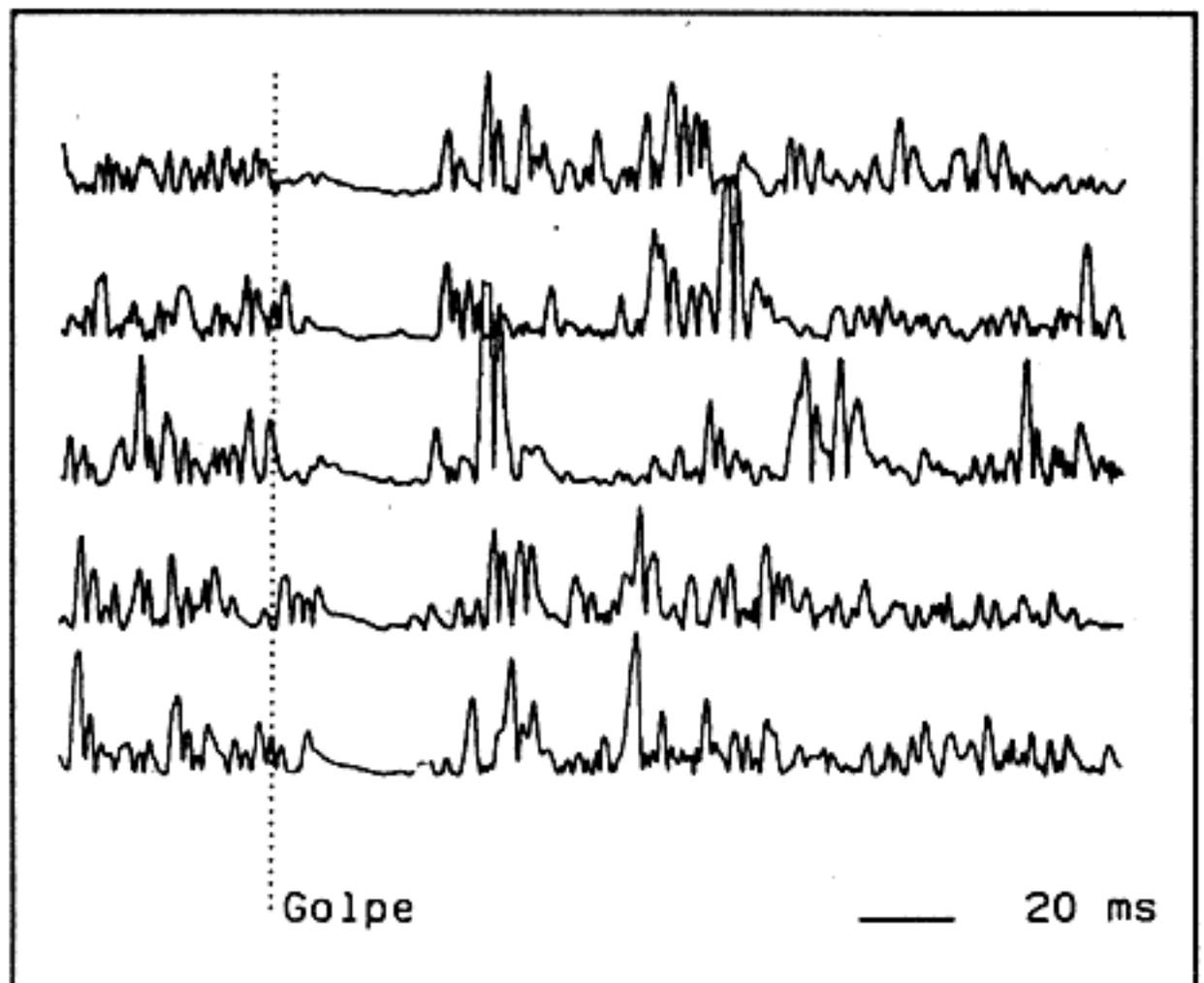


Figura 10. Diferencia entre los registros sucesivos de un mismo paciente durante la misma sesión. Las muestras rectificadas se han unido entre sí para sintetizar curvas visualizables fácilmente. Mientras que el Período Silente aparece sistemáticamente después del golpe, los demás accidentes individuales de los registros varían al azar.

tados alentadores⁴ en cuanto a disminuir la variabilidad.

Pero también pudimos comprobar que persistía otra fuente de variación que no podíamos remover, de modo que (como siempre en Biología), hubimos de resignarnos a convivir con ella, pero como matrimonio bien avenido, gracias a los buenos oficios de la estadística.

Para ello, nos basamos en los principios aplicados, desde hace mucho tiem-

po, para el análisis de los Potenciales Provocados.⁹

PROMEDIACIÓN ENTRE RÉPLICAS DE UN REGISTRO

De acuerdo a la nomenclatura estadística, podríamos decir que las sucesivas determinaciones efectuadas a un mismo paciente durante una misma sesión (realizando esfuerzos iguales), constituyen *réplicas*. Mientras que las determinaciones efectuadas en sesiones diferentes son *repeticiones*.

En camino de resumir la información, resulta más cómodo y fácil reconocer las modulaciones si ponemos todas las ondas para el mismo lado, o sea: *rectificar* (ver figura 9); porque en efecto, lo que interesa realmente es la existencia de actividad motora, y no el detalle aleatorio del EMG.

Si las réplicas no resultan para nada idénticas (figura 10), entonces es preciso calcular una *tendencia* y también una *dispersión* en torno a la misma.

¿Qué vamos a promediar? Pues los valores obtenidos en los instantes correspondientes dentro de los diferentes registros. La simple *superposición* sirve para dar idea de la tendencia y la dispersión (ver figura 10).

Pero como usamos conversión *analógico-a-digital* para introducir el registro a

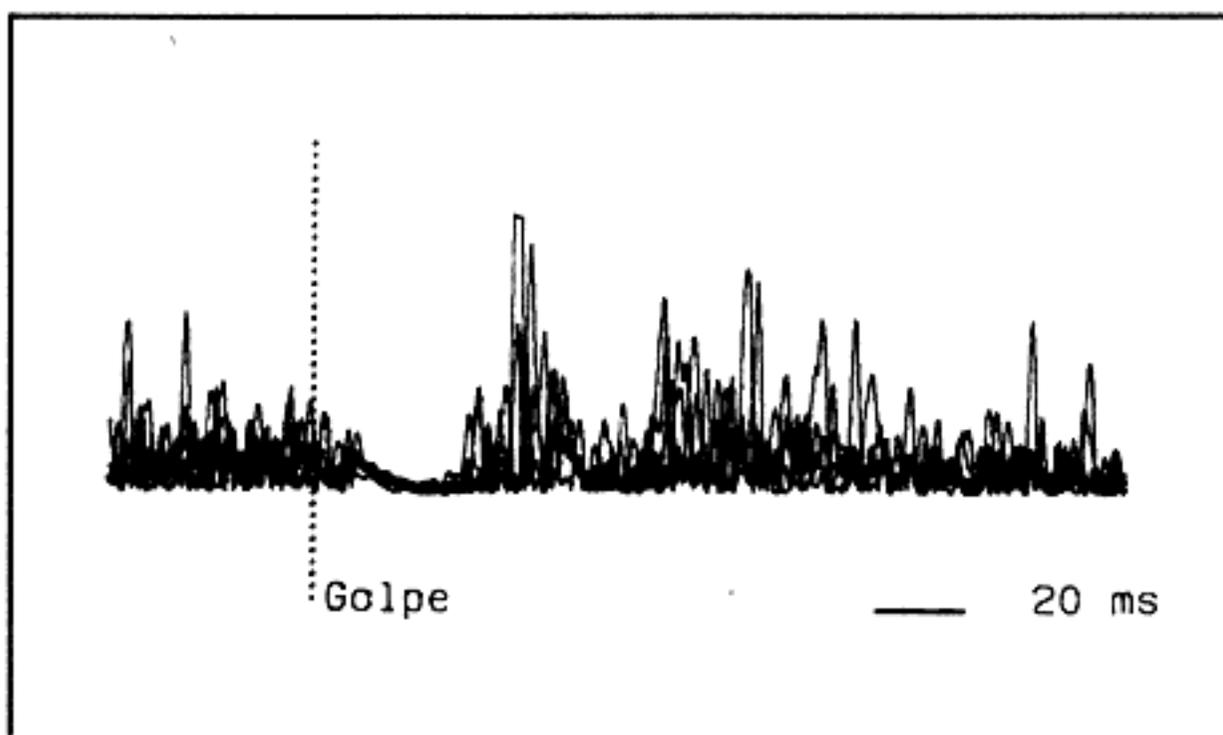


Figura 11. La superposición simple de registros sucesivos permite distinguir lo sistemático de lo accidental. Después del golpe siempre ocurre un Período Silente fácil de reconocer. Sin embargo, es difícil definir a otros componentes de la respuesta refleja, cuya existencia también es perceptible.

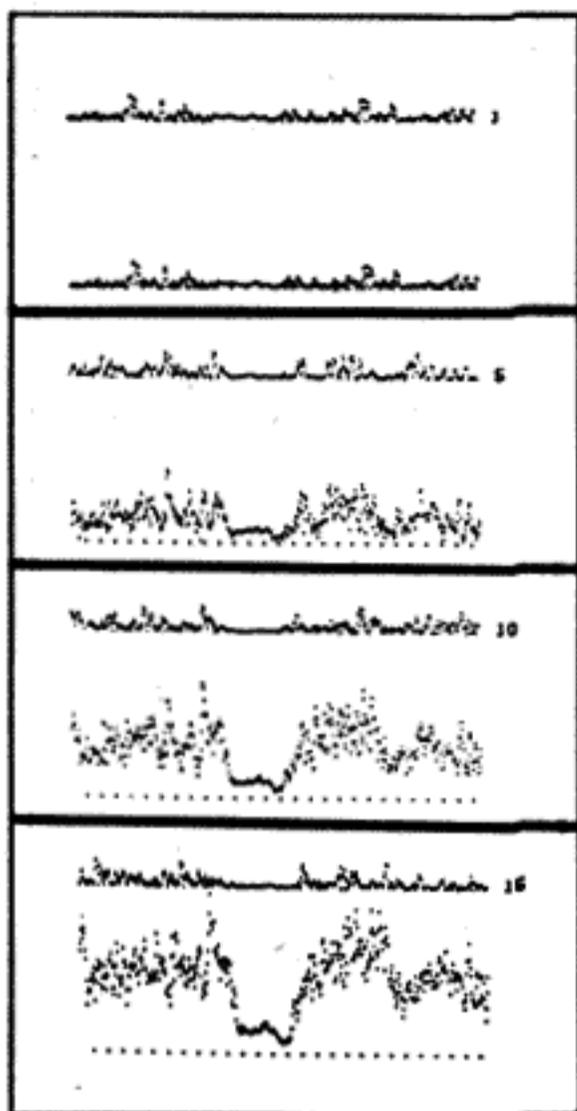


Figura 12. Acumulación de registros sucesivos hasta obtener un registro promedial que exhiba ondas nitidas. En cada cuadro aparece arriba el EMG simple rectificado que se acaba de capturar y abajo su acumulación con los registros previos.

En el primer cuadro ambos registros (simple y acumulado) coinciden, cuando ya se llevan 15 registros acumulados (cuadro inferior) la diferencia es mucha. En el acumulado es fácil reconocer ondas de modulación de la actividad electromiográfica.

la computadora, disponemos de una lista de valores correspondientes a *muestras de la señal* espaciadas por intervalos iguales de tiempo (ver figura 11).

Considerando los valores obtenidos para un mismo intervalo en los sucesivos registros, podemos promediar y calcular varianza al mejor estilo estadístico para esa parte de la señal. Si repetimos el cálculo para todos los intervalos a que se obtienen las muestras que componen el registro, obtenemos un *registro promedial*.

Obviamente, la promediación implica ir sumando los valores de muestras de cada registro nuevo, con los valores acumulados previamente para cada uno de los intervalos. Como se ilustra en la figura 12, a medida que progresa esta acumulación de réplicas, se va definiendo la tendencia y también la dispersión respecto a ésta.

De modo que el procedimiento esta-

dístico es una especie de "destilación" de la información, que nos permite separar lo que ocurre sistemáticamente, de aquello que ocurre de manera accidental.

SIMPLIFICACIÓN DEL REGISTRO PROMEDIAL

Nuestro registro acumulativo exhibe un intervalo, previo al golpe, en que los puntos varían mucho entre réplicas, porque la actividad durante el mismo no tiene sincronía alguna entre las sucesivas determinaciones (réplicas).

Pero en cambio, después del golpe, aparece una clara reducción de la variación entre réplicas, porque todos los registros contienen la gran onda de inhibición (Periodo Silente), que dura más de 30 milisegundos.

Posteriormente se inscribe una onda de potenciación, durante la cual ya no existe tanta concordancia entre réplicas, y al regresarse al nivel basal (después de unos 150 milisegundos), reaparece la misma variación entre réplicas.

Ahora podemos decir que tenemos una *señal* constituida por las ondas amplias y lentas, mezclada con *ruido aleatorio*, que es lo único existente al principio y final del registro.

Para eliminar el ruido y dejar la señal, tenemos que usar un *filtro* que elimine las variaciones rápidas.

La forma más sencilla de hacerlo dentro de una computadora consiste en promediar a cada uno de los puntos con los valores inmediatamente vecinos (antes y después en el tiempo).

Así, por ejemplo, el voltaje filtrado correspondiente al instante 65 del registro se calcularía:

$$VF(65) = \frac{V(62) + V(63) + V(64) + V(65) + V(66) + V(67)}{5}$$

La figura 13 muestra el resultado de efectuar este proceso (considerando 30 puntos previos y posteriores a cada uno de los puntos del trazado), sobre el registro acumulativo resultante de una serie de réplicas.

Cuanto más puntos incluyamos en la "ventana", iremos seleccionando una frecuencia límite más baja, por lo que eliminaremos más variaciones rápidas e iremos quedándonos únicamente con las ondas más lentas. De modo que existe un compromiso entre la supresión de ruido y la permanencia de la señal.

FORMAS NORMALES Y ANORMALES DEL REFLEJO

Habiendo desarrollado nuestra metodología hasta el punto previamente explicado, no cabía otra posibilidad que abocarnos al estudio de una población de personas completamente sanas, porque ocurría que los pocos autores que habían realizado antes estudios análogos, como Van Derdglas, De Laat y Van Steenberghe,⁴⁴ habían reportado la existencia de mucha variabilidad en las morfologías del reflejo obtenido por percusión selectiva sobre un solo diente.

Para realizar el estudio, acordamos trabajar con estudiantes que estaban cursando la materia de "Física General", en el primer semestre de la licenciatura de Biología (edad promedio: 19 años), ya que su comprensión e interés por el tema podría facilitar y hasta enriquecer la investigación.

Contando con la valiosa cooperación del maestro Humberto Arce Rincón, durante los años 1988, 1989 y 1990, trabajamos en el Laboratorio de Biofísica de la Facultad de Ciencias, con grupos de 15 estudiantes, que concurrían una vez por semana, en equipos de 3, para efectuar sus propios registros, a lo largo de todo el semestre. De modo que desechamos la posibilidad de que ellos fueran simplemente "pacientes", para hacerlos participar de

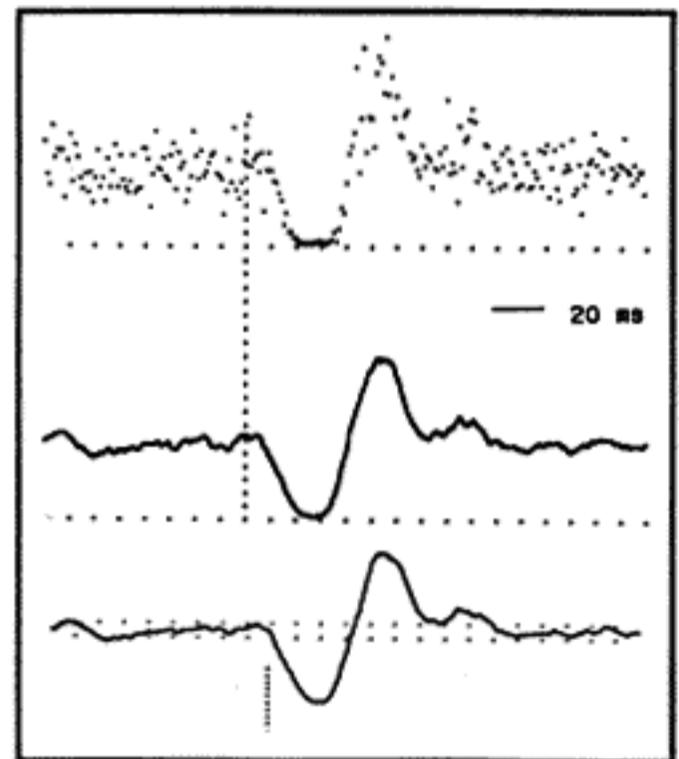


Figura 13. Filtraje y análisis estadístico del registro promedial. Sobre la lista de valores acumulados como se vio en la figura 12, se aplica un proceso de promediación entre muestras contiguas, y se obtiene el registro del medio. En base a la distribución de los valores de este último, en el segmento previo al golpe, se define una banda de "no-significación" estadística. Se consideran ondas los apartamientos respecto a dicha banda.

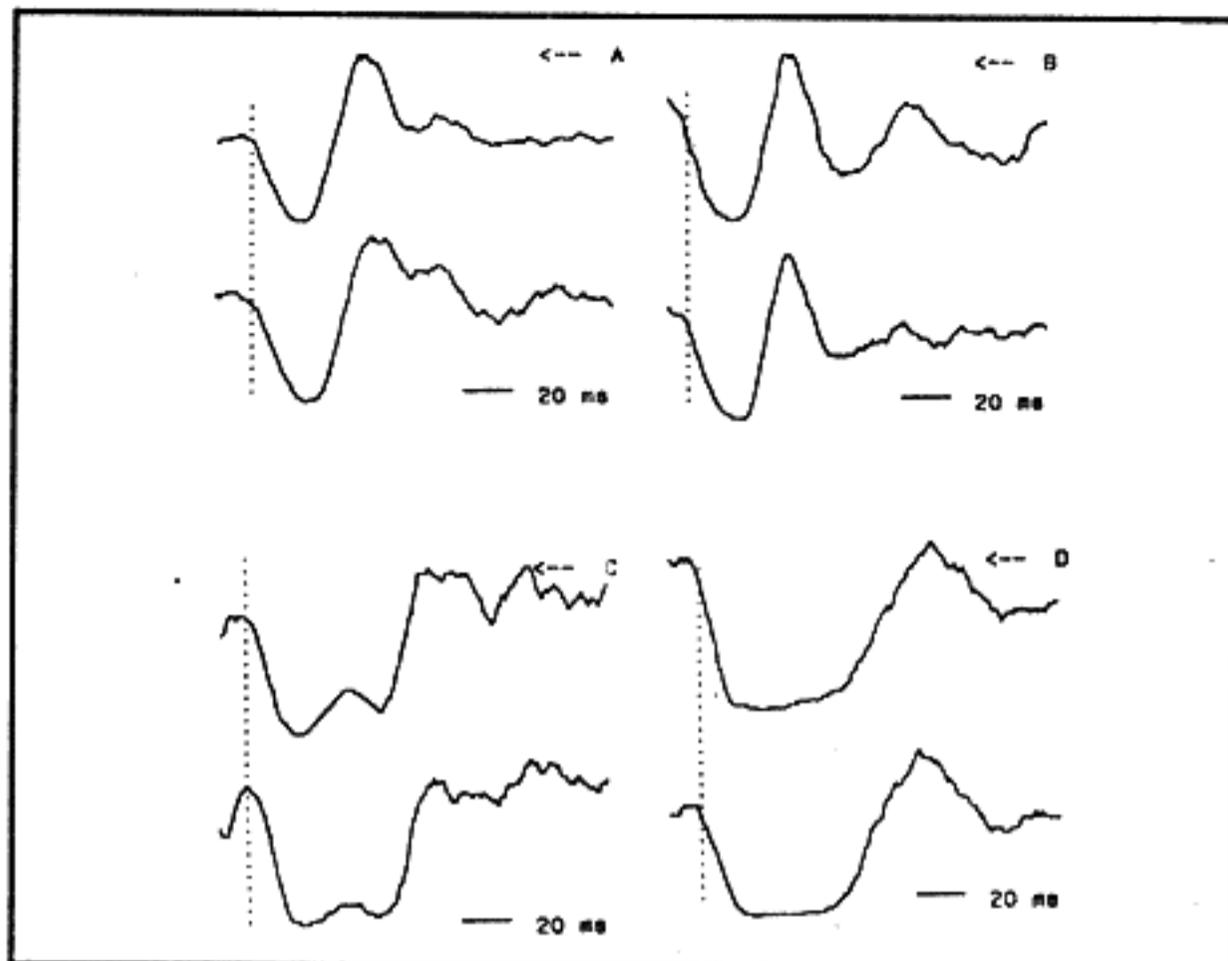


Figura 14. Gama de morfologías de respuesta a golpeo en pacientes sanos y jóvenes, elaborada con base en el seguimiento de más de 70 estudiantes con edades entre 18 y 20 años. El tipo "D" es más frecuente en las mujeres, y el tipo A en los hombres de compleción robusta que practican deportes como el fútbol o el boxeo.

verdad, tanto en la obtención de los registros como en el proceso e interpretación de los mismos. Periódicamente, revisábamos y discutíamos en conjunto el progreso de la investigación.

Este esfuerzo de *fusionar investigación con docencia* rindió frutos satisfactorios, porque entre todos (maestros y alumnos) pudimos reconocer, con bastante prontitud, la existencia de un *espectro de morfologías normales*,^{5,20} gracias a que trabajamos sistemáticamente sobre pacientes jóvenes y sanos, perfectamente enterados y compenetrados de los objetivos del estudio.

Como muestra la figura 14, esta gama de morfologías normales de respuesta refleja, abarca desde un registro bifásico

hasta uno monofásico, exclusivamente inhibitorio. Pudiendo ordenarse los patrones en base al nivel y curvatura del registro en el intervalo entre los 50 y los 90 milisegundos posteriores al golpe sobre el mentón.

Este hallazgo resultó muy estimulante, y sobre todo por la forma de trabajo colectivo en que fue obtenida, que implicó una convivencia cotidiana con los estudiantes más jóvenes de nuestra Facultad, y confirmó nuestra esperanza de generar conocimientos en el propio acto docente.

En julio de 1989, iniciamos los estudios propiamente clínicos, con pacientes de consultorio en la División de Posgrado de la Facultad de Odontología, y aguardamos con tensa expectativa la po-

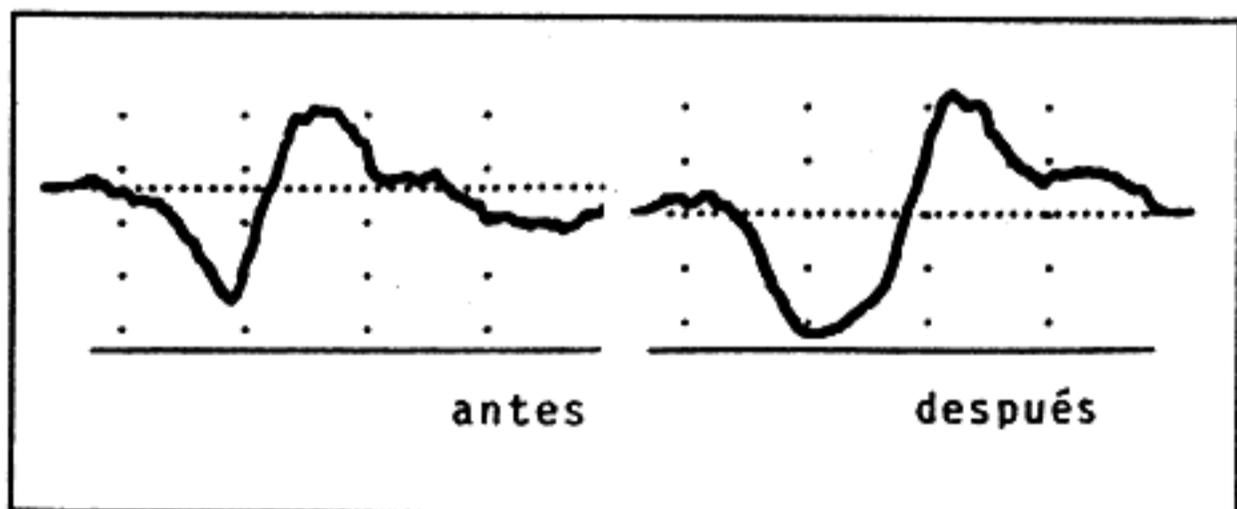


Figura 16. Seguimiento de la mejoría por tratamiento con férula en un paciente con disartema de grado medio. Izquierda: respuesta previa, confirmada durante tres sesiones sucesivas, espaciadas por una semana. Centro: respuesta al cabo de 10 días de usar férula durante la jornada completa y el sueño. Derecha: respuesta casi estabilizada a partir del primer mes de tratamiento.

sible confirmación de nuestras especulaciones.

Nuestra expectativa estaba justificada porque en el trabajo de De Laat *et al.*¹⁷ se leía textualmente (pag.79): "no correlation was found between the anamnestic or clinical dysfunction indices and any of the post-stimulus electromyographic complex".

Nuestra hipótesis era sencilla y extremadamente apegada a la idea de que "el bruxismo y la *disartema* debían acompañarse de una perturbación del reflejo modulador motor", porque son enfermedades que afectan al sistema de control.

La diferencia residía en que la mayoría de los autores se habían enfocado a "aislar" el receptor involucrado, y a nosotros nos parecía que debíamos andar

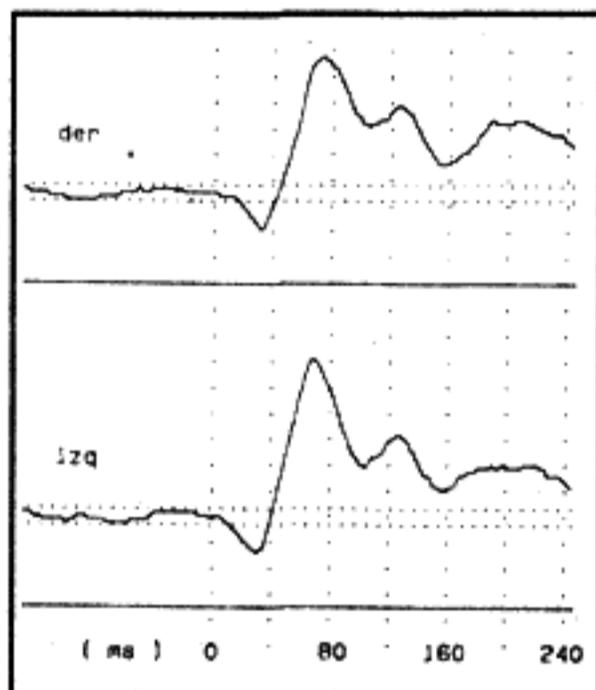


Figura 15. Respuesta anormal obtenida en una paciente con severa disfunción de la articulación craneo-mandibular. El Período Silente está muy reducido y durante su ocurrencia dista mucho de llegarse al cero de actividad. La actividad entre los 70 y 100 (ms) posteriores al golpe, exhibe predominio positivo. Y existe refuerzo anómalo de actividad hasta el final del registro. Globalmente, el reflejo opera "al revés": inhibe poco y potencia mucho y prolongadamente.

exactamente en sentido contrario, o sea: buscar algo que explorase la existencia de una perturbación difusa. El resultado conjunto de la acción de varios procesos, cada uno de los cuales podría estar afectado en cierta medida.

Nuestra primera paciente fue una señora que padecía *disartema* tan severa que requirió intervención quirúrgica. Su registro (ver figura 15) resultó completamente fuera de la gama normal definida

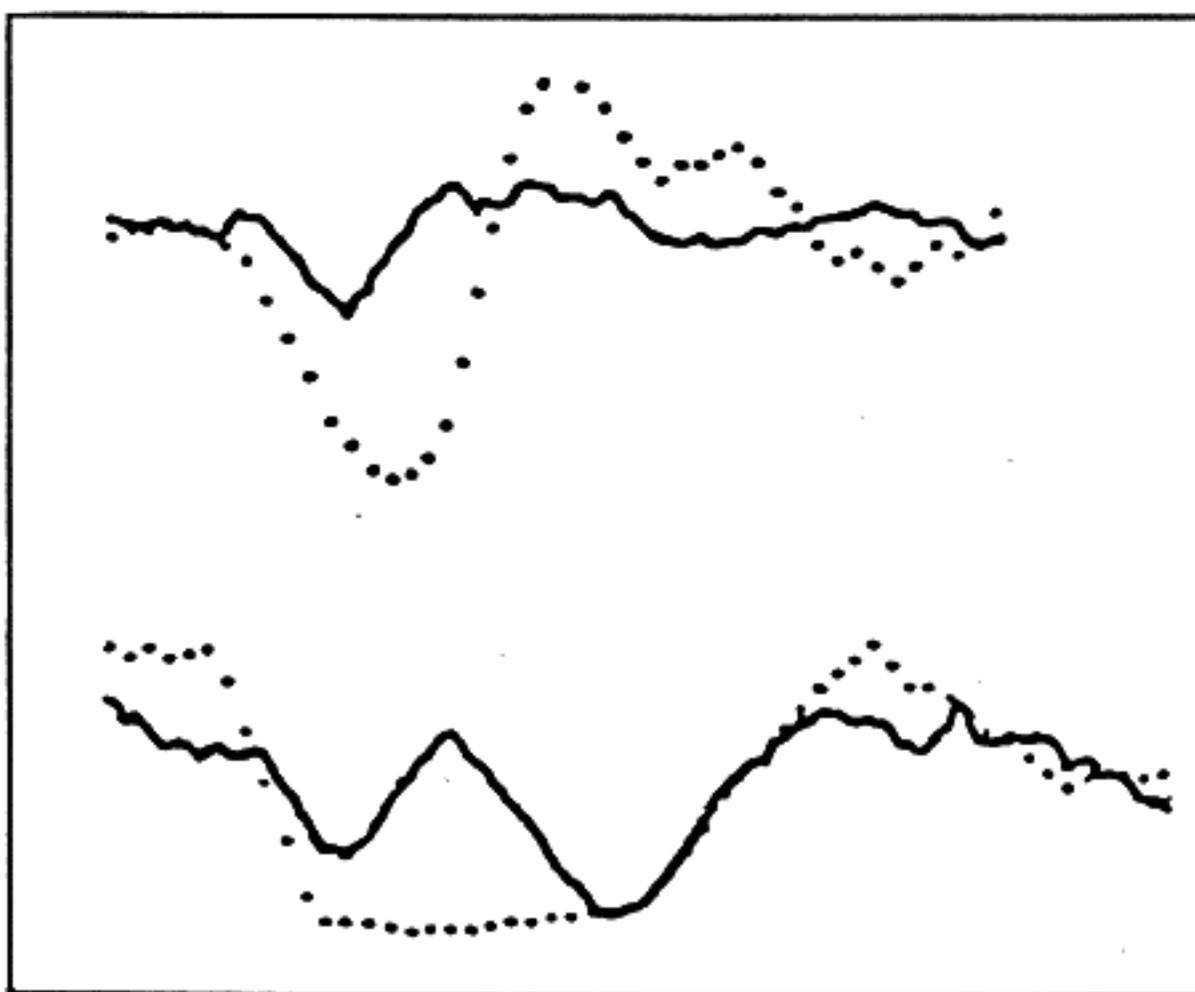


Figura 17. Reflejos moduladores de la actividad masetérica, inducidos por golpeo, o por sonido en pacientes sanos. En punteado las respuestas ante golpe en el mentón, en trazo continuo las respuestas ante un tren acústico de alta intensidad. Un paciente con respuesta a golpeo tipo A (arriba) posee a la vez una respuesta auditiva con una sola onda inhibitoria, que además es breve. Un paciente con respuesta a golpeo tipo D (abajo) exhibe respuesta a sonido que incluye dos ondas, la segunda muy amplia y prolongada

previamente con los estudiantes sanos (comparar figuras 14 y 15).

Después seguimos avanzando desde los padecimientos severos hacia los bruxismos leves o "de frontera" con lo normal. Nuestros compañeros de Odontología, los doctores Fernando Angeles Medina y Alberto Nuño Licon, trabajaron con esmero para evaluar con precisión cada caso, en conjunto con los estudiantes de postgrado encargados del tratamiento

Así, pudimos verificar que la evolución clínica favorable se acompaña de cambios evidentes en el registro del reflejo,¹⁹ como se ilustra en la figura 16.

Sin embargo, como veremos enseguida, no basta con determinar la forma de respuesta actual del paciente para evaluar cabalmente qué tan separada se halla respecto a la normal, porque ya vimos que hay varias formas normales diferentes. Esto nos condujo a tener que abordar otros aspectos.

LA RELACIÓN CON OTRAS AFERENCIAS SENSORIALES COMO ELEMENTO DIAGNÓSTICO COMPLEMENTARIO

En la clínica odontológica vemos a los pacientes cuando ya están enfermos, y por lo tanto carecemos de su registro

cuando todavía se hallaban sanos; pero a la vez convendría mucho disponer de algún indicio acerca de cómo podría haber sido éste, para evaluar la discrepancia con el actual.

En efecto, una misma morfología de respuesta puede tener un significado muy distinto, según haya sido la morfología de la respuesta de ese mismo paciente cuando sano.

Por ello, nos dedicamos a buscar alguna manera menos específica (que no usase de manera directa los receptores de la región mandibular) de provocar una respuesta refleja de modulación en la actividad motora de los músculos masticatorios; con la idea de que acaso ésta pudiese permanecer menos alterada, cuando ya existe una perturbación seria del sistema de control directo. Si tal fuese el caso, entonces dispondríamos de un método para estimar cómo era el registro de un paciente dado, cuando todavía se hallaba sano.

Recordamos por entonces el comentario de uno de nuestros viejos maestros, en el sentido de que un precepto sano para el abordaje experimental del estudio del Sistema Nervioso podría ser: "todo puede estar directa o indirectamente relacionado con todo... pero hay que demostrarlo".

Afortunadamente, el camino ya esta-

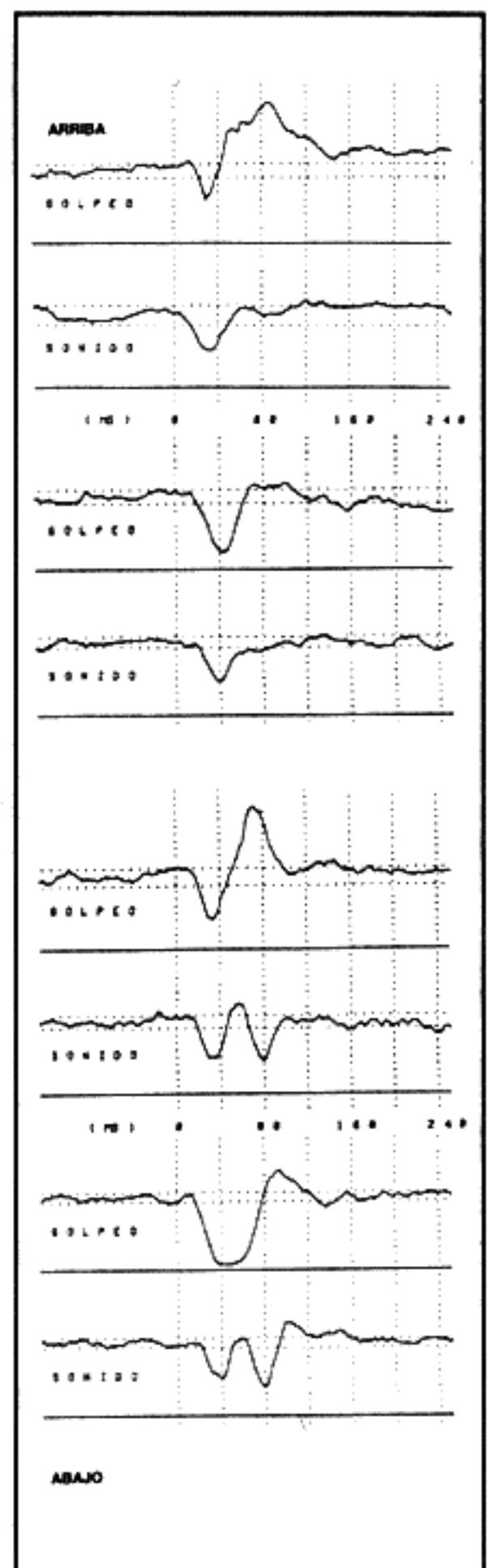


Figura 18. Evolución por el tratamiento hacia las formas de respuesta normal predichas por la respuesta auditiva. Arriba: paciente en que la respuesta auditiva cuando enfermo (arriba) sugería que cuando era sano poseía respuesta a golpeo tipo "A". Esta respuesta apareció luego de la mejoría (abajo) por el tratamiento oclusal. Derecha: igual concordancia entre predicción y recuperación, para un paciente con respuesta a golpeo del tipo "D".

ba desbrozado, porque Meier-Ewert *et al.*³⁰ habían demostrado, en 1974, que existen en los músculos masticatorios respuestas motoras inhibitorias, evocadas por el sonido; si bien en las páginas siguientes de la misma revista Picton³² se limitó a considerar "contaminantes" a



las respuestas electromiográficas, dentro de su trabajo clásico sobre Potenciales Provocados.

Pensando en la posibilidad de que a través de la formación reticulada lateral (ver figura 19) llegase de manera más o menos difusa cierta información auditiva, exploramos sistemáticamente a partir de 1987 la respuesta a sonido intenso que ocurre en el EMG masetérico, y la hallamos en casi todas las personas.

Existen dos formas básicas de respuesta motora masétera al sonido,^{5,20} asociadas de manera flexible a las dos formas extremas de respuesta a golpeo (ver figura 17).

El disponer de esta nueva forma de respuesta, nos aportó un elemento para estimar cuál podría haber sido la morfología de la respuesta en un paciente dado, cuando aún no padecía la enfermedad.

La manera para ensayar nuestra especulación, consistió en seguir la evolución del reflejo durante la mejoría clínica (gracias a tratamiento) de enfermos. Pudimos comprobar que en la mayoría de los casos, la respuesta evolucionaba hacia una forma coherente con el tipo de respuesta ante sonido (ver figura 18).

La comprobación que acabamos de referir nos motivó para buscar algún tipo de respuesta refleja que expresase, también de manera indirecta (sin participación de los órganos de la región mandibular), la perturbación del sistema de control neuro-muscular de la articulación craneomandibular. Esto acaso pudiese llevarnos a terminar *evaluando al mismo sin necesidad de golpear la mandí-*

bula ni de colocar electrodos sobre la región adolorida.

LA RELACIÓN CON OTRAS REFERENCIAS MOTORAS COMO UN SEGUNDO ELEMENTO DIAGNÓSTICO COMPLEMENTARIO

De entre la multitud de reflejos que existen en la cabeza, decidimos estudiar uno cuya aferencia involucrase al Trigémino, pero cuya eferencia involucrase a otro par.

Éste es el caso del reflejo de parpadeo ("blink"), que se evoca estimulando la región supraciliar, y consiste en la contracción del músculo orbicular, vía el nervio Facial.

Un repaso de los libros de Neurología nos alertó acerca de los signos "de Marcus Gunn" y "de Marin-Amat", en que se asocia el movimiento de la mandíbula con el de los párpados.¹⁵ De modo que, al menos bajo ciertas circunstancias patológicas, la asociación que perseguíamos manifestaba su existencia.

Fue así que se realizó el estudio del reflejo de parpadeo ("blink"), cuyas vías de conexión con la aferencia auditiva a su vez habían sido analizadas por Rimpel *et al.*³⁴ con mucho detalle (ver figura 19).

Nuestro montaje experimental en cada paciente fue el que ilustra la figura 20, y determinamos los retardos entre los componentes tardíos del registro homo y contralateral de la respuesta, razonando sobre la base del circuito neuronal propuesto por Rimpel *et al.*³⁴

En concordancia con la hipótesis general, hallamos que los pacientes con *disartemia* leve exhibían una dificultad central en el cruzamiento, lo que evidenciaba la existencia de un componente central para la perturbación.

RECAPITULACIÓN Y PERSPECTIVAS DE LA INVESTIGACIÓN HASTA AQUÍ PRESENTADA

La evaluación de los reflejos asociados al sistema neuro-muscular de control masticatorio, se ha revelado como un interesante campo de interacción entre clínicos de diversas especialidades e investigadores en Ciencias Básicas, donde la motivación para encontrar soluciones aplicadas se torna periódicamente en búsqueda de respuesta a problemas de Fisiología y Biofísica "puras".

Esta dilución de las fronteras entre investigación "pura" y "aplicada" ha sido un hecho cotidiano, y en la misma medida aceptado como natural, para todos quienes participamos en el esfuerzo relatado.

De especial significación, confiamos en que resulte el hecho de que los estudiantes de recién ingreso a la Facultad de Ciencias hayan podido ser testigos y partícipes de tal integración.

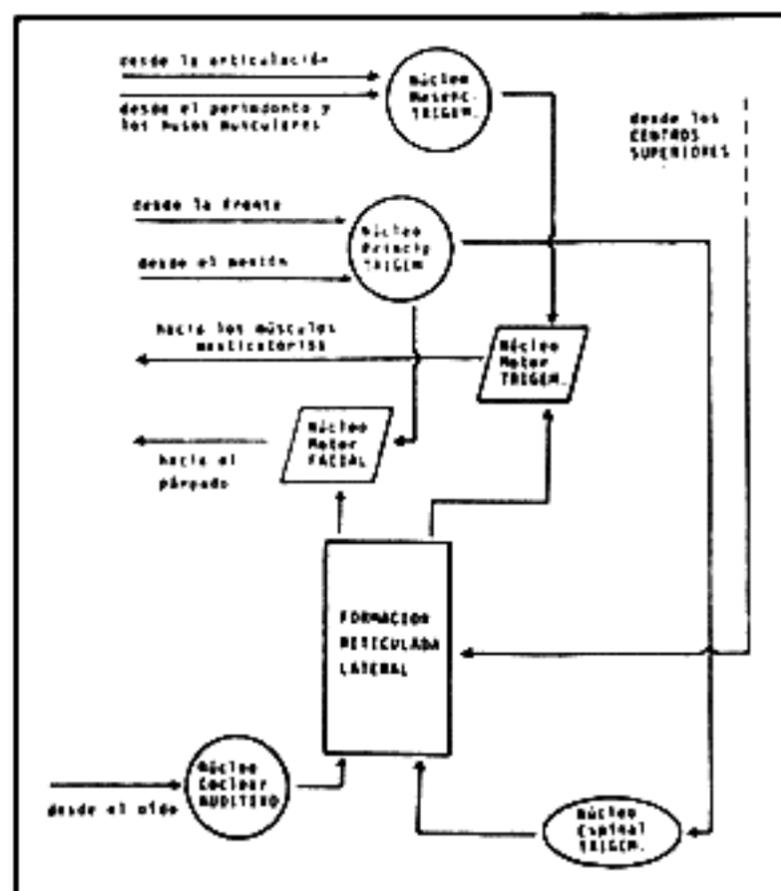


Figura 19. Esquema de las principales conexiones nerviosas que estarían involucradas en las respuestas reflejas, que se consideran en el presente artículo. Información procedente de la zona articular craneomandibular o desde el oído es procesada para dar lugar a información motora dirigida hacia los músculos masticatorios y hacia el músculo del párpado. Sería muy importante la participación de la Formación Reticulada Lateral, en generar respuestas motoras de menor especificidad.

Aunque para ellos también enfatizamos mucho la idea de que la investigación científica no es algo distante, a lo cual se accede solamente al cabo de años y años; sino una invitación y un desafío abiertos a su imaginación, creatividad y energías para trabajar intelectual y manualmente.

Entre todos, pudimos aclarar algunas cosas: que existen formas típicas de respuesta; cómo estas formas se alteran por la enfermedad; y cómo a partir de estas formas alteradas podemos deducir la respuesta del paciente cuando sano, valiéndonos de criterios auxiliares.

También, diseñamos, construimos y mejoramos las partes fundamentales del equipo especial para registro y estímulo, así como la totalidad de los programas para computación empleados. Algunas de estas partes llevan ya más de un año de uso intenso en un ambiente de consultorio odontológico, y han sido reproducidas para entrar a operar en dos centros hospitalarios.

Podríamos intentar justificar este proyecto contando el dinero que habrían costado estas piezas...; también contando el número de páginas de artículos a que dio lugar...; o los premios recibidos... Pero su único mérito profundo acaso pueda verse dentro de algunos años, cuando entre los investigadores de mañana quizás pueda haber algunos que recuerden haber estado participando en una investigación, al segundo día de haber ingresado a la Facultad de Ciencias. □

BIBLIOGRAFÍA

1. Allin, C. y P. Mahan. 1987. *Dolor Facial*. Trad. F. González. Limusa (México).
2. American Academy of Craniomandibular Disorders. 1990. *Guidelines for Evaluation, Diagnosis and Management*. Edit. Quintessence (Chicago).
3. Angel, R. W. Eppler e A. Iannone. 1965. Silent Period produced by unloading of muscle during voluntary contraction. *J. Physiol. (London)* 180:864.
4. Angeles Medina, F. 1987. Análisis electromiográfico de los músculos maseteros para mejorar la reproducibilidad del periodo silente con fines de diagnóstico clínico. *Rev. Fac. Odontol. (Mex)* 2:4.
5. Angeles F. C. García-Moreira, E. Alatorre, R. Llanos, J. García-Ruiz y M. Bonilla. 1989. Click and tap-evoked complete masseteric EMG responses. *J. Dental Res.* 68:226.
6. Beaudreau, D. W. Daugherty y W. Masland. 1969. Two types of Motor Pauses in Masticatory Muscles. *Am. J. Physiol.* 216:16.
7. Bessette, R. B. Bishop y N. Mohl. 1971. Duration of Masseteric Silent Period in pa-

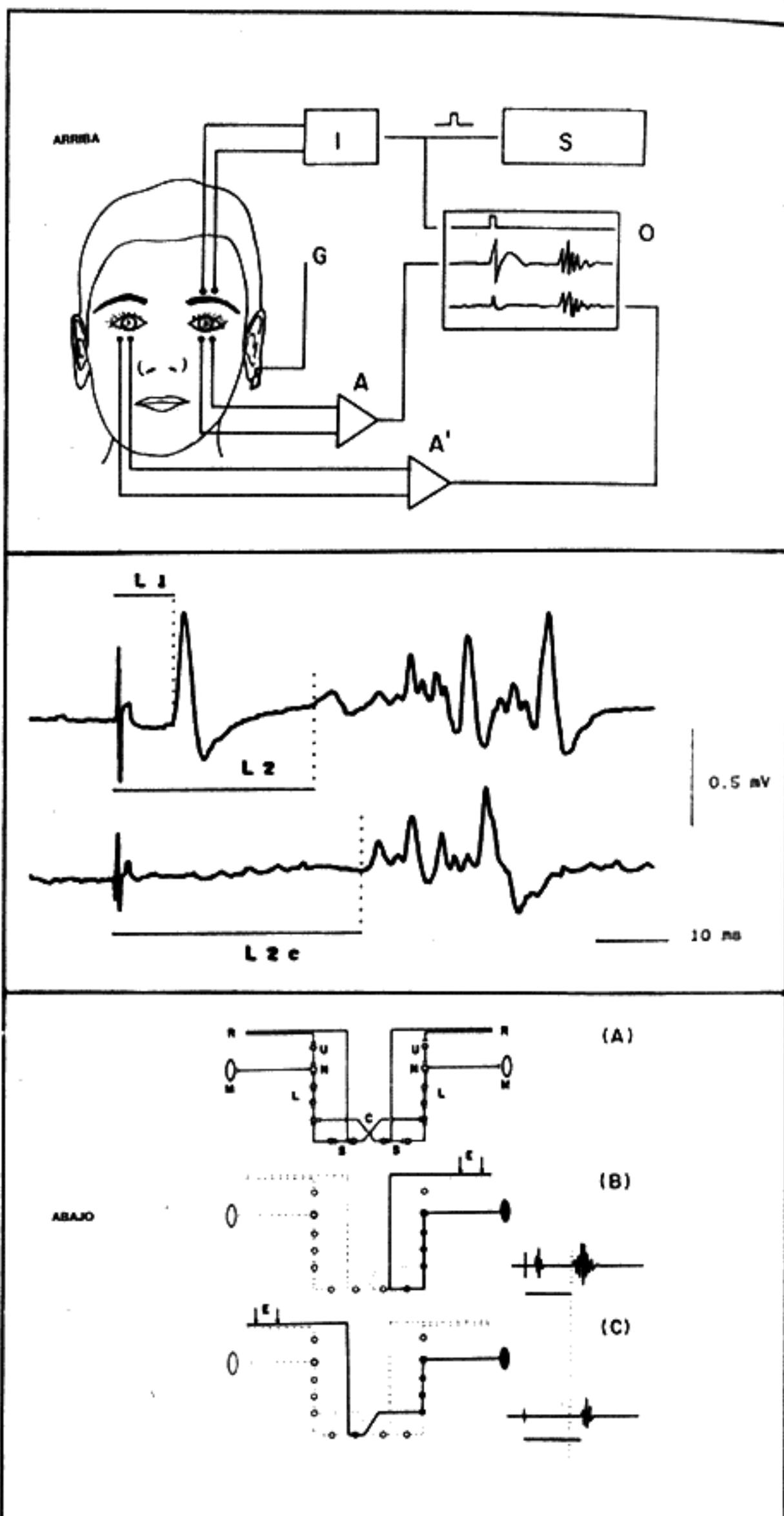
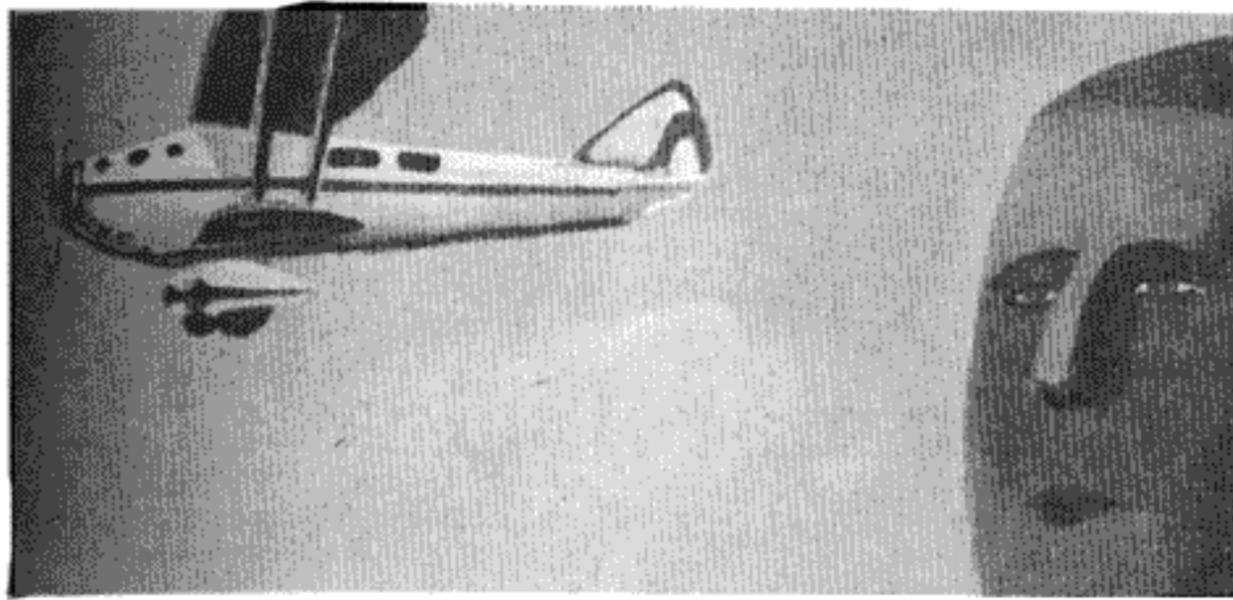


Figura 20. Análisis de latencias del reflejo de parpadeo, empleado como criterio diagnóstico complementario. Arriba: Aplicación de un pulso eléctrico a la región supraciliar para inducir el reflejo, que se registra por el EMG de ambos lados. En medio: registro del EMG, con dos periodos de actividad del lado estimulado y uno del contralateral. Se indica la definición de las latencias. Abajo: esquema de las cadenas neuronales en que se basa la diferencia entre latencias.



- tients with TMJ syndrome. *J. Appl. Physiol.* 30:864.
8. Bessette, R. 1973. Effect of biting force on the duration of the masseteric silent period. *J. Dental Res.* 52:426.
 9. Bickford, R., J. Jacobson y D. Cody. 1964. Nature of average evoked potentials to sound and other stimuli in man. *Annals New York Acad. Sc.* 112:204.
 10. Bickford, R. 1972. Physiological and clinical studies of microreflexes. *Electroencephal. Clin. Neurophysiol.* 31 (suppl):93.
 11. Bonilla, M., F. Angeles, L. Guemberena, C. García, E. Alatorre, J. García, C. González y R. Llanos. 1987. Inducción auditiva de período silente en la electromiografía del masetero. *Rev. Mex. Ingen. Biomed.* 8:303.
 12. Bouton, J. 1984. El pensamiento teleológico y el materialismo científico. En: *Materialismo y ciencias naturales*. Compil.: M. Otero/Fac. Filof. Letr. Ed. UNAM.
 13. Carpenter, R. 1986. *Neurofisiología*. Ed. El Manual Moderno (México).
 14. Christensen, L.V. 1989. Experimental teeth clenching in man. *Swedish Dental J. suppl.* 60:1.
 15. Chusid, J. 1987. *Neuroanatomía correlativa y neurología funcional*. Ed. El Manual Moderno (México).
 16. Cooker, H. C. Larson y E. Luscher. 1980. Evidence that the human jaw stretch reflex increases the resistance of the mandible to small displacements. *J. Physiol.* 308:61.
 17. De Laat, A. H. Van der Glas, J. Weytjens & D. Van Steenberghe. 1980. The Masseteric post-stimulus electromyographic complex in people with dysfunction of the mandibular joint. *Arch. Oral Biol.* 30:177.
 18. Furuya, R. B. Zulqarnain & B. Hedegard. 1988. The silent period in masseter and anterior temporalis muscles in young adult subjects unaware of mandibular dysfunction. *J. Oral Rehabil.* 15:77.
 19. García Moreira, C., F. Angeles Medina, J. García Ruiz, A. Nuño Licon y R. Llanos Rivas. 1989. Primeros resultados clínicos de reflexometría masticatoria. *Rev. Mex. Ingen. Biomedica* 10:35.
 20. García Moreira, C., J. García Ruiz, F. Angeles Medina, R. Llanos Rivas, M. Bonilla Marin, E. Alatorre Miguel y B. Ortiz Cerecedo. 1988. Normalización del estudio de micro-reflejos en electromiografía masticatoria. *Rev. Mex. Ingen. Biomedica* 9:113.
 21. Godaux, E. & J. Desmedt. 1975. Exteroceptive suppression and motor control of the masseter and temporalis muscles in normal man. *Brain Res.* 85:447.
 22. Hellsing, G. & I. Klineberg. 1983. The masseter muscle: the silent period and its clinical implications. *J. Prosth. Dent.* 49:106.
 23. Jacobs, B. I. Stafford & L. Ribeiro-do Valle. 1989. The masseteric (jaw closure) reflex: a simple mammalian brainstem system for studying neurochemical modulation. *Annals New York Acad. Sc.* 137:59.
 24. Koidis, P. S. Zmuidzinas & J. Burch. 1987. A standardized system for evoking masseteric silent periods with decreased variance. *J. Prosth. Dent.* 58:110.
 25. Kreifeldt, J. Signal versus noise characteristics of filtered EMG as a control source. *IEEE Trans. Biomed. Eng.* 18: 16; 1971.
 26. Kwatny, E. D. Thomas y H. Kwatny. 1970. An application of signal processing techniques to the study of myoelectric signals. *IEEE Trans. Biomed. Eng.* 17:303.
 27. Lavigne, G. R. Frysinger & J. Lund. 1983. Human factors in the measurement of the masseteric silent period. *J. Dent. Res.* 62:985.
 28. Lindig-Bos, M. 1980. Introducción al procesamiento discreto de señales. *Rev. Mex. Ing. Biomed.* 3:3.
 29. McCall, W. & M. Hoffer. 1981. Jaw muscle silent periods by tooth tap and chin tap. *J. Oral Rehabil.* 8:91.
 30. Meier-Ewert, K. K. Gleitsmann y F. Reiter. 1974. Acoustic jaw reflex in man: its relationship to other brain-stem and micro-reflexes. *Electroencephal. Clin. Neurophysiol.* 36:629.
 31. Nielsen, & A. Miller. 1988. Response patterns of craniomandibular muscles with and without alterations in sensory feedback. *J. Prosth. Dent.* 59:352.
 32. Picton, T. S. Hillyard, H. Krausz y R. Galambos. 1974. Human auditory evoked potentials (I): evaluation of components. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* 36:179.
 33. Ramfjord, S. Y M. Ash. 1985. *Occlusion*. 3a. edic. Edit. Saunders Filadelfia.
 34. Rimpel, J. D. Geyer y H. Hopf. 1982. Changes in the blink responses to combined trigeminal, acoustic and visual repetitive stimulation, studied in the human subject. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* 54:552.
 35. Russek, M y M. Cabanat. 1983. *Regulación y control en Biología*. Ed. Cecsca (México).
 36. Sharav, Y. P. McGrath & R. Dubner. 1982. Masseter inhibitory periods and sensations evoked by electrical tooth pulp stimulation in patients with oral facial pain and mandibular dysfunction. *Archs. Oral Biol.* 27:305.
 37. Sharav, Y. & M. Tal. 1989. Masseter inhibitory periods and sensations evoked by electrical tooth-pulp stimulation in subjects under hypnotic anesthesia. *Brain Res.* 479:247.
 38. Shkurovich, M. y S. Cohen. 1987. Métodos neurofisiológicos en la evaluación clínica de las enfermedades musculares. En: *Músculos esquelético y cardíaco*. Pastelin y Muñoz. *Soc. Mex. Cienc. Fisiol.* Edit. Nueva Alhambra (México).
 39. Skiba, T. & D. Laskin. 1981. D. Masticatory muscle silent periods in patients with MPD syndrome before and after treatment. *J. Dental Res.* 60:699.
 40. Smith, D., W. Ziter, N. Mohl & W. McCall. 1983. Influence of auriculotemporal nerve anaesthesia on the masseteric silent period. *J. Oral Rehab.* 10:251.
 41. Van Der Glas, H. & D. Van Steenberghe. 1981. Computer-based analysis of electromyographic silent periods parameters in jaw muscles during clenching in man. *Electromyograph. Clin. Neurophysiol.* 21:627.
 42. Van Der Glas, H. & D. Van Steenberghe. 1989. Comments on standardization of reflex measurements in human masseter muscle, including silent periods. *J. Oral Rehabil.* 16:549.
 43. Van Der Glas, H. J. Weytjens, A. de Laat, D. Van Steenberghe. 1984. The influence of clenching level on the post-stimulus EMG complex, including silent periods of the masseter muscles in man. *Arch. Oral Biol.* 29:51.
 44. Van Der Glas H., A. de Laat & D. Van Steenberghe. 1985. Oral pressure receptors mediate a series of inhibitory and excitatory periods in the masseteric post stimulus EMG complex following tapping of a tooth in man. *Brain Res.* 337:117.
 45. Verkindere, M. & J. Lodter. 1989. The silent period duration of the masticatory muscles. *J. Prosth. Dent.* 61:733.
 46. Willer, J. A. Roby, P. Boulu y F. Boureau. 1982. Comparative effects of electroacupuncture and transcutaneous nerve stimulation on the human blink reflex. *Pain* 14:267.
 47. Yamada, Y. J. Ash, G. Ash & M. Ash. 1982. A measuring system for EMG silent period using a microcomputer. *IEEE Trans. Biomed. Eng.* 29:713.
 48. Yamada, Y. C. Stohler, K. Shimada & A. Ash. 1985. Short and long latency jaw-opening reflex responses elicited by mechanical stimulation in man. *Archs. Oral Biol.* 30:197.
 49. Yu, S. A. Schmidt y B. Sessle. 1973. Inhibitory effects of jaw muscle activity of innocuous and noxious stimulation of facial and intraoral sites in man. *Arch. Oral Biol.* 18:861.
 50. Zulqarnain, B. R. Furuya, B. Hedegard & T. Magnusson. 1989. The silent period in the masseter and the anterior temporalis muscles in adult patients with mild or moderate mandibular dysfunction symptoms. *J. Oral Rehabil.* 16:127.