

SISTEMA OPTO-ELECTRONICO PARA
MEDICION DEL UMBRAL TERMICO
DEL DOLOR CUTANEO EN EL HOMBRE

ZAPATA FERRER A.

Laboratorio de Bioingenieria
Div. Invest. en Neurociencias
INSTITUTO MEXICANO DE PSIQUIATRIA

RESUMEN

Se describe un instrumento para determinar el umbral de dolor de la piel ante estimulación termica mediante radiación infra-roja. El mismo incluye tambien calibrador y controlador del ritmo. Se presentan algunos resultados clinicos obtenidos empleando este instrumento.

El uso de un foco electrico potente para provocar estimulación dolorosa en la piel del hombre fue introducido por HARDY, WOLFF et al. (4). Estos autores definieron asimismo al umbral para tal estimulación como la intensidad de radiación que al cabo de 3 segundos de aplicación sobre la piel provoca una sensación aguda y breve de dolor punzante.

En su descripción original destacan que este umbral varia bastante con la atención, y sobre todo que es muy sensible a las acciones de tipo placebo. Por otra parte, la apreciación subjetiva del dolor y su relato al medico son de por sí muy variables.

Para reducir la subjetividad de la medición se introduce como criterio el reflejo psico-galvanico y el bloque simultaneo del ritmo Alfa en el EEG.

Y para efectuar la radiometria sobre una base análoga a lo que ocurre al irradiar la piel, se adopta la medición del calentamiento producido al irradiar un cuerpo negro bajo condiciones geometricas iguales.

Para efectuar estudios clínicos de dolor en el Instituto Mexicano de Psiquiatría, se planteó la necesidad de desarrollar un instrumento que permitiera estimular bajo condiciones bien controladas y reproducibles, para lo cual sería preciso diseñar tanto las partes eléctricas como las partes ópticas del equipo.

Este artículo da cuenta de las soluciones técnicas a que se arribó finalmente, así como de algunos resultados experimentales obtenidos en la clínica mediante su empleo.

C A R A C T E R I S T I C A S D E L E S T I M U L O

Se estimula sobre la frente, enfocando el haz de radiación dentro de un área de 3 mm de diámetro.

Como fuente de la radiación se utiliza una lámpara de 750 Watt que debe ser enfriada constantemente por medio de un ventilador de 0.01 hp.

La luz es colimada por diafragmas de diferente diámetro, para variar la intensidad del estímulo. Las aperturas usadas son: 6 , 7 , 8 y 9 cm.

Un control más fino de la intensidad es obtenido a la vez por medio de variación en el voltaje de alimentación, pero solamente es posible regular dentro de un rango limitado, ya que al variar la temperatura del filamento, cambia la composición espectral de la luz emitida.

En base a los datos de HOLTER et al. (6) y del fabricante de la lámpara utilizada, calculamos que el control fino únicamente podría operar aceptablemente para alimentaciones entre 95 y 117 (Volt).

En consecuencia, se utilizó un transformador con 12 pasos de salida desde secundario.

Bajo la máxima alimentación, el filamento alcanza una temperatura aproximada de 1600 (grado Celsius), de modo que una parte considerable de su emisión corresponde a la banda de infra-rojo (6).

La figura 1 muestra la disposición del radiador hasta aquí descrito, al cual se añade un arreglo de lentes para enfoque a distancia de 1.2 (m), para que el paciente no reciba radiación o conducción apreciable de calor fuera del haz que se enfoca sobre su frente.

Para mantener enfocado al rayo sobre el paciente y producir pulsos de radiación sin tener que apagar y encender el foco (lo que origina gran variabilidad térmica y reduciría notablemente la duración), se utilizó un dispositivo obturador de tipo fotográfico, que se colocó sobre la frente del paciente. Para operar automáticamente este obturador se diseñó el circuito electrónico que será descrito más adelante.

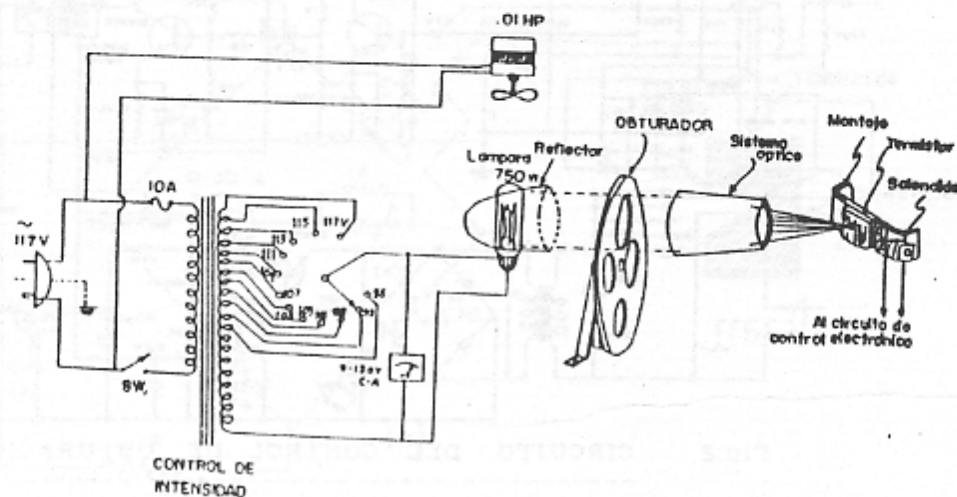


Fig.1 SUB-SISTEMA DE IRRADIACION

La fuente de luz es ajustada mediante variación de alimentación dentro de un rango restringido y mediante variación de la sección de salida.

El pulso de luz puede tener una duración variable desde 1 a 5 s, que se logra manteniendo abierto al obturador durante ese lapso, mediante un relevador electro-magnético.

CONTROLADOR ELECTRONICO DEL OBTURADOR

Un circuito oscilador mono-estable es programado para obtener la duración de pulso deseada, y su salida es introducida a un amplificador de potencia, que a su vez proporciona durante el pulso la corriente necesaria para activar al electro-iman que abre al obturador.

Para energizar al circuito, se incluye una fuente de voltaje regulado, que aparece en la parte inferior de la figura 2.

El pulso de apertura del obturador es presentado en paralelo en una salida que se utiliza para conectar el estimulador con el instrumento de registro (polígrafo).

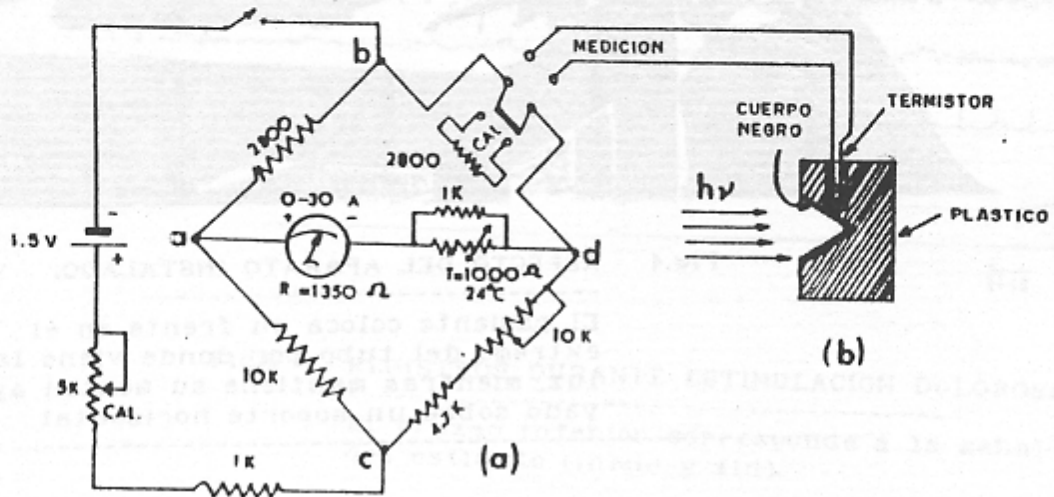


Fig.3 MEDIDOR DE IRRADIACION.

Un cuerpo negro absorbe la radiación, y su calentamiento es medido mediante un termistor, al cabo de un tiempo de equilibrio.

Para efectuar la calibración el medidor se coloca en el mismo sitio que ocupará la frente del paciente, y se aplica el rayo durante un tiempo suficiente para que la lectura del termistor quede estable.

MONTAJE EN GABINETE

Para instalar el instrumento hasta aquí descrito se utilizó un gabinete metálico amplio (ver figura 4) a fin de asegurar buena ventilación, y del cual emerge un visor largo, en cuyo extremo existe un apoyo para la frente del paciente.

Para que el paciente esté cómodo, el mismo armazón en que están instalados el apoyo para su frente y el soporte del obturador se utiliza para montar otro soporte horizontal, donde el paciente apoya su mentón.

En la parte superior del gabinete queda instalado el despliegue analógico que sirve para indicar al operador la aplicación de estímulos.

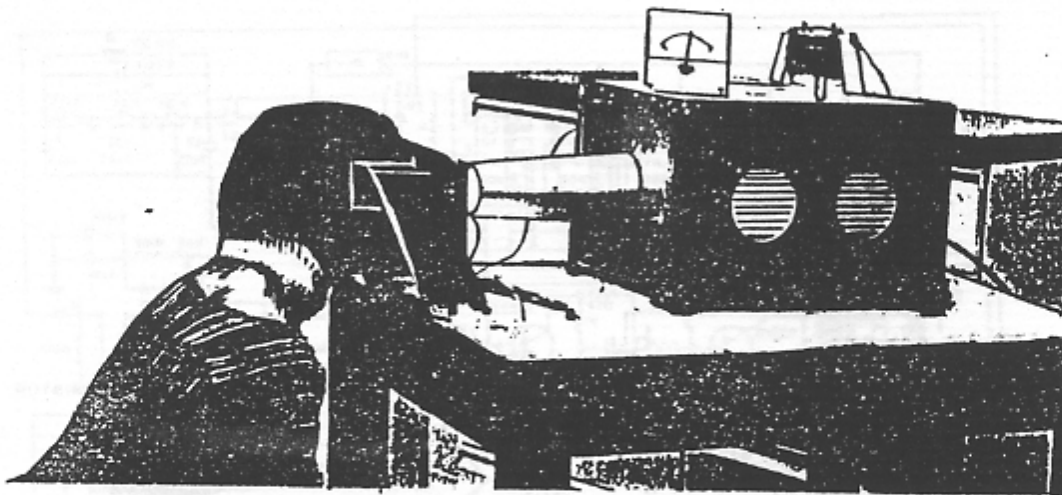


Fig.4 ASPECTO DEL APARATO INSTALADO:

El paciente coloca su frente en el extremo del tubo por donde viene la luz, mientras mantiene su mentón apoyado sobre un soporte horizontal.

ENSAYO EN CONDICIONES DE GABINETE CLINICO

Se aplicó el método para estudiar a 18 sujetos sanos, de entre 16 y 23 años de edad, 9 de los cuales habían tenido contacto ocasional con la marihuana y se les había administrado delta-9-THC.

Simultáneamente con la aplicación del estímulo radiante se les practicó registro de EEG y de reflejo psico-galvánico.

Se les practicó determinación del umbral de dolor cada 30 minutos durante 3 horas (6 en total).

En todos los casos, coincidiendo con la aplicación del estímulo se registró bloqueo del ritmo alfa en el EEG y cambio de la resistencia eléctrica de la piel, la figura 5 muestra un registro típico.

Con el mismo núcleo de pacientes se trabajó también para ensayar el efecto de la Pirazolona, y usando el instrumento se pudo verificar que este fármaco produce una elevación sistemática del umbral para el dolor.

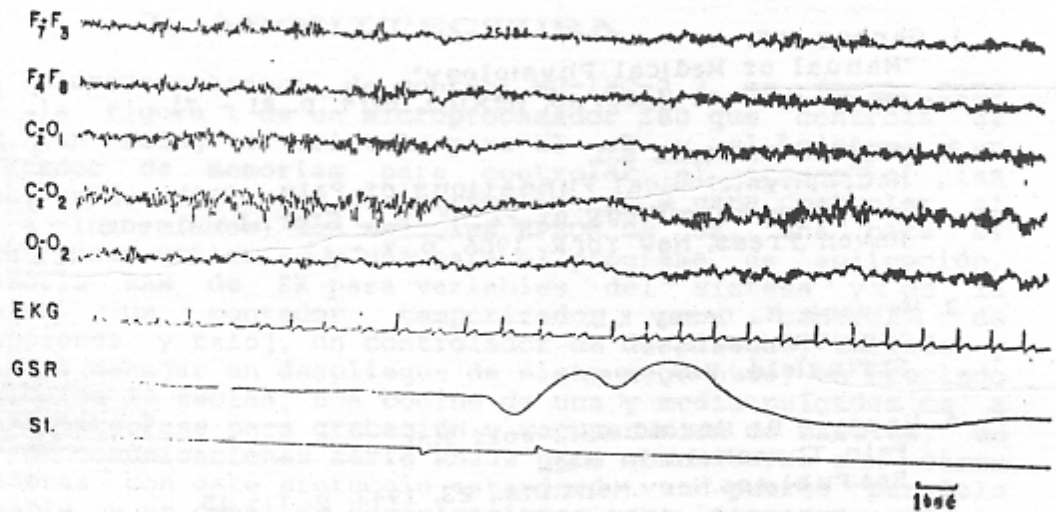


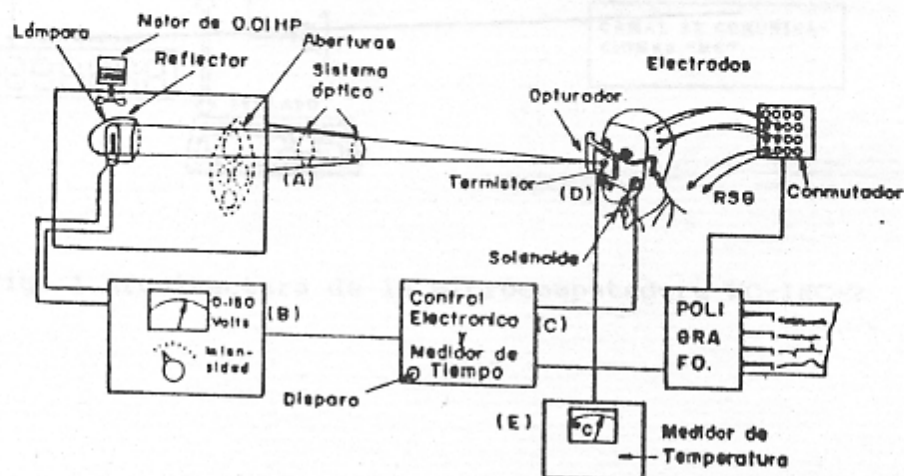
Fig.5 REGISTROS DURANTE ESTIMULACION DOLOROSA.

El trazao inferior corresponde a la señal del estímulo (inicio y fin).

Durante la realización de estos experimentos se introdujeron ajustes menores al instrumento, esencialmente en cuanto al enfoque del haz y a las condiciones de ventilación.

También se comprobó la consistencia de los resultados entre determinaciones del umbral efectuadas en los mismos pacientes, repitiendo la calibración antes de cada una.

Dado que los Coeficientes de Variación intra-paciente obtenidos estuvieron por debajo del 30 % , se consideró que el método resulta adecuado para la realización de este tipo de estudios.



REFERENCIAS

1. Ganong W.F.
"Manual of Medical Physiology"
Ed. El Manual Moderno, Mexico, 1974, p. 21 - 71
 2. Melzack R., Denis S.G.
"Neurophysiological Foundations of Pain"
en : "The Physiology of Pain" (R.A. Sternbach, ed.)
Raven Press, New York, 1966, p. 7 - 13
 3. Melzack R., Casey K.L.
"The Skin Senses"
Springfield, USA, 1968
 4. Hardy J.D., Harold G.H., Wolf H.G.
"Pain Threshold in Man"
Res.Publ.Ass.Nerv.Ment.Dis., 23, 1943, p. 1 - 15
 5. Fernandez A., Ostrosky F., Condes M., Zapata A., Solis H.
"Umbral al Dolor Térmico Cutáneo en el Hombre : Modificaciones
Producidas por la Pirazolana..."
Rev.Med., 54, 1974, p. 367 - 374
 6. Holter M.R., Nudelman S., Suits G.H.
"Fundamentals of Infrared Technology"
MacMillan, USA, 1970, p. 16 - 26
 7. Hardy J.D.
"Biology and Medicine"
en : "Temperature, Its Measurement and Control in Science and
Industry" (C.M. Harzfeld, ed.)
Reinhold, New York, vol.III-3, 1962
 8. Willard H., Merritt L., Dean J.A.
"Métodos Instrumentales de Análisis"
CECSA, Mexico, 1965, p. 44 - 45
 9. Webster J.G.
"Medical Instrumentation, Application and Design"
Houghton Mifflin Co., Boston, 1978
-