



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE PSICOLOGIA

Sistema de Colocación de Electródos de Superficie
para Registros Electromiográficos Faciales

T E S I S

Que para obtener el Título de
LICENCIADO EN PSICOLOGIA

Presenta

S. JESSICA GUARDERAS MUÑOZ

Director de Tesis:
Dra. Dolores Rodríguez Ortíz

Director de la Facultad:
Mtro. Javier Urbina Soría

México, D.F.

1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	Páginas
INTRODUCCIÓN	1
ASPECTOS GENERALES DE LOS MÚSCULOS	10
ASPECTOS ANATOMOFISIOLÓGICOS DE LOS MÚSCULOS DE LA CARA.....	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	28
JUSTIFICACIÓN	28
HIPÓTESIS	30
VARIABLES	30
MÉTODO	31
PROCEDIMIENTO	32
RESULTADOS	37
DISCUSIÓN	65
CONCLUSIONES	70
APÉNDICES	71
REFERENCIAS	74

INTRODUCCION

Qué es el movimiento? Qué importancia tiene para la vida?

El hombre ha mostrado cierta curiosidad por saber cada vez más acerca de los órganos de la locomoción de su propio cuerpo y de otros organismos (Basmajian, 1967), así, el movimiento en sus varias formas, es considerado uno de los más típicos fenómenos vitales. Existe en todos los niveles de desarrollo evolutivo, logrando su mayor especialización y perfección en el músculo estriado de artrópodos y vertebrados (Mommaerts, 1950).

Basmajian (1967), considera que el movimiento inherente es la primera señal de vida animal. Dicho movimiento, está dado por la contracción del sistema muscular esquelético, a través del cual los humanos interactúan y modifican sus entornos (Cacciopo, Marshall-Goodel y Dorfman, 1983). Este sistema se contrae cuando es estimulado eléctricamente, y, de manera inversa, produce una corriente de voltaje detectable, cuando se contrae por cualquier causa (Galvani, citado en Basmajian, 1967).

Dentro del movimiento del cuerpo humano, se encuentra la función motora mímica o expresión facial, la cual se puede considerar como una forma de comunicación no verbal, por medio de la cual los individuos transmiten información acerca de sus emociones y estado de ánimo.

Esta función motora mímica esta dada por la interacción de músculos esfínteres y dilatadores cuyas contracciones moldean la superficie de la cara (Burres, 1985), dándole a esta, un tono y

un movimiento facial particular. Dichas contracciones representan el resultado de mecanismos neuromusculares (Mathiew y Sullivan, 1990).

La unidad básica de acción del sistema neuromuscular se denomina unidad motora y está constituida por una fibra nerviosa eferente aislada que proviene de una sola motoneurona y de las fibras musculares que inerva. La relación de inervación (número de fibras musculares por fibra) es del rango 3:1 para músculos pequeños implicados en el control de los movimientos finos y de 150:1 para los músculos de gran tamaño. Una descarga en espiga que sea conducida a lo largo del axón de una motoneurona aislada deberá viajar a lo largo de tal axón y de sus finas ramificaciones, para activar todas las fibras musculares que son inervadas por la motoneurona. Todas estas fibras musculares actúan como una unidad contrayéndose simultáneamente o permaneciendo en reposo (Thompson, 1984).

A la fibra muscular, se la describe como un hilo muy delgado, que tiene un largo aproximado de 30mm, pero es menor a 0.1mm a lo ancho. En contracción, el músculo se reduce aproximadamente el 57% de su largo en reposo. En los músculos esqueléticos de mamíferos normales, las fibras musculares probablemente nunca se contraen de manera aislada, en su lugar, pequeños grupos de estas se contraen al mismo tiempo ya que ellas son inervadas por las ramas terminales de una fibra nerviosa o de un axón. (Basmajian, 1975).

La cantidad de trabajo producido por una sólo unidad motora es pequeña. Bajo condiciones normales, pequeñas unidades motoras son reclutadas tempranamente, produciendo potenciales de acción musculares de baja intensidad (PAM tipo I) y, conforme se va aumentando la fuerza, ya sea de manera automática o consciente, unidades motoras largas (PAM tipo II) se van reclutando, es decir que las descargas discretas registradas en microvolts de los PAMs se suman de manera espacial y temporal. Durante este reclutamiento las unidades motoras producen un agregado que almacena detalles acerca de la acción (o no acción) del grupo de motoneuronas, tales como la frecuencia de disparo y la amplitud de los giros (Cacciopo, et al., 1983).

No existe una sólo frecuencia fija; unidades motoras individuales pueden disparar lentamente a una demanda, e incrementar su respuesta de frecuencia. La tensión en un músculo normal es desarrollada por una serie de extensas y rápidas sacudidas que ocurren de manera asincrónica a lo largo de las fibras. La aparente contracción tranquila es el resultado de la sumación de estas sacudidas asincrónicas. Es importante indicar que cuando un músculo se encuentra en reposo no existe actividad eléctrica. (Basmajian, 1975).

La contracción muscular en respuesta a un estímulo incluye la activación de las motoneuronas alfa, beta y gamma de la lámina IX. Las motoneuronas alfa son las células más grandes del asta anterior, pueden ser estimuladas monosinápticamente, aunque la mayor parte de las veces son estimuladas por interneuronas de la

substancia gris de la médula espinal en respuesta a la activación refleja de circuitos segmentarios, intersegmentarios y supraespinales. Las motoneuronas alfa inervan no solamente las fibras extrafusales grandes del músculo esquelético; sino también las interneuronas en el asta anterior (células de Renshaw) a través de fibras colaterales que surgen de los axones de las motoneuronas alfa. Las células de Renshaw son capaces de inhibir a las motoneuronas alfa, y producen una respuesta de retroalimentación negativa. Esto puede tener el efecto benéfico de desactivar la motoneurona alfa después de haber sido excitada, lo cual permite nuevamente su excitación.

Las motoneuronas gamma, inervan las fibras musculares intrafusales dentro de los husos musculares esqueléticos. No inervan las fibras extrafusales del músculo y, en consecuencia, no producen contracción extrafusil del mismo. El sistema reticular, cerebelo y ganglios basales ejercen un control particularmente enérgico sobre las motoneuronas gamma.

Las motoneuronas beta tienen axones de diámetro intermedio entre los de las motoneuronas alfa y gamma. Las motoneuronas beta inervan fibras musculares tanto extra como intrafusales y proporcionan una gran parte de la inervación de los husos musculares. (Gilman, S y Newman , S.; 1989).

El movimiento facial, no es otra cosa más que contracciones musculares, las cuales están acompañadas por cambios súbitos en la actividad eléctrica registrada en la superficie de la piel en regiones musculares específicas (Jacobson, 1930); para lo cual

varios instrumentos han sido usados para monitorear el sistema muscular; uno de los más comunmente usados en el presente es la electromiografía (EMG) la cual es una herramienta sensible para medir la actividad eléctrica muscular durante la contracción facial (Cacciopo, et al., 1983; Dimberg, 1989). La señal EMG, es un tren quasi-fortuito de potenciales de acción de las unidades motoras, descargados por la contracción del tejido muscular estriado. Esta señal en tren se caracteriza por una frecuencia que va de varios Hz, hasta por encima de los 2kHz, y por amplitudes, registradas desde la superficie de la piel, que van desde fracciones de microvolts (μV) a varios cientos de μV . (Fridlund y Cacciopo, 1986; Mulder y Hulstijn, 1984).

La información sobre los patrones eléctricos de la actividad muscular recogida con EMG ha sido ya probada en varios estudios sobre procesamiento de información y respuestas afectivas; así, se ha observado, que diferentes patrones de actividad muscular facial se asocian con procesos psicológicos "expresiones faciales de emoción" (Sullivan y Brender, 1986; Schawrtz, Fair, Salt, Mandel y Klerman, 1976), como en el caso de la actividad del músculo cigomático la cual incrementa en la mímica de la sonrisa, mientras que la actividad del músculo superciliar, aumenta en la mímica de la tristeza o enojo (Dimberg, 1990a; Dimberg 1990b; Dimberg y Tell, 1988) sin embargo las propiedades psicométricas (confiabilidad, especificidad y sensibilidad) de las medidas electromiográficas faciales se mantienen aún sin estudiar, y posiblemente como resultado de

esto, la actual colocación de electrodos usada para medir la actividad muscular de la región facial como un indicador de una expresión particular, varía a través de los laboratorios (Tassinary, Geen y Cacciopo, 1986).

Se han hecho intentos por definir zonas de la cara de una manera más objetiva, por ejemplo existe un atlas de colocación de electrodos propuesto por Fridlund y Cacciopo (1986) usada para medir la actividad muscular de la región facial como un indicador de expresiones particulares o estados afectivos, sin embargo hasta el momento no hay un acuerdo que permita identificar un sistema estandarizado para la colocación de electrodos de superficie (Tassinary et al. 1986) que permita registrar la actividad electromiográfica facial al realizar diferentes movimientos los cuales se utilizan en la rehabilitación de pacientes que presentan alguna disfunción facial como en el caso de parálisis facial, análogo a los sistemas usados en las investigaciones cardiovasculares y electrodermales (Martin y Vanables, 1980) o al sistema estandarizado que se utiliza en las investigaciones electroencefalográficas (Jasper, 1958).

El primer intento de formalizar un sistema de colocación de electrodos lo realizó Davis (1952), para registrar la actividad muscular que se origina en la quijada, en el labio inferior y en la zona de los párpados. Esta colocación es llamada erróneamente "frontalis" en la literatura de Retroalimentación Biológica (Fridlund, A; Cacciopo, J., 1986) ya que se ha observado que esta

colocación detecta no sólo la actividad de los músculos frontales sino también las del cuello (Basmajian, 1976), todos estos autores, recomiendan que esta colocación se utilice para registros EMG de los músculos de la cabeza y del cuello.

Existen una variedad de factores que han limitado la confiabilidad y validez de estos sistemas de estandarización de colocación de electrodos de superficie para el registro de la actividad electromiográfica facial, como son:

a. El hecho de que los músculos faciales en la región media e inferior de la cara, con excepción del "mentalis", no se fijan directamente en la piel (Narin, 1975), sino que se fijan en una malla fibromuscular que se encuentra localizada entre los músculos faciales y la dermis (Mitz y Peyronie, 1976).

b. Otro factor es el hecho de que algunos músculos faciales parecen no estar presentes en todos los individuos. Al respecto Sato (1968), reportó un estudio realizado en 620 cadáveres en los cuales descubrió una total ausencia del "corrugador superciliar", "cigomático mayor" y "cigomático menor" en aproximadamente el 18%, 2% y 3% de la población respectivamente y ha sido estimado que el risorio esta ausente en aproximadamente el 50% de la población (DuBrul, 1980).

c. El registro electromiográfico con electrodos de superficie, puede hacer difícil el señalar exactamente cuales músculos se contraen, debido a lo cual es inapropiado el atribuir las señales electromiográficas a músculos específicos (Fridlund, y Cacciopo, 1986). Esto se debe a que la EMG superficial refleja los

potenciales de acción musculares (PAM) de un grupo heterogéneo de unidades motoras de varios músculos más que de una sólo unidad motora (Cacciopo, et al., 1983).

Estos factores limitan el método estandarizado de colocación de electrodos. No obstante a lo expuesto anteriormente y tomando en cuenta una serie de aspectos como:

1. La cercanía de un sitio propuesto a la masa muscular subyacente con un mínimo de intervención de tejido circundante o señales interferentes.
2. Especificidad en la colocación de estos electrodos en sitios que no presenten problemas de pliegues, comisuras, articulaciones óseas.
3. Puntos de referencia anatómicos que muestren relativa uniformidad a través de los individuos. (Fridlund, A. y Cacciopo, J. 1986); se puede pensar en la posibilidad de realizar una estandarización de colocación de electrodos para registrar la actividad electromiográfica facial al realizar ciertos movimientos específicos, los cuales son:

Para la zona de la frente elevar cejas y fruncir el ceño; para la zona de la nariz, fruncir la nariz y para la zona de la boca, inflar mejillas, colocar la boca en la acción de silbar (sin silbar) mostrar los dientes jalando la comisura y apretar labios. La importancia de estos movimientos radica en el hecho de que en la práctica clínica, son utilizados para poder evaluar el grado de integridad de la función motora, proporcionada a los músculos de la expresión facial por el nervio facial (VII par craneal), cuando ha habido algún daño o lesión en dicho nervio.

Dentro del campo de la investigación psicológica, se han diseñado técnicas para la rehabilitación de esta función motora en pacientes que sufren parálisis facial; la técnica de Retroalimentación Biológica (RB) es una de ellas, la cual es un proceso mediante el cual una persona aprende a influir sobre respuestas fisiológicas las cuales pueden ser de dos tipos: respuestas que generalmente no están bajo control voluntario y aquellas respuestas que son fáciles de regular o controlar, pero dicho control se ha perdido a consecuencia de una lesión (Blanchard y Epstein, 1978).

Dentro de las diferentes variedades de RB, se encuentra la RB Electromiográfica, la cual se ha visto que, con los 7 movimientos anteriormente citados que realizan los pacientes durante su entranamiento, ellos logran una mayor actividad de los músculos paralizados y así alcanzan una mayor simetría en la expresión facial, lo que repercute sin duda alguna en su proceso de vivir. Para conocer con claridad los mecanismos anatomofisiológicos que intervienen en estos movimientos, se procederá a describir brevemente los aspectos generales de los músculos y los aspectos anatomofisiológicos de la cara.

ASPECTOS GENERALES DE LOS MUSCULOS

Los músculos son órganos contráctiles, sirven para dar tono y movimiento, el estado general de tono de un músculo está determinada por la elasticidad pasiva de las fibras musculares y por la contracción activa (aunque no continua) del músculo en respuesta a la reacción del sistema nervioso al estímulo. Dicho de otra forma, el tono es una función del sistema nervioso que controla el músculo, pero también resulta de la elasticidad natural del tejido muscular y de las fibras (Basmajian, 1967; Guilman, S y Newman, S; 1989).

Existen tres tipos de músculo en el cuerpo, cada uno de los cuales posee propiedades particulares que lo capacitan para realizar su tarea específica.

EL MUSCULO ESQUELETICO se fija al esqueleto y lo mueve, permitiéndole al organismo desplazarse y adaptarse al medio externo. La contracción del músculo esquelético es provocada normalmente a través de impulsos llevados a él por los nervios.

EL MUSCULO LISO O VISCERAL se localiza alrededor de los órganos huecos del cuerpo.

EL MUSCULO CARDIACO se localiza exclusivamente en el corazón (McClintic, J., 1989).

Los músculos estriados pueden también ser divididos, de acuerdo a su ubicación en superficiales o cutáneos, y profundos. Los primeros yacen por debajo de la piel, encima de la aponeurosis superficial en tanto que los segundos están colocados por debajo de dicha aponeurosis. Estos músculos pueden estar formados por

una sólo masa de tejido, "músculos simples", o bien hallarse constituidos por dos o más masas carnosas unidas entre si por tendones intermedios "músculos digástricos o poligástricos" (Quiroz, 1975). Todas las acciones del músculo estriado son controladas por las motoneuronas de la médula espinal y de los núcleos de los nervios craneales. Sherrington denominó a estas motoneuronas "vía final común" del movimiento. Todos los procesos cerebrales que influyen sobre el movimiento lo hacen actuando, en última instancia, sobre las motoneuronas (Thompson, 1984).

Los músculos de la cara se encuentran dentro de los músculos estriados, están constituidos por fibras celulares cilíndricas alargadas y estas a su vez de miofibrillas formadas por proteínas de miosina, actina, troponina y tropomiosina (De Robertis y De Robertis, 1981).

Así mismo los músculos de la cabeza y del cuello tienen tres características comunes en cuanto a su inserción, inervación y función: 1) poseen una inserción móvil cutánea; 2) se encuentran inervados por el nervio facial; 3) están agrupados alrededor de los orificios de la cara y son constrictores o dilatadores de dichos orificios. Los músculos de la expresión facial generalmente se insertan en uno de sus extremos en hueso o cartilago y en el otro extremo en la fascia superficial o en uno de los esfínteres musculares de la órbita ocular o de la boca, la cual es la estructura más móvil de la cara, de ahí que la mayoría de los músculos faciales se insertan en el esfínter de ésta; estos músculos son muy finos y delicados sobre los cuales

el sistema nervioso tiene un control muy preciso a través de el nervio facial y las complejas relaciones de éste con los nervios trigémino y glossofaríngeo, las cuales explican la mayor parte de los fenómenos motores, sensitivos, reflejos, vasomotores y secretores que se producen en la cara (Kapit, W. y Elson, L.M., 1988).

Los músculos cutáneos de la cabeza se clasifican en 4 grupos:

- 1) Músculos de los párpados y de las cejas
- 2) Músculos del pabellón de la oreja
- 3) Músculos de la nariz
- 4) Músculos de los labios.

Debido a la importancia que tienen estos músculos en cuanto a su función y a su posible intervención en los movimientos específicos, se procederá a explicar brevemente las características estructurales y funcionales de los músculos, para lo cual se clasificara a la cara en tres zonas: 1) Zona de la frente, 2) Zona de la nariz y 3) Zona de la boca, ya que en los estudios que usan electrodos de superficie refieren las señales EMG como el resultado de la actividad de sitios (EMG de la frente) más que de músculos (Fridlund y Cacciopo, 1986).

ASPECTOS ANATOMOFISIOLOGICOS DE LOS MUSCULOS DE LA CARA

I ZONA DE LA FRENTE

Músculos de la frente, de los párpados y de las cejas

Dentro de estos músculos se encuentran: el occipitofrontal, piramidal, orbicular de los párpados y superciliar.

10. MUSCULO OCCIPITOFONTAL

Es un músculo digástrico, delgado, cuadrilátero. Cada uno de los vientres musculares del digástrico occipitofrontal esta formado por dos músculos, los músculos occipitales posteriores y los músculos frontales anteriores, los cuales están unidos en el vertex y forman un plano muscular continuo que ocupa toda la anchura de la región frontal.

El occipitofrontal esta aplicado sobre la bóveda craneal y se extiende desde la línea curva occipital superior a la región superciliar. (Ver lámina 1, Pág. 24)

El músculo occipital nace por fibras aponeuróticas de los dos tercios externos de la línea curva occipital superior y de la parte vecina de la región mastoidea del temporal. Las fibras carnosas suben y terminan siguiendo una línea curva de concavidad inferior, en el borde posterior de la aponeurosis epicraneal.

El músculo frontal nace del borde anterior de la aponeurosis epicraneal, siguiendo una línea curva convexa hacia atrás. Las fibras carnosas descienden y se insertan en la cara profunda de la piel de la región superciliar e interciliar.

A nivel de las cejas, las fibras musculares cruzan los haces curvilíneos del orbicular de los párpados y del superciliar. Entre las cejas, se entrecruzan con las fibras del piramidal.

Función.- La acción de uno de los vientres del digástrico occipitofrontal generalmente esta subordinada a la acción del otro. De este modo, el occipital es sobre todo el tensor de la aponeurosis epicraneal, la cual, tensar y sirve de punto fijo al frontal que eleva la piel de las cejas y determina secundariamente la elevación del párpado superior. La acción del frontal puede preceder a la del occipital para atraer hacia atrás el cuero cabelludo.

2o. MUSCULO PIRAMIDAL

Son dos pequeños haces carnosos, delgados, alargados sobre la parte superior del dorso de la nariz a cada lado de la línea media. Cada músculo piramidal se inserta por debajo en el cartilago lateral y en la parte inferointerna del hueso propio de la nariz. Las fibras del piramidal ascienden hacia la raíz de la nariz entrecruzándose con las fibras del frontal y terminan en la cara profunda de la piel de la región del intersuperciliar.

Función.- El músculo piramidal es antagonista de la porción interna del frontal. Atrae hacia abajo a la piel del espacio intercililar. (Lámina 2, Pág. 24)

3o. MUSCULO ORBICULAR DE LOS PÁRPADOS

Es un músculo ancho, delgado, cuyas fibras concéntricas se disponen alrededor del orificio palpebral.

Función.- 1) Aproxima los bordes libres de los párpados y produce la oclusión de la hendidura palpebral; 2) contribuye a la progresión de las lágrimas movilizándolas de afuera hacia adentro, al mismo tiempo que las comprime de adelante hacia atrás; 3) dilata el saco lagrimal (Lámina 3, Pág. 24).

4o. MUSCULO SUPERCILIAR

Es un músculo aplanado y delgado, se extiende a lo largo de la parte interna del arco superciliar, desde la extremidad interna de este arco a la piel de la ceja.

Nace por una o varias lenguetas carnosas de la extremidad interna del arco superciliar. Desde este origen las fibras musculares, cubiertas por el frontal y por la porción orbitaria del músculo orbicular de los párpados, se dirigen hacia afuera a lo largo del arco superciliar y terminan en la cara profunda de la mitad o en los dos tercios internos de la piel de la ceja, entrecruzándose con las fibras carnosas del frontal y del orbicular.

Función.- El superciliar levanta la parte interna de la ceja mientras tira hacia abajo y hacia adentro sus dos tercios externos. Eleva la cabeza de la ceja, atrae hacia abajo y hacia adentro a los dos tercios externos y da a la fisonomía la expresión de sufrimiento (Lámina 4, Pág. 24).

II ZONA DE LA NARIZ

Músculos de la nariz.

Estos músculos se clasifican en: transverso de la nariz, dilatador de las narinas y mirtiforme. La nariz recibe también algunos haces procedentes de los músculos elevador superficial y elevador profundo del ala de la nariz y del labio superior así como del triangular de los labios.

1o. MUSCULO TRANSVERSO DE LA NARIZ

Este músculo aplanado, triangular y delgado se extiende transversalmente en la parte media de la nariz desde el dorso de este órgano hasta la fosa canina.

Nace de una lámina aponeurótica que recubre el dorso de la nariz y lo une con el lado opuesto. Desde ahí las fibras van al surco nasolabial; las fibras inferiores se insertan en la cara profunda de la piel, a lo largo de este surco; las superiores se continúan con los haces externos del músculo mirtiforme.

Función.- Tira del ala de la nariz hacia arriba y hacia adelante. Es dilatador de las narinas. Interviene en el movimiento de fruncir nariz (Lámina 5, Pág. 25)

2o. MUSCULO DILATADOR DE LAS NARINAS

Es un músculo pequeño, delgado, plano, triangular cuyas fibras se extienden en el espesor del ala de la nariz desde el surco nasolabial, hasta el borde externo de la narina correspondiente. Se inserta en la piel del surco nasolabial. Las fibras aplicadas

sobre el cartilago de ala de la nariz alcanzan el borde inferior del ala y se fijan en la cara profunda del tegumento.

Función.- Este músculo lleva el ala de la nariz hacia afuera y así aumenta el diámetro transversal de las narinas.

3o. MUSCULO MIRTIFORME

Este músculo se caracteriza por ser aplanado, cuadrilátero, se extiende desde el arco alveolar al borde posterior de las narinas. Nace de la parte inferior de la fosita mirtiforme y de la eminencia alveolar del canino.

Función.- El mirtiforme abate el ala de la nariz y retrae transversalmente el orificio de las narinas (Lámina 6, Pág 25).

III ZONA DE LA BOCA

Músculos de los labios

Los músculos de los labios se agrupan en: dilatadores y constrictores.

Los músculos dilatadores son láminas musculares que irradian desde los labios hacia las diferentes regiones de la cara.

Estos músculos son; de la parte nasal a la basal: los elevadores superficial y profundo de ala de la nariz y del labio superior, el canino, el cigomático mayor y menor, el buccinador, el risorio, el triangular de los labios, el cuadrado del mentón y el cutáneo del cuello.

Anatómicamente estos músculos están dispuestos en dos planos musculares, es decir el plano profundo constituido hacia arriba,

por el canino, en la parte media, por el buccinador; hacia abajo por el cuadrado del mentón y el músculo de la borla del mentón.

El plano superficial se halla constituido, hacia arriba por: los elevadores superficial y profundo, los cigomáticos mayor y menor; en la parte media por el risorio; hacia abajo por el triangular de los labios y el cutáneo del cuello.

Los músculos constrictores son el orbicular y el compresor de los labios.

10. MUSCULO CANINO

Este músculo es aplanado, cuadrilátero, se extiende desde la fosa canina al labio superior. Se inserta por arriba en la fosa canina, por debajo del agujero suborbitario.

Función.- Eleva la comisura y el labio superior. Participa en la mímica de la sonrisa (Lámina 7, Pág. 25).

20. MUSCULO BUCCINADOR

Se caracteriza por ser aplanado, ancho, irregularmente cuadrilátero, está situado en la parte profunda de la mejilla entre los dos maxilares y la comisura de los labios.

Sus inserciones posteriores se efectúan: 1) en el borde anterior del ligamento pterigomaxilar; 2) en el borde alveolar de los maxilares superior e inferior, a lo largo de los tres últimos molares. El buccinador está cubierto por la aponeurosis "buccinatrix", densa y fibrosa hacia atrás, delgada y celular en la parte anterior.

Función.- Los buccinadores tiran atrás de las comisuras labiales y alargan la hendidura u orificio bucal. Cuando la cavidad bucal esta distendida, los buccinadores comprimen el contenido del vestíbulo de esta cavidad. Pueden determinar la expulsión del aire contenido en el vestíbulo, que es lo que se produce en la acción de soplar o silbar (Lámina 8, Pág. 25).

3o. MUSCULO CUADRADO DEL MENTON

Es un músculo aplanado, cuadrilátero, situado sobre la parte lateral del mentón y del labio inferior, entre el maxilar inferior y el labio inferior.

Este músculo nace del tercio anterior de la línea oblicua externa del maxilar inferior. Se inserta en la piel del labio inferior.

Función.- Tira hacia abajo y hacia afuera la mitad correspondiente del labio inferior.

4o. MUSCULOS DE LA BORLA DEL MENTON

Son dos pequeños haces situados a cada lado de la línea media, en el espacio triangular comprendido entre los dos cuadrados del mentón.

Nacen a ambas partes de la línea media, de los salientes alveolares de los dos incisivos y del canino por debajo de la encía. Se insertan en la piel del mentón.

Función.- Estos músculos son elevadores del mentón y del labio inferior.

5o. ELVADOR SUPERFICIAL DEL ALA DE LA NARIZ Y DEL LABIO SUPERIOR

El elevador superficial es delgado, acintado, alargado en el surco nasogeniano, desde el borde interno de la órbita hasta el labio inferior.

Hasta arriba se inserta en la cara externa de la apófisis ascendente del maxilar superior. Las inserciones superiores están cubiertas por el músculo orbital de los párpados. El músculo descende un poco oblicuamente hacia abajo y hacia afuera, y después se extiende en abanico para insertarse en la piel del borde posterior del ala de la nariz y en el labio superior.

Función.- Atrae hacia arriba el ala de la nariz y el labio superior. Participa en los movimientos de sonrisa y de fruncir nariz (Lámina 9, Pág. 26).

6o. MUSCULO ELEVADOR PROFUNDO

Es un músculo aplanado, delgado, ancho, cubierto en parte por el precedente, se extiende desde el reborde de la órbita al labio superior. Nace de la mitad interna del reborde inferior de la órbita, por arriba del agujero suborbitario. Las fibras ligeramente oblicuas hacia abajo y hacia adentro, forman una lámina carnosa, ancha, cuadrilátera, cubierta hacia arriba por el orbicular de los párpados y hacia adentro por el elevador superficial.

Función.- Junto con el elevador superficial, atrae hacia arriba el ala de nariz y el labio superior.

7o. MUSCULO CIGOMATICO MENOR

Se caracteriza por ser delgado, estrecho, alargado paralelamente al borde externo del elevador profundo, el cigomático menor se inserta por arriba hacia la parte media de la cara externa del hueso malar y por debajo en la cara profunda de la piel del labio superior.

Función.- Tira hacia arriba y hacia afuera del labio superior. Participa en el movimiento de sonrisa.

8o. MUSCULO CIGOMATICO MAYOR

Es un músculo aplanado, acintado y se extiende por fuera del cigomático menor, desde el hueso malar a la comisura de los labios.

Este músculo nace por fibras aponeuróticas cortas de la cara externa del hueso malar, por debajo y por detrás de la inserción del cigomático menor, cruza a distancia el músculo buccinador, del que esta separado por la bola adiposa de Bichat, y se inserta en la piel y en la mucosa de la comisura de los labios.

Función.- Lleva la comisura de los labios hacia afuera y hacia arriba, acción que se produce al sonreír (Lámina 10, Pág. 26).

9o. MUSCULO RISORIO

Es un músculo que no siempre esta presente en todos los individuos, extremadamente delgado, triangular, extendido en la parte media de la mejilla, desde la región maseterina a la comisura de los labios.

Se inserta hacia atrás en la aponeurosis maseterina, por haces más o menos diferenciados que terminan en la piel de la comisura labial.

Función.- Tira hacia afuera y hacia atrás de la comisura de los labios. El risorio es el músculo de la risa, o mejor de la sonrisa, cuando combina su acción con la del orbicular de los labios (Lámina 11, Pág. 26).

10o. MUSCULO TRIANGULAR DE LOS LABIOS

Es un músculo ancho, aplanado, delgado, triangular, extendido entre el maxilar inferior y la comisura de los labios.

Se inserta por su base en la parte anterior de la línea oblicua externa del maxilar inferior, por debajo de la línea de inserción del cuadrado del mentón. Se inserta en la piel de la comisura del labio superior. Algunos haces se extienden hasta el cartilago del ala de la nariz y del tegumento del subtabique.

Función.- Atrae la comisura hacia abajo y hacia afuera, acción que se observa en la mímica de la tristeza (Lámina 12, Pág. 26).

11o. MUSCULO ORBICULAR DE LOS LABIOS

Ocupa el grosor de los dos labios, es elíptico y está formado por fibras dispuestas concéntricamente en torno al orificio bucal.

Se compone de dos partes, una periférica u orbicular externo y otra central u orbicular interno.

a) Orbicular Externo.- Se distinguen dos categorías de fibras, extrínsecas e intrínsecas.

10. Las extrínsecas pertenecen a los músculos dilatadores que terminan en la cara profunda de la piel de ambos labios.

20. Las fibras intrínsecas pertenecen a los músculos incisivos. Estos músculos son cuatro, dos para cada labio.

b) Orbicular Interno.- Ocupa a lo largo del borde libre de los labios, la mitad aproximada de cada labio. Su parte marginal es libre superficialmente; su parte excéntrica esta cubierta por el orbicular externo.

Función.- El orbicular de los labios determina la oclusión de la boca, y junto con el risorio, actúan en el movimiento de la sonrisa (Lámina 13, Pág. 27).

120. MUSCULO COMPRESOR DE LOS LABIOS

Se da este nombre a pequeños haces musculares dispuestos de adelante hacia atras, en torno al orificio bucal y a través de las fibras del orbicular interno, desde la cara profunda de la piel a la cara profunda de la mucosa.

Función.- Este músculo comprime los labios de adelante hacia atras. (Rouviere y Delmas, 1987).

Lámina 1

EPICRANIUS

Occipito-Frontalis



Lámina 3

ORBICULARIS

OCULI



Lámina 2

PROCERUS

Pyramidalis nasi



Lámina 4

CORRUGATOR

Supercilii



Lámina 5
COMPRESSOR
NARIS

Nassalis, parte transversa

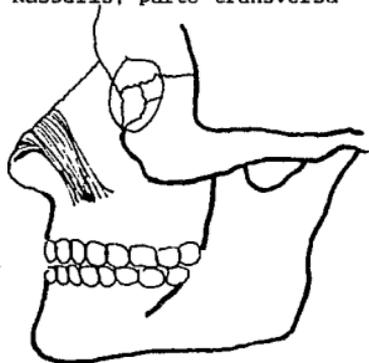


Lámina 6
DEPRESSOR
SEPTI



Lámina 7
ELEVADOR DE
ANGULI ORIS

Caninus

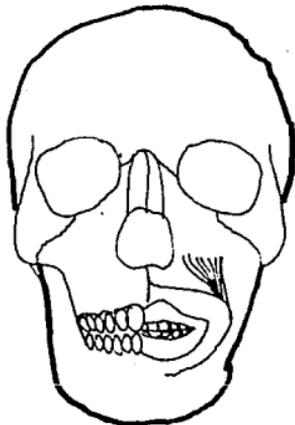


Lámina 8
BUCCINADOR

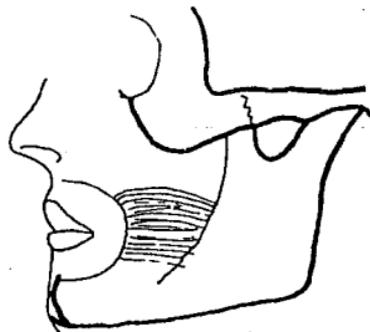


Lámina 9

ELEVADOR DE
LABII SUPERIORIS
Y ALAQUE NASI



Lámina 10

ZIGOMATICUS
MAYOR

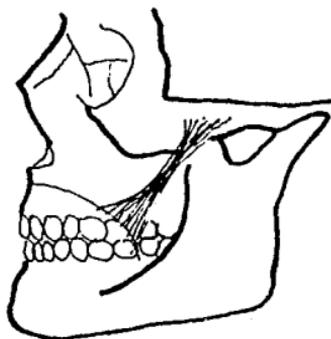


Lámina 11

RISORIIUS

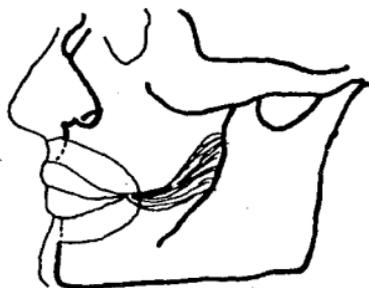


Lámina 12

DEPRESOR
ANGULI ORIS

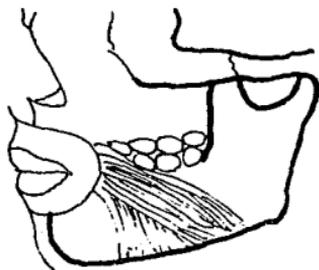
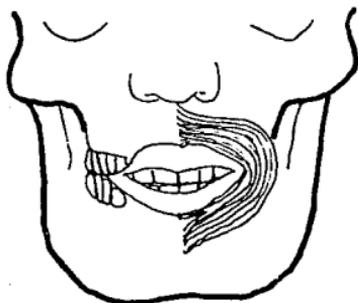


Lámina 13

ORBICULARIS

ORIS



PLANTERMIENTO DEL PROBLEMA

En la literatura revisada se pudo observar que no existe un sistema común para la colocación de los electrodos de superficie entre los diferentes laboratorios, lo cual produce que al momento de reportar los resultados obtenidos, éstos varíen de acuerdo a la colocación usada; por lo que el presente trabajo ofrece un sistema de colocación de electrodos, basado en el promedio de la actividad EMG facial, registrada en diferentes lugares de los músculos que intervienen en la ejecución de movimientos específicos.

JUSTIFICACION DEL PROYECTO

La función motora facial puede ser evaluada de manera clínica o electromiográfica, siendo el objetivo de esta última el obtener la mayor información posible acerca de la activación de los músculos faciales (Bures, 1985).

El principal problema dentro de la metodología de las investigaciones que estudian el comportamiento de los músculos faciales es que no existe un sistema estandarizado para la colocación de los electrodos de superficie que se utiliza para registrar dicha actividad al realizar los movimientos específicos. Es por esto que la importancia de este trabajo radica en encontrar los sitios de la cara en donde el registro electromiográfico proporcione información precisa sobre el mayor

número de grupos musculares que intervienen al realizar cada uno de los movimientos específicos evaluados.

En pacientes que presentan parálisis facial, se ha visto que la técnica de Retroalimentación Biológica con electrodos de superficie es algo muy útil, ya que se puede observar con precisión en ambas hemicaras (sana y afectada) la actividad muscular producida por estas y como esta actividad incrementa con el entrenamiento, y puede facilitar cambios en otros grupos musculares (Glaus y Kotses, 1979). Sin embargo no se ha podido determinar cuál es la relación que existe entre grupos musculares específicos como los que intervienen al fruncir la nariz, elevar cejas, sonreír mostrando los dientes, etc, con la respectiva colocación de los electrodos de superficie, por lo que el presente trabajo se puede considerar como una contribución en el campo metodológico, el cual investiga la relación existente entre la salida bioeléctrica (EMGI) y la salida funcional del músculo (fuerza) mediante electrodos de superficie.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

1. Llegar a una cuantificación de la actividad mioeléctrica de la cara, en función del movimiento.
2. Proponer una colocación específica de electrodos de superficie que permita registrar la actividad EMG de los músculos faciales que intervienen en los diferentes movimientos.

HIPOTESIS

Hipótesis Nula: No hay diferencias significativas en los promedios de la actividad EMG registrada en los lugares de colocación de los electrodos en los músculos que intervienen en la ejecución de los movimientos específicos.

Hipótesis Alterna: Existen diferencias significativas de los promedios de la actividad EMG registrada en los lugares de colocación de los electrodos en los músculos que intervienen en la ejecución de los movimientos específicos.

VARIABLES

Variable independiente:

Los movimientos específicos solicitados a los sujetos y los lugares de colocación de los electrodos en los grupos musculares que intervienen en la ejecución de dichos movimientos.

Variable dependiente:

Amplitud o potencia de la actividad muscular registrada en los diferentes lugares de colocación de electrodos al realizar cada uno de los movimientos específicos.

METODO

Sujetos

La muestra comprendió 15 sujetos voluntarios, de los cuales 8 fueron mujeres y 7 hombres, el rango de edad de los sujetos oscilaba entre los 23 y 45 años. No presentaban ningún antecedente clínico de parálisis facial o de algún otro tipo de disfunción facial.

Aparatos

La actividad EMG facial, fue registrada a través de electrodos de superficie Ag-AgCl, con un diámetro de 1.0 cm, los cuales fueron adheridos a la piel, por medio de micropore. La actividad potencial muscular de cada sitio, se obtuvo mediante un polígrafo Grass Electroencephalograph, modelo 89c de 8 canales, los cuales cuentan con filtros de 15 a 10 K y constantes de tiempo de 0.1 a 5 Hz. Además se utilizó cinta métrica, algodón, alcohol, un lápiz graso y caimanes para realizar el puenteo.

Método de Registro

La investigación se llevó a cabo en un laboratorio del edificio C de la facultad de Psicología U.N.A.M.

A los sujetos se los sentó en un sillón cómodo y colocado de tal forma que no tuvieran ningún tipo de acceso a la información del polígrafo, y de frente al experimentador para que este pudiera observar la forma como el sujeto realizaba el movimiento.

El experimentador estuvo frente al polígrafo para observar el registro electromiográfico de la actividad muscular, y poder de esta forma realizar las anotaciones pertinentes, así como para solicitar al sujeto los movimientos que debía de realizar y corregirlos en caso necesario.

PROCEDIMIENTO

Cada sujeto participó en una sólo sesión la cual duró 2 horas, cada sesión fue precedida por un periodo de colocación de electrodos con una duración aproximada de 20 minutos, en los cuales además llenaron un cuestionario (apéndice 1 Pág. 71), que contiene preguntas generales sobre su estado de salud, lateralidad y si consume algún tipo de sustancia excitadora del sistema nervioso como café o cigarro.

A todos los sujetos se les instruyó para que: realizaran los siete movimientos con la mayor fuerza posible, permanecieran sentados en silencio durante el registro EMG y que evitaran el hacer movimientos musculares gruesos, es decir que mientras trabajaban la zona de la frente; tanto la zona de la nariz como la zona de la boca debía de permanecer relajada, de igual modo el cuello y hombros. El experimentador justificó esta instrucción final explicándole al sujeto, que un movimiento grueso de cualquiera de estas partes podría introducir largas señales no deseadas al registro y al circuito de amplificación, lo que causaría artefactos.

A partir de puntos fijos en la cara se procedió a realizar las marcas en la cara con el lápiz graso, sobre las cuales fueron colocados los electrodos de superficie, dejando dos centímetros de distancia entre cada uno de estos, ya que se recomienda que para electrodos de 0.5cm a 1.0cm (superficie de detección) el espacio inter-electrodos sea de 1.5cm (Fridlund y Cacciopo, 1986), pero debido a que el micropore con el que se adhieren los electrodos ocupa aproximadamente 0.5 cm de espacio, se decidió dejar los 2 cms de espacio entre los electrodos.

Los electrodos fueron colocados sobre las siguientes regiones faciales (Ver Apéndice 2, Pág. 72).

Zona de la Frente.

Elevar Cejas y Fruncir Ceño (EC/FC). El primer electrodo se colocó directamente sobre la sien (Sn), siguiendo una línea imaginaria justo en la mitad de la frente (desde donde comienza la cara hasta las cejas) dejando 2cms. de espacio, se colocó el segundo electrodo sobre el músculo frontal (F1), el tercer electrodo (F2) sobre la misma línea imaginaria con 2 cms. interelectrodos, el cuarto y quinto electrodo (F3 y F4 respectivamente) en las restantes dos marcas del músculo Frontal. Para el segundo movimiento (fruncir el ceño) el primer electrodo se colocó sobre el músculo piramidal (P) a partir del cual, se trazó una línea imaginaria por el borde de la nariz hasta la comisura labial, para colocar el segundo electrodo sobre el Elevador del ala de la Nariz y Labio Superior (E1). El tercero,

cuarto y quinto electrodo se colocan a partir de 2cms. del piramidal (P), dejando 1 cm. de distancia de la ceja para arriba, para así registrar el músculo Superciliar (S1, S2 y S3).

Zona de la Nariz.

Fruncir Nariz (FN). El primer electrodo se colocó sobre el músculo piramidal (P), a partir del cual se colocaron los otros dos electrodos que abarcan el elevador del ala de la nariz, dejando los 2cms de espacio entre los electrodos, de esta forma se tiene ya E1 y E2. El cuarto electrodo se colocó sobre la comisura labial (Cm), a partir del cual siguiendo una línea imaginaria que va hacia la mitad de la boca (Mid), con los 2cms. de distancia se coloca el quinto electrodo sobre el Orbicular Superior (OS).

Zona de la Boca.

Silbar, Mostrar los Dientes jalando la comisura, Inflar Mejillas y Apretar Labios (Sil. MD, IM, AL). Para los 4 movimientos la colocación fue la misma. El primer electrodo se colocó sobre la comisura de la boca (Cm), a partir del cual a lo largo de una línea imaginaria que va hacia el Condylion se colocaron el segundo y tercer electrodo justo sobre el cigomático mayor (C1 y C2). El cuarto electrodo fue el orbicular superior (OS) y el quinto electrodo fue el orbicular inferior (OI), que para colocarlo se siguió el mismo procedimiento que para el OS.

Los sitios a registrar fueron preparados limpiando cuidadosamente

con alcohol la superficie de la piel que recubre el área muscular y se colocaron en ambas hemisferios los electrodos de superficie cuidando la simetría de los mismos, en todos los grupos musculares que intervienen en el movimiento solicitado, para posteriormente proceder a realizar el registro electromiográfico. Para todas las colocaciones el electrodo de tierra se colocó en el lóbulo de la oreja derecha. Los diferentes electrodos fueron colocados en un total de 15 sitios EMG para cada hemisferio: Sn, F1, F2, F3, S1, S2, S3, P, E1, E2, C1, C2, CM, OS, OI.

Una vez colocados los electrodos, se les solicitó a los sujetos que ejecutaran un movimiento específico de acuerdo a las tres zonas anteriormente delimitadas, durante cinco segundos. Cada movimiento fue solicitado al sujeto tres veces consecutivas.

Se utilizó una derivación bipolar. Los ocho canales estuvieron distribuidos de la siguiente forma para las tres zonas de la cara; tomando en cuenta que en los primeros cuatro canales estuvieron colocados los electrodos del lado derecho y en los restantes cuatro canales los electrodos del lado izquierdo.

Elevar Cejas:

- | | |
|------------|------------|
| 1. Sn - F1 | 5. Sn - F1 |
| 2. F1 - F2 | 6. F1 - F2 |
| 3. F2 - F3 | 7. F2 - F3 |
| 4. F3 - F4 | 8. F3 - F4 |

Fruncir Ceño:

- | | |
|------------|------------|
| 1. E1 - P | 5. E1 - P |
| 2. P - S1 | 6. P - S1 |
| 3. S1 - S2 | 7. S1 - S2 |
| 4. S2 - S3 | 8. S2 - S3 |

Fruncir Nariz:

- | | |
|------------|------------|
| 1. P - E1 | 5. P - E1 |
| 2. E1 - E2 | 6. E1 - E2 |
| 3. E2 - OS | 7. E2 - OS |
| 4. OS - Cm | 8. OS - Cm |

Movimientos de boca:

- | | |
|------------|------------|
| 1. C1 - C2 | 5. C1 - C2 |
| 2. C2 - Cm | 6. C2 - Cm |
| 3. Cm - OS | 7. Cm - OS |
| 4. Cm - OI | 8. Cm - OI |

Durante el primer registro (zona de la frente), en el movimiento de elevar las cejas, es necesario aclarar, que a no todos los sujetos se les colocó los electrodos F3-F4, debido al tamaño de la frente, y en los sujetos que si se pudo llevar a cabo el registro en esta colocación, no se observaron cambios en la amplitud al realizar el movimiento, es por ésta razón que no se hallan datos, ni gráficas para dicha colocación.

Concluido éste primer registro (zona de la frente) se cambiaron de lugar los electrodos y se colocaron en las marcas realizadas en la segunda zona, es decir en los grupos musculares de la nariz, y se le solicitó a los sujetos que realizaran el movimiento de fruncir nariz.

Por último se colocaron los electrodos en los grupos musculares del área de la boca y se solicitaron los movimientos específicos de esta zona.

Para las tres áreas de la cara se evaluaron diferentes puntos del grupo muscular hasta hallar el lugar más conveniente para registrar EMG dicho grupo muscular, ya que se deseaba obtener un procedimiento más sensible que examinara y comparara los cambios direccionales en diferentes sitios del músculo más que de un sólo lugar de éste (Glaus y Kotses, 1979).

RESULTADOS

Tratamiento de los resultados obtenidos.

En todos los registros electromiográficos se analizaron los PAMs, de acuerdo a su amplitud, ésta se midió, en primer lugar en mm, para después convertirlos a mv. aclarando que en las colocaciones que no se observo incremento de amplitud, se pudo observar un incremento en la frecuencia.

Para cada uno de los 7 movimientos estudiados, hubo 8 colocaciones de electrodos en toda la cara. En cada sujeto se promedió la actividad EMG resultante de repetir tres veces cada movimiento con estos datos se trabajó en el análisis estadístico

Análisis de Resultados

La forma en como está distribuido el reporte de los resultados es la siguiente:

1). Se realizó la prueba de análisis de varianza del tipo bloques aleatorizados completos de un factor, para saber si existían diferencias significativas entre las diferentes colocaciones de electrodos empleadas para registrar la actividad EMG, al realizar los movimientos específicos; éstos resultados se encuentran en las tablas de la 1 a la 7.

2). Una vez que se observó que existen diferencias significativas entre las diferentes colocaciones de electrodos, se procedió a realizar un segundo análisis con las pruebas de Duncan y Tukey al 5% y 1% con el objeto de saber que colocación es realmente la que produce las diferencias obtenidas en el primer análisis, para de ésta forma proponer que en esos lugares se coloquen los electrodos. Los resultados de éste análisis se encuentran en las tablas 1.1, 2.1, hasta la 7.1

3). Por último se realizó una prueba t para grupos relacionados para las colocaciones que resultaron ser significativas en el análisis 2, para saber si existen diferencias significativas al comparar los datos de la actividad EMG de la hemicara derecha, con los datos de la actividad EMG de la izquierda al realizar los movimientos específicos, éstos resultados se hallan en las tablas 8, 9 y 10 (Daniel, 1983).

Para éstos fines se dividió a la cara en las tres zonas que hasta el momento se han venido manejando, por lo que en primer lugar se analizaron los datos obtenidos de la zona de la frente con los dos movimientos específicos de esta región: ELEVAR CEJAS (EC) Y FRUNCIR EL CENO (FC), después se analizaron los datos de la zona de la nariz, con el movimiento específico de FRUNCIR NARIZ (FN), y por último los resultados de la zona de la boca, esto es, los movimientos específicos de APRETAR LABIOS (AL), INFLAR MEJILLAS (IM), MOSTRAR LOS DIENTES JALANDO LA COMISURA (MD) y LA ACCION DE SILBAR (S).

ZONA DE LA FRENTE

Los resultados de los cálculos obtenidos para el movimiento específico de ELEVAR LAS CEJAS, para la hemicara derecha, se muestran en la tabla 1, para la cual el valor crítico de F con 2 y 28 grados de libertad y $\alpha=.05$ es 3.34. Como la razón de varianzas calculada, 102.58, es mayor que 3.34, se rechaza la hipótesis nula de que no hay diferencias significativas en los promedios de la actividad EMG registrada en los lugares de colocación de electrodos de los músculos que intervienen en la ejecución del movimiento.

TABLA 1
ELEVAR LAS CEJAS.

HEMICARA DERECHA:

Bloques Aleatorizados Completos. UN FACTOR.

Grupo	Media	Desv. Std.	Error Std.	n
Sn-F1	64.441	26.982	6.967	15
F1-F2	161.329	21.037	5.432	15
F2-F3	76.663	19.356	4.998	15

HEMICARA IZQUIERDA

Bloques Aleatorizados Completos. UN FACTOR.

Grupo	Media	Desv. Std.	Error Std.	n
Sn-F1	62.441	26.887	6.942	15
F1-F2	113.998	23.205	5.992	15
F2-F3	72.661	21.831	5.637	15

	F	p
HEMICARA DERECHA	102.58	< 0.001
HEMICARA IZQUIERDA	27.07	< 0.001

Al realizar las comparaciones entre las medias, se obtuvo que la colocación que presenta diferencias estadísticamente significativas respecto a las otras colocaciones es F1-F2, tanto en la hemicara derecha como para la izquierda. (tabla 1.1)

TABLA 1.1

Comparaciones múltiples entre las medias de las colocaciones, aplicando la prueba de Duncan y Tukey al 5% y 1%

Hemicara Derecha

	Duncan 5%	Tukey 5%	Duncan 1%	Tukey 1%
F1-F2 - Sn-F1 = 96.888	22.198*	25.828*	30.854*	34.135*
F1-F2 - F2-F3 = 84.666	21.151*	25.828*	29.388*	34.135*
F2-F3 - Sn-F1 = 12.222	21.151	25.828	29.388	34.135

Hemicara Izquierda

	Duncan 5%	Tukey 5%	Duncan 1%	Tukey 1%
F1-F2 - Sn-F1 = 51.557	24.795*	28.850*	34.464*	38.128*
F1-F2 - F2-F3 = 41.337	23.626*	28.850*	32.826*	38.128*
F2-F3 - Sn-F1 = 10.220	23.626	28.850	32.826	38.128

Las comparaciones se hicieron con 14 grados de libertad

En cuanto al segundo movimiento específico de esta zona, es decir FRUNCIR EL CEÑO (tabla 2), los datos proporcionan la evidencia suficiente con un nivel de significación de .05 que indica que si hay una diferencia significativa entre los diferentes lugares de colocación de electrodos; con un valor crítico de F, con 3 y 42 grados de libertad equivalente a 2.84, y la razón de varianzas calculada igual a 190.72, por lo que siguiendo el razonamiento semejante al que se usó en el primer movimiento, se rechaza la hipótesis nula.

TABLA 2
FRUNCIR EL CEÑO

HEMICARA DERECHA

Bloques Aleatorizados Completos. UN FACTOR.

Grupo	Media	Desv. Std.	Error Std.	n
E-P	10.889	3.442	0.889	15
P-S1	59.774	15.195	3.923	15
S1-S2	139.108	25.956	6.702	15
S2-S3	53.773	7.650	1.975	15

HEMICARA IZQUIERDA

Bloques Aleatorizados Completos. UN FACTOR.

Grupo	Media	Desv. Std.	Error Std.	n
E-P	12.888	7.852	2.027	15
P-S1	61.107	7.732	1.996	15
S1-S2	86.219	8.626	2.227	15
S2-S3	45.108	9.666	2.496	15

F p

Hemicara Derecha 190.72 < 0.001

Hemicara Izquierda 225.98 < 0.001

El valor crítico de F es 2.84 con 3 y 42 grados de libertad.

Tanto para la hemicara derecha como para la izquierda, las colocaciones que presentaron diferencias significativas al realizar el movimiento específico fueron S1-S2 al ser comparada con las otras 3 colocaciones, P-S1 al ser comparada con E1-P y S2-S3 al ser comparada con E1-P.

TABLA 2.2

Hemicara Derecha

	Duncan 5%	Tukey 5%	Duncan 1%	Tukey 1%
S1-S2 - E1-P = 128.219	14.647*	18.409*	20.380*	23.829*
S1-S2 - S2-S3 = 85.335	14.244*	18.409*	19.798*	23.829*
S1-S2 - P-S1 = 79.334	13.572*	18.409*	18.857*	23.829*
P-S1 - E1-P = 48.885	14.244*	18.409*	19.798*	23.829*
P-S1 - S2-S3 = 6.001	13.572	18.409	18.857	23.829
S2-S3 - E1-P = 42.884	13.572*	18.409*	18.857*	23.829*

Hemicara Izquierda

	Duncan 5%	Tukey 5%	Duncan 1%	Tukey 1%
S1-S2 - E-P = 73.331	8.505*	10.690*	11.835*	13.837*
S1-S2 - S2-S3 = 41.111	8.271*	10.690*	11.497*	13.837*
S1-S2 - P-S1 = 25.112	7.881*	10.690*	10.950*	13.837*
P-S1 - E1-P = 48.219	8.271*	10.690*	11.497*	13.837*
P-S1 - S2-S3 = 15.999	7.881*	10.690*	10.950*	13.837*
S2-S3 - E1-P = 32.220	7.881*	10.690*	10.950*	13.837*

Las comparaciones se hicieron con 14 grados de libertad

ZONA DE LA NARIZ

Para la zona de la nariz, los resultados obtenidos se muestran en las tablas 3 y 3.1; siendo la primera para observar si existen diferencias estadísticamente significativas y la segunda para saber cual es la colocación que realmente es la diferente respecto a las otras, de acuerdo a los procedimientos de comparaciones múltiples de Duncan y Tukey, ambas al 5% y 1%.

El valor crítico de F con 3 y 42 grados de libertad, es 2.84 con un $\alpha = .05$ para las dos hemicaras, por lo que en ambos casos, la hipótesis nula se rechaza.

Al realizar las comparaciones entre las medias se pudo observar que la colocación E1-E2 es significativamente diferente a las restantes 3 colocaciones en la hemicara derecha, sin embargo en lo que respecta a la hemicara izquierda se observa que no existe una diferencia significativa al comparar esta colocación con P-E1.

TABLA 3

FRUNCIR LA NARIZ

HEMICARA DERECHA

Bloques Aleatorizados Completos. UN FACTOR.

Grupo	Media	Desv. Std.	Error Std.	n
P-E1	95.773	21.949	5.667	15
E1-E2	166.441	15.092	3.897	15
E2-OS	74.887	33.520	8.655	15
OS-CM	44.887	16.325	4.215	15

HEMICARA IZQUIERDA

Bloques Aleatorizados Completos. UN FACTOR.

Grupo	Media	Desv. Std.	Error Std.	n
P-E1	99.552	28.084	7.251	15
E1-E2	109.107	33.177	8.566	15
E2-OS	52.662	8.281	2.136	15
OS-CM	73.997	28.007	7.231	15

	F	p
Hemicara Derecha	83.46	< 0.001
Hemicara Izquierda	16.72	< 0.001

TABLA 3.1

Hemicara Derecha

	Duncan 5%	Tukey 5%	Duncan 1%	Tukey 1%	
E1-E2 - OS-CM =	121.554	21.661*	27.226*	30.140*	35.241*
E1-E2 - E2-OS =	91.554	21.065*	27.226*	29.279*	35.241*
E1-E2 - P-E1 =	70.668	20.071*	27.226*	27.888*	35.241*
P-E1 - OS-CM =	50.886	21.065*	27.226*	29.279*	35.241*
P-E1 - E2-OS =	20.886	20.071*	27.226	27.888	35.241
E2-OS - OS-CM =	30.000	20.071*	27.226*	27.888*	35.241

Hemicara Izquierda

	Duncan 5%	Tukey 5%	Duncan 1%	Tukey 1%	
E1-E2 - E2-OS =	56.445	26.550*	33.370*	36.942*	43.194*
E1-E2 - OS-CM =	35.110	25.819*	33.370*	35.887	43.194
E1-E2 - P-E1 =	9.555	24.601	33.370	34.182	43.194
P-E1 - E2-OS =	46.890	25.819*	33.370*	35.887*	43.194*
P-E1 - OS-CM =	25.555	24.601*	33.370	34.182	43.194
OS-CM - E2-OS =	21.335	24.601	33.370	34.182	43.194

Las comparaciones se hicieron con 14 grados de libertad

ZONA DE LA BOCA

Respecto a la zona de la boca, se obtuvieron 4 análisis de varianza, debido a que son 4 los movimientos específicos que se solicitaron en dicha zona, como ya se ha venido mencionando, estos son: SILBAR, MOSTRAR LOS DIENTES JALANDO LA COMISURA, INFLAR MEJILLAS Y APRETAR LOS LABIOS.

En las tablas 4, 5, 6 y 7 se muestran los datos obtenidos para los movimientos específicos de esta zona, con los cuales se puede concluir que se rechaza la H_0 , y de que existen diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes colocaciones de electrodos. Probabilidad de $p(F) < 0.001$ con un alfa de 0.05 de significancia.

TABLA 4

SILBAR

HEMICARA DERECHA

Bloques Aleatorizados completos. UN FACTOR.

Grupo	Media	Desv. Std.	Error Std.	n
C1-C2	20.887	15.088	3.896	15
C2-CM	103.553	30.406	7.851	15
CM-OS	195.773	24.249	6.261	15
CM-OI	195.996	26.222	6.770	15

HEMICARA IZQUIERDA

Bloques Aleatorizados Completos. UN FACTOR.

Grupo	Media	Desv. Std.	Error Std.	n
C1-C2	25.776	7.503	1.937	15
C2-CM	84.218	16.059	4.146	15
CM-OS	133.551	30.091	7.770	15
CM-OI	156.665	39.219	10.126	15

	F	p
Hemicara Derecha	267.15	< 0.001
Hemicara Izquierda	98.94	< 0.001

Los resultados obtenidos al hacer las comparaciones entre las medias de las diferentes colocaciones se muestran en la tabla 4.1, 5.1, 6.1 y 7.1 que, como se puede apreciar que CM-OI, CM-OS y C2-CM, son las colocaciones en donde se observan diferencias significativas.

TABLA 4.1

Hemicara Derecha

		Duncan 5%	Tukey 5%	Duncan 1%	Tukey 1%
CM-OI - C1-C2 =	175.109	29.664*	37.259*	41.248*	48.228*
CM OI - C2-CM =	92.443	28.828*	37.259*	40.069*	48.228*
CM-OI - CM-OS =	0.223	27.468	37.259	38.166	48.228
CM-OS - C1-C2 =	174.886	28.828*	37.259*	40.069*	48.228*
CM-OS - C2-CM =	92.220	27.468*	37.259*	38.166*	48.228*
C2-CM - C1-C2 =	82.666	27.468*	37.259*	38.166*	48.228*

Hemicara Izquierda

CM-OI - C1-C2 =	130.889	29.578*	37.177*	41.157*	48.121*
CM-OI - C2-CM =	72.447	28.764*	37.177*	39.981*	48.121*
CM-OI - CM-OS =	23.114	27.408	37.177	38.081	48.121
CM-OS - C1-C2 =	107.775	28.764*	37.177*	39.981*	48.121*
CM-OS - C2-CM =	49.333	27.408*	37.177*	38.081*	48.121*
C2-CM - C1-C2 =	58.442	27.408*	37.177*	38.081*	48.121*

Las comparaciones se hicieron con 14 grados de libertad

TABLA 5

MOSTRAR LOS DIENTES JALANDO LA COMISURA

HEMICARA DERECHA

Bloques Aleatorizados Completos. UN FACTOR.

Grupo	Media	Desv. Std.	Error Std.	n
C1-C2	71.329	28.419	7.338	15
C2-CM	193.107	48.917	12.630	15
CM-OS	99.551	28.560	7.374	15
CM-OI	91.331	21.521	5.557	15

HEMICARA IZQUIERDA

Bloques Aleatorizados Completos. UN FACTOR.

Grupo	Media	Desv. Std.	Error Std.	n
C1-C2	67.997	37.688	9.731	15
C2-CM	177.773	43.106	11.130	15
CM-OS	73.551	12.691	3.277	15
CM-OI	92.664	20.244	5.227	15

	F	p
Hemicara Derecha	69.45	< 0.001
Hemicara Izquierda	43.87	< 0.001

TABLA 5.1

Hemicara Derecha

		Duncan 5%	Tukey 5%	Duncan 1%	Tukey 1%
C2-CM - C1-C2 =	121.778	42.873*	53.886*	59.655*	69.750*
C2-CM - CM-OI =	101.776	41.693*	53.886*	57.951*	69.750*
C2-CM - CM-OS =	93.556	39.726*	53.886*	55.197*	69.750*
CM-OS - C1-C2 =	28.222	41.693	53.886	57.951	69.750
CM-OS - CM-OI =	8.220	39.726	53.886	55.197	69.750
CM-OI - C1-C2 =	20.002	39.726	53.886	55.197	69.750

Hemicara Izquierda

		Duncan 5%	Tukey 5%	Duncan 1%	Tukey 1%
C2-CM - C1-C2 =	109.776	29.077*	36.547*	40.459*	47.306*
C2-CM - CM-OS =	104.222	28.277*	36.547*	39.303*	47.306*
C2-CM - CM-OI =	85.109	26.943*	36.547*	37.436*	47.306*
CM-OI - C1-C2 =	24.667	28.277	36.547	39.303	47.306
CM-OI - CM-OS =	19.113	26.943	36.547	37.436	47.306
CM-OS - C1-C2 =	5.554	26.943	36.547	37.436	47.306

Las comparaciones se hicieron con 14 grados de libertad

TABLA 6
INFLAR LAS MEJILLAS

HEMICARA DERECHA

Bloques Aleatorizados Completos. UN FACTOR.

Grupo	Media	Desv. Std.	Error Std.	n
C1-C2	15.776	7.813	2.017	15
C2-CM	99.775	18.536	4.786	15
CM-OS	159.330	27.723	7.158	15
CM-OI	146.661	22.466	5.801	15

HEMICARA IZQUIERDA

Bloques Aleatorizados Completos. UN FACTOR.

Grupo	Media	Desv. Std.	Error Std.	n
C1-C2	34.887	24.588	6.348	15
C2-CM	86.217	27.886	7.200	15
CM-OS	120.218	30.537	7.885	15
CM-OI	122.663	26.102	6.739	15

	F	P
Hemicara Derecha	181.94	< 0.001
Hemicara Izquierda	33.71	< 0.001

TABLA 6.1

Hemicara Derecha		Duncan 5%	Tukey 5%	Duncan 1%	Tukey 1%
CM-OS - C1-C2 =	143.554	21.240*	26.696*	29.554*	34.555*
CM-OS - C2-CM =	59.555	20.655*	26.696*	28.709*	34.555*
CM-OS - CM-OI =	12.669	19.681	26.696	27.345	34.555
CM-OI - C1-C2 =	130.885	20.655*	26.696*	28.709*	34.555*
CM-OI - C2-CM =	46.886	19.681*	26.696*	27.345*	34.555*
C2-CM - C1-C2 =	83.999	19.681*	26.696*	27.345*	34.555*

Hemicara Izquierda

		Duncan 5%	Tukey 5%	Duncan 1%	Tukey 1%
CM-OI - C1-C2 =	87.776	23.253*	29.226*	32.355*	37.830*
CM-OI - C2-CM =	36.446	22.613*	29.226*	31.430*	37.830
CM-OI - CM-OS =	2.445	21.546	29.226	29.937	37.830
CM-OS - C1-C2 =	85.331	22.613*	29.226*	31.430*	37.830*
CM-OS - C2-CM =	34.001	21.546*	29.226*	29.937*	37.830
C2-CM - C1-C2 =	51.330	21.546*	29.226*	29.937*	37.830*

Las comparaciones se hicieron con 14 grados de libertad

TABLA 7
APRETAR LOS LABIOS

HEMICARA DERECHA

Bloques Aleatorizados Completos. UN FACTOR.

Grupo	Media	Desv. Std.	Error Std.	n
C1-C2	32.443	22.198	5.731	15
C2-CM	101.551	21.377	5.520	15
CM-OS	155.329	18.031	4.655	15
CM-OI	157.773	18.374	4.744	15

HEMICARA IZQUIERDA

Bloques Aleatorizados Completos. UN FACTOR.

Grupo	Media	Desv. Std.	Error Std.	n
C1-C2	44.218	19.820	5.118	15
C2-CM	112.663	34.229	8.838	15
CM-OS	119.553	20.350	5.254	15
CM-OI	107.107	12.399	3.201	15

	F	p
Hemicara Derecha	162.13	< 0.001
Hemicara Izquierda	55.57	< 0.001

TABLA 7.1

Hemicara Derecha

		Duncan 5%	Tukey 5%	Duncan 1%	Tukey 1%
CM-OI - C1-C2 =	125.330	21.512*	27.038*	29.933*	34.999*
CM-OI - C2-CM =	56.222	20.920*	27.038*	29.078*	34.999*
CM-OI - CM-OS =	2.444	19.933	27.038	27.696	34.999
CM-OS - C1-C2 =	122.886	20.920*	27.038*	29.078*	34.999*
CM-OS - C2-CM =	53.778	19.933*	27.038*	27.696*	34.999*
C2-CM - C1-C2 =	69.108	19.933*	27.038*	27.696*	34.999*

Hemicara Izquierda

		Duncan 5%	Tukey 5 %	Duncan 1%	Tukey 1%
CM-OS - C1-C2 =	75.335	26.639*	35.996*	39.850*	46.596*
CM-OS - CM-OI =	12.446	27.851	35.996	38.711	46.596
CM-OS - C2-CM =	6.890	26.537	35.996	36.872	46.596
C2-CM - C1-C2 =	68.445	27.851*	35.996*	38.711*	46.596*
C2-CM - CM-OI =	5.556	26.537	35.996	36.872	46.596
CM-OI - C1-C2 =	62.889	26.537*	35.996*	36.872*	46.596*

Las comparaciones se hicieron con 14 grados de libertad

Para todos los 7 movimientos específicos de las 3 zonas de la cara, se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas, con un nivel de significancia de $p < 0.001$; por lo que se rechaza la hipótesis nula.

El promedio de la actividad EMG registrada en cada colocación para la zona de la frente, nariz y boca se encuentran graficadas en las figuras 1, 2 y 3 respectivamente (págs. 61, 62, 63 y 64).

En cuanto al tercer análisis estadístico que se realizó con la prueba t para GRUPOS RELACIONADOS, se observó que si existen diferencias significativas al ser comparados los datos de la actividad EMG registrada en el hemicara izquierda con los de la derecha, en los lugares recomendados de colocación de los electrodos. El valor de t asociado con una $p < 0.00001$; y $n - 1 = 14$ grados de libertad (tablas 8, 9 y 10).

TABLA 8
ZONA DE LA FRENTE

Movimiento: ELEVAR CEJAS (EC)

Colocación recomendada: F1-F2

Grupo	Media	Desv. Std.	n
Hem. Derecha	161.329	21.037	15
Hem. Izquier.	113.998	23.205	15
<hr/>			
1-2	47.331	24.308	15
Valor de r = 0.400			
Valor de t = 438.100			
P (t >= 438.100): 0.0000 (Unilateral) 0.0000 (Bilateral)			

Movimiento: FRUNCIR CENO (FC)

Colocación: S1-S2

Grupo	Media	Des. Std.	n
Hem. Derecha	139.108	25.956	15
Hem. Izquierda	86.219	8.626	15

1-2	52.889	24.553	15
-----	--------	--------	----

Valor de $r = 0.324$

Valor de $t = 484.656$

$P(t \geq 484.656)$: -0.0000 (Unilateral) -0.0000 (Bilateral)

TABLA 9

ZONA DE LA MARIZ

Movimiento: FRUNCIR MARIZ

Colocación: E1-E2

Grupo	Media	Desv. Std.	n
Hem. Derecha	166.441	15.092	15
Hem. Izquierda	109.107	33.177	15

1-2	57.334	30.632	15
-----	--------	--------	----

Valor de $r = 0.390$

Valor de $t = 421.134$

$P(t \geq 421.134)$: 0.0000 (Unilateral) 0.0000 (Bilateral)

TABLA 10
ZONA DE LA BOCA'

Movimiento: LA ACCION DE SILBAR (S)

Colocación: OS-Cm

Grupo	Media	Desv. Std	n
Hem. Derecha	195.773	24.249	15
Hem. Izquierda	133.551	30.091	15

1-2	62.222	36.172	15
-----	--------	--------	----

Valor de $r = 0.223$

Valor de $t = 409.687$

$P(t \geq 409.687)$: 0.0000 (Unilateral) 0.0000 (Bilateral)

Colocación: OI-Cm

Grupo	Media	Desv. Std.	n
Hem. Derecha	195.996	26.222	15
Hem. Izquierda	156.665	39.219	15

1-2	39.331	32.173	15
-----	--------	--------	----

Valor de $r = 0.579$

Valor de $t = 275.054$

$P(t \geq 275.054)$: -0.0000 (Unilateral) -0.0000 (Bilateral)

'No olvidar que para los movimientos de Silbar, Inflar Mejillas y Apretar los labios, de acuerdo al análisis estadístico, existen dos lugares de colocación de los electrodos (OS-Cm y OI-Cm), es por esto que para dichos movimientos existen dos análisis para la prueba T (Grupos Relacionados).

Movimiento: APRETAR LABIOS (AL)

Colocación: OS-Cm

Grupo	Media	Desv. Std.	n
Hem. Derecha	155.329	18.031	15
Hem. Izquierda	119.553	20.350	15

1-2	35.776	10.870	15
-----	--------	--------	----

Valor de r = 0.846

Valor de t = 740.530

P (t >= 740.530): 0.0000 (Unilateral) 0.0000 (Bilateral)

Colocación: OI-Cm

Grupo	Media	Desv. Std.	n
Hem. Derecha	157.773	18.374	15
Hem. Izquierda	107.107	12.399	15

1-2	50.666	17.557	15
-----	--------	--------	----

Valor de r = 0.402

Valor de t = 649.306

P (t >= 649.306): 0.0000 (Unilateral) 0.0000 (Bilateral)

Movimiento: INFLAR MEJILLAS (IM)

Colocación: Os-Cm

Grupo	Media	Desv. Std.	n
Hem. Derecha	159.330	27.723	15
Hem. Izquierda	120.218	30.537	15

1-2	39.112	28.352	15
-----	--------	--------	----

Valor de $r = 0.530$

Valor de $t = 310.390$

P ($t \geq 310.390$): 0.0000 (Unilateral) 0.0000 (Bilateral)

Colocación: OI-Cm

Grupo	Media	Desv. Std.	n
Hem. Derecha	146.661	22.466	15
Hem. Izquierda	122.663	26.102	15

1-2	23.999	38.093	15
-----	--------	--------	----

Valor de $r = -0.226$

Valor de $t = 141.752$

P ($t \geq 141.752$): 0.0000 (Unilateral) 0.0000 (Bilateral)

Movimiento: JALAR COMISURA MOSTRANDO DIENTES (SONRISA)

Colocación: C2-Cm

Grupo	Media	Desv. Std.	n
Hem. Derecha	193.107	48.917	15
Hem. Izquierda	177.773	43.106	15

1-2	15.335	30.127	15
-----	--------	--------	----

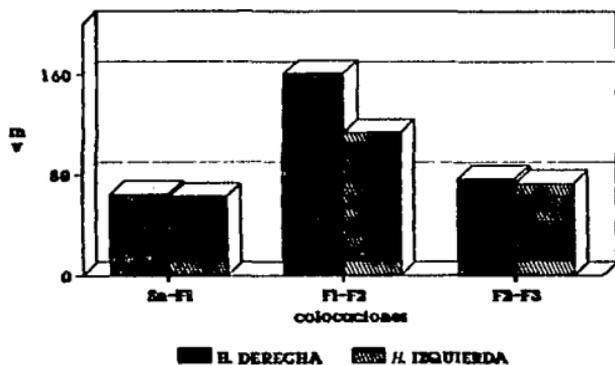
Valor de $r = 0.793$

Valor de $t = 114.525$

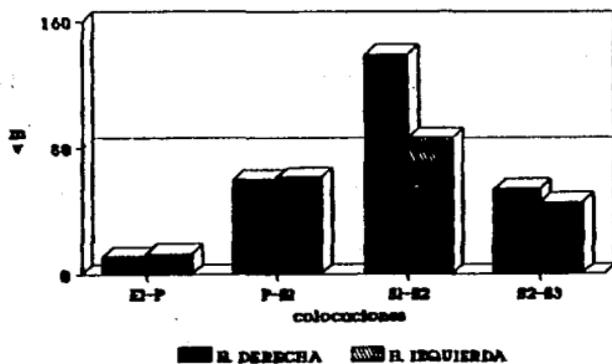
P ($t \geq 114.525$): -0.0000 (Unilateral) -0.0000 (Bilateral)

Como se puede observar, en las tablas 8, 9 y 10, existen diferencias significativas en todos los movimientos al comparar los datos de la actividad EMG de la hemicara derecha con los datos de la actividad EMG de la hemicara izquierda, en las colocaciones de electrodos recomendadas para los 7 movimientos.

FIGURA 1
ZONA DE LA FRENTE

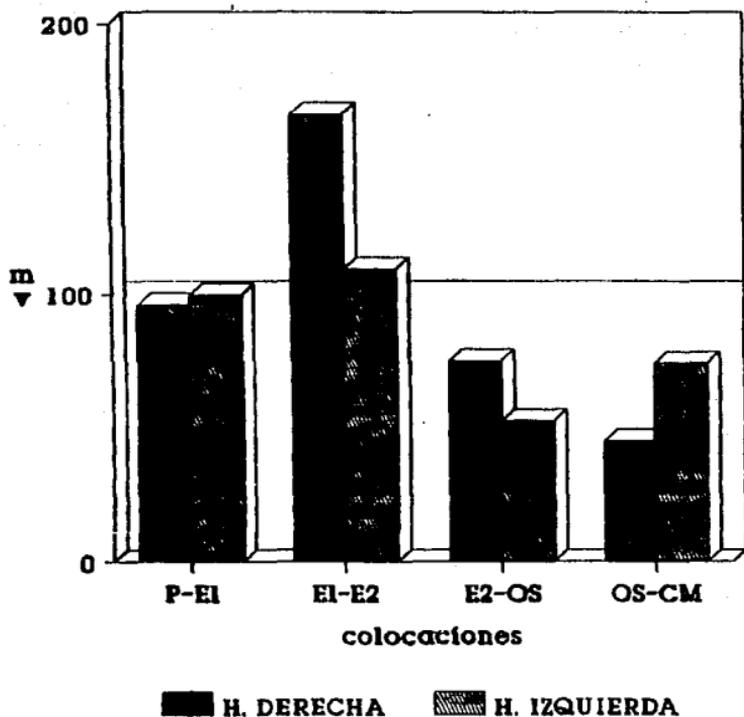


MOV. ELEVAR CEJAS



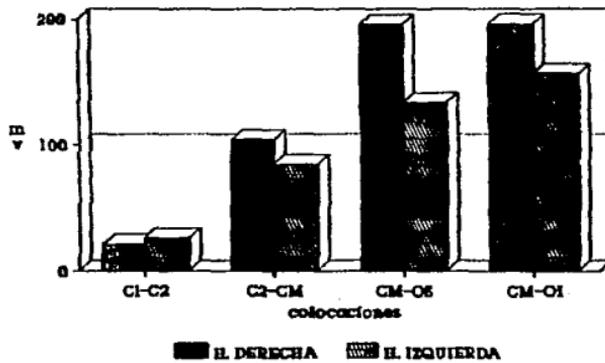
MOV. FRUNCIR CEÑO

FIGURA 2
ZONA DE LA NARIZ

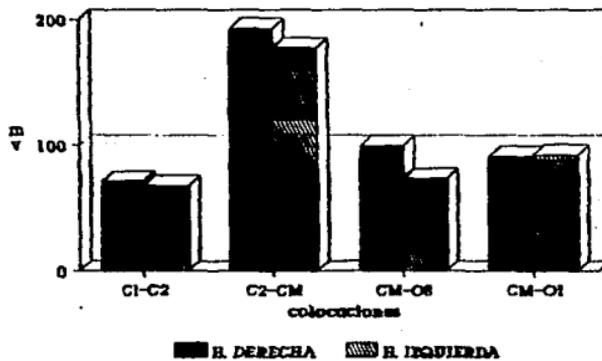


FRUNCIR NARIZ

FIGURA 3
ZONA DE LA BOCA

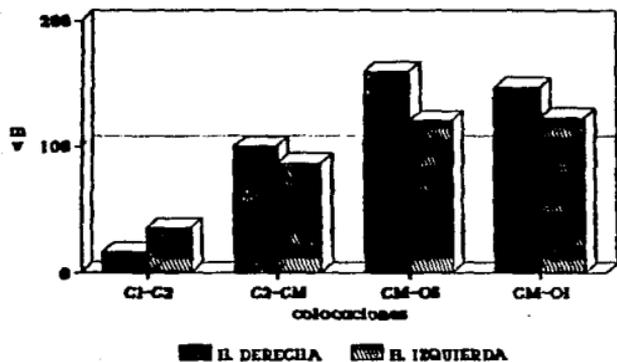


MOV. SILBAR

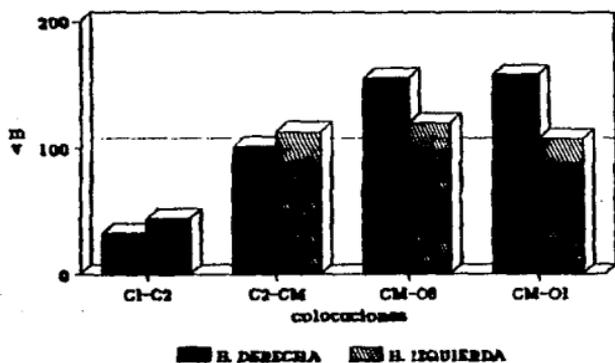


MOV. SONRISA

FIGURA 3
ZONA DE LA BOCA



MOV. INFLAR MEJILLAS



MOV. APRETAR LABIOS

continuación

DISCUSION

Para valorar clínicamente el grado de función del nervio facial que inerva los músculos de la expresión, se han utilizado 7 movimientos específicos. Algunos de estos músculos actúan sinérgicamente en la realización del movimiento, mientras que otros son antagonistas para ese movimiento. Para observar ésta relación se han utilizado principalmente dos métodos de registro; la EMG profunda y la EMG superficial.

El problema que se plantea es si para la EMG superficial es posible hallar sitios estándares óptimos de colocación de electrodos de acuerdo a la actividad EMG registrada en los músculos que participan en la ejecución de un movimiento específico.

Los resultados de esta investigación revelan que: 1) la mejor colocación de electrodos de superficie para los diferentes registros de la actividad muscular de la zona de la frente para el movimiento de elevar las cejas (EC) fue la región que abarca la colocación F1/F2, mientras que para el movimiento de fruncir el ceño (FC) fue la región de el músculo superciliar S1/S2; 2) la mejor colocación de electrodos para los diferentes registros de la actividad muscular de la zona de la nariz, específicamente para el movimiento de fruncir la nariz (FN), fue la de E1/E2; y 3) para la zona de la boca fueron dos las colocaciones que mostraron ser las óptimas al realizar el registro EMG: CM/OS y CM/OI, exceptuando para el movimiento específico de MD, para el cual el lugar óptimo fue C2/CM. (Ver apéndice 3, Pág. 73 y figs.

1, 2, y 3 págs. 61, 62, 63 y 64).

Como se puede observar en los resultados, para los 4 movimientos de la zona de la boca, se utilizaron las mismas colocaciones, esto se debe a que, para estos movimientos específicos, son primordialmente estos músculos la fuente de voltaje, además son los más confiables, (por ser músculos fácilmente localizables en la anatomía facial), ya que por ejemplo, las ramas del músculo compresor de los labios, se hallan entrecruzadas con el músculo orbicularis oris, lo que dificulta el llevar a cabo el registro EMG con electrodos de superficie.

Otro dato importante de resaltar, es que para los 4 movimientos la comisura, es siempre un lugar de colocación de uno de los electrodos, esto se debe a que es en este lugar en donde convergen todos los músculos del área de la boca.

Por lo que se puede asegurar que las colocaciones recomendadas no sólo detectan fuentes de voltaje de ese lugar en específico, sino que muy probablemente es el sitio en el cual se suman de manera espacial y temporal el mayor número de unidades motoras de los grupos musculares adyacentes (Mulder y Hultijn, 1984).

Davis (1952) fue el primero en ofrecer recomendaciones para registrar la actividad muscular involucrada en los movimientos de la quijada, del labio superior y de las cejas.

Esta colocación es llamada erróneamente "frontalis" (Fridlund, A; Cacciopo, J., 1986) ya que se ha observado que esta colocación detecta no sólo la actividad de los músculos frontales sino también la actividad de las ramas musculares del cuello

(Basmajian, 1976), por lo que se recomienda que esta colocación se utilice para registros EMG de los músculos de la cabeza y del cuello, más que para movimientos específicos.

Existe otro estudio en la literatura revisada que recomienda lugares de colocación de electrodos, el cual fue realizado por Tassinary, Cacciopo y Geen (1989); ellos deseaban observar la actividad EMG que se produce en la zona de la frente y en las mejillas. Los músculos que éstos autores registraron fueron: superciliares, cigomático mayor y regiones musculares próximas a éstos (piramidal, cigomático menor, risorio y buccinador). Los movimientos que se registraron no fueron solicitados con su máximo esfuerzo, el espacio interelectrodos fue de 1cm. y la superficie detectable del electrodo fue de 4mm.

Llevaron a cabo dos tipos de registro, en el primero colocaron electrodos en superciliar y piramidal los movimientos utilizados fueron fruncir el ceño y fruncir nariz. Los lugares que ellos recomiendan para la colocación de los electrodos para el primer movimiento es exactamente el mismo que se propone en la presente investigación, es decir sobre los lugares que abarca S1-S2 (superciliar). Para el segundo movimiento, fruncir nariz, ellos recomiendan que el registro se lleve a cabo colocando un electrodo sobre el músculo superciliar (S1) y el otro electrodo sobre el piramidal (P), sin embargo ellos no registraron el músculo elevador de la nariz y del labio superior (E1-E2), que es la colocación en donde existen diferencias significativas respecto a los otros lugares de colocación de los electrodos.

En el segundo registro obtuvieron la actividad EMG que se produce en los músculos cigomático mayor y menor, músculo risorio y buccinador, en el movimiento de la sonrisa; recomiendan que los electrodos se coloquen en la comisura y en la mitad de una línea imaginaria que va desde el condylon hacia la comisura, es decir C2, esta colocación es la misma que se recomienda en esta investigación; sin embargo ellos no ofrecen un lugar de colocación para los movimientos de inflar las mejillas, la acción de silbar y apretar los labios.

El presente trabajo ofrece una metodología clara y sencilla de colocación de electrodos de superficie, la cual no sólo puede ser utilizada para evaluaciones EMG, pues también puede emplearse en la rehabilitación de padecimientos neurológicos faciales, los cuales representan para el paciente serias consecuencias psicológicas de orden social (Frola, Gallegos, Rodríguez y Bustamante, 1990).

Durante la primera fase de rehabilitación neuromuscular, la señal electromiográfica es la mayor fuente de información tanto para el terapeuta como para el paciente, ya que es usada como una representación objetiva de la actividad neuromuscular y es por esta razón que la colocación de electrodos de superficie propuesta en el presente trabajo es de gran importancia para conseguir este objetivo terapéutico, además que esta señal es no sólo usada como una fuente de información para el paciente y el terapeuta, sino que a menudo es también un índice importante de la mejoría o éxito de la terapia. (Jankel, 1978; Mulder y

Hulstijn, 1984; Carrobles y Godoy, 1987 y Frola, et al. 1990)

Otro factor importante, que se debe de tomar en cuenta al realizar programas de rehabilitación para pacientes que padecen alguna disfunción facial es la diferencia "natural" existente entre ambas hemicaras, que se observe en los resultados de las 3 zonas de la cara las cuales son estadísticamente significativas. Por lo que es muy importante el tomar en cuenta estos datos al trabajar con EMG superficial en la rehabilitación de estos pacientes, debido a que si en un sujeto normal se presenta esta asimetría, no se puede esperar que nuestro paciente obtenga grados de simetría EMG entre las hemicaras, pues se ha visto que los individuos presentan diferencias entre los dos lados de la cara, y en su habilidad para realizar diferentes expresiones miméticas, y que incluso pueden ocurrir ligeras sinkinesis (Burres, 1985 y House, 1983). Por lo que al establecer los criterios EMG que deben de alcanzar los pacientes durante su rehabilitación, aquellos deben basarse en la diferencia que se presenta en la actividad EMG de su lado afectado respecto al promedio EMG registrado en la misma hemicara de sujetos normales. Se puede concluir que los resultados muestran: a) una relación aproximadamente lineal entre la fuerza producida por las áreas de los grupos musculares registrados y la EMG integrada y b) que la EMG superficial puede proveer una medida confiable y válida de la actividad facial, siempre y cuando tanto el lugar de colocación de los electrodos, así como los movimientos faciales sean claramente especificados (Tassinary, Geen y Cacciopo 1986).

CONCLUSIONES

Con base a los datos obtenidos en el presente trabajo se puede concluir que:

- 1). Si se pudo llegar a obtener un sistema de colocación de electrodos de superficie para registros EMG faciales.
- 2). Este sistema permite registrar la actividad facial en su totalidad, esto es, para las tres zonas de la cara (frente, nariz y boca), durante la ejecución de movimientos específicos, realizados con el mayor esfuerzo posible.
- 3). Los lugares de colocación de los electrodos detectan el area del grupo muscular en donde se obtienen los mayores promedios en cuanto a la amplitud, al realizar los movimientos y son los mismos lugares para ambas hemicaras (Figs. 1, 2 y 3 págs 61, 62, 63 y 64).
- 4). Existen diferencias claramente significativas entre la actividad EMG de la hemicara derecha con la de la hemicara izquierda, siendo la de mayor actividad la perteneciente a la derecha.

A P E N D I C E S

APENDICE 1

CUESTIONARIO

1. Nombre: _____

2. Edad: _____ Fecha: _____

3. Diestro: 13 Zurdo: 1 Ambidiestros: 1

4. Fumadores: 10 No fumadores: 5

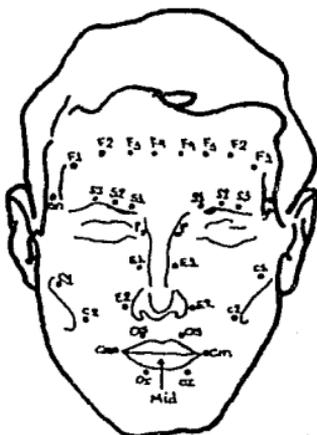
5. Marque con una cruz si acostumbra a beber alguna(s) de las siguientes sustancias:

Café: 13 Té negro: 1 Coca cola: 5

6. Ha padecido en alguna ocasión parálisis facial, o algún otro tipo de disfunción facial? Ningún sujeto

Cuestionario aplicado a todos los sujetos, las cantidades indican el número de sujetos que respondieron afirmativamente a las preguntas.

APENDICE 2



Colocación de electrodos usada durante el registro EMG. de los 7 movimiento específicos

Sn - Sien

F1 - F2 - F3 = Músculo Frontal

S1 - S2 - S3 = Músculo Superciliar

P = Músculo Piramidal

E1 - E2 = Músculo Elevador

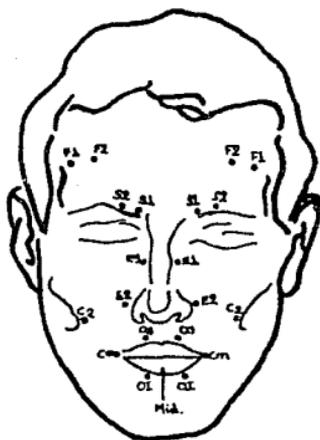
OS = Músculo Orbicular superior

Cm = Comisura

OI = Músculo Orbicular Inferior

C = Cigomático

APENDICE 3



Lugares recomendados de colocación de electrodos (donde se obtuvo la mayor actividad EMG) para los siete movimientos específicos.

F1 - F2 = Músculo Frontal. Movimiento: Elevar Cejas (EC).

S1 - S2 = Músculo Superciliar. Movimiento: Fruncir Ceño (FC).

E1 - E2 = Músculo Elevador. Movimiento: Fruncir Naríz (FN).

C2 - Cm = Cigomático y Comisura. Movimiento: Sonrisa (SMD).

Cm - Os = Comisura y Orbicular Superior. Movimientos de Boca.

Cm - OI = Comisura y Orbicular Inferior. Movimientos de Boca.

REFERENCIAS

- Basmajian, J.V. (1967). *Muscles Alive*. 2da edición. The Williams & Wilkins Company.
- Basmajian, J.V. (1975). *Computers in Electromyography*. 1era edición. Butterworth & Co. (Publishers) Ltd.
- Blanchard, E.B. y Epstein, I.H. (1978). *A Biofeedback Primer*, Reading Massachusetts, Addison Wesley.
- Burres, S.A. (1985). *Facial Biomechanics: The Standards of Normal, Laryngoscope*, 95, 708-714.
- Cacciopo, J.T., Marshall-Goodell, B. y Dorfman, D. (1983). *Skeletal Muscular Patterning: Topographical Analysis of the Integrated Electromyogram*. *Psychophysiology*, 20, 269-283.
- Carrobles, J.A. y Godoy, J. (1987). *Biofeedback, Principios y Aplicaciones*. Barcelona: Martínez y Roca.
- Daniel, W. W. (1983). *Bioestadística: Base para el Análisis de las Ciencias de la Salud*. Editorial Limusa.
- Davis, J.F. (1952). *Manual of Surface Electromyography*. Report 59-184. Air Research and Development Command.
- De Robertis y De Robertis. (1981). *Biología Celular y Molecular*. Editorial Ateneo.
- Dimberg, U. (1989). *Facial Electromyography and Emotional Reactions*. Uppsala Psychological Reports. No. 418.
- Dimberg, U. (1990a). *Facial Reactions to Fear-relevant Stimuli for Subjects High and Low in Specific Fear*. *Scandinavian Journal of Psychology*, 31, 65-69.
- Dimberg, U. (1990b). *Perceived Unpleasantness and Facial Reactions to Auditory Stimuli*. *Scandinavian Journal of Psychology*, 31, 70-75.
- Dubner, R., Sessle, B.J. y Stoney, A.T. (1978). *The Neural Basis Oral and Facial Function*. New York: Plenum Press.
- Fridlund, A.J. y Cacciopo, J.T. (1986). *Guidelines for Human Electromyographic Research*. *Psychophysiology*, 23, 567-589.

- Frola, A., Gallegos, X., Rodríguez, D. y Bustamante, A. (1990). Rehabilitación de un caso de Sinkinesis con Retroalimentación Biológica. *Revista Mexicana de Psicología*, 7, 71-73.
- Gilman, S. y Winans N.S. (1989). Principios de Neuronatología y Neurofisiología Clínicas de Manter y Gatz. Manual Moderno. 28-31.
- Glaus, K.D. y Kotses, H. (1979). Generalization of Conditioned Muscle Tension: A Closer Look. *Psychophysiology*. 16, 513-519.
- Hammerschlag, P.E. y Cohen, N.L. (1987). Hypoglossal- Facial Nerve Anastomosis and Electromyographic Feedback Rehabilitation. *Laryngoscope* 97, 705-709.
- House, J.W. (1983). Facial Nerve Grading Systems. *Laryngoscope* 93, 1054-1069.
- Jacobson, E. (1930). Electrical measurements of Neuromuscular states during Mental Activities: I. Imagination of movement involving mental activities. *The American Journal of Physiology*, 91, 567-608.
- Jankel, W.R. (1978). Bell Palsy: Muscle reeducation by Electromyograph feedback. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 59, 240-242.
- Jasper, H.H. (1958). Report of the Committee in Methods of Clinical Examination in Electroencephalography. *Electroencephalography & Clinical Neurophysiology*. 10, 371-375.
- Kapit, W. y Elson, L.M. (1988). Atlas Anatómico para colorear. Fernández: México.
- Martín, L. y Venables, P. (1980) Techniques in Psychophysiology. Chichester, John Wiley.
- McClintic, J.R. (1989). Fisiología del Cuerpo Humano. Editorial Limusa.
- Mitz, V.W. y Peyronie, M. (1976). The Superficial Musculoaponeurotic System in the Parotid and Cheek Area. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 58, 80-88.
- Monmaerts, W.F. (1950). Muscular Contraction. Interscience Publishers, INC., New York.

- Mulder, T. y Hulstijn, W. (1984). The Effects of Fatigue and Task Repetition on the Surface Electromyographic Signal. *Psychophysiology*. 21, 528-534.
- Narin, R.I. (1975). The Circumoral Musculature: Structure and Function. *British Dental Journal*. 138, 49-56.
- Pierre, A. y Sullivan, J. (1990). Frequency Characteristics of Signals and Instrumentation: Implication for EMG Biofeedback Studies. *Biofeedback and Self Regulation*. 15(4), 335-352.
- Quiroz. (1974). *Tratado de Anatomía Humana*. Editorial Porrúa.
- Rouviere, H. y Delmas, A. (1987). *Anatomía Humana, Descriptiva, Topográfica y Funcional*. Tomo 1 Cabeza y Cuello. 9a. edición. Masson, S.A.
- Sato, S. (1968). Statistical studies on the Exceptional Muscles of the Kyushu-Japanese. Part I: The Muscles of the Head. *The Kurume Medical Journal*. 15, 69-82.
- Schwartz, G.E., Brown, S.L. y Ahern, G.L. (1980). Facial muscle pattering and subjective experience during affective imagery: Sex differences. *Psychophysiology*, 17, 75-82.
- Schwartz, G.E., Fair, P.L., Salt, P., Mandel, M.R. y Klerman, G.E. (1976). Facial Muscle Pattering to Affective Imagery in Depressed and Nondepressed Subjects. *Science*. 192, 489-491.
- Sullivan, M.J. y Brender, W. (1986). Facial Electromyography: A measure of Affective Processes during Sexual Arousal. *Psychophysiology*. 23, 182-188.
- Surwit, R.S., Williams, R.B. y Shapiro, D. (1982). *Behavioral Approaches to Cardiovascular Disease*. New York: Academic Press.
- Tassinary, L.G., Cacioppo, J.T. y Geen, T.R. (1989). A Psychometric Study of Facial EMG. *Psychophysiology*. 26, 1-16.
- Tassinary, L.G., Geen, T.R. y Cacciopo, J.T. (1986). Optimizing Surface Electrode Placements for Facial EMG Recording: Guidelines for Recording from Corrugator Supercilii and Zygomaticus Mayor Muscle Regions. *Psychophysiology*. 23, 466.
- Thompson, R.F. (1984). *Fundamentos de Psicología Fisiológica*. Harper & Row, Publishers, Inc., Nueva York.