

11261



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ¹

FACULTAD DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE FISILOGIA

Instituto Nacional de Medicina de Rehabilitación
Unidad de Investigación en Neurofisiología Clínica
del Hospital Juárez de México y la U.N.A.M.

“EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA VELOCIDAD
DE CONDUCCION NERVIOSA MOTORA DE LOS NERVIOS
MEDIANO Y ULNAR EN SUJETOS SANOS”

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS BIOMEDICAS
AREA FISILOGIA

P R E S E N T A:

MARIA INES FRAIRE MARTINEZ

ASESORA: DRA. ROSALINDA GUEVARA GUZMAN

COASESOR: DR. ALBERTO ENRIQUE NUÑO LICONA

MEXICO, D. F. **TESIS CON
FALLA DE ORIGEN** 1994



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.

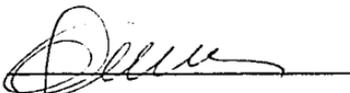
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

"EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA VELOCIDAD DE CONDUCCION
NERVIOSA MOTORA DE LOS NERVIOS MEDIANO Y ULNAR EN SUJETOS
SANOS"

TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS
BIOMEDICAS AREA TERMINAL FISILOGIA.

ALUMNA: FRAIRE MARTINEZ MARIA INES

ASESORA DE TESIS:



DR. ROSALINDA GUEVARA GUZMAN

COASESOR:



DR. ALBERTO ENRIQUE NUÑO LICÓN

El presente trabajo fue realizado en: EL INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA DE REHABILITACION Y EN LA UNIDAD DE INVESTIGACION EN NEUROFISIOLOGIA CLINICA DEL HOSPITAL JUAREZ Y LA U.N.A.M.

AGRADECIMIENTOS:

A MI MADRE

MA. DEL SOCORRO MARTINEZ DE FRAIRE

Porque me enseñó a luchar por lo que deseo y no darme por vencida ante nada.

A MIS HIJOS

CYNTIA Y ULISES

**Por permitir robar su tiempo,
ese tiempo de sonrisas y juegos,
de preguntas y de sueños.....
para culminar este trabajo,
fruto de tantos esfuerzos.**

**Este trabajo es pequeño,
pero pertenece en corazón,
a alguien grande.**

GRACIAS

DR. HECTOR ULISES AGUILAR BATURONI

**Por poner sus conocimientos,
experiencia y tesón
en este trabajo.**

**Hay personas que, queriendo ayudar
no pueden....
hay otras que, pudiendo ayudar,
no lo hacen.
Pero afortunadamente, existe otro grupo
escaso y valioso,
que puede ayudar, y lo hace sin restricción.**

**A este último grupo, perteneces tú....
y te agradezco por ello.**

GRACIAS

DR. ALBERTO ENRIQUE NUÑO LICONA

**He conocido grandes profesores,
que sabiendo mucho,
son incapaces de transmitir su saber.
Pero existen otros, como tú, que saben transmitir
sus conocimientos y gozan al hacerlo.**

GRACIAS

ING. FIS. EFREN ALATORRE MIGUEL

**Por tu invaluable ayuda en la realización del
presente trabajo.**

INDICE

INTRODUCCION.....	8
ANTECEDENTES.....	32
HIPOTESIS.....	39
OBJETIVOS.....	39
MATERIAL Y METODO.....	42
RESULTADOS.....	52
DISCUSION.....	87
CONCLUSIONES.....	93
RELEVANCIA.....	96
ANEXO A— GRUPO COMPARATIVO	97
ANEXO B— GRUPO EXPERIMENTAL.....	102
BIBLIOGRAFIA.....	121

INTRODUCCION

BREVE INTRODUCCION HISTORICA

(Tomado de Licht S., 1970)

La historia del electrodiagnóstico está relacionada estrechamente con las guerras. Así, durante la primera guerra mundial, se produjeron gran número de contingencias dentro de las que cabe señalar los daños a la integridad física del ser humano, con sus inevitables lesiones nerviosas. Esto aumentó extraordinariamente el uso del electrodiagnóstico clínico como una herramienta útil en el diagnóstico y pronóstico de alteraciones del sistema nervioso, cuyo progreso se mantuvo por espacio de varios años después de la guerra. A continuación sucedió un periodo de estancamiento hasta que empezó la segunda guerra mundial. Aunque el interés por el electrodiagnóstico fue lento en sus comienzos, aumentó extraordinariamente en el periodo de la postguerra gracias al mayor estímulo suscitado por la nueva tecnología electrónica. A continuación se mencionaran fragmentos históricos de lo acontecido en los siglos anteriores en este campo.

Thales de Mileto, 600 años antes de nuestra era, describió que el ámbar (resina fósil, que los fenicios traían de las costas del mar Báltico) al ser frotado era capaz de atraer cuerpos ligeros. Sin embargo, la descripción del concepto de electricidad se inició hasta el año de 1600 cuando William Gilbert utilizó el adjetivo "electra" para señalar la fuerza producida por el "electrum" (acepción latina de la palabra griega ámbar).

En 1700 Duverney anatomista francés, realizó por primera vez lo que actualmente es el experimento que con más frecuencia se realiza en un laboratorio de fisiología: La estimulación eléctrica del músculo de la rana. Con la invención de la botella de Leyden en 1745 se dispuso de electricidad obtenida por fricción en cantidades nocivas para el hombre. La electricidad estática llegó a ser bien conocida por muchos científicos. En ese mismo año Kratzenstein publicó por primera vez los resultados del efecto de la electricidad sobre la contracción muscular.

Las numerosas observaciones realizadas por Haller a mediados del siglo XVIII sobre la fisiología muscular experimental, permitieron establecer los principios fundamentales sobre la función nerviosa periférica.

En 1791 Galvani publicó una serie de observaciones sobre la contracción del músculo de la rana. Él observó una relación directa entre la electricidad y la contracción muscular, lo que lo llevó a afirmar que la electricidad era generada por los organismos vivos, denominándola "electricidad animal". Llegó a la conclusión de que los nervios eran buenos conductores y que sus cubiertas oleosas impedían la dispersión de la electricidad, por lo cual las fibras mielínicas conducen a mayor velocidad que las amielínicas. Este concepto, fue utilizado por Erlanger y Gasser para la clasificación de los axones, considerando a los músculos como receptáculos de la electricidad animal.

En 1799, Volta construyó una fuente de corriente eléctrica continua (hoy conocida como la pila voltaica) con la cual demostró que era posible generar corriente tanto al cierre como a la apertura del circuito. En su investigación acerca del umbral de estimulación, llegó a la conclusión de que la respuesta del músculo podía ser utilizada como un instrumento de

medición de pequeñísimas cantidades de electricidad, en forma mucho más precisa que el electrómetro.

El ímpetu inicial sobre la electrofisiología provocado con los trabajos de Galvani decayó por el lento progreso en los métodos de producción y de estudio de la electricidad.

Stefano Marianini fue el primero en afirmar que cuando la corriente eléctrica penetra al nervio en dirección contraria a sus ramificaciones, se produce una sensación.

Carlo Matucci, el último de los grandes pioneros italianos de la electrofisiología, demostró que la estimulación proximal de un nervio que ha sido ligado o seccionado no desencadena ninguna contracción.

La división de los nervios en sensitivos y motores, fue esbozada por primera vez por Galeno. En 1810, Bell estableció la diferenciación entre raíces nerviosas anteriores insensibles y raíces posteriores sensibles. Magendie en 1822, estableció la distinción final entre nervios motores y sensitivos.

Duchene de Boulogre, en 1833, ideó electrodos recubiertos de tela para la estimulación percutánea, dispositivo que aún se usa en la actualidad. Él fue el primero en utilizar la corriente alterna y sugirió la palabra "farádica" para describir esta corriente. Además, observó que había puntos en la superficie del cuerpo y de los miembros donde al colocar los electrodos se producía más fácilmente la contracción. Fue Remak quién descubrió que dichos puntos correspondían al sitio de penetración del nervio en el músculo. En 1857, Von Ziemssen realizó un mapa topográfico de toda la superficie del cuerpo humano, en el cual señaló los puntos motrices sobre la piel, comprobando que correspondían a los puntos de entrada del nervio a los músculos.

Chauveau, en 1859, confirmó que las células nerviosas y musculares son más excitables cuando se estimulan con el polo negativo que con el positivo e introdujo el método de estimulación monopolar a la fisiología, poco tiempo antes de que Brenner (1882) lo introdujera a la práctica clínica.

Baierlacher, señaló que los músculos paralizados de una mujer de 28 años respondían a la corriente galvánica pero no a la farádica. En 1864, él observó que la estimulación con corriente continua pero interrumpida por medio de un dispositivo mecánico no producía efecto alguno sobre el músculo paralizado, siempre y cuando las interrupciones no excedieran de cierta velocidad. Estas observaciones lo llevaron a la conclusión de que la duración de la corriente era el factor decisivo para desencadenar la contracción. Nobili, consiguió tetanizar el músculo por medio de la aplicación de corriente directa interrumpida rápidamente.

Jolly, comprobó que si la corriente tetanizante se aplicaba ininterrumpidamente al músculo orbicular de los párpados de un paciente enfermo de miastenia gravis, el tétanos era cada vez menos completo después de cada estímulo sucesivo hasta que finalmente no se llegaba a desencadenar.

Du Bois Reymond afirmó que "no es el valor absoluto de la densidad de la corriente en el nervio, en un momento dado, lo que determina la respuesta de un músculo, sino las variaciones de este valor de un momento a otro", lo que se tomó como una ley que imperó por mucho tiempo, hasta que en 1892, el físico Hoorwey afirmó que la excitación nerviosa no es provocada por variaciones de la corriente sino que es función de la duración y de la intensidad del estímulo eléctrico.

Lapicque en 1909, dió el nombre de "reobase" al umbral de intensidad de excitación, así denominado debido a que constituye la base por encima de la cual se desarrolla la variación de intensidad en función del tiempo durante el cual pasa la corriente. Por otra parte, "cronaxia" proviene del griego chronos: tiempo y, axia: valor, para designar el tiempo durante el cual se debe aplicar un estímulo con una corriente cuyo valor sea el doble de la intensidad de la reobase para obtener una respuesta. Este concepto no era nuevo, pero fue la primera expresión en la que se reunieron conjuntamente el tiempo y la intensidad.

ELECTROFISIOLOGIA

[Tomado de: Kandel, E.R. et Al. 1991; Dumitru, D. 1994 y Tresguerras, J.A.F, 1992].

POTENCIAL DE MEMBRANA.- En todas las células animales existe una diferencia de potencial entre las superficies interna y externa de la membrana que se denomina potencial de membrana. Este potencial se mide insertando en la célula un microelectrodo, conectado a un amplificador y comparando el potencial resultante con el de un electrodo situado en el medio extracelular. El potencial de membrana en reposo (potencial en reposo), es siempre negativo considerado el exterior como medio de referencia. La membrana celular es responsable del desarrollo y mantenimiento de esta diferencia de potencial transmembrana debido a que es de naturaleza semipermeable. La mayoría de las células contienen una alta concentración intracelular de iones potasio (cationes) y proteínas cargadas negativamente (aniones). En condiciones de reposo, la membrana es semipermeable al potasio (K^+), pero no a las proteínas, de tal forma que el K^+ tiende a moverse a favor de su gradiente de concentración hasta que el gradiente eléctrico impide esta migración. Cuando se establece el equilibrio, existe una carga neta negativa.

El potencial de membrana está influenciado aunque en pequeño grado por el ion Na^+ al cual la membrana es relativamente impermeable. Existen dos fuerzas que tienden a introducir al Na^+ al interior de la célula: la primera es el gradiente de concentración, ya que la concentración de sodio en el exterior es mayor que en el interior, y la segunda es el potencial intracelular negativo o gradiente eléctrico.

Aunque la membrana es relativamente impermeable al Na^+ , pequeñas cantidades penetran a la célula y alteran ligeramente el potencial de reposo.

Debido a la semipermeabilidad de la membrana a los iones K^+ , se presume la existencia de canales selectivos permanentemente abiertos, esto permite que haya un flujo de K^+ a favor de su gradiente de concentración o gradiente químico. El movimiento de K^+ ocasiona pérdida de cargas positivas del citoplasma y la instauración paulatina de una diferencia de potencial a ambos lados de la membrana. La diferencia de potencial genera una fuerza de origen electrostático (gradiente eléctrico), que se opone a que los iones K^+ continúen saliendo. El potencial creado es un potencial de difusión de K^+ que alcanza un estado estacionario cuando ambos gradientes (químico y eléctrico) son iguales pero de dirección opuesta. A este potencial de difusión en situación de equilibrio se le denomina potencial de equilibrio, que es el potencial de membrana al cual el flujo de salida y entrada de una especie iónica son de la misma magnitud (flujo neto = 0).

Es posible expresar en forma matemática la diferencia de potencial a través de la membrana celular, con la ecuación expresada en 1888 por el físico-químico Walter Nernst, quien usó principios de termodinámica básica para calcular el potencial de equilibrio de un ion determinado:

$$E_{\text{ion}} = \frac{RT}{ZF} \ln \frac{[\text{ion}]_o}{[\text{ion}]_i}$$

donde E_{ion} = potencial de membrana al cual el ion está en equilibrio.

R = Constante de los gases

T = Temperatura en grados Kelvin

Z = Valencia del ion

F = Constante de Faraday

$[ion]_0$ = Concentración del ion en el exterior

$[ion]_i$ = Concentración del ion en el interior

Con esta ecuación se calculó el potencial de equilibrio de los iones K^+ , Na^+ y cloro (Cl^-) y se llegó a la conclusión de que el potencial de membrana en reposo estaba en un valor muy cercano al potencial de equilibrio del ion K^+ .

GENERACION DE UN POTENCIAL DE ACCION.- En la célula nerviosa en reposo, la entrada de Na^+ está balanceada por salida de K^+ , de tal forma que el potencial de membrana es constante. Sin embargo, este balance en estado de reposo, cambia cuando la célula se despolariza lo suficiente como para disparar un potencial de acción. Un potencial de despolarización transitorio, como el potencial sináptico excitatorio, ocasiona que algunos canales de Na^+ activados por voltaje se abran, y el incremento resultante en la permeabilidad de la membrana al Na^+ , permite que la entrada de Na^+ supere a la salida de K^+ . Así, fluye a través de la membrana una carga neta positiva, acumulándose las cargas positivas dentro de la célula, lo que ocasiona mayor despolarización. El incremento en la despolarización provoca que se abran más canales de Na^+ activados por voltaje, lo cual da como resultado una mayor entrada de cargas positivas, que acelera la despolarización aún más.

Este ciclo de retroalimentación positiva, se desarrolla en forma explosiva, conduciendo al potencial de membrana hacia el potencial de

equilibrio del Na^+ de +55 mV. Debido a que el flujo de salida de K^+ continúa a través de los canales de K^+ , el potencial de membrana en el valor pico del potencial de acción nunca alcanza en realidad el valor del potencial de equilibrio para el Na^+ .

Una difusión leve de iones Cl^- al interior de la célula contrarresta la tendencia despolarizante del flujo de entrada de Na^+ . No obstante, se abren tantos canales de Na^+ durante la fase de ascenso del potencial de acción que la permeabilidad al sodio es mucho mayor que el Cl^- o el K^+ .

El potencial de membrana permanecería indefinidamente en este amplio valor positivo si no fuera por dos procesos que repolarizan la membrana, terminando el potencial de acción. En primer lugar, a medida que la despolarización continúa, lentamente va cerrando o inactivando los canales de Na^+ activados por voltaje, es decir, los canales de Na^+ tienen dos tipos de mecanismos de activación distintos, uno de los cuales es la activación, por medio de la cual abren rápidamente los canales en respuesta a la despolarización y el otro la inactivación, mediante la que se cierran lentamente los canales si se mantiene la despolarización. En segundo lugar, el proceso de la repolarización que resulta de la apertura retrasada de los canales de K^+ activados por voltaje. A medida que los canales de K^+ comienzan a abrirse, el flujo de salida de K^+ aumenta. El incremento retrasado en el flujo de salida de K^+ se combina con un decremento en el flujo de entrada de Na^+ para producir un flujo de salida neto de carga positiva desde la célula, que continúa hasta que ésta se ha repolarizado a su valor de reposo.

LOS POTENCIALES DE REPOSO Y DE ACCION PUEDEN CUANTIFICARSE MEDIANTE LA ECUACION DE GOLDMAN.- Aunque los flujos de sodio y potasio establecen el valor del potencial de reposo, el

potencial de membrana no es igual a E_K ni a E_{Na} , pero se halla entre ellos. Como regla general, cuando se determina el potencial de membrana mediante dos o más tipos de iones, la influencia de cada tipo se determina tanto por sus concentraciones dentro como fuera de la célula, así como por la permeabilidad de la membrana para ese ion. Esta relación está dada en forma cuantitativa por la ecuación de Goldman:

$$V_m = \frac{RT}{F} \ln \frac{P_K [K^+]_o + P_{Na} [Na^+]_o + P_{Cl} [Cl^-]_i}{P_K [K^+]_i + P_{Na} [Na^+]_i + P_{Cl} [Cl^-]_o}$$

donde V_m = potencial de membrana

P_K, P_{Na} y P_{Cl} = permeabilidad de la membrana para cada ion.

Esta ecuación se aplica sólo cuando V_m no es variable. Establece que entre mayor sea la concentración de un tipo particular de ion y mayor sea la permeabilidad de su membrana, mayor será el papel que juegue en la determinación del potencial de membrana. En el caso límite, cuando la permeabilidad para un ion es excepcionalmente alta, la ecuación de Goldman se reduce a la ecuación de Nernst para ese ion. Por ejemplo, en las células gliales, donde $P_K \gg P_{Cl}, P_{Na}$.

En 1949, Alan Hodgkin y Bernard Katz aplicaron por primera vez la ecuación de Goldman en forma sistemática a los cambios en el potencial de membrana provocado por la alteración de las concentraciones iónicas externas en el axón gigante de calamar. Ellos midieron la variación de potencial mientras modificaban concentraciones extracelulares de Na^+ , Cl^- y K^+ . Sus resultados mostraron que si el potencial se medía brevemente después del cambio de concentración, antes de que las concentraciones

iónicas internas se alteraran, $[K^+]_0$ tenía un fuerte efecto sobre el potencial en reposo, $[Cl^-]_0$ tenía un efecto moderado y $[Na^+]_0$ tenía un pequeño efecto. Sus datos podían ajustarse con precisión a la ecuación de Goldman si se suponían las proporciones de permeabilidad que se citan a continuación para la membrana en reposo:

$$P_K : P_{Na} : P_{Cl} = 1/0.04/0.45$$

Sin embargo, para la membrana en el pico del potencial de acción, la variación del potencial con las concentraciones iónicas externas podría ajustarse mejor si se suponen las siguientes proporciones de permeabilidad:

$$P_K : P_{Na} : P_{Cl} = 1/20/0.45$$

Para este conjunto de permeabilidades ($P_{Na} \gg P_K, P_{Cl}$) la ecuación de Goldman se reduce a:

$$V_m = \frac{RT}{F} \ln \frac{[Na^+]_o}{[Na^+]_i} = +55 \text{ mV}$$

De este modo, en el pico del potencial de acción, cuando la membrana es mucho más permeable al Na^+ que a cualquier otro ion, V_m se aproxima a E_{Na} , el potencial calculado con la ecuación de Nernst para el Na^+ .

Los potenciales de acción que se generan en el soma de las neuronas se propagan sin decremento a lo largo de las fibras nerviosas. Las fibras nerviosas, están formadas por prolongaciones del soma neural con un medio interno (axoplasma) que es continuación del citosol rodeado de la membrana celular. Estas fibras se denominan amielínicas, para diferenciarlas de las fibras mielínicas, en las que la membrana del axón está rodeada por capas sucesivas de membrana de células gliales

formando una envoltura que se conoce como vaina de mielina. La vaina de mielina sirve de aislante eléctrico entre la membrana y el medio extracelular y se interrumpe a cada 1.5 a 2 mm formando los nodos de Ranvier, que son segmentos de membrana axónica libres de mielina, con un espesor de 0.2 a 2 micrómetros. Cada uno de los tipos de fibras utiliza un mecanismo específico de conducción del potencial de acción que se denominan propagación continua en las fibras amielínicas y saltatoria en las mielínicas.

La conducción continua se produce en fibras amielínicas y requiere la existencia a lo largo del axón de canales de Na^+ . Durante la génesis del potencial de acción en el segmento inicial de la fibra, el flujo de entrada de iones Na^+ establece un circuito local de corriente. La corriente fluye por el axoplasma, a través de la membrana y por el medio extracelular, produciéndose una despolarización de la membrana contigua, la consiguiente apertura de canales de Na^+ y la producción de un nuevo potencial de acción. La dirección de propagación es siempre hacia la zona de membrana en reposo, dado que la membrana previamente despolarizada se encuentra en periodo refractario por inactivación de los canales de Na^+ . La conducción saltatoria se produce en fibras mielínicas que tienen una alta densidad de canales de Na^+ en los nodos de Ranvier. En este tipo de fibras una vez que se genera el potencial de acción en el segmento inicial la corriente entrante fluye por el axoplasma hasta el primer nodo, debido a que la vaina de mielina actúa de aislante eléctrico e impide la fuga de iones a su través. El paso de corriente a través del nodo produce una despolarización, la apertura de los canales de Na^+ y la génesis de un potencial de acción. En fibras amielínicas el potencial de acción se autorregenera en cada segmento microscópico de membrana,

mientras que en las fibras mielínicas el proceso salta de nodo a nodo lo que determina que su velocidad de conducción sea muy superior.

La velocidad de conducción del potencial de acción es funcionalmente importante, y se hallan involucrados dos mecanismos distintos para incrementarla: uno es el aumento del diámetro del núcleo axonal, debido a que la resistencia axial (R_a) decrece en relación al cuadrado del diámetro del axón, mientras que la capacitancia por unidad de longitud del axón (C_m) se incrementa en proporción directa con el diámetro. De este modo, el efecto neto de un incremento en el diámetro es la reducción del factor $R_a C_m$ ¹; el otro mecanismo para incrementar la velocidad de conducción mediante la reducción de $R_a C_m$ es la mielinización, debido a que la capacitancia de un capacitor de placas paralelas como la membrana es inversamente proporcional al grosor del material aislante, la mielinización hace descender la C_m y por lo tanto, al factor $R_a C_m$. El aumento en el diámetro total de la fibra obtenido por la mielinización ocasiona un porcentaje mucho más grande de decremento en $R_a C_m$ que si el mismo aumento del diámetro de la fibra se consiguiera incrementando el diámetro del núcleo axonal. Esta es otra de las razones por las que la conducción del potencial de acción es mayor en axones mielinizados que en los que carecen de mielina aún cuando sean del mismo diámetro.

Las fibras nerviosas se penetran al músculo en un sitio denominado punto motor, que en cualquier músculo se localiza aproximadamente a la mitad entre el origen y la inserción del mismo. Cuando se estimula un

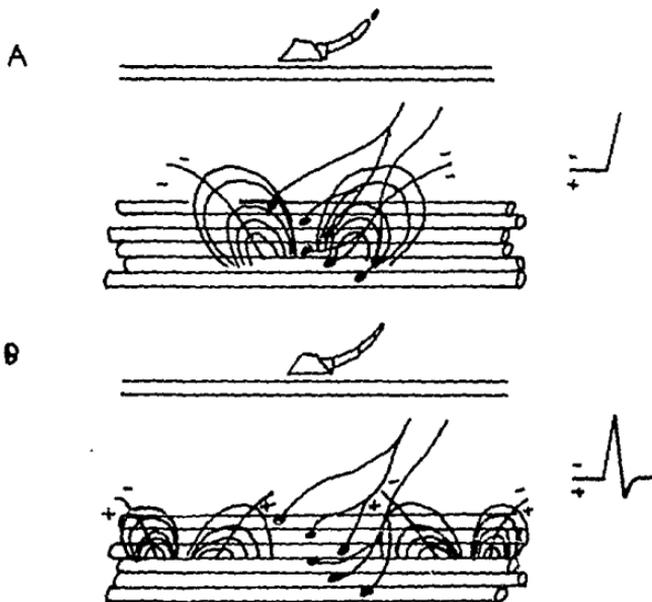
¹ R_a .- Es la oposición al paso de la corriente a lo largo del axón.

C_m .-Es la capacidad que posee la membrana para acumular cargas eléctricas.

nervio periférico y se registra la actividad del músculo provocada por él, se obtiene un Potencial de Acción Muscular Compuesto (PAMC).

Al estimular el nervio periférico, se provoca que todas las fibras musculares inervadas por él se despolaricen en la región de la placa en forma sincrónica de tal forma que el músculo se convierte en un verdadero sumidero de corriente. Cuando se coloca un electrodo conectado a un Osciloscopio de Rayos Catódicos (ORC) directamente sobre este sumidero de corriente, se puede observar que el rayo del osciloscopio se mueve en dirección negativa y describe una onda negativa (figura 1A). El potencial de acción inducido se propagará en direcciones opuestas (hacia el origen e inserción del músculo). Por tanto, existen dos sumideros de corriente, que viajan en sentidos opuestos (figura 1B). El electrodo de superficie registra las dos fuentes de corriente que acompañan a cada potencial de acción a medida que se aproximan a los extremos del músculo. El rayo del ORC se mueve en dirección positiva hacia la línea basal y registra la amplitud total de las dos fuentes de corriente sumadas. A medida que las fuentes de corriente se van alejando del electrodo activo, el rayo del osciloscopio retorna a la línea basal (figura 1B). De este modo, el registro final del PAMC es un potencial bifásico con una deflexión inicial negativa seguida de una deflexión positiva, y eventualmente, el retorno a la línea basal.

Figura 1



- A) UN ELECTRODO DE SUPERFICIE SE COLOCA SOBRE LA REGION DE LA PLACA DEL MUSCULO ESQUELETICO. LA ACTIVACION DEL NERVO PERIFERICO FACILITA EL QUE EN EL MUSCULO SE EMPIECE A GENERAR UN SURTIDO DE CORRIENTE EN LA REGION DE LA PLACA, EL RAYO DEL ORC DESCRIBE UNA DEFLEXION NEGATIVA.
- B) LA PROPAGACION DE LOS POTENCIALES DE ACCION MUSCULARES PERMITEN AL ELECTRODO DE REGISTRO DETECTAR SUS FUENTES DE CORRIENTE TERMINAL Y PRODUCE UNA DEFLEXION POSITIVA CON UN REGRESO A LA LINEA BASAL, PARA FINALMENTE OBTENER UN PAMC BIFASICO.

TEMPERATURA CORPORAL

(tomado de: Schmidt, R.F. et al. 1992 y Tresguerras, J.A.F 1992).

En base a la temperatura corporal que presentan, los animales se pueden clasificar como animales de sangre caliente (homeotermos) y animales de sangre fría (poiquilotermos). Los animales de sangre caliente (mamíferos y pájaros) mantienen una temperatura corporal central relativamente constante, a pesar de las fluctuaciones de la temperatura ambiente. En contraste, los animales de sangre fría (invertebrados, peces, anfibios y reptiles), mantienen una temperatura corporal central que baja con el frío y aumenta con el calor.

La temperatura central está constituida por los contenidos de la cabeza y cavidades torácica y abdominal (núcleo corporal homeotermo) y la temperatura superficial por la piel el tejido celular subcutáneo, y el grueso de la masa muscular (núcleo corporal poiquilotermo).

La temperatura central no es constante, temporal ni espacialmente, ya que en un medio ambiente considerado como de temperatura neutral (28 °C para un hombre desnudo y con una humedad relativa del 50%) se encuentran diferencias centrales de 0.2 a 1.2 °C; por lo que no es posible expresar una temperatura corporal con una sola cifra. Sin embargo, para efectos prácticos es suficiente con nombrar una temperatura medida en un lugar determinado (rectal, axilar, sublingual) como representativa de la temperatura central del cuerpo.

Para caracterizar la temperatura superficial se mide en la mayoría de los casos la temperatura de la piel, que es fácilmente accesible. Como es de suponer, un sólo valor no es suficiente para determinar su estado térmico; antes bien hay que medir las temperaturas de varias zonas de la

piel y calcular el valor medio. Para el cálculo de la temperatura media de la piel se mide a menudo la temperatura de la frente, pecho, vientre, brazo, dorso de la mano, muslo y dorso del pie introduciendo un factor de corrección cuando se obtiene el valor medio, teniendo en cuenta el tamaño de la superficie corporal correspondiente. En un hombre desnudo y con temperatura ambiente agradable (neutral), la temperatura media de la piel es de aproximadamente 33-34 °C.

De la temperatura media de la piel y la temperatura central se determina la temperatura media del cuerpo. Los factores de corrección a temperatura ambiente neutral son 0.65 y 0.35 para las temperaturas central y superficial respectivamente:

$$T_{co} = 0.65 (T_c) + 0.35 (T_s)$$

donde T_{co} = temperatura corporal

T_c = temperatura central

T_s = temperatura superficial.

PRODUCCION, TRANSFERENCIA Y PERDIDA DE CALOR: En condiciones de reposo caracterizadas por una temperatura corporal media constante, el calor se produce primariamente por los contenidos de la cabeza y cavidades torácica y abdominal, a pesar de que estas estructuras sólo representan un 1/3 de la masa corporal total. Esta producción de calor correspondiente a la Tasa Metabólica [TM] tiene que ser igual al transporte de calor desde el interior a la superficie del cuerpo (flujo interno de calor H_{in}) y al transporte de calor desde la superficie corporal al entorno (flujo externo de calor H_{ext}).

$$T_M = H_{int} = H_{ext}$$

Tras su producción, el calor es distribuido por todos los tejidos corporales a través de la sangre desde el interior a la superficie del cuerpo, por mecanismos de conducción², convección³ e intercambio de calor por contracorriente⁴.

El tamaño del flujo interno de calor, es proporcional a la diferencia entre la temperatura central (Tc) y la temperatura media de la piel (Ts), además está determinada por la cifra de conductancia del calor C, cuya magnitud depende del volumen del riego sanguíneo de la piel y las extremidades:

$$H_{int} = C \cdot (T_c - T_s) \cdot A [W]$$

siendo A la superficie corporal; W = watio. En el adulto, la cifra de conductancia de calor C puede oscilar, dependiendo del riego sanguíneo periférico, según el espesor de la envoltura corporal y del tejido celular subcutáneo, con una relación de 1:4 hasta 1:7. El valor recíproco de C, $1/C=It$ se denomina resistencia a la conductancia al calor o aislamiento térmico de la envoltura corporal.

La transferencia de calor entre el organismo y el medio ambiente se realiza a través de la superficie de la piel por mecanismos de radiación⁵, conducción, convección y evaporación⁶. El intercambio de calor por los

² La conducción es la transferencia de calor molécula a molécula, a favor de un gradiente (de mayor a menor áreas de concentración de calor) en sólidos, líquidos o gases.

³ La convección es un concepto limitado a fluidos (líquidos y gases) que consiste en que cuando moléculas más calientes entran en contacto con otras más frías, las primeras transfieren calor a las segundas por conducción y éstas se alejan.

⁴ Cuando a través de dos sistemas de tubos paralelos fluye un líquido en direcciones opuestas y uno de ellos tiene mayor temperatura que el otro, el primero cede calor al que fluye en dirección opuesta.

⁵ Es la transferencia de calor por ondas electromagnéticas infrarrojas entre la piel y los objetos que la rodean.

⁶ Este proceso se basa en el hecho de que la transformación de cualquier líquido en vapor, sin cambiar su temperatura, requiere calor. Para que se evapore 1 g de sudor de la superficie de la piel se requieren aproximadamente 0.58 kcal.

primeros mecanismos depende del gradiente térmico que exista entre la piel y el medio ambiente. Sin embargo, la pérdida de calor por evaporación es independiente de este gradiente térmico y depende sólo del gradiente de presión de vapor de agua que exista entre la piel y el medio ambiente.

Para la evaluación cuantitativa de los factores climáticos se divide al flujo externo de calor en flujos parciales: H_k = flujo de calor por conducción; H_r = flujo de calor por radiación, H_c = flujo de calor por convección, H_e = flujo de calor por evaporación. El flujo total de calor es la suma de flujos parciales:

$$H_{ext} = H_k + H_c + H_r + H_e$$

Cuando la producción de calor es igual a la pérdida, existe un estado que se llama de equilibrio térmico y durante éste la temperatura central del organismo se mantiene constante.

Durante la actividad física, como por ejemplo el ejercicio, los tejidos responsables de la producción de calor cambian radicalmente, en este caso, son los músculos esqueléticos los responsables de la producción de calor mediante el aumento de su metabolismo, que puede llegar hasta 10 ó 15 veces su nivel basal.

REGULACION DE LA TEMPERATURA CORPORAL

La temperatura central en un organismo adulto normal se mantiene constante alrededor de 37°C. El mantenimiento este valor constante con variaciones muy pequeñas se debe a la precisión con la que los mecanismos de pérdida y ganancia de calor controlan su temperatura.

El sistema de control de temperatura depende de una serie de receptores de la temperatura, localizados tanto en la superficie del organismo (piel), como en el propio sistema nervioso central (médula

espinal e hipotálamo principalmente) y en un centro integrador localizado en el hipotálamo cuya misión es recibir e integrar la información de los receptores y compararla con la información de un valor de referencia codificado en el sistema nervioso central (que son los 37°C). El resultado de esta integración genera las respuestas termorreguladoras apropiadas para ajustar o mantener constante (37°C), la temperatura central del organismo.

PRODUCCION TERMORREGULADORA DE CALOR.- Para mantener constante la temperatura del cuerpo se puede producir calor adicional de la siguiente manera:

a) Por actividad del aparato motor (escalofríos), es la llamada vía del temblor, que desde el hipotálamo posterior se dirige en dirección caudal, une los centros de la termorregulación con las regiones de los núcleos mesencefálicos y rombencefálicos del sistema motor.

b) Por actividad muscular involuntaria tónica o rítmica; esta última es el conocido temblor por frío.

c) Por el incremento de los procesos metabólicos, que no están unidos a las contracciones musculares; esta producción de calor se denomina termogénesis sin temblor.

El tejido adiposo marrón, está caracterizado por gran riqueza de mitocondrias y distribución multifocal de grasa, lo que representa una fuente esencial de la termogénesis sin temblor. Este tejido está localizado principalmente en la región interescapular y axila.

La regulación del riego sanguíneo acral (dedos, mano, orejas, labios y nariz) y de las anastomosis arteriovenosas que se encuentran en las extremidades distales tiene lugar a través de los nervios simpáticos noradrenérgicos, el aumento de tono simpático se acompaña de

vasoconstricción, mientras que la disminución del tono provoca una vasodilatación. Por la apertura de las anastomosis arteriovenosas, aumenta considerablemente el riego sanguíneo de las extremidades y, con ello, el transporte convectivo de calor. En el tronco y en las extremidades proximales, el aumento máximo del riego sanguíneo que se produce por sobrecarga térmica es mucho mayor que cuando se seccionan los nervios. De aquí se ha deducido la existencia de fibras nerviosas que actúan de forma activa vasodilatadora, es decir, de fibras nerviosas en cuyas terminales se libera un transmisor (probablemente acetilcolina), que inhibe la actividad de los vasos musculares. Por otro lado, la vasodilatación se atribuye a una enzima que se segrega con el sudor y que fomentaría la formación de un mediador con efecto vasoactivo (bradicinina). De acuerdo a esto está la observación de que se pueden diferenciar dos fases de la vasodilatación con calentamiento externo, de las que la segunda coincide en el tiempo con el comienzo de la sudoración; la primera fase se produce simultáneamente con la vasodilatación que se observa en las regiones acrales y no se puede atribuir al cese del tono simpático. El acoplamiento de la segunda fase de la vasodilatación a la sudoración se ha confirmado por la pérdida de vasodilatación activa en la falta congénita de glándulas sudoríparas; no obstante, no se ha decidido todavía si es la bradicinina u otra sustancia la que actúa como mediador.

La secreción de las glándulas sudoríparas en el hombre se regula exclusivamente por fibras nerviosas simpáticas colinérgicas.

Independientemente del control nervioso, los vasos sanguíneos pueden reaccionar a la temperatura en forma local. Una reacción peculiar es la llamada vasodilatación por frío (reacción de Lewis), que parece

basarse en la sensibilidad local a la temperatura de la musculatura vascular.

Con un frío elevado se produce primero una vasoconstricción máxima, reconocible por la palidez en las regiones acrales, a menudo unida a dolores; después de algún tiempo, la sangre vuelve a estas regiones, lo que se reconoce por un enrojecimiento y calentamiento. Si sigue el efecto del frío, este proceso se repite periódicamente.

De los mecanismos reguladores, aumento de la producción de calor, respuestas vasomotoras, secreción de sudor, que siempre están dispuestos a ponerse en marcha y que se producen en cuestión de segundos o minutos cuando actúa una sobrecarga térmica, hay que diferenciar los procesos de adaptación a largo plazo de las condiciones climáticas de vida cambiantes.

La base de estos procesos de adaptación, que también se denominan adaptación fisiológica o aclimatación, son modificaciones de órganos y sistemas funcionales, que se necesitan para adaptarse a una sobrecarga térmica que dure días, semanas o meses.

RESPUESTAS FISIOLÓGICAS AL FRÍO.- El frío es una sensación que se produce por pérdida de calor. Cuando el hombre se expone a un ambiente frío, la piel pierde calor y se enfría. Debido a esto se estimulan los receptores al frío, lo que a su vez provoca una vasoconstricción superficial, piloerección y eventualmente el fenómeno de tiritar. Debido a la vasoconstricción de las venas superficiales, la sangre retorna desde las extremidades al corazón vía venas profundas. El descenso de la temperatura de la piel al enfriarse reduce a su vez la diferencia entre la temperatura de la piel y la del medio ambiente, lo que ocasiona un

descenso de la pérdida de calor por los mecanismos de radiación y convección.

Junto con la reducción de la pérdida de calor por la vasoconstricción, los temblores (tiritar), producidos por el frío pueden aumentar en 3 ó 4 veces la producción de calor y consecuentemente elevar la temperatura corporal central en más de 0.5°C. El tiritar es una contracción involuntaria de los músculos esqueléticos que consiste en contracciones alternantes de grupos musculares antagonistas, de modo que no se producen movimientos corporales bruscos. Es tal la eficiencia de las contracciones que virtualmente toda la energía química liberada en el proceso contráctil se convierte en calor.

ACLIMATACION AL FRIO.- En numerosas especies animales se encuentran impresionantes modificaciones adaptativas al frío. Como ejemplo, en algunos animales existe un aumento del aislamiento térmico por el crecimiento de capas de piel. Otra modificación importante en pequeños animales es el desarrollo de una termogénesis sin temblor y de tejido adiposo marrón. La termogénesis libre de temblor se considera como un mecanismo economizador de la producción de calor, ya que en el escalofrío aumenta con los movimientos rítmicos la pérdida de calor por aumento de la convección. Al ser humano adulto ni le crecen capas de piel, ni forma en un grado significativo una producción de calor sin temblor, si se expone durante largo tiempo a una sobrecarga de frío. Por esta razón se ha mantenido a menudo la hipótesis de que el adulto no puede adquirir una adaptación fisiológica al frío, y que más bien está limitado a la adaptación conductual (ropa adecuada, vivienda, calefacción, etc).

RESPUESTAS FISIOLOGICAS AL CALOR.- La exposición del organismo al calor calienta la piel y aumenta el flujo sanguíneo cutáneo.

En estas circunstancias, el retorno venoso desde las extremidades al corazón se realiza a través de las venas superficiales, y esto es lo que permite que se produzca pérdida de calor por los mecanismos de radiación y convección, siempre que la piel esté más caliente que el medio ambiente. Si el gradiente térmico es suficientemente grande se inicia la sudoración, lo que da por resultado enfriamiento de la piel por evaporación del agua. Si la temperatura del medio ambiente llega a superar a la de la piel, el organismo gana calor por radiación y convección y es entonces cuando la evaporación del sudor se establece como la única vía de pérdida de calor.

ACLIMATACION AL CALOR.- Cuando una persona que no está acostumbrada al calor ni entrenada físicamente, realiza por primera vez un ejercicio físico intenso en un ambiente caluroso, al poco tiempo experimenta elevaciones marcadas de la temperatura central y superficial y su frecuencia cardíaca alcanza valores máximos. Esto se acompaña de mareos, náuseas y puede llegar al colapso. Sin embargo, si a esta misma persona se le somete a las mismas condiciones todos los días, pero durante mucho menos tiempo, a los 8 ó 10 días, desciende el umbral de la temperatura de la piel al que se inicia la sudoración, con lo cual este individuo no sólo inicia la sudoración y la vasodilatación cutáneas a menores temperaturas centrales y superficiales del organismo, sino que además suda más intensamente y por lo tanto pierde calor con más rapidez. Transcurridos los 10 días, las elevaciones de la temperatura central del organismo son muy similares a las que alcanzarían realizando el mismo tipo de ejercicio en un ambiente relativamente frío. Esta mejora de las respuestas del organismo se conoce como aclimatación al calor.

ANTECEDENTES

La Velocidad de Conducción Nerviosa (VCN) se determina estimulando a un nervio en dos puntos separados y registrando el Potencial de Acción Muscular Compuesto asociado a la activación de un músculo inervado por él. La VCN se calcula dividiendo la longitud del nervio (entre los dos puntos de estimulación) en mm, entre la diferencia de las latencias (proximal y distal). La longitud del segmento del nervio se obtiene midiendo la distancia en la superficie de la piel entre los dos puntos catódicos (estimulación) a lo largo del curso del nervio (Kimura, 1989). La latencia se define como el intervalo que hay entre el momento en que se aplica el estímulo y el momento en el que se inicia la respuesta.

Los factores que pueden alterar el registro de VCN se clasifican en 3 tipos:

1. **FACTORES QUE AFECTAN LA OBTENCION DEL REGISTRO.-** Tipo de electrodos, Limpieza de la Piel, Colocación de la pasta conductora y la posición en la que es colocado el miembro estudiado.
2. **FACTORES QUE AFECTAN EL CALCULO DE LA VCN.-** Método utilizado para medir la latencia.
3. **FACTORES FISIOLÓGICOS.-** Sexo, Edad y Temperatura.

FACTORES QUE AFECTAN LA OBTENCION DEL REGISTRO

TIPOS DE ELECTRODOS.- En el hombre, tanto la estimulación del nervio, como el registro de los potenciales de acción musculares, se efectúan con electrodos de aguja o de superficie y se ha comprobado que no hay una diferencia significativa al usar uno u otro tipo de electrodo [Trojaborg, 1964].

En el trabajo de Juul-Jensen y Mayer (1966) se establece la controversia acerca de que en el humano se ha observado que la latencia del potencial de acción es mayor con estímulos umbrales, que con estímulos supramáximos, ya que se acepta generalmente que las fibras de mayor diámetro tienen umbrales más bajos a la estimulación eléctrica y velocidades de conducción más rápidas en comparación con las fibras de menor calibre, por lo que estímulos umbrales deberían de estimular las fibras de conducción rápida. En su trabajo, Juul-Jensen y Mayer obtuvieron resultados que indican que la técnica para registrar la VCN con electrodo de aguja y estímulo umbral es útil en estudios de la patofisiología de enfermedades de nervio periférico, pero no ofrece más utilidad que la técnica convencional de registro con electrodos de superficie y estimulación supramáxima.

LIMPIEZA DE LA PIEL Y COLOCACION DE PASTA CONDUCTORA.- La adecuada preparación de los sitios de estimulación y registro reduce la resistencia de la piel. Para eliminar la humedad de la superficie de la piel producida por la sudoración se limpia con alcohol antes de la colocación de los electrodos y la aplicación del estimulador (Kimura, 1989).

Además, se disminuye la impedancia de la piel, si se aplican pastas conductoras entre la piel y los electrodos de registro y estimulación (Kimura, 1989).

POSICION EN LA QUE ES COLOCADO EL MIEMBRO EN EL MOMENTO DEL REGISTRO.- En el caso del nervio Ulnar, se ha visto que la posición más adecuada del brazo al tomar el registro es cuando el hombro se coloca en abducción de 45 grados y flexión del codo a 70 grados por asemejarse más al trayecto normal del nervio (Checkles, et al. 1971; Roger y Nelson, 1980; Harding y Halar, 1983).

FACTORES QUE AFECTAN EL CALCULO DE LA VCN:

METODO UTILIZADO PARA MEDIR LA LATENCIA.- Se puede presentar variación en el cálculo de la VCN debido al método usado para medir la latencia. En el caso del registro de Velocidad de Conducción Nerviosa Motora (VCNM), se considera que midiendo la latencia al inicio de la deflexión negativa del PAMC se disminuye el margen de error (Joynt, 1983; Kimura, 1989), debido a que, como se usan estímulos supramáximos, la latencia se acorta de 0.2 a 0.3 ms sin causar cambios apreciables en la amplitud o configuración del potencial provocado (Wiederholt, W.C. en Falsenthal, 1977).

FACTORES FISIOLÓGICOS

SEXO.- Varios autores (Soudmand, R. et al. 1982; Izzo, K.L. et al. 1985; Claus, D. 1990; Stetson, D.S. et al. 1992; y Trojaborg, W.T. et al.

1992), al estudiar el efecto del sexo sobre la VCNM de los nervios Mediano y Ulnar en el segmento muñeca/codo llegaron a la conclusión de que el sexo no influye en el valor de la VCNM obtenido.

LaFratta, C.W. y Smith O.H., 1964; estudiando la misma relación en el nervio Ulnar encontraron que el promedio de VCNM era mayor en mujeres (54.74 ± 4.00 m/s) que en hombres (51.25 ± 4.57 m/s), siendo significativa esta diferencia ($t=2.51$). En contraposición a esto, Soudmand R. et al. 1982, estudiaron el efecto del sexo y la altura sobre la VCNM, no encontrando diferencia en relación al sexo y opinan que cuando existen diferencias es que no se ha tomado en cuenta a la altura, ya que cuando se toma en cuenta dichas diferencias desaparecen.

EDAD.- En el trabajo realizado por Cruz Martínez, et al. en 1978 (segunda parte), se postula que la maduración de las fibras nerviosas es similar durante la vida intra y extrauterina (hasta el 1er. mes), y que durante el primer año de vida se incrementa rápidamente como una función logarítmica de la edad, pero es diferente para cada nervio.

El incremento en la VCN se considera como un proceso del avance de la mielinización, de tal forma que el recién nacido a término tiene una VCN que es de aproximadamente el 50% del valor encontrado en el adulto (Baer, R.D. and Johnson, E.W., 1965).

Se considera que alrededor de los 4 años de vida la VCN de los nervios Mediano, Ulnar, Peroneal, Sural y Tibial Posterior, alcanza los valores del adulto joven (Cruz Martínez, A. et al. 1978A, 1978B; Baer, R. D. et al., 1965, Johnson, E.W. 1980).

En la niñez tardía y la adolescencia, de los 3 a los 19 años, la VCN tiende a incrementarse ligeramente en los miembros superiores y a disminuir en los inferiores, como función de la edad y crecimiento en longitud (Lang, H.A. et al. 1985; Cruz Martínez, A. et al. 1990).

Entre los 18 y 35 años la VCN de los nervios Mediano, Ulnar, Sural, Antebraquial Lateral y Antebraquial Medial no se modifica (Downie, A.W. et al. 1961; Mayer, R. F. 1963; Izzo, K.L. et al. 1985; Trojaborg, W.T. et al. 1992; Claus, D. et al. 1993).

Las velocidades de conducción empiezan a disminuir entre los 30 y 40 años de edad, pero normalmente esta disminución no es mayor de 10 m/s a los 60 años, pudiendo permanecer igual hasta los 80 años o bien, continuar disminuyendo (Norris, A. H. et al. 1953; Downie, M.B. et al. 1961; Johnson and Olsen, 1960; Mayer, R.F. 1963; LaFratta, C.W. et al. 1966; Johnson, E.W. 1980; Bougle et al, 1990; Claus, D. 1990; Arasaki, K. et al. 1991, Horowitz, 1992; Caccia, M.R. et al. Parte I y II, 1992 and Stetson, D.S. et al. 1992; Claus, D. et al. 1993).

Según algunos autores (Norris, et al. 1953) la disminución en la VCN al incrementarse la edad puede deberse a alguno de los siguientes factores: a) isquemia local debida a cambios vasculares, b) depresión metabólica asociada con cambios en la permeabilidad y/o otros mecanismos de transferencia iónica transmembrana de las fibras nerviosas; c) degeneración selectiva de las fibras que conducen más rápido y d) cambios en la temperatura de las fibras nerviosas y de los tejidos que las rodean.

Estudios más recientes (Arasaki, et al. 1991), sugieren que a partir de los 20 años se inicia el decremento en la VCN y que esto se debe a una alteración gradual en las propiedades de la membrana axonal como

proceso normal del avance en la edad; también postulan que después de los 60 años la longitud internodal se hace más corta (principalmente en fibras de VCN media y lenta), lo que junto con la desmielinización focal puede contribuir a dicha disminución.

TEMPERATURA.- Entre los factores que afectan a la VCN se considera que el más importante es el cambio de temperatura a nivel de la piel, que en ausencia de cualquier patología, influye significativamente en los valores de VCN (Halar, 1985). Estudios realizados por Henriksen, J.D. [citado en Johnson, 1980] demostraron que la velocidad de conducción nerviosa disminuye aproximadamente 2.4 m/s por cada grado centígrado que baje la temperatura en el rango de 29 a 38°C.

Abramson, et al. (1966), estudiando la relación entre la temperatura de la piel, la del tejido subcutáneo y la temperatura intramuscular con la VCN de los nervios Mediano y Ulnar, encontraron que el frío aplicado tópicamente por un tiempo prolongado (193 min), produce un marcado descenso en la VCN de los nervios estudiados. Estos autores reportaron una disminución significativa en las temperaturas de los tejidos y un decremento relativamente pequeño en el flujo sanguíneo del antebrazo. Datos de los mismos autores, obtenidos mediante el uso de un baño de temperatura en un rango entre 34 y 4 grados centígrados, reveló una relación casi lineal entre las alteraciones resultantes en la VCNM para ambos nervios, y las temperaturas de los tejidos estudiados (piel, subcutánea e intramuscular).

Abramson, et al. (1970), en sujetos aparentemente sanos, estudiaron el efecto combinado de la temperatura y la isquemia sobre la VCN de los nervios Mediano y Ulnar, encontrando que las mayores reducciones de la

VCN ocurrieron a las temperaturas más bajas estudiadas (17.4 grados centígrados) y que la relación lineal original entre la VCN y la temperatura de los tejidos musculares y subcutáneos, presente en la condición de irrigación intacta, se alteró y se convirtió en no lineal durante la isquemia.

HIPOTESIS

Si la desviación estándar del valor promedio de la VCNM disminuye cuando se mantiene la temperatura que rodea al tronco nervioso dentro de un margen pequeño de variación, y si el valor promedio así como la desviación estándar de la VCNM, dependen del intervalo de temperatura en el que se hace el registro, entonces se podría precisar el rango de temperaturas adecuado para hacer la determinación, y por otro lado, al disminuir la desviación estándar, se podrían detectar tempranamente alteraciones en la VCNM, principalmente en caso de patología.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo del presente trabajo fue el estudiar la importancia del efecto de la temperatura sobre la VCNM y en qué forma la temperatura modifica los valores y la desviación estándar de la VCNM, en los nervios Mediano y Ulnar de los miembros superiores de sujetos sanos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar los valores promedio con sus desviaciones estándar para la VCNM en los nervios Mediano y Ulnar en un grupo de sujetos sanos (experimental) que presenten en el momento del registro temperaturas de 24, 27, 30, 33 y 36 °C a nivel de la piel.
2. Determinar los valores promedio con sus desviaciones estándar para la VCNM en los nervios Mediano y Ulnar en otro grupo de sujetos sanos (comparativo) a la temperatura que cada sujeto presente a nivel de la piel en el momento del registro.
3. Elaborar tablas con valores promedio, así como sus desviaciones estándar para la VCNM de los nervios Mediano y Ulnar en los segmentos Muñeca/Codo y Codo/Punto de Erb⁷ en sujetos sanos a diferentes temperaturas.
4. Establecer el intervalo de temperaturas adecuado para hacer la determinación de la VCNM en los nervios Mediano y Ulnar.

⁷ El Punto de Erb es un punto anatómico localizado a 2 ó 3 cm por encima de la clavícula y por fuera del músculo esternocleidomastoideo, a nivel de la apófisis transversa de la VI vértebra cervical.

JUSTIFICACION

Existe una gran variación en las cifras normales de VCNM, estadísticamente determinadas y los resultados clínicos en sujetos aparentemente sanos, sólo han reportado que la temperatura es el factor que más afecta el valor de la VCNM. Sin embargo, no encontramos reportes que nos indiquen, primero: si la desviación estándar del valor promedio de la VCNM, reportado para cada nervio, disminuye si se hace la determinación manteniendo la temperatura que rodea al tronco nervioso dentro de un intervalo pequeño de variación (por ejemplo, intervalos que oscilan entre valores de 0.5 a 1 grado centígrado de diferencia); y, segundo: si el valor promedio de la VCNM y su desviación estándar dependen de los valores del intervalo de la temperatura en el que en un momento dado se hace la determinación (por ejemplo, intervalo de 24 a 27°C es diferente de 30 a 33°C).

Por ello es importante determinar los valores promedio de VCNM y sus desviaciones estándar en sujetos normales tomando en cuenta a la temperatura, de modo que puedan servir como punto de comparación para hacer un diagnóstico en estados patológicos.

MATERIAL Y METODO

Se utilizaron 78 sujetos sanos con un rango de edad entre 19 y 35 años, a los que se les realizó un interrogatorio dirigido a excluir cualquier tipo de patología con especial atención a la neuromuscular.

La determinación de los estudios Electrofisiológicos se llevó a cabo en el Laboratorio de Neurofisiología del Instituto Nacional de Medicina de Rehabilitación y en la Unidad Universitaria de Investigación Clínica en Neurofisiología del Hospital Juárez de México y la U.N.A.M.

Los sujetos utilizados fueron estudiantes de las Facultades de Medicina (2do. año de Licenciatura) y Odontología (Posgrado) de la U.N.A.M.; la Facultad de Odontología de la Universidad Latinoamericana y personal de los laboratorios en que se llevaron a cabo los estudios.

Los 78 sujetos utilizados, se dividieron en 2 grupos: Un grupo comparativo (48 sujetos, 23 hombres y 25 mujeres) y un grupo experimental (30 sujetos, 14 hombres y 16 mujeres).

En base a los antecedentes encontrados, a ambos grupos se les controlaron todos los factores que pudieran interferir en la determinación de VCNM con excepción de la temperatura.

En el grupo comparativo, no se tuvo control de la temperatura, los registros de VCNM se hicieron a la temperatura que cada sujeto presentaba a nivel de la piel (tercio medio del antebrazo) en el momento del registro; dichas temperaturas oscilaron en el rango de 30.0 a 37.7°C, con un

promedio de 32.16 ± 1.51 en el caso del nervio Mediano y de 32.12 ± 1.29 en el nervio Ulnar (los promedios de temperatura difieren debido a que en el caso del nervio Ulnar faltan los datos de un sujeto, ya que no se le pudo determinar en un segmento la VCNM y se eliminaron todos los datos referentes a ese sujeto en ese nervio).

A este grupo comparativo se le midió la VCNM en los nervios Mediano (n=96) y Ulnar (n=94) en ambos miembros superiores, en los segmentos Muñeca/Codo y Codo/Punto de Erb en una sola sesión.

En base a que en el grupo comparativo la temperatura a nivel de la piel más frecuentemente encontrada fue 31°C , de manera arbitraria se escogieron los 30°C como punto intermedio y de ahí hacia abajo y hacia arriba se decidió utilizar dos temperaturas con intervalos de 3°C entre sí, de tal forma que las temperaturas en el grupo experimental fueron 24 , 27 , 30 , 33 y 36°C .

En el grupo experimental se midió la VCNM en los nervios Mediano (n=60) y Ulnar (n=60) en ambos miembros superiores, en los segmentos Muñeca/Codo y Codo/Punto de Erb en dos sesiones (una para bajas temperaturas y otra para altas temperaturas).

De manera arbitraria se le llamó "bajas temperaturas" a la sesión en la que la VCNM se determinaba a los 30 , 27 y 24°C . De la misma forma, las "altas temperaturas" correspondieron a la sesión en la que los registros se hicieron a 33 y 36°C .

Con el fin de alcanzar las temperaturas establecidas para los sujetos, se utilizó un cuarto de temperatura controlada (clima artificial) de la siguiente manera: cuando la sesión era de bajas temperaturas, el termostato del cuarto se colocaba a 10°C , registrando continuamente la

temperatura a nivel de la piel (mediante un termopar colocado en los bordes interno o externo del antebrazo, dependiendo del nervio bajo estudio) hasta que el sujeto alcanzaba la temperatura deseada (30, 27 ó 24°C). En ese momento se llevaba a cabo la determinación de VCNM. Cuando la sesión era de altas temperaturas, el termostato del cuarto se situaba en 30°C y además se colocaban (y encendían) dos lámparas de chicote (100 watts) a los lados del sujeto, para llegar a la temperatura deseada (33 y 36°C) más rápidamente. La temperatura y la VCNM se registraban de manera similar a la anteriormente descrita.

Para obtener los registros de VCNM se utilizó un aparato de electrodiagnóstico Cadwell 5200A (es una computadora de propósito específico), la cual trae predeterminados los parámetros a los cuales se debe hacer el registro de VCNM. A los sujetos en estudio se les aplicaron estímulos eléctricos de intensidad supramáxima[®] y 0.2 ms de duración, la respuesta provocada fue recogida por electrodos de superficie que se conectaron a un preamplificador y después pasaron a un amplificador diferencial de alta impedancia, usándose filtros de bajas y altas frecuencias de 1 Hz y 10 kHz, respectivamente (figura 2). Esta señal fue digitalizada y promediada para que finalmente el potencial promedio se presentara en la pantalla; para proceder a su impresión en un graficador XY.

[®] Para determinar la intensidad supramáxima, se buscó el umbral en cada sujeto y apartir de ese valor (individual para cada sujeto) se le aplicaron estímulos de mayor intensidad hasta que el PAMC ya no modificaba su amplitud (medido en la pantalla del aparato por medio de los marcadores de voltaje).

Quando se obtiene el potencial deseado, se le solicita al programa que promedie un número predeterminado de respuestas en cada punto de estimulación (en este caso corresponde a 10 respuestas), al final de lo cual el programa exhibe en pantalla el PAMC promedio.

Una vez que se obtienen los PAMCs promedio en los puntos distal y proximal del segmento bajo estudio se guardan en memoria, y se colocan los marcadores de tiempo al inicio de la deflexión negativa (para medir la latencia: fig. 2).

Luego se le pide al programa que calcule la VCNM, para lo cual se le proporciona la distancia del segmento bajo estudio (medida de cátodo a cátodo), posteriormente el programa presenta el resultado en pantalla y se imprime dicho resultado, para luego continuar con el mismo procedimiento en el siguiente segmento. Al final se imprimen las gráficas (fig. 2).

EMILIO LOPEZ GARCIA 29 A. 15/2/53.
MEDIANO DER. 36°C.

NCU7

G=10000 H=10000 L=1.00

PW=100 S= 5.00 RR= 2.00

HCE= -1/10 SC= 1

T= 2.49 6.03 DELTA= 3.53

D=23.5 CM NCV=66.45

T=10.13 6.03 DELTA= 4.16

D=38.0 CM NCV=31.36

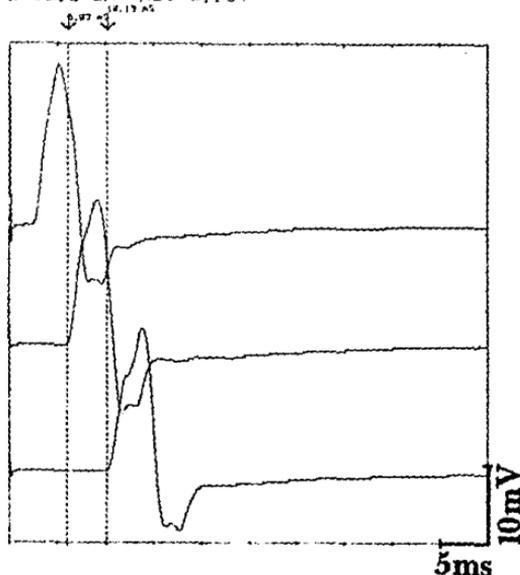


Figura 2

LA FIGURA MUESTRA UN REGISTRO GRAFICO DE LOS PANC PROMEDIO, OBTENIDOS POR ESTIMULACION DE UN NERVI0 MEDIANO A NIVEL DE LA MUÑECA (superior), CODO (medio) Y PUNTO DE ERB (inferior) EN EL CADWELL-5200 A.

LOS MARCADORES DE TIEMPO (líneas punteadas) MUESTRAN LOS SITIOS - DONDE SE MIDIO LA LATENCIA (inicio de la deflexión negativa).

T= TIEMPO (ms), D= DISTANCIA (cm) y NCV= VCNN (m/s)

TECNICA DE REGISTRO DE LA VELOCIDAD DE CONDUCCION (Modificada de Johnson, 1980).

NERVIO ULNAR (fig. 3).- Los electrodos de registro se colocaron de la siguiente manera: El activo en el punto medio entre el pliegue distal de la muñeca y el pliegue de la articulación metacarpo-falángica del dedo meñique en su borde ulnar, el electrodo de referencia en el borde interno del meñique inmediatamente por encima del pliegue metacarpo-falángico y el electrodo de tierra en el dorso de la mano.

Con el hombro en abducción de 45 grados y el codo flexionado en un ángulo de 70 grados se llevó a cabo la estimulación (con el cátodo en posición distal) en 3 diferentes puntos: 1) Del centro del electrodo activo a 8 cm sobre el borde anterointerno del antebrazo (fig. 3 punto A). 2) A nivel del codo (fig. 3 punto B) y, 3) En el punto de Erb (fig. 3 punto C).

Se midió la distancia entre el punto de estimulación proximal y el de estimulación distal para obtener la VCNM en cada segmento.

Cuando se habla de proximal o distal siempre es con respecto al tronco, de tal forma que, si se va a determinar la VCNM del segmento Muñeca/Codo el punto de estimulación distal es a nivel de la muñeca (fig. 3 punto A) y el de estimulación proximal será a nivel del codo (fig. 3 punto B); en el caso del segmento Codo/Punto de Erb, el punto de estimulación distal es el codo (Fig. 3 punto B) y el de estimulación proximal es el Punto de Erb (fig 3 punto C).

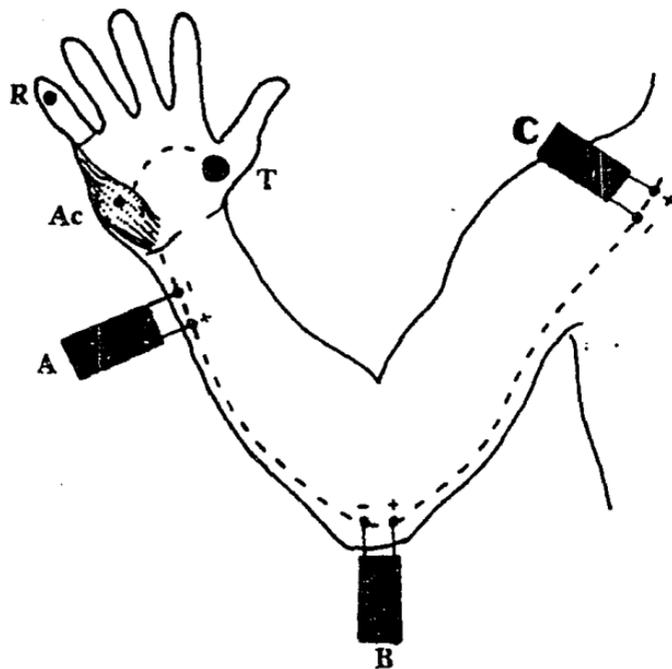


Figura No. 3 TECNICA DE REGISTRO DE VCNM DEL NERVI
 ULNAR. AC, ELECTRODO DE REGISTRO ACTI
 VO; R ELECTRODO DE REFERENCIA, T --
 ELECTRODO DE TIERRA; A, B y C SITIOS DE
 ESTIMULACION. (Modificado de Johnson, 1980)

NERVIO MEDIANO (fig. 4).- El electrodo activo se colocó en la masa muscular del abductor corto del pulgar en un punto intermedio entre el pliegue distal de la muñeca y el pliegue de la articulación metacarpo-falángica del pulgar; el electrodo de referencia, en el borde radial del pulgar inmediatamente por encima del pliegue interfalángico y el electrodo de tierra en el dorso de la mano.

La estimulación se llevó a cabo con el brazo completamente extendido y con el cátodo distal en los siguientes puntos: 1) En un punto situado a 8 cm del electrodo activo y localizado entre los tendones del Palmar Largo y los tendones de los flexores radiales del carpo; para llegar a dicho punto, se mide desde el centro del electrodo activo al punto medio del pliegue de la muñeca y de ahí a lo largo de la cara anterior del antebrazo (fig. 4 punto A), 2) A nivel del pliegue del codo en el lado interno de la arteria humeral (fig. 4 punto B) y, 3) En el Punto de Erb (fig. 4 punto C).

Se midió la distancia entre el punto de estimulación proximal y el de estimulación distal para obtener la VCNM en cada segmento.

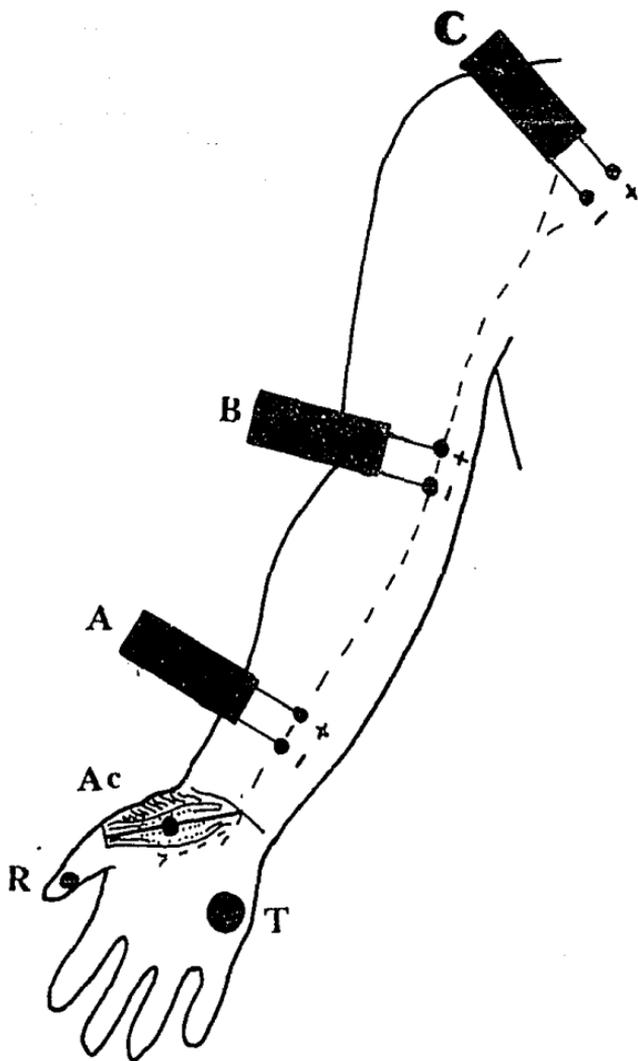


Figura No. 4 TECNICA DE REGISTRO DE VCNM DEL NERVO MEDIANO. AC, ELECTRODO DE REGISTRO - ACTIVO; R ELECTRODO DE REFERENCIA, T - ELECTRODO DE TIERRA; A, B y C SITIOS DE ESTIMULACION. (Modificado de Johnson, 1980).

Para controlar los grados de abducción del hombro y flexión del codo en los registros de VCNM del nervio Ulnar se utilizó un compás Goniométrico.

Con los resultados obtenidos, se hicieron tablas de valores individuales y a los resultados de los grupos (comparativo y experimental) se les calculó la media aritmética, desviación estándar y error estándar, con los cuales se elaboraron tablas de promedios, desviaciones y errores estándar.

Posteriormente se realizó una prueba de Análisis de Varianza (ANOVA) para grupos independientes (lado derecho vs lado izquierdo) y para grupos dependientes (datos experimentales intragrupo).

Además, al grupo experimental se le hizo un análisis de Regresión con Correlación de Pearson (uno para los resultados a bajas temperaturas y otro para altas temperaturas).

Una vez que se obtuvo la línea de regresión en base a los resultados experimentales, eligiendo de manera arbitraria el grupo de altas temperaturas, se determinaron líneas de confiabilidad a 2 desviaciones estándar y 95% de confianza, luego dentro de éste análisis se incluyeron todos los valores del grupo comparativo.

RESULTADOS

La figura 5 muestra en forma esquemática registros experimentales obtenidos en un sujeto por estimulación del nervio Ulnar a nivel de la muñeca (A), codo (B) y Punto de Erb (C), a una temperatura de 30°C. La finalidad de esta gráfica es representar los cambios en la latencia que se presentan al estimular al nervio a lo largo de su trayecto.

Las figuras 6 y 7 muestran una representación esquemática de los registros experimentales, obtenidos por estimulación de un nervio Ulnar (fig. 6) y un nervio Mediano (fig. 7) a nivel de la muñeca (A); codo (B) y el punto de Erb (C); a 24, 27, 30, 33 y 36°C. Las líneas punteadas muestran el sitio donde se midió la latencia a los 36 y 24°C.

Como puede observarse en ambas figuras (6 y 7) la latencia medida en un mismo sitio de estimulación (A, B ó C), disminuye conforme se incrementa la temperatura; ello se representa por la disminución en la distancia que hay entre el inicio del registro y el inicio del potencial.

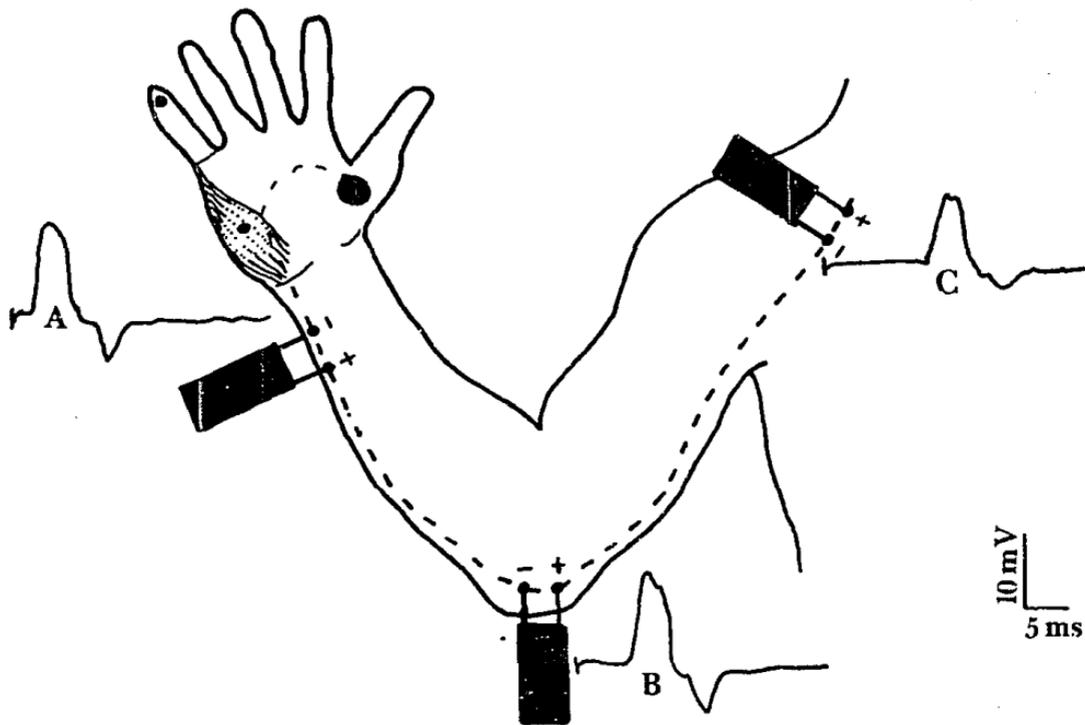


Figura 5

EN ESTA FIGURA SE MUESTRAN EN FORMA ESQUEMATICA LOS CAMBIOS EN LA LATENCIA DEL PUNC AL ESTIMULAR AL NERVIO EN DIFERENTES PUNTOS A LO LARGO DE SU TRAYECTO: MUNECA A; CODO B; Y PUNTO DE ERB C, A 30°C.

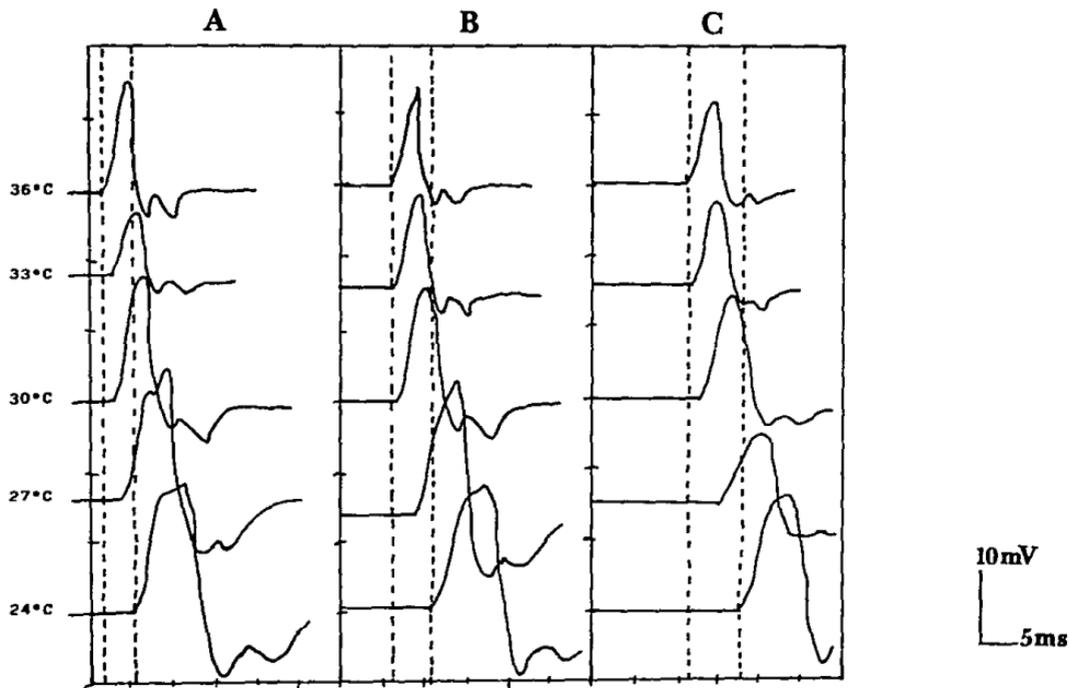


Figura 6 LA FIGURA MUESTRA UNA REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LOS REGISTROS OBTENIDOS POR ESTIMULACION DE UN NERVIU ULNAR A LO LARGO DE SU TRAYECTO: Nuñeca A; Codo B; y punto de ERB C; A DIFERENTES TEMPERATURAS. LAS LINEAS PUNTEADAS INDICAN EL SITIO DONDE SE MIDIO LA LATENCIA A LOS 36 y 24°C.

nuñeca/codo Distancia= 24.5 cm

codo/P. ERB Distancia= 39.0 cm.

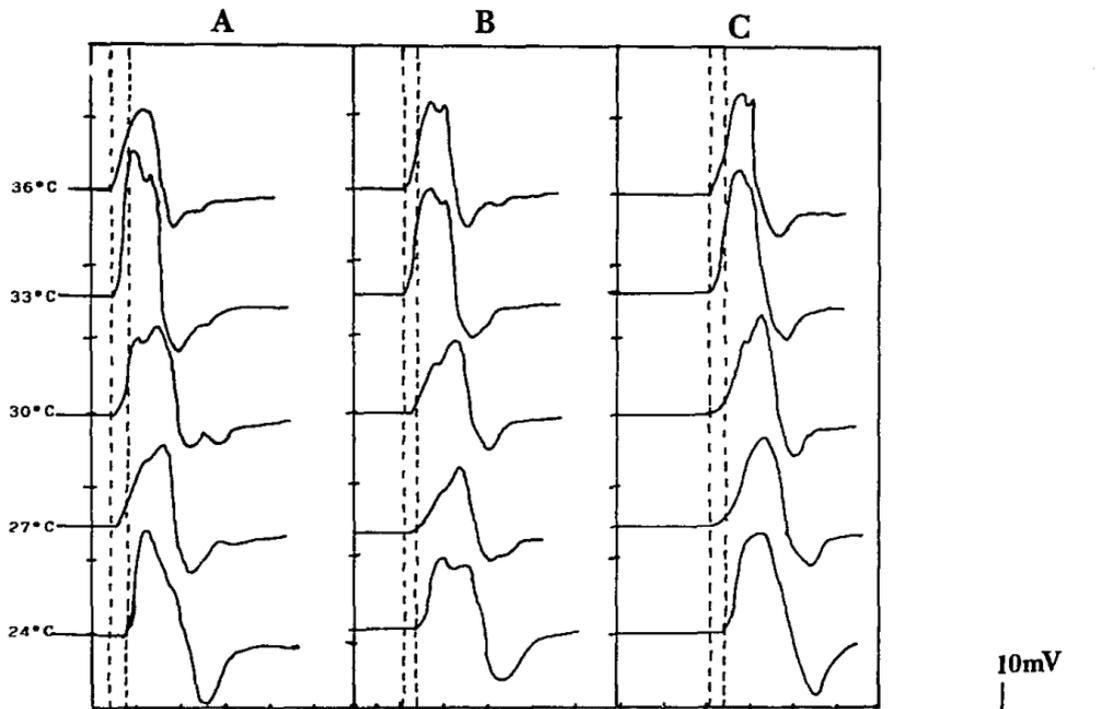


Figura 7 LA FIGURA MUESTRA UNA REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LOS REGISTROS OBTENIDOS POR ESTIMULACION DE UN NERVI0 MEDIANO A LO LARGO DE SU TRAYECTO: muñeca A; codo B; y punto de ERB C; A DIFERENTES TEMPERATURAS. LAS LINEAS PUNTEADAS - INDICAN EL SITIO DONDE SE MIDIO LA LATENCIA A LOS 36 y 24°C.

muñeca/codo Distancia= 20 cm
 codo/ punto ERB Distancia= 43 cm

RESULTADOS A BAJAS TEMPERATURAS

MIEMBRO DERECHO vs MIEMBRO IZQUIERDO .-La comparación de los datos experimentales obtenidos en el miembro del lado derecho con los correspondientes al miembro del lado izquierdo, en el rango de 30-24°C, se hizo utilizando la prueba ANOVA para grupos independientes (Levin, R., 1988; Aburto, C., 1979), con el fin de analizar la relación existente entre los grupos con respecto al miembro estudiado. Los resultados obtenidos mostraron que no existe diferencia estadísticamente significativa, entre los valores de VCNM obtenidos en el miembro del lado derecho con los correspondientes en el miembro del lado izquierdo, con una $P = 0.31 - 0.84$ (tabla I).

TABLA I.- RESULTADOS DE LA PRUEBA ANOVA PARA EL MIEMBRO DEL LADO DERECHO vs EL MIEMBRO DEL LADO IZQUIERDO EN EL RANGO DE LOS 30 - 24°C.

NERVIO	SEGMENTO	TEMPERATURA °C	HAY DIFERENCIA	NO HAY DIFERENCIA	P
MEDIANO	MUÑ/CODO	30		✓	P=0.31
	CODO/P. ERB	30		✓	P=0.84
ULNAR	MUÑ/CODO	30		✓	P=0.36
	CODO/P. ERB	30		✓	P=0.84
MEDIANO	MUÑ/CODO	27		✓	P=0.58
	CODO/P. ERB	27		✓	P=0.55
ULNAR	MUÑ/CODO	27		✓	P=0.54
	CODO/P. ERB	27		✓	P=0.56
MEDIANO	MUÑ/CODO	24		✓	P=0.65
	CODO/P. ERB	24		✓	P=0.84
ULNAR	MUÑ/CODO	24		✓	P=0.68
	CODO/P. ERB	24		✓	P=0.81

DATOS EXPERIMENTALES ENTRE SÍ.- En el grupo experimental, se hizo la comparación entre los datos obtenidos para cada temperatura estudiada, en el rango de 30-24 °C, con el objeto de examinar la significancia estadística, para lo cual se utilizó la prueba ANOVA para grupos dependientes (Levin, R., 1988; Aburto, C., 1979). Los resultados mostraron que existe una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.04 \cdot 10^{-6}$) entre los valores obtenidos en cada una de las temperaturas establecidas, en todos los segmentos de los nervios examinados (tabla II).

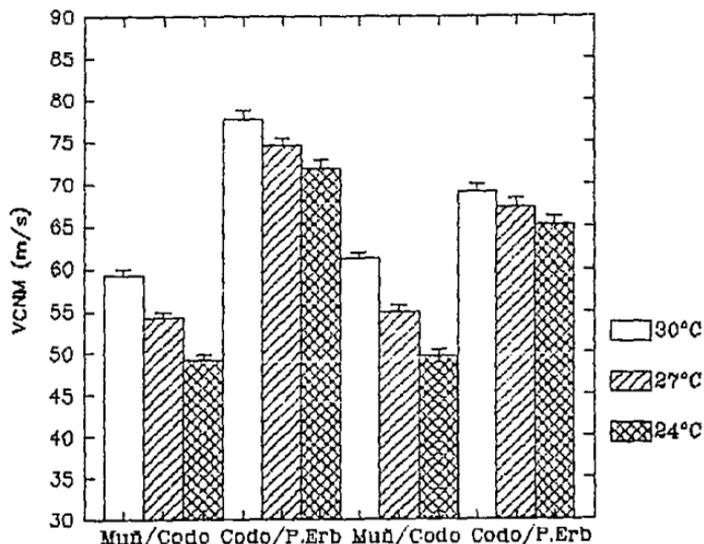
TABLA II.- RESULTADOS DE LA PRUEBA ANOVA PARA DATOS EXPERIMENTALES INTRAGRUPO EN EL RANGO DE 30 - 24 °C.

NERVIO	SEGMENTO	TEMPERATURA °C	HAY DIFERENCIA	NO HAY DIFERENCIA	P
MEDIANO	MUÑ/CODO	30 - 27	✓		$P < 10^{-6}$
	CODO/P. ERB	30 - 27	✓		$P < 0.04$
ULNAR	MUÑ/CODO	30 - 27	✓		$P < 10^{-6}$
	CODO/P. ERB	30 - 27	✓		$P < 0.04$
MEDIANO	MUÑ/CODO	27 - 24	✓		$P < 0.0007$
	CODO/P. ERB	27 - 24	✓		$P < 0.01$
ULNAR	MUÑ/CODO	27 - 24	✓		$P < 0.002$
	CODO/P. ERB	27 - 24	✓		$P < 0.006$

La gráfica 1 muestra los valores promedio de VCNM obtenidos en los segmentos Muñeca/Codo y Codo/Punto de Erb de los nervios Mediano y Ulnar, con sus correspondientes errores estándar y su relación con la temperatura en el rango de 30-24°C. Como se puede observar, existe una tendencia al decremento de la VCNM, conforme disminuye la temperatura. Dicho decremento es más importante en el segmento Muñeca/Codo, para ambos nervios.

Gráfica 1

VALORES PROMEDIO DE VCNM



NERVI0 MEDIANO NERVI0 ULNAR
 $P < 0.0007$ $P < 0.04$ $P < 0.002$ $P < 0.04$

LA GRAFICA MUESTRA LOS VALORES PROMEDIO DE VCNM EN LOS SEGMENTOS Muñeca/Codo y Codo/Punto de Erb DE LOS NERVIOS MEDIANO Y ULNAR, CON SUS CORRESPONDIENTES ERRORES ESTANDAR Y SU RELACION CON LA TEMPERATURA EN EL RANGO - DE 30 a 24°C.

DECREMENTO DE TEMPERATURA Y VCNM.- En las tablas III (nervio Mediano) y IV (nervio Ulnar) se muestran los valores promedio de la VCNM en cada uno de los segmentos de los nervios estudiados, tanto para el lado derecho como para el lado izquierdo, y para cada temperatura en la cual se hicieron los registros.

Ambas tablas muestran que la VCNM disminuye conforme se reduce la temperatura. Al utilizar una prueba de correlación de Pearson, se encontró que existe una relación lineal entre la disminución de la VCNM y el decremento de temperatura.

En el caso del nervio Mediano, en el segmento Muñeca/Codo, se encontró una $r^2=0.99$ en ambos lados⁸; en el segmento Codo/Punto de Erb, una $r^2=0.99$ en el lado derecho y una $r^2=0.97$ en el lado izquierdo, mientras que para el nervio Ulnar se calculó en el segmento Muñeca/Codo una $r^2=0.99$ en el lado derecho y una $r^2=0.96$ en el lado izquierdo; en tanto que, para el segmento Codo/Punto de Erb se obtuvo una $r^2=0.99$ en el lado derecho y una $r^2=0.96$ en el lado izquierdo.

⁸ El coeficiente muestral de determinación, r^2 (Correlación de Pearson), da la fracción de variación total de Y que es explicada por la línea de regresión. Es de suma importancia medir el grado de asociación entre X y Y. Así, si el valor de r^2 es +1, entonces la línea de regresión será un estimador perfecto. Si r^2 es igual a 0, no existe correlación entre X y Y.

TABLA III.- Valores promedio de VCNM (m/s) para el Nervio Mediano

Temperatura (°C)	MUÑECA/CODO		CODO/P. ERB	
	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
GRUPO COMPARATIVO				
32.16 ± 1.51	61.15 ± 2.07	61.84 ± 3.37	74.09 ± 7.34	74.25 ± 7.31
GRUPO EXPERIMENTAL				
30	59.33 ± 2.89 (±0.10)	60.11 ± 2.85 (±0.10)	77.68 ± 5.08 (±0.18)	77.62 ± 4.70 (±0.16)
27	54.24 ± 3.27 (±0.11)	54.71 ± 3.20 (±0.11)	74.63 ± 4.27 (±0.14)	75.37 ± 5.11 (±0.17)
24	49.19 ± 3.92 (±0.13)	50.34 ± 3.77 (±0.13)	71.88 ± 5.04 (±0.17)	71.62 ± 4.94 (±0.18)
	r ² = 0.9999	r ² = 0.9962	r ² = 0.9991	r ² = 0.9794

En la tabla se indican promedios, desviación y error estándar.

TABLA IV.- Valores promedio de VCNM (m/s) para el Nervio Ulnar.

Temperatura (°C)	MUÑECA/CODO		CODO/P. ERB	
	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
GRUPO COMPARATIVO				
32.12±1.29	62.56±3.13	62.18±4.21	70.12±7.04	70.28±7.58
GRUPO EXPERIMENTAL				
30	61.22±3.16 (±0.11)	60.52±3.02 (±0.10)	69.17±4.36 (±0.15)	70.45±4.08 (±0.14)
27	54.83±4.55 (±0.15)	55.94±4.18 (±0.14)	67.26±5.42 (±0.18)	67.24±5.09 (±0.17)
24	49.69±4.75 (±0.16)	48.83±4.13 (±0.14)	65.22±5.25 (±0.18)	65.61±5.51 (±0.18)
	r ² = 0.9996	r ² = 0.9656	r ² = 0.9996	r ² = 0.9656

En la tabla se indican promedios, desviación y error estándar.

A partir de los resultados obtenidos se llevó a cabo el cálculo de la disminución de VCNM empleando la media aritmética con su correspondiente desviación estándar por cada grado centígrado de disminución de temperatura, para cada uno de los segmentos de los nervios estudiados.

En el nervio Mediano los valores promedio de la disminución de VCNM en m/s por cada grado centígrado que disminuya la temperatura, calculado a partir de los valores obtenidos en el rango de 30 a 24°C (tabla V); muestran que en el segmento Muñeca/Codo existe una disminución de 1.69 ± 0.01 m/s/°C en el lado derecho; 1.63 ± 0.17 m/s/°C en el lado izquierdo y para el segmento Codo/Punto de Erb de ese mismo nervio, la disminución fue de 0.97 ± 0.05 m/s/°C en el lado derecho y de 1.00 ± 0.25 m/s/°C en el lado izquierdo.

Por otro lado, para el nervio Ulnar en el segmento Muñeca/Codo, la disminución fue de 1.92 ± 0.21 m/s/°C en el lado derecho y de 1.95 ± 0.42 m/s/°C en el lado izquierdo; en el segmento Codo/Punto de Erb la disminución fue de 0.66 ± 0.02 m/s/°C en el lado derecho y de 0.81 ± 0.26 m/s/°C en el lado izquierdo.

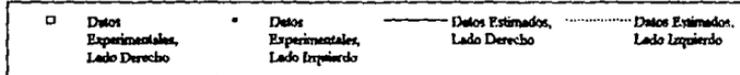
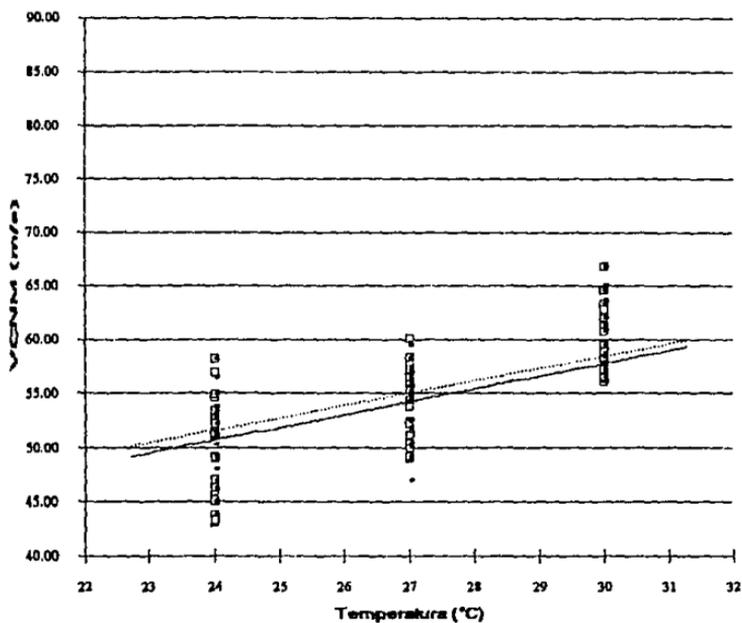
TABLA V.- Valores promedio de la disminución de VCNM en m/s por cada grado centígrado que disminuye la temperatura, calculados a partir de los resultados obtenidos en el rango de 30 a 24 °C.

	Muñeca/Codo		Codo/P. de Erb	
	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
Nervio Mediano	1.69 ± 0.01	1.63 ± 0.17	0.97 ± 0.05	1.00 ± 0.25
Nervio Ulnar	1.92 ± 0.21	1.95 ± 0.42	0.66 ± 0.02	0.81 ± 0.26

Las gráficas 2, 3, 4 y 5 muestran los valores promedio de VCNM obtenidos en cada una de las temperaturas estudiadas en el grupo experimental en el rango de 30-24°C, así como la regresión lineal asociada a dichos valores, la cual está representada por las líneas que muestran los datos estimados, en los segmentos Muñeca/Codo y Codo/Punto de Erb de los nervios Mediano y Ulnar en ambos miembros.

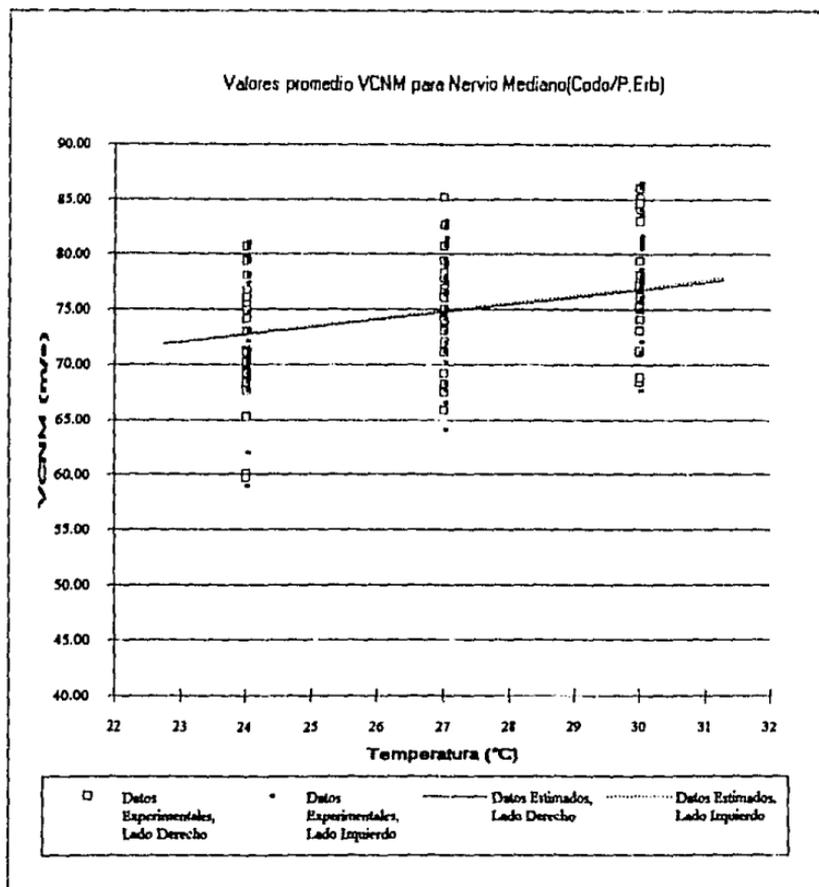
Como se puede observar, el decremento en la VCNM al disminuir la temperatura es mucho mayor en el segmento Muñeca/Codo que en el segmento Codo/Punto de Erb de ambos nervios. Esto se representa por el cambio en la pendiente de cada una de las gráficas.

Valores promedio VCNM para Nervio Mediano (Muñeca/Codo)



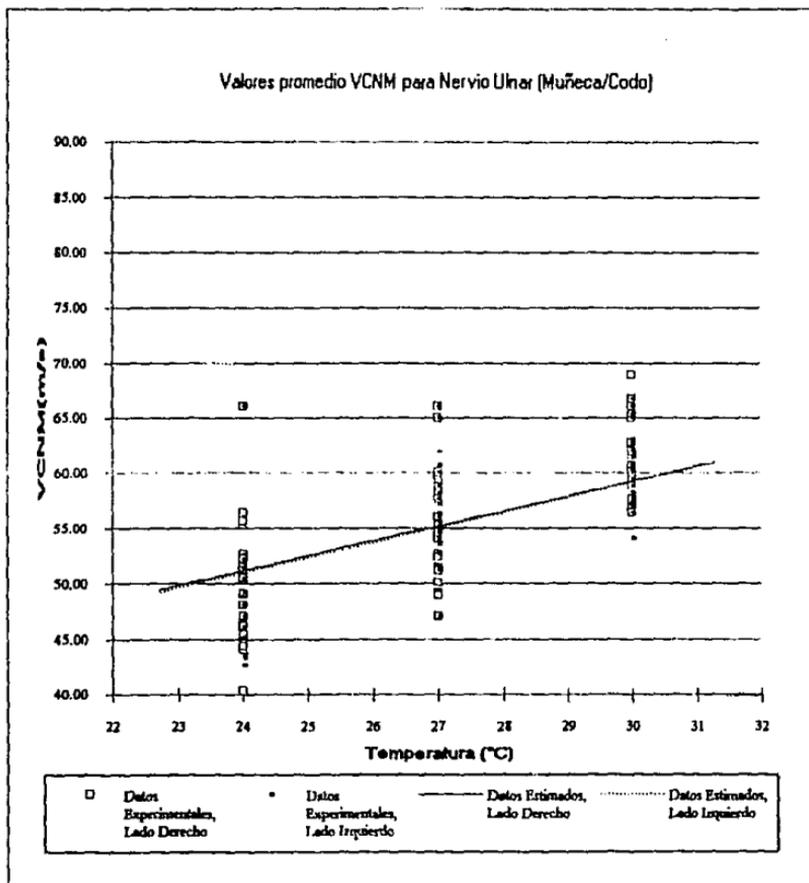
Gráfica 2

SE MUESTRA LA RELACION LINEAL ($r^2 = 0.99$) ENTRE LA VCNM (m/s) Y LA TEMPERATURA (°C) EN EL SEGMENTO MUÑECA/CODO DEL NER— VIO MEDIANO, EN EL RANGO DE 30 a 24°C.



Gráfica 3

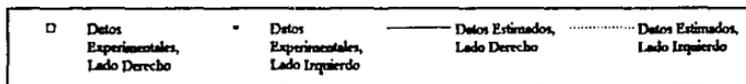
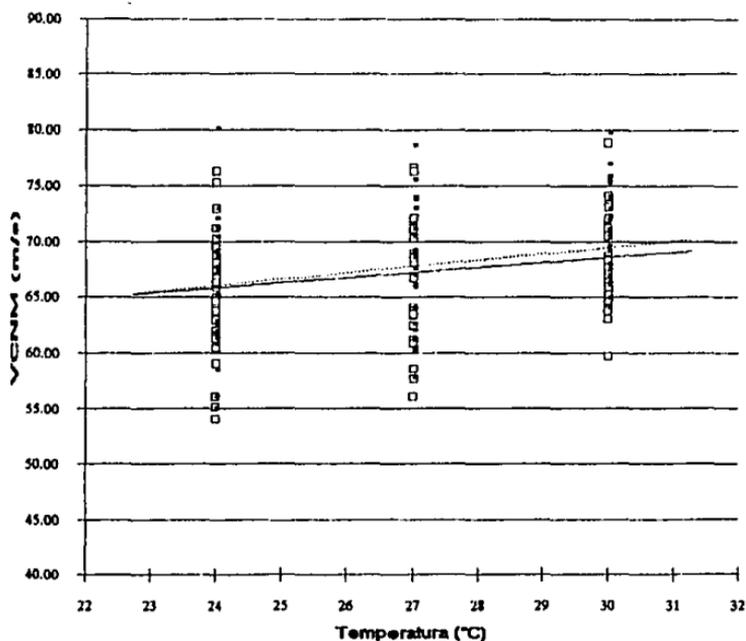
SE MUESTRA LA RELACION LINEAL ($r^2 = 0.99$) ENTRE LA VCNM (m/s) Y LA TEMPERATURA (°C) EN EL SEGMENTO CODO/PUNTO DE ERB DEL NERVIIO MEDIANO, EN EL RANGO DE 30 A 24°C.



Gráfica 4

SE MUESTRA LA RELACION LINEAL ($r^2 = 0.99$) ENTRE LA VCNM (m/s) Y LA TEMPERATURA (°C) EN EL SEGMENTO MUÑECA/CODO DEL NERVIU ULNAR, EN EL RANGO DE 30 a 24°C.

Valores promedio VCNM para Nervio Ulnar (Codo/P.Erb)



Gráfica 5

SE MUESTRA LA RELACION LINEAL ($r^2 = 0.99$) ENTRE LA VCNM (m/s) Y LA TEMPERATURA (°C) EN EL SEGMENTO CODO/PUNTO DE ERB DEL NERVIU ULNAR, EN EL RANGO DE 30 A 24 °C.

RESULTADOS A ALTAS TEMPERATURAS

MIEMBRO DERECHO vs MIEMBRO IZQUIERDO .-La comparación de los datos experimentales obtenidos en el miembro del lado derecho con los correspondientes al miembro del lado izquierdo, en el rango de 30-36°C, se hizo utilizando la prueba ANOVA para grupos independientes (Levin, R., 1988; Aburto, C., 1979), con el fin de analizar la relación existente entre los grupos con respecto al miembro estudiado. Los resultados obtenidos mostraron que no existe diferencia estadísticamente significativa, entre los valores de VCNM obtenidos en el miembro del lado derecho con los correspondientes en el miembro del lado izquierdo, con una $P = 0.31 - 1.00$ (tabla VI).

TABLA VI. - RESULTADOS DE LA PRUEBA ANOVA PARA EL MIEMBRO DEL LADO DERECHO vs EL MIEMBRO DEL LADO IZQUIERDO (RANGO 30 - 36°C).

NERVIO	SEGMENTO	TEMPERATURA °C	HAY DIFERENCIA	NO HAY DIFERENCIA	P
MEDIANO	MUÑ/CODO	30		✓	P=0.31
	CODO/P. ERB	30		✓	P=0.84
ULNAR	MUÑ/CODO	30		✓	P=0.36
	CODO/P. ERB	30		✓	P=0.84
MEDIANO	MUÑ/CODO	33		✓	P=0.36
	CODO/P. ERB	33		✓	P=1.00
ULNAR	MUÑ/CODO	33		✓	P=0.37
	CODO/P. ERB	33		✓	P=0.97
MEDIANO	MUÑ/CODO	36		✓	P=0.39
	CODO/P. ERB	36		✓	P=0.99
ULNAR	MUÑ/CODO	36		✓	P=0.35
	CODO/P. ERB	36		✓	P=0.96

DATOS EXPERIMENTALES ENTRE SI .- En el grupo experimental, se hizo la comparación entre los datos obtenidos para cada temperatura estudiada, en el rango de 30-36°C, con el objeto de examinar la significancia estadística, se utilizó la prueba ANOVA para grupos dependientes (Levin, R., 1988; Aburto, C., 1979). Los resultados mostraron que existe una diferencia estadísticamente significativa entre cada uno de los grupos experimentales, con una $P < 0.08 \cdot 10^{-6}$ en todos los segmentos de los nervios estudiados con excepción del segmento Codo/Punto de Erb en los intervalos 30-33°C y 33-36 °C, en ambos nervios (tabla VIII).

TABLA VII.- RESULTADOS DE LA PRUEBA ANOVA PARA GRUPOS EXPERIMENTALES INTRAGRUPO EN EL RANGO DE 30 - 36°C.

NERVIO	SEGMENTO	TEMPERATURA °C	HAY DIFERENCIA	NO HAY DIFERENCIA	P
MEDIANO	MUÑ/CODO	30 - 33	✓		$P < 0.03$
	CODO/P.ERB	30 - 33		✓	$P = 0.46$
ULNAR	MUÑ/CODO	30 - 33	✓		$P < 10^{-6}$
	CODO/P.ERB	30 - 33	✓		$P < 10^{-6}$
MEDIANO	MUÑ/CODO	33 - 36	✓		$P < 8 \times 10^{-6}$
	CODO/P.ERB	33 - 36		✓	$P = 0.06$
ULNAR	MUÑ/CODO	33 - 36	✓		$P < 0.002$
	CODO/P.ERB	33 - 36		✓	$P = 0.19$

La gráfica 6 muestra los valores promedio de VCNM obtenidos en los segmentos Muñeca/Codo y Codo/Punto de Erb de los nervios Mediano y Ulnar, con sus correspondientes errores estándar y su relación con la temperatura en el rango de 30-36°C. Como se puede observar, existe una tendencia al incremento de la VCNM, conforme aumenta la temperatura. Dicho incremento es más importante en el segmento Muñeca/Codo, para ambos nervios.

INCREMENTO DE TEMPERATURA Y VCNM.- En las tablas VIII (nervio Mediano) y IX (nervio Ulnar) se muestran los valores promedio de la VCNM en cada uno de los segmentos de los nervios estudiados, tanto para el lado derecho como para el izquierdo, y para cada temperatura en la cual se hicieron los registros.

Como se puede observar, la VCNM aumenta conforme se incrementa la temperatura. Al hacer uso de una prueba de Correlación de Pearson, se encontró una relación lineal entre el aumento de VCNM y el incremento de la temperatura.

En el caso del nervio Mediano, segmento Muñeca/Codo se encontró una $r^2 = 0.99$ en ambos lados; y en el segmento Codo/Punto de Erb una $r^2 = 0.94$ en ambos lados. En tanto que, para el nervio Ulnar en el segmento Muñeca/Codo una $r^2 = 0.99$ en el lado derecho y $r^2 = 0.96$ en el lado izquierdo; en el segmento Codo/punto de Erb la $r^2 = 0.93$ en el lado derecho y de $r^2 = 0.98$ en el lado izquierdo.

TABLA VIII.- Valores promedio de VCNM (m/s) para el Nervio Mediano.

Temperatura (°C)	MUÑECA/CODO		CODO/P. ERB	
	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
GRUPO CONTROL				
31.94±1.34	61.15±2.07	61.84±3.37	74.09±7.34	74.25±7.31
GRUPO EXPERIMENTAL				
30	59.33±2.89 (±0.10)	60.11±2.85 (±0.10)	77.68±5.08 (±0.18)	77.62±4.70 (±0.16)
33	61.03±2.94 (±0.10)	62.26±2.95 (±0.10)	78.49±6.14 (±0.20)	78.45±5.13 (±0.17)
36	63.09±2.91 (±0.10)	63.83±3.66 (±0.12)	80.45±6.18 (±0.21)	80.46±5.48 (±0.22)
	r ² = 0.9969	r ² = 0.9919	r ² = 0.9456	r ² = 0.9455

En la tabla se indican promedios, desviación y error estándar.

TABLA IX.- Valores promedio de VCNM (m/s) para el Nervio Ulnar.

Temperatura (°C)	MUÑECA/CODO		CODO/P. ERB	
	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
GRUPO CONTROL				
31.94 ± 1.34	62.56 ± 3.13	62.18 ± 4.21	70.12 ± 7.04	70.28 ± 7.58
GRUPO EXPERIMENTAL				
30	61.22 ± 3.16 (± 0.11)	60.52 ± 3.02 (± 0.10)	69.17 ± 4.26 (± 0.15)	70.45 ± 4.08 (± 0.14)
33	64.89 ± 4.65 (± 0.15)	65.55 ± 3.73 (± 0.12)	72.17 ± 4.73 (± 0.16)	72.24 ± 4.59 (± 0.15)
36	67.95 ± 3.75 (± 0.13)	68.23 ± 3.79 (± 0.13)	73.34 ± 3.49 (± 0.12)	73.48 ± 4.52 (± 0.15)
	r ² = 0.9973	r ² = 0.9699	r ² = 0.9383	r ² = 0.9891

En la tabla se indican promedios, desviación y error estándar.

Con los resultados obtenidos, se hizo el cálculo del incremento de VCNM empleando la media aritmética y su correspondiente desviación estándar por cada grado centígrado de incremento de temperatura, para cada uno de los segmentos de los nervios estudiados.

En el nervio Mediano los valores promedio del aumento de VCNM en m/s/°C, calculados a partir de los valores obtenidos en el rango de 30 a 36°C (tabla X); muestran que en el segmento Muñeca/Codo existe un aumento de 0.60 ± 0.02 m/s/°C en el lado derecho; de 0.61 ± 0.08 m/s/°C en el lado izquierdo y para el segmento Codo/Punto de Erb el aumento fue de 0.42 ± 0.02 m/s/°C en el lado derecho y de 0.43 ± 0.09 m/s/°C en el lado izquierdo. En tanto que, para el nervio Ulnar, segmento Muñeca/Codo, el aumento fue de 1.15 ± 0.04 m/s/°C en el lado derecho, y de 1.32 ± 0.31 m/s/°C en el lado izquierdo; en el segmento Codo/Punto de Erb el aumento fue de 0.78 ± 0.38 m/s/°C en el lado derecho y de 0.62 ± 0.09 m/s/°C en el lado izquierdo.

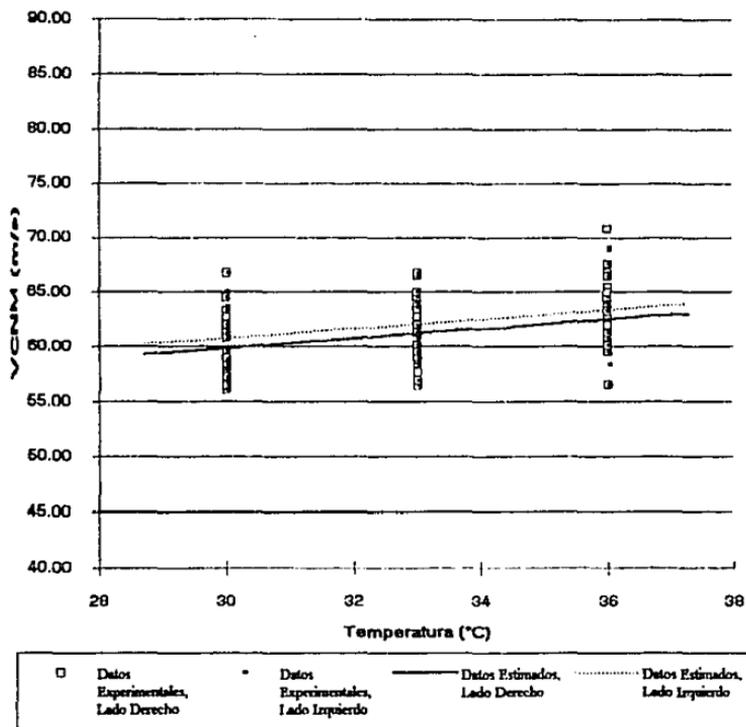
TABLA X.- Valores promedio por grado centígrado del aumento de VCNM en m/s calculado a partir de los resultados obtenidos en el rango de 30 a 36°C.

	Muñeca/Codo		Codo/P. de Erb	
	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
Nervio Mediano	0.60 ± 0.02	0.61 ± 0.08	0.42 ± 0.02	0.43 ± 0.09
Nervio Ulnar	1.15 ± 0.04	1.32 ± 0.31	0.78 ± 0.38	0.62 ± 0.09

Las gráficas 7, 8, 9 y 10 muestran los valores promedio de VCNM obtenidos en cada uno de los grupos experimentales en el rango de 30-36°C, así como la regresión lineal asociada a dichos valores, la cual está representada por las líneas que muestran los datos estimados, en los segmentos Muñeca/Codo y Codo/Punto de Erb de los nervios Mediano y Ulnar en ambos miembros estudiados.

Como se puede observar, el incremento en la VCNM al aumentar la temperatura es mayor en el segmento Muñeca/Codo que en el segmento Codo/Punto de Erb de ambos nervios. Esto se representa por el cambio en la pendiente de cada una de las gráficas.

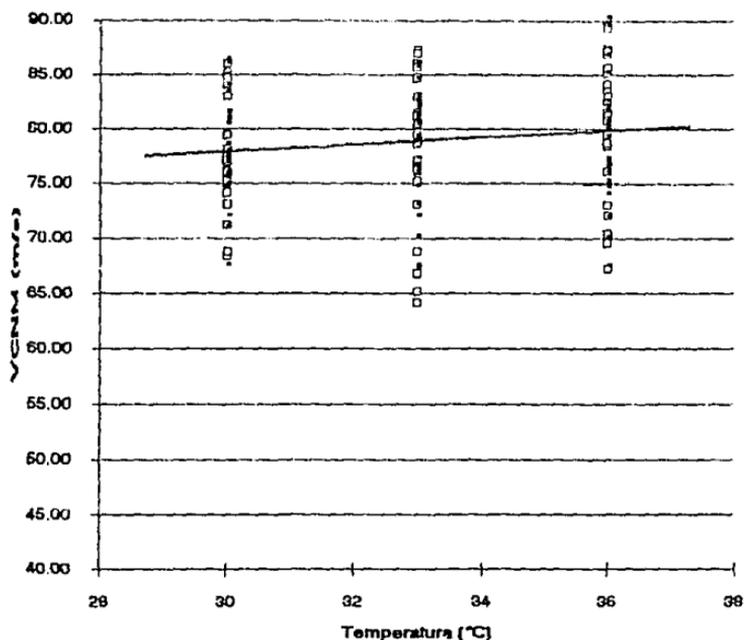
Valores Promedio VCNM para Nervio Mediano (Muñeca/Codo)



Gráfica 7

Se muestra la relación lineal ($r^2 = 0.99$) entre VCNM (m/s) y la temperatura (°C) en el segmento muñeca/ codo del - nervio Mediano, en el rango de 30 a 36°C.

Valores Promedio VCNM para Nervio Mediano (Codo/P.Erb)

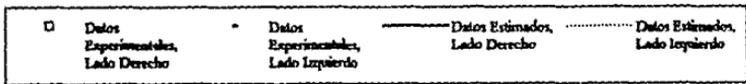
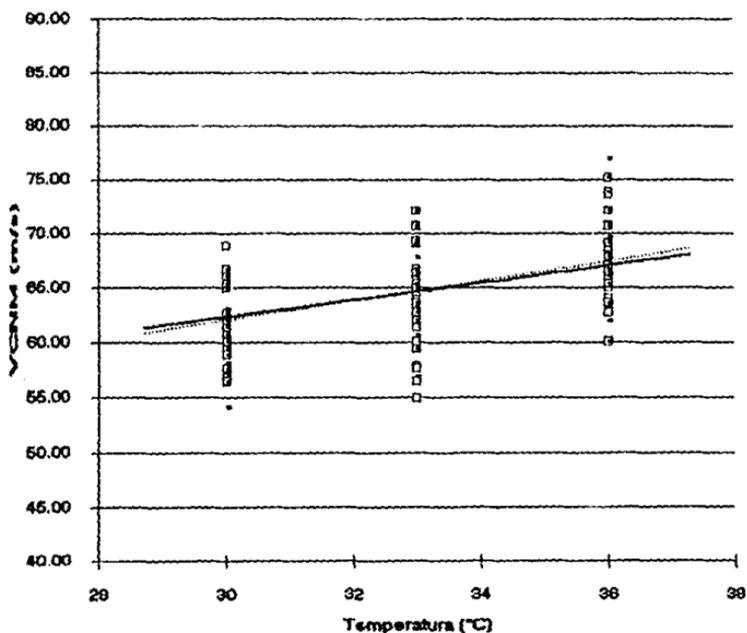


□ Datos Experimentales, Lado Derecho
• Datos Experimentales, Lado Izquierdo
— Datos Estimados, Lado Derecho
····· Datos Estimados, Lado Izquierdo

Gráfica 8

Se muestra la relación lineal ($r^2 = 0.95$) entre la VCNM (m/s) y la temperatura (°C) en el segmento codo/punto de Erb del nervio Mediano, en el rango de 30 a 36 °C.

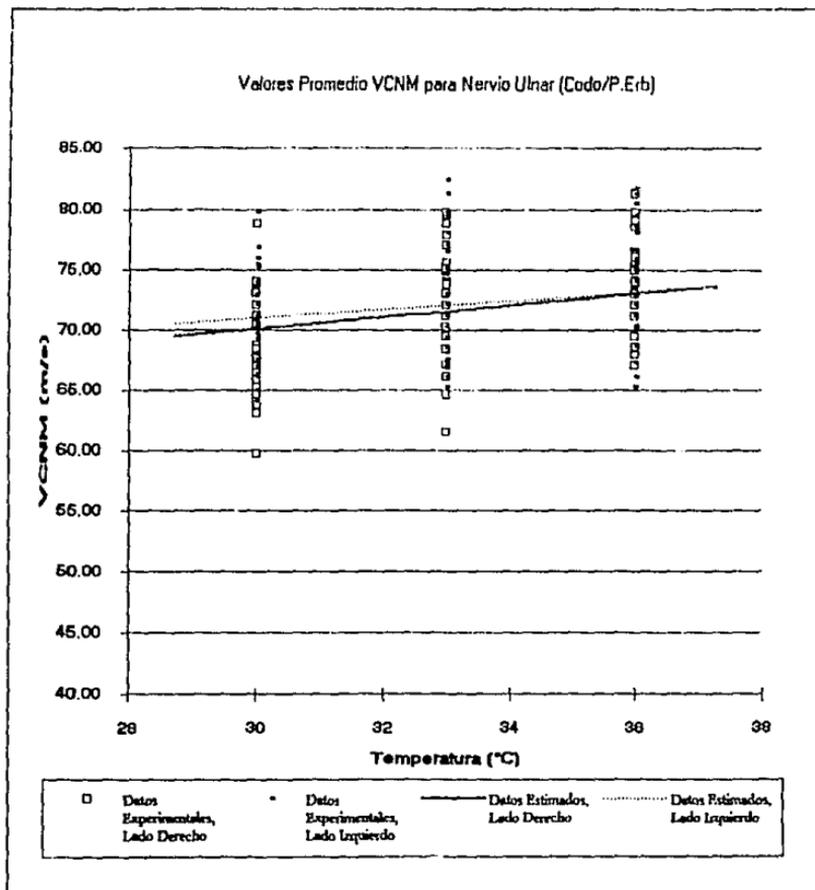
Valores Promedio VCNM para Nervio Ulnar (Muñeca/Codo)



Gráfica 9

Se muestra la relación lineal ($r^2 = 0.99$) entre la VCNM (m/s) y la temperatura (°C) en el segmento muñeca/codo del nervio Ulnar, en el rango de 30 a 36°C.

Valores Promedio VCNM para Nervio Ulnar (Codo/P.Erb)



Gráfica 10

SE MUESTRA RELACION LINEAL ($r^2 = 0.94$) ENTRE LA VCNM (m/s) Y LA TEMPERATURA (°C) EN EL SEGMENTO CODO/PUNTO DE ERB DEL NERVIU - ULNAR, EN EL RANGO DE 30 A 36°C.

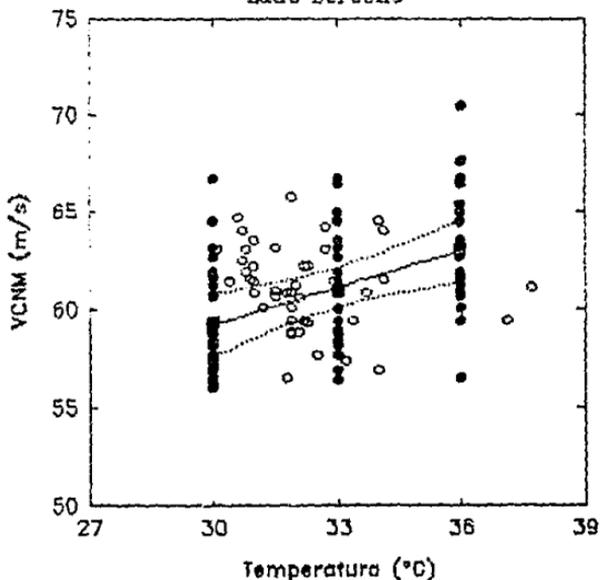
En las gráficas 11, 12, 13 y 14 se muestran las regresiones lineales (líneas continuas) entre la VCNM (m/s) y la temperatura (°C), en los segmentos Muñeca/Codo (gráficas 11 y 13) y Codo/Punto de Erb (gráficas 12 y 14) de los nervios Mediano y Ulnar, en el rango de 30 a 36°C.

Las gráficas se obtuvieron a partir de los datos experimentales (círculos negros), y se calcularon líneas de confiabilidad (líneas punteadas) a 2 desviaciones estándar y 95% de confianza.

En cada gráfica, se incluyen además los datos del grupo comparativo (círculos blancos).

Como puede observarse, el mayor número de valores del grupo comparativo caen fuera de los límites de confiabilidad, lo cual explicaría la gran variabilidad de la VCNM cuando no se controla la temperatura.

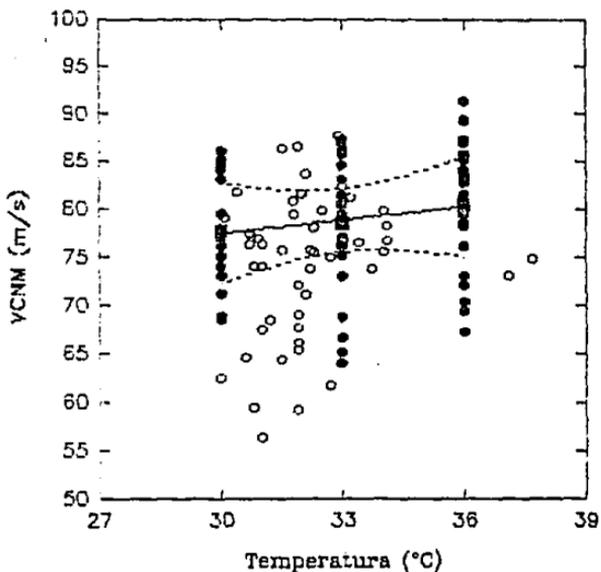
NERVIO MEDIANO
Segmento Muñeca/Codo
Lado Derecho



GRAFICA 11

EN LA GRAFICA SE MUESTRA LA REGRESION LINEAL (línea continua) ENTRE LA VCNM (m/s) Y LA TEMPERATURA (°C)- EN EL SEGMENTO MUÑECA/CODO DEL NERVIO MEDIANO EN EL RANGO DE 30 a 36°C, OBTENIDA A PARTIR DE LOS DATOS EXPERIMENTALES (círculos negros). ASI COMO, LAS LINEAS DE CONFIABILIDAD (punteados; - 2 SD y 95 % confianza). SE INCLUYEN ADEMAS LOS DATOS DEL GRUPO COMPARATIVO - (círculos blancos).

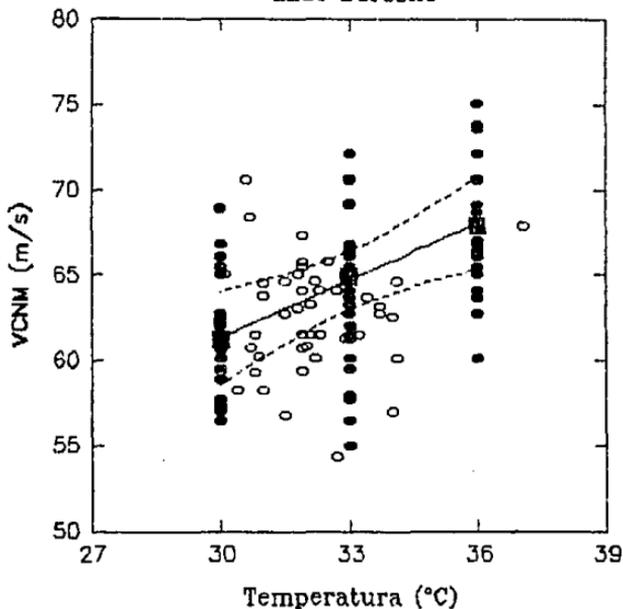
NERVIO MEDIANO
 Segmento Codo/P.Erb
 Lado Derecho



GRAFICA 12

EN LA GRAFICA SE MUESTRA LA REGRESION LINEAL (línea continua) ENTRE LA VCNM (m/s) Y LA TEMPERATURA (°C) EN EL SEGMENTO CODO/PUNTO DE ERB DEL NERVIIO MEDIANO EN EL RANGO DE 30 a 36°C, OBTENIDA A PARTIR DE LOS DATOS EXPERIMENTALES (círculos negros). ASI COMO, LAS LINEAS DE CONFIABILIDAD (punteados; - 2 SD y 95 % confianza). SE INCLUYEN ADEMÁS LOS DATOS DEL GRUPO COMPARATIVO- (círculos blancos).

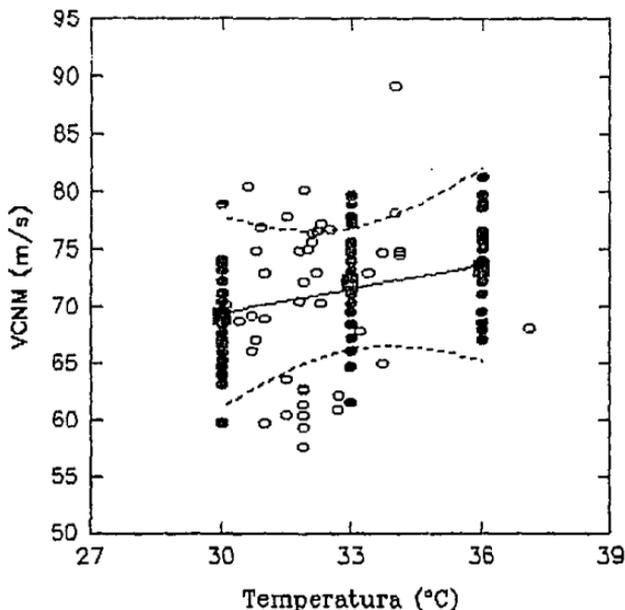
NERVIO ULNAR
Segmento Muñeca/Codo
Lado Derecho



GRAFICA 13

EN LA GRAFICA SE MUESTRA LA REGRESION LINEAL (línea continua) ENTRE LA VCNM (m/s) Y LA TEMPERATURA (°C) EN EL SEGMENTO MUÑECA/CODO DEL NERVIO ULNAR EN EL RANGO DE 30 a 36°C, OBTENIDA A PARTIR DE LOS DATOS EXPERIMENTALES (círculos negros). ASI COMO, LAS LINEAS DE CONFIABILIDAD (punteados; 2 SD y 95 % confianza). SE INCLUYEN ADEMAS LOS DATOS DEL GRUPO COMPARATIVO (círculos blancos).

NERVIO ULNAR
Segmento Codo/P. Erb
Lado Derecho



GRAFICA 14

EN LA GRAFICA SE MUESTRA LA REGRESION LINEAL (línea CONTINUA) ENTRE LA VCNM (m/s) Y LA TEMPERATURA (°C)- EN EL SEGMENTO CODO/PUNTO DE ERB DEL NERVIU ULNAR EN EL RANGO DE 30 a 36°C, OBTENIDA A PARTIR DE LOS DA TOS EXPERIMENTALES (círculos negros). ASI COMO, LAS LINEAS DE CONFIABILIDAD (punteadas; - 2 SD y 95 % confianza). SE INCLUYEN ADEMAS LOS DATOS DEL GRUPO COMPARATIVO - (círculos blancos).

DISCUSION

La necesidad de estandarizar o controlar la temperatura ha sido reconocida desde hace muchos años en experimentos, tanto en animales (Tasaky y Fujita, 1948), como en humanos. Desde los trabajos de Henriksen se estableció que la temperatura es uno de los principales factores que provocan variabilidad en la VCN (Bleasel and Tuck, 1991). Sin embargo, como lo menciona Denys (1991), llama la atención que, desde el punto de vista clínico, la temperatura no se tome en cuenta, lo cual nos da como resultado el que muy probablemente, se obtengan diagnósticos erróneos o no se detecten patologías.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo corroboran lo mencionado en la literatura acerca de que los incrementos de temperatura provocan el incremento en la VCN y los decrementos en la misma provocan a su vez, disminución de la VCN, siendo esta relación de tipo lineal. Sin embargo, Los valores promedio de VCN por cada grado centígrado de variación en la temperatura que se han reportado muestran diferencias; Henriksen (1956) reportó que la VCN varía en 2.4 m/s/°C, en los nervios Mediano y Ulnar; Buchthal y Rosefalk (1966, 1971) reportaron que la VCN sensorial cambiaba en una proporción de 2 m/s/°C en el nervio Mediano a todo lo largo del miembro superior entre 20 y 36°C. Haiar et al. (1983) reportaron que la VCN motora y sensorial del nervio Mediano (segmento Muñeca/Codo) se altera en 1.5 y 1.4 m/s/°C respectivamente, y en 2.1 y 1.6 m/s/°C en el nervio Ulnar en el rango de 26 a 30° C. Los valores obtenidos en el presente trabajo muestran que el decremento de temperatura en el rango de 30-24°C produce una variación promedio en la VCNM en el segmento Muñeca/Codo de 1.66 m/s/°C y en el segmento Codo/Punto de

Erb de 0.98 m/s/°C en el nervio Mediano y de 1.93 m/s/°C en el segmento Muñeca/Codo y de 0.73 m/s/°C en el segmento Codo/Punto de Erb en el nervio Ulnar. El incremento de temperatura en el rango de 30 a 36°C produce una variación promedio en la VCNM del nervio Mediano, en el segmento Muñeca/Codo de 0.60 m/s/°C y en el segmento Codo/Punto de Erb de 0.42 m/s/°C en tanto que, en el nervio Ulnar es de 1.23 m/s/°C en el segmento Muñeca/Codo y de 0.70 m/s/°C en el segmento Codo/Punto de Erb.

Los valores promedio de VCN reportados por diversos autores (tabla XI), y que se utilizan en nuestro país, en los gabinetes de Electrodiagnóstico, como referencia de valores normales muestran diferencias con los resultados obtenidos en nuestro trabajo, tanto en el grupo comparativo, como en el experimental (tablas III, IV, VIII y IX), y de manera más específica en el segmento Codo/Punto de Erb.

Estas diferencias se presentan no solo en los valores promedio, sino también en las desviaciones estándar. Ya que en nuestro trabajo, se muestra disminución en las desviaciones estándar en ambos grupos (comparativo y experimental), aún cuando en el grupo comparativo no se controló la temperatura, lo cual puede tener relación con el cuidado que se tuvo con la técnica empleada (y el control de todos los demás factores que afectan a la VCNM con excepción de la temperatura).

En relación a las diferencias encontradas en los valores promedio en el segmento Codo/Punto de Erb con las encontradas por otros autores (tabla XI), y en base a que las variaciones de temperatura ambiental en nuestro país, son menos extremas que en los países en los que se han realizado determinaciones de la VCNM (en algunos de esos países con temperaturas ambientales por debajo de 0°C), creemos que la capacidad de

regulación de la temperatura a nivel cutáneo es diferente, dependiendo de la población estudiada y que probablemente a ello se deban dichas diferencias.

En apoyo a las diferencias en la capacidad de regulación de la temperatura cutánea, Koczocik-Przedpelska y Gorski (1990) trabajando en humanos, reportaron que hay una relación entre la VCN sensorial y la temperatura de los tejidos que rodean al nervio, pero también y de manera importante con la capacidad termorreguladora del individuo, la cual puede ser clasificada como capacidad termorreguladora poiquilotérmica ó capacidad termorreguladora homeotérmica, siendo los cambios más importantes en los de capacidad termorreguladora poiquilotérmica. Los autores postulan que en el grupo con capacidad homeotérmica en el rango de temperatura por encima de 28°C a nivel de la piel, la irrigación a los tejidos es suficiente para mantener casi estable la percepción sensorial en dicho intervalo, mientras que en el otro grupo las condiciones de microcirculación y la respuesta vascular dependerían más de las condiciones ambientales. En la manifestación de esta capacidad Podrían estar involucrados factores de tipo climático, lo cual en parte por lo menos, explicaría las diferencias en los valores, que como normales han reportado diferentes autores (Mayer, 1963; Academia de Electrodiagnóstico y Electromiografía de Puerto Rico, 1978; Johnson, 1980 y 1982 y Kimura, 1985).

Dioszeghy y Stalberg (1992) estudiando el efecto de la temperatura sobre los parámetros de conducción nerviosa en sujetos normales y en pacientes con Diabetes Mellitus Tipos I y II, Esclerosis Lateral Amiotrófica, Síndrome de Guillain-Barré, Epilepsia y pacientes con

Síndrome de Túnel del Carpo; reportaron que los cambios de VCN provocados por variaciones en la temperatura no presentaron diferencias significativas entre el grupo control y cada uno de los grupos de pacientes con diferentes patologías, excepto para el grupo de pacientes Diabéticos, y el de Esclerosis Lateral Amiotrófica, la posibilidad de que la reactividad vascular y la microcirculación en estos pacientes se encuentre con mayor alteración, podría ser la causa de las diferencias reportadas por estos autores.

La menor variabilidad de VCNM por cada grado centígrado de variación (tablas V y X) en la temperatura, se dió en el segmento Codo/Punto de Erb, lo cual puede deberse a que este segmento se encuentra próximo al cuerpo y el tronco nervioso está rodeado por mayor cantidad de tejidos, por lo que el intento de variar la temperatura de este segmento presenta mayor dificultad.

Por otro lado, el sitio en el cual se monitoreó la temperatura fue la parte media del antebrazo, y puesto que no verificamos la temperatura a nivel de la piel del brazo, ésta pudo no haber variado en la misma proporción que en el segmento del antebrazo.

También debemos considerar que los cambios de temperatura influyen de manera diferente en la VCN dependiendo del tipo de fibra que conduce. De Jesús et al. (1973), reportaron que entre la temperatura y la VCN existe una relación lineal, pero que la pendiente difiere marcadamente dependiendo de si son fibras rápidas o lentas, siendo dicha pendiente mayor para las fibras rápidas.

En el presente trabajo, los valores de desviación estándar cuando se controla la temperatura son muy semejantes en cada una de las temperaturas estudiadas, tanto para bajas como para altas temperaturas (III, IV, VIII y IX), lo cual sugiere que lo importante es controlar la temperatura y que cuando se comparen valores de VCNM se hagan con tablas hechas a la temperatura a la cual se hacen los registros.

La disminución de la desviación estándar puede o no ser debida a la temperatura, puesto que como ya se mencionó esta disminución se observó en nuestro grupo comparativo. Sin embargo, no se descarta a la temperatura puesto que como ya también se mencionó nuestras variaciones climáticas son menos extremas y no contamos con una tabla de valores normales obtenida en nuestro medio.

Es un hecho que la medición de la VCN presenta una gran variabilidad aun en un mismo individuo, tanto así, que se ha calculado que en algunos casos, como en la neuropatía diabética, se puede requerir una muestra de hasta 200 sujetos para demostrar que un incremento de 1 m/s en la VCN es significativo (Bleasel and Tuck, 1991). Por otra parte, se ha demostrado de manera incontrovertible el que la temperatura es el principal parámetro que ejerce un efecto sobre la VCN.

TABLA XI.- Valores de VCNM (m/s) reportados por diversos autores.

AUTOR	Nervio Mediano		Nervio Ulnar	
	Muñ/Codo	Codo/P.Erb	Muñ/Codo	Codo/P.Erb
Mayer, R.F. 1963	59.3±3.5	65.9±5.0	58.9±2.2	64.4±2.6
A DE E. Y EMG Puerto Rico 1978	57.0±5.0	-----	62.0±5.0	70.0±7.0
Johnson, E.W. 1980	58.6±3.8	62.8±6.0	57.9±4.3	58.4±4.1
Johnson, E.W. 1982	58.6	61.8	61.8±5.0	61.7±5.5
Kimura, J. 1985	57.7±4.9	63.5±6.2	58.7±5.1	66.5±6.3
Fraire-Martinez, M.I. 1992 *	60.9±2.3	72.8±7.0	62.6±2.9	69.3±6.3

* Se presentan promedios y desviaciones estándar. Los registros se obtuvieron a la temperatura de la piel que cada sujeto presentaba en el tercio medio del antebrazo en el momento del registro (rango 30 a 37.7°C).

CONCLUSIONES

1. Los valores de la Desviación Estándar de la VCNM en los segmentos Muñeca/Codo y Codo Punto de Erb, de los nervios Mediano y Ulnar obtenidos en nuestro trabajo, son menores que los reportados por tablas de uso común (tabla XI).
2. No hay variación en cuanto a la Desviación Estándar de la VCNM en los segmentos Muñeca/Codo y Codo Punto de Erb, de los nervios Mediano y Ulnar en el rango de temperaturas estudiadas, lo cual no permite sugerir un rango de temperaturas en particular para hacer el registro de VCNM.
3. El incremento de temperatura produce un aumento de la VCNM; el decremento de temperatura provoca una disminución de la VCNM.
4. Existe una relación lineal entre el incremento de temperatura y la VCNM.

5. Existe una relación lineal entre el decremento de temperatura y la VCNM.

6. El decremento de temperatura en el rango de 30-24°C produce una variación promedio por grado centígrado en la VCNM en el segmento Muñeca/Codo de 1.66 m/s y en el segmento Codo/Punto de Erb de 0.98 m/s en el nervio Mediano y de 1.93 m/s en el segmento Muñeca/Codo y de 0.73 m/s en el segmento Codo/Punto de Erb en el nervio Ulnar.

7. El incremento de temperatura en el rango de 30 a 36°C produce una variación promedio por grado centígrado en la VCNM en el segmento Muñeca/Codo de 0.60 m/s y en el segmento Codo/Punto de Erb de 0.42 m/s en el nervio Mediano y de 1.23 m/s en el segmento Muñeca/Codo y de 0.70 m/s en el segmento Codo/Punto de Erb en el nervio Ulnar.

8. Las variaciones de la VCNM están relacionadas con el segmento explorado. En el segmento Codo/Punto de Erb la VCNM es mayor que en el segmento Muñeca/Codo.

9. No existe diferencia estadísticamente significativa en los valores de VCNM obtenidos en los segmentos Muñeca/Codo y Codo/Punto de Erb de los nervios Mediano y Ulnar por lado estudiado (Derecho vs Izquierdo).

RELEVANCIA

El presente trabajo es de relevancia debido a que:

1. Es una aportación que permite contar con valores normales para nuestra población y que pueden ser utilizados en la clínica para valorar los cambios patológicos en diferentes entidades nosológicas.
2. Evita el utilizar valores obtenidos en otros países en condiciones diferentes a las que se dan en nuestro país.
3. Hace evidente la necesidad tomar en cuenta a la temperatura cuando se registra la VCNM.

Dado que en el grupo comparativo en donde no se controló la temperatura, el valor promedio de ésta fue de 32°C, se sugeriría que las tablas que tomaran en cuenta a la temperatura se hicieran en éste valor.

Considero importante continuar realizando este mismo tipo de estudios para el resto de los nervios que se utilizan de manera rutinaria en los estudios electrofisiológicos en la clínica.

ANEXO A
GRUPO COMPARATIVO

NOTAS:

1.- En las tablas siguientes, la primera columna corresponde al número de control interno para identificar a los sujetos de estudio. Se enumeraron en orden progresivo, conforme se fueron presentando para llevar a cabo los registros.

2.- En la segunda columna (sexo), el número 1 corresponde al sexo masculino y el número 2, al femenino.

3.- La tercera columna corresponde a la edad en años.

4.- En la última columna se hace referencia a la temperatura a nivel de la piel, obtenida por medio de un termopar colocado en el tercio medio del antebrazo en los bordes interno (Nervio Ulnar) o externo (Nervio Mediano).

GRUPO COMPARATIVO

DATOS DE LOS REGISTROS DE VELOCIDAD DE CONDUCCION

NERVIOSA MOTORA

NERVIO MEDIANO

Nº DE CONTROL	SEXO	EDAD AÑOS	MUÑECA/CODO		CODO/P.ERB		TEMPERATURA
			DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	
1	1	29	60.89	61.59	67.66	63.79	31.9
10	1	28	63.25	58.89	64.38	70.33	31.5
15	1	28	58.76	60.80	59.29	62.99	31.9
17	1	28	58.76	55.28	62.50	72.11	30.0
20	1	23	61.43	66.45	74.11	80.47	31.0
21	1	26	61.16	61.65	74.88	75.81	37.7
22	1	25	60.89	58.59	67.49	68.15	31.0
23	1	26	63.10	65.50	79.12	83.13	30.1
24	1	25	60.72	63.56	75.81	69.34	31.5
26	1	28	57.69	65.03	79.80	76.56	32.5
28	1	29	64.10	61.43	76.4	70.51	30.7
29	1	34	60.63	58.19	71.22	75.54	32.1
30	1	26	64.10	64.10	78.34	81.73	34.1
35	1	24	60.89	59.38	73.83	81.36	33.7
40	1	35	59.46	60.09	73.83	79.80	32.2
42	1	26	62.21	61.43	75.54	76.56	32.3
45	1	19	59.46	60.09	86.53	83.65	31.9
49	1	19	63.10	77.12	59.38	66.10	30.8
50	1	19	63.63	60.09	56.31	70.39	31.0
51	1	19	61.43	61.43	82.28	82.28	33.0
52	1	20	56.93	60.09	75.54	70.51	34.0
53	1	19	56.56	60.09	79.51	79.51	31.8
54	1	21	59.46	62.76	76.56	82.69	33.4
2	2	30	64.71	65.70	64.71	64.71	30.6
6	2	34	60.89	62.21	72.11	60.57	31.9
7	2	23	60.09	63.10	66.10	63.37	31.9
8	2	30	65.70	57.42	68.97	61.25	31.9
9	2	25	62.21	65.38	76.29	80.12	31.0
11	2	25	60.09	60.89	68.55	63.58	31.2
12	2	34	60.89	62.21	72.11	60.57	31.9
14	2	24	64.30	61.43	61.81	66.56	32.7
16	2	26	58.86	60.80	65.38	64.79	31.9

18	2	27	62.50	59.79	77.57	83.56	30.7
19	2	22	59.46	64.47	73.16	75.12	37.1
25	2	26	61.96	64.10	74.03	70.26	30.8
27	2	24	61.43	59.38	81.73	77.12	30.4
31	2	26	61.29	61.81	81.52	76.12	32.0
33	2	32	62.21	63.10	75.81	76.12	32.2
34	2	32	57.40	57.42	81.12	79.12	33.2
36	2	30	60.89	60.88	80.76	80.12	31.8
37	2	29	58.89	60.09	83.65	80.12	32.1
38	2	27	61.59	63.10	76.92	76.92	30.9
39	2	24	59.38	57.97	78.12	79.80	32.3
43	2	20	61.43	65.04	87.79	87.79	32.9
44	2	19	61.59	61.59	76.73	81.73	34.1
46	2	19	63.09	64.60	74.99	72.11	32.7
47	2	20	60.99	57.40	86.31	82.56	31.5
48	2	19	64.60	64.60	79.80	76.73	34.0
MEDIA		25.5	61.15	61.84	74.09	74.25	32.16
STD		4.57	2.07	3.37	7.34	7.31	1.51

GRUPO COMPARATIVO

DATOS DE LOS REGISTROS DE VELOCIDAD DE CONDUCCION

NERVIOSA MOTORA

NERVIO ULNAR

No	SEXO	EDAD	MUÑECA/CODO		CODO/P.ERB		TEMPERATURA
			DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	
1	1	29	65.43	66.96	59.29	58.27	31.9
10	1	28	56.77	58.56	60.46	62.92	31.5
15	1	28	61.43	60.72	62.67	66.96	31.9
17	1	28	60.72	57.69	59.70	66.31	30.0
20	1	23	63.76	60.72	73.03	69.62	31.0
21	1	26	62.76	67.87	64.90	64.70	33.7
22	1	25	58.19	60.72	59.70	67.14	31.0
23	1	26	65.04	59.56	70.11	73.00	30.1
24	1	25	62.76	57.69	63.58	71.25	31.5
26	1	28	65.78	66.45	76.73	75.54	32.5
28	1	29	60.72	59.46	66.10	65.91	30.7
29	1	34	61.43	59.46	76.40	69.01	32.1
30	1	26	64.63	64.10	74.60	77.26	34.1
35	1	24	63.17	58.37	74.69	72.94	33.7
40	1	35	60.09	60.09	76.56	73.89	32.2
42	1	26	64.10	63.25	77.26	68.10	32.3
45	1	19	64.10	69.58	80.12	68.68	31.9
49	1	19	61.43	65.04	66.96	78.12	30.8
50	1	19	64.52	59.44	68.91	71.28	31.0
51	1	19	61.29	58.37	74.69	77.45	33.0
52	1	20	62.50	59.52	78.12	66.28	34.0
53	1	19	65.04	61.43	70.39	78.84	31.8
54	1	21	63.70	63.70	73.00	75.81	33.4
2	2	30	70.61	70.61	80.43	80.43	30.6
3	2	31	59.38	58.82	57.69	63.03	31.9
6	2	34	65.78	60.72	61.33	65.88	31.9
7	2	23	67.30	80.85	72.11	59.17	31.9
8	2	30	60.72	61.29	60.48	80.12	31.9
12	2	34	65.78	60.72	61.33	65.88	31.9
14	2	24	64.10	64.63	60.89	67.66	32.7
16	2	26	61.43	60.09	62.86	63.79	31.9
18	2	27	68.41	63.10	69.23	77.83	30.7
19	2	22	67.87	63.25	68.15	64.38	37.1
25	2	26	59.29	61.43	74.78	68.79	30.8

27	2	24	58.19	62.76	68.79	63.82	30.4
31	2	26	60.80	62.21	74.99	74.99	32.0
33	2	32	64.60	58.76	73.00	65.70	32.2
34	2	32	61.42	58.15	67.92	70.33	33.2
36	2	30	63.10	62.76	74.78	67.66	31.8
37	2	29	63.25	62.50	75.67	70.51	32.1
38	2	27	60.23	63.10	76.92	80.12	30.9
39	2	24	61.43	61.42	70.26	68.55	32.3
43	2	20	61.23	64.63	72.11	72.11	32.9
44	2	19	60.09	59.46	74.78	76.56	34.1
46	2	19	54.40	54.40	62.16	62.01	32.7
47	2	20	64.60	64.60	77.88	77.88	31.5
48	2	19	56.93	63.63	89.28	75.81	34.0
MEDIA		25.61	62.56	62.18	70.12	70.28	32.12
STD		4.688	3.13	4.21	7.04	5.78	1.29

ANEXO B
GRUPO EXPERIMENTAL

NOTAS:

1.- En las tablas siguientes, la primera columna corresponde al número de control interno para identificar a los sujetos de estudio. Se enumeraron en orden progresivo, conforme se fueron presentando para llevar a cabo los registros.

2.- En la segunda columna (sexo), el número 1 corresponde al sexo masculino y el número 2, al femenino.

3.- La tercera columna corresponde a la edad en años.

4.- En las tablas siguientes se hace referencia a la temperatura a nivel de la piel, obtenida por medio de un termopar colocado en el tercio medio del antebrazo en los bordes interno (Nervio Ulnar) o externo (Nervio Mediano).

GRUPO EXPERIMENTAL

DATOS DE LOS REGISTROS DE VELOCIDAD DE CONDUCCION

NERVIOSA MOTORA

NERVIO MEDIANO

TEMPERATURA 24 ° C

No.	SEXO	EDAD	MUÑECA/CODO		CODO/P.ERB	
			DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA
1'	2	19	52,65	50,26	68,39	68,41
2'	1	21	56,93	58,19	74,78	74,78
3'	2	24	46,07	48,07	60,09	62,03
4'	1	33	43,06	49,22	80,76	80,76
5'	2	33	53,41	53,41	79,51	79,51
6'	1	28	46,15	48,07	69,44	67,97
7'	1	33	58,19	58,19	71,28	71,28
8'	1	33	49,03	53,30	68,41	67,66
9'	1	29	54,63	52,25	76,12	73,07
10'	2	23	43,06	49,22	76,69	70,02
11'	1	31	54,94	54,94	79,43	70,26
12'	2	21	51,68	46,98	74,30	71,07
13'	2	20	45,98	46,02	71,15	68,68
14'	2	24	45,07	47,03	74,88	81,12
15'	1	27	51,08	49,03	75,54	70,51
16'	2	24	49,07	47,03	74,20	73,21
17'	2	29	47,07	51,35	69,34	79,43
18'	1	23	43,78	43,78	73,07	73,07
19'	1	24	49,12	49,07	68,79	72,11
20'	1	33	43,26	44,76	59,70	58,93
21'	2	27	49,03	51,08	65,24	70,26
22'	1	29	49,12	53,80	76,12	77,34
23'	1	24	52,25	52,25	69,44	72,11
24'	2	29	47,03	45,07	70,26	69,23
25'	2	29	46,22	46,22	67,66	68,55
26'	2	22	49,12	52,65	69,23	69,23
27'	2	20	49,16	51,51	73,07	70,26
28'	1	27	49,12	56,49	73,07	71,15
29'	2	30	51,35	52,93	78,12	78,12
30'	2	31	49,07	48,07	68,41	68,41
MEDIA			49,19	50,34	71,88	71,62
STD			3,92	3,77	5,04	4,94

GRUPO EXPERIMENTAL

DATOS DE LOS REGISTROS DE VELOCIDAD DE CONDUCCION

NERVIOSA MOTORA

NERVIO MEDIANO

TEMPERATURA 27° C

No.	SEXO	EDAD	MUÑECA/CODO		CODO/P. ERB	
			DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA
1'	2	19	55.28	55.28	74.11	74.11
2'	1	21	60.09	56.93	80.76	80.76
3'	2	24	58.19	58.19	76.92	64.10
4'	1	33	54.40	54.40	74.78	77.66
5'	2	33	56.56	56.56	82.69	82.69
6'	1	28	52.44	54.94	72.11	78.84
7'	1	33	58.19	58.19	76.56	77.88
8'	1	33	55.72	58.37	65.88	73.07
9'	1	29	60.09	57.23	79.43	76.29
10'	2	23	49.22	54.40	69.23	76.69
11'	1	31	57.69	54.94	73.07	83.04
12'	2	21	54.40	51.68	77.83	82.41
13'	2	20	50.36	50.36	74.11	71.15
14'	2	24	54.08	51.51	74.88	81.12
15'	1	27	49.03	55.72	78.34	68.23
16'	2	24	49.07	47.03	68.26	68.26
17'	2	29	53.80	56.49	72.11	78.12
18'	1	23	51.08	49.03	73.07	67.66
19'	1	24	53.80	56.08	73.89	74.78
20'	1	33	49.92	51.92	71.19	70.26
21'	2	27	58.37	58.37	76.12	79.43
22'	1	29	53.80	56.49	79.43	77.34
23'	1	24	57.23	57.23	74.99	74.99
24'	2	29	49.16	49.16	67.49	66.56
25'	2	29	52.25	50.08	73.07	71.19
26'	2	22	53.80	55.28	72.11	72.11
27'	2	20	55.28	56.93	74.03	79.43
28'	1	27	56.08	59.46	76.12	77.34
29'	2	30	56.49	56.49	85.22	81.52
30'	2	31	51.21	52.44	71.15	74.11
HEDIA			54.24	54.71	74.63	75.37
STD			3.27	3.20	4.27	5.11

GRUPO EXPERIMENTAL

DATOS DE LOS REGISTROS DE VELOCIDAD DE CONDUCCION

NERVIOSA MOTORA

NERVIO MEDIANO

TEMPERATURA 30° C

No.	SEXO	EDAD	MUÑECA/CODO		CODO/P. ERB	
			DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA
1'	2	19	58.19	61.43	71.15	71.15
2'	1	21	56.93	57.84	77.66	77.66
3'	2	24	56.49	59.46	76.92	76.92
4'	1	33	60.80	60.80	84.13	84.13
5'	2	33	56.56	56.56	86.13	86.13
6'	1	28	57.69	57.69	74.99	75.81
7'	1	33	61.69	61.99	85.13	81.73
8'	1	33	61.29	61.29	68.41	67.66
9'	1	29	66.77	66.77	83.04	83.56
10'	2	23	57.42	60.80	84.76	80.52
11'	1	31	60.72	60.72	76.12	76.12
12'	2	21	64.60	60.80	86.03	86.53
13'	2	20	58.76	58.76	77.34	77.34
14'	2	24	56.93	56.93	77.88	81.12
15'	1	27	57.43	58.37	84.61	75.54
16'	2	24	56.08	56.93	77.57	78.12
17'	2	29	59.46	59.46	75.12	74.99
18'	1	23	58.37	58.37	79.43	76.12
19'	1	24	56.49	56.08	68.79	77.66
20'	1	33	56.43	64.90	71.19	67.66
21'	2	27	64.52	64.52	73.07	76.12
22'	1	29	59.46	59.46	83.04	80.85
23'	1	24	63.25	63.25	78.12	81.52
24'	2	29	56.93	56.93	73.11	72.11
25'	2	29	57.23	57.23	73.07	77.12
26'	2	22	62.76	65.04	75.25	78.67
27'	2	20	61.99	63.63	77.12	76.12
28'	1	27	56.49	59.46	79.43	80.85
30'	2	31	58.89	57.69	74.11	71.15
MEDIA			59.33	60.11	77.68	77.62
STD			2.89	2.85	5.08	4.70

Datos para el nervio Mediano

Temp (C)	Muñeca/Codo		Codo/P. Erb	
	Der.	Izq.	Der.	Izq.
30.00	59.33	60.11	77.60	77.62
27.00	54.24	54.71	74.63	75.37
24.00	49.19	50.34	71.88	71.62

(Nervio Mediano)

(Muñ/Codo Der.)

Salida de Regresión:

Constante	0.61	
Err Std de Y Est		0.02
R al Cuadrado		1.00
Nº de Observaciones		3.00
Grados de Libertad		1.00
Coefficiente(s) X	1.69	
Err Std de Coef.	0.00	

(Nervio Mediano)

(Muñ/Codo Izq.)

Salida de Regresión:

Constante	11.10	
Err Std de Y Est		0.42
R al Cuadrado		1.00
Nº de Observaciones		3.00
Grados de Libertad		1.00
Coefficiente(s) X	1.63	
Err Std de Coef.	0.10	

(Nervio Mediano)

(Codo/P. Erb Der.)

Salida de Regresión:

Constante	40.65	
Err Std de Y Est		0.12
R al Cuadrado		1.00
Nº de Observaciones		3.00
Grados de Libertad		1.00
Coefficiente(s) X	0.97	
Err Std de Coef.	0.03	

(Nervio Mediano)
(Codo/P.Erb Izq.)
Salida de Regresión:

Constante	47,86	
Err Std de Y Est		0,61
R al Cuadrado		0,98
Nº de Observaciones		3,00
Grados de Libertad		1,00
Coficiente(s) X	1,00	
Err Std de Coef.	0,14	

GRUPO EXPERIMENTAL

DATOS DE LOS REGISTROS DE VELOCIDAD DE CONDUCCION

NERVIOSA MOTORA

NERVIO ULNAR

TEMPERATURA 24° C

MUÑECA/CODO

CODO/P. ERB

No.	SEXO	EDAD	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA
1'	2	19	55.28	50.26	65.88	65.88
2'	1	21	52.65	52.65	67.30	67.30
3'	2	24	48.07	48.07	62.03	60.09
4'	1	33	55.66	48.07	72.94	72.94
5'	2	33	66.10	66.10	66.68	71.28
6'	1	28	48.07	48.07	66.85	70.51
7'	1	33	50.26	50.26	59.06	60.80
8'	1	33	48.07	48.07	68.68	72.11
9'	1	29	52.65	48.07	64.10	62.03
10'	2	23	50.48	50.48	75.25	69.23
11'	1	31	51.83	48.07	76.31	80.12
12'	2	21	51.68	49.22	64.99	69.23
13'	2	20	45.07	45.07	69.44	71.22
14'	2	24	47.03	47.03	62.99	65.24
15'	1	27	49.07	49.07	61.51	62.92
16'	2	24	40.35	45.19	54.08	58.49
17'	2	29	47.07	47.07	64.65	68.68
18'	1	23	45.30	43.62	55.14	55.14
19'	1	24	45.50	49.00	66.68	65.91
20'	1	33	44.07	42.64	56.08	56.08
21'	2	27	48.07	46.15	66.31	67.82
22'	1	29	52.65	51.35	63.53	62.67
23'	1	24	52.25	52.25	67.97	68.79
24'	2	29	44.37	43.26	63.82	61.33
25'	2	29	47.11	47.11	68.10	65.91
26'	2	22	46.22	46.15	61.33	58.49
27'	2	20	51.21	48.07	71.19	68.55
28'	1	27	56.49	51.35	60.48	60.09
29'	2	30	49.07	51.91	70.26	67.66
30'	2	31	49.12	51.21	62.99	61.69
MEDIA			49.69	48.83	65.22	65.61
STD			4.75	4.13	5.25	5.51

GRUPO EXPERIMENTAL

DATOS DE LOS REGISTROS DE VELOCIDAD DE CONDUCCION

NERVIOSA MOTORA

NERVIO ULNAR

TEMPERATURA 27° C

No.	SEXO	EDAD	MUÑECA/CODO		CODO/P. ERB	
			DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
1'	2	19	65.04	65.04	71.15	71.15
2'	1	21	58.19	58.19	61.18	61.18
3'	2	24	52.65	52.65	64.10	64.10
4'	1	33	55.66	55.66	70.51	70.51
5'	2	33	66.10	66.10	76.56	73.83
6'	1	28	54.63	57.23	71.31	75.54
7'	1	33	52.65	52.65	68.91	68.91
8'	1	33	54.63	54.63	71.22	66.96
9'	1	29	58.19	55.28	68.68	73.96
10'	2	23	56.08	56.08	72.11	78.64
11'	1	31	57.69	57.69	72.11	60.09
12'	2	21	49.22	60.88	76.29	69.23
13'	2	20	51.51	54.08	72.11	68.68
14'	2	24	54.08	51.51	60.89	67.66
15'	1	27	49.07	53.54	63.37	69.01
16'	2	24	47.07	47.07	57.69	60.51
17'	2	29	51.35	53.80	62.50	64.10
18'	1	23	49.03	51.21	58.59	60.48
19'	1	24	55.39	60.66	66.68	65.91
20'	1	33	48.96	52.88	56.08	57.84
21'	2	27	52.44	54.94	71.22	73.03
22'	1	29	55.28	53.80	71.15	67.49
23'	1	24	60.09	60.09	70.39	73.89
24'	2	29	50.16	51.51	63.82	61.33
25'	2	29	51.21	51.21	68.10	65.91
26'	2	22	54.63	54.94	63.53	62.67
27'	2	20	56.08	57.69	68.55	68.55
28'	1	27	59.46	56.49	58.59	62.16
29'	2	30	58.89	61.99	70.26	67.66
30'	2	31	59.46	58.89	70.26	66.10
MEDIA			54.83	55.94	67.26	67.24
STD			4.55	4.18	5.42	5.09

GRUPO EXPERIMENTAL

DATOS DE LOS REGISTROS DE VELOCIDAD DE CONDUCCION

NERVIOSA MOTORA

NERVIO ULNAR

TEMPERATURA 30°C

No.	SEXO	EDAD	MUÑECA/CODO		CODO/P.ERB	
			DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
1'	2	19	61.43	61.43	71.15	71.15
2'	1	21	61.43	58.19	69.10	69.62
3'	2	24	62.50	62.50	64.10	64.10
4'	1	33	62.21	62.21	70.51	70.51
5'	2	33	66.10	66.10	73.83	73.83
6'	1	28	60.09	60.09	73.77	75.54
7'	1	33	65.43	61.99	66.50	67.97
8'	1	33	57.23	57.23	68.68	72.11
9'	1	29	65.04	65.04	73.96	73.96
10'	2	23	59.38	63.10	72.11	69.23
11'	1	31	57.69	60.27	64.65	66.31
12'	2	21	68.91	61.59	73.11	75.25
13'	2	20	56.93	56.93	72.11	76.92
14'	2	24	60.09	54.08	67.66	70.26
15'	1	27	58.89	58.89	59.75	66.85
16'	2	24	56.49	56.49	64.10	64.99
17'	2	29	59.46	59.46	72.11	73.96
18'	1	23	58.89	58.89	64.65	66.96
19'	1	24	60.66	60.66	71.28	72.97
20'	1	33	57.48	57.48	63.82	66.10
21'	2	27	57.69	57.69	71.22	75.96
22'	1	29	61.43	59.46	68.41	67.49
23'	1	24	66.77	66.77	78.84	79.80
24'	2	29	60.09	56.93	74.03	71.15
25'	2	29	65.43	65.43	70.45	68.10
26'	2	22	60.09	60.72	65.88	64.99
27'	2	20	61.99	60.72	74.03	74.03
28'	1	27	62.76	62.76	66.96	66.77
30'	2	31	62.76	61.99	65.24	66.10
NEDIA			61.22	60.52	69.17	70.45
STD			3.16	3.02	4.36	4.08

Datos para el

nervio Ulnar	Muñeca/Codo		Codo/P.Erb	
	Der.	Izq.	Der.	Izq.
30.00	61.22	60.52	69.17	70.45
27.00	54.83	55.94	67.26	67.24
24.00	49.69	48.83	65.23	65.61

(Nervio Ulnar)

(Muñ/Codo Der.)

Salida de Regresión:

Constante	3,39	
Err Std de Y Est		0,51
R al Cuadrado		1,00
Nº de Observaciones		3,00
Grados de Libertad		1,00
Coefficiente(s) X	1,92	
Err Std de Coef.	0,12	

(Nervio Ulnar)

(Muñ/Codo Izq.)

Salida de Regresión:

Constante	2,49	
Err Std de Y Est		1,04
R al Cuadrado		0,98
Nº de Observaciones		3,00
Grados de Libertad		1,00
Coefficiente(s) X	1,95	
Err Std de Coef.	0,24	

(Nervio Ulnar)

(Codo/P.Erb Der.)

Salida de Regresión:

Constante	49,43	
Err Std de Y Est		0,05
R al Cuadrado		1,00
Nº de Observaciones		3,00
Grados de Libertad		1,00
Coefficiente(s) X	0,66	
Err Std de Coef.	0,01	

(Nervio Ulnar)

(Codo/P.Erb Izq.)

Salida de Regresión:

Constante	45.98	
Err Std de Y Est		0.65
R al Cuadrado		0.97
Nº de Observaciones		3.00
Grados de Libertad		1.00
Coefficiente(s) X	0.81	
Err Std de Coef.	0.15	

GRUPO EXPERIMENTAL

DATOS DE LOS REGISTROS DE VELOCIDAD DE CONDUCCION

NERVIOSA MOTORA

NERVIO MEDIANO

TEMPERATURA 33° C

No.	SEXO	EDAD	MUÑECA/CODO		CODO/P. ERB	
			DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
1'	2	19	58,19	63,63	76,12	70,26
2'	1	21	63,63	65,04	65,13	72,11
3'	2	24	57,69	56,49	84,65	81,12
4'	1	33	60,09	63,63	79,12	79,12
5'	2	33	60,09	60,09	86,13	86,13
6'	1	28	57,69	60,72	76,92	82,13
7'	1	33	61,29	58,37	76,56	76,56
8'	1	33	58,37	58,37	73,07	83,04
9'	1	29	66,77	66,45	83,04	81,52
10'	2	23	60,08	64,60	80,52	80,52
11'	1	31	61,43	64,10	81,52	84,70
12'	2	21	64,60	64,60	87,29	86,03
13'	2	20	58,76	60,80	75,12	76,12
14'	2	24	56,93	63,63	76,12	73,07
15'	1	27	61,29	61,29	84,61	81,36
16'	2	24	61,99	63,63	81,27	81,27
17'	2	29	59,46	59,46	66,77	77,34
18'	1	23	61,29	58,37	83,04	73,11
19'	1	24	59,46	58,89	68,79	74,78
20'	1	33	59,00	61,81	76,12	67,66
21'	2	27	56,49	64,10	79,43	79,43
22'	1	29	66,45	66,45	86,99	85,85
23'	1	24	66,77	66,77	85,70	82,56
24'	2	29	63,63	63,63	76,29	73,11
25'	2	29	63,25	60,09	77,12	80,47
26'	2	22	62,76	65,04	84,70	80,85
27'	2	20	65,04	63,63	80,47	76,12
28'	1	27	59,46	66,45	79,43	77,34
30'	2	30	61,99	60,72	64,11	67,34
31'	2	31	56,93	56,93	78,67	82,41
MEDIA			61,03	62,26	78,49	78,45
STD			2,94	2,95	6,14	5,13

GRUPO EXPERIMENTAL

DATOS DE LOS REGISTROS DE VELOCIDAD DE CONDUCCION

NERVIOSA MOTORA

NERVIO MEDIANO

TEMPERATURA 36° C

No.	SEXO	EDAD	MUÑECA/CODO		CODO/P. ERB	
			DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
1'	2	19	61,00	63,63	76,12	67,66
2'	1	21	63,63	69,11	67,30	74,78
3'	2	24	60,09	59,46	83,61	80,12
4'	1	33	66,45	66,45	69,53	72,11
5'	2	33	56,56	56,56	85,13	81,73
6'	1	28	60,72	60,72	87,41	89,59
7'	1	33	64,52	61,29	82,69	82,69
8'	1	33	61,29	58,37	83,04	86,99
9'	1	29	66,77	66,45	86,99	85,22
10'	2	23	60,80	64,60	89,47	80,52
11'	1	31	61,43	60,73	81,52	80,85
12'	2	21	64,60	64,60	87,29	90,81
13'	2	20	70,51	68,91	78,38	76,12
14'	2	24	63,63	63,63	73,07	76,12
15'	1	27	64,52	63,25	85,70	82,13
16'	2	24	61,99	67,60	81,27	85,33
17'	2	29	62,76	66,45	72,11	80,85
18'	1	23	61,29	61,29	83,04	70,19
19'	1	24	65,43	66,45	70,39	76,73
20'	1	33	61,81	56,43	76,12	79,43
21'	2	27	59,46	60,72	79,43	86,99
22'	1	29	66,45	66,45	91,34	90,14
23'	1	24	63,25	66,77	89,28	90,43
24'	2	29	67,60	67,60	73,11	70,19
25'	2	29	63,25	60,09	76,12	77,12
26'	2	22	66,45	69,11	80,85	80,85
27'	2	20	65,04	67,60	84,13	91,34
28'	1	27	59,46	66,45	79,43	77,34
30'	2	30	61,99	64,10	80,85	74,11
31'	2	31	60,09	60,09	78,67	75,25
MEDIA			63,09	63,83	80,45	80,46
STD			2,91	3,66	6,18	6,48

Datos para el Nervio Mediano

Temp (°C)	Muñeca/Codo		Codo/P. Erb	
	Der.	Izq.	Der.	Izq.
30.00	59,33	60,11	77,60	77,62
33.00	61,03	62,26	78,49	78,45
36.00	63,09	63,83	80,45	80,46

(Nervio Mediano)

(Mun/Codo Der)

Salida de Regresión:

Constante	40.47	
Err Std de Y Est		0,15
R al Cuadrado		1,00
Nº de Observaciones		3,00
Grados de Libertad		1,00
Coefficiente(s) X	0,63	
Err Std de Coef.	0,03	

(Nervio Mediano)

(Mun/Codo Izq)

Salida de Regresión:

Constante	41,61	
Err Std de Y Est		0,24
R al Cuadrado		0,99
Nº de Observaciones		3,00
Grados de Libertad		1,00
Coefficiente(s) X	0,62	
Err Std de Coef.	0,06	

(Nervio Mediano)

(Codo/P. Erb Der)

Salida de Regresión:

Constante	63,64	
Err Std de Y Est		0,47
R al Cuadrado		0,95
Nº de Observaciones		3,00
Grados de Libertad		1,00
Coefficiente(s) X	0,46	
Err Std de Coef.	0,11	

(Nervio Mediano)
(Codo/P.Erb Izq)
Salida de Regresión:

Constante	63.22	
Err Std de Y Est		0.48
R al Cuadrado		0.95
Nº de Observaciones		3.00
Grados de Libertad		1.00
Coficiente(s) X	0.47	
Err Std de Coef.	0.11	

GRUPO EXPERIMENTAL

DATOS DE LOS REGISTROS DE VELOCIDAD DE CONDUCCION

NERVIOSA MOTORA

NERVIO ULNAR

TEMPERATURA 33° C

No.	SEXO	EDAD	MUÑECA/CODO		CODO/PT. ERB	
			DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO
1'	2	19	72.11	65.04	71.15	73.07
2'	1	21	61.43	65.04	64.60	67.30
3'	2	24	64.10	66.77	74.88	73.00
4'	1	33	62.76	61.84	69.53	67.14
5'	2	33	69.11	69.11	79.51	79.51
6'	1	28	63.25	66.77	67.14	71.22
7'	1	33	59.46	62.76	73.83	76.56
8'	1	33	60.09	63.25	74.99	73.07
9'	1	29	69.11	70.61	74.03	72.11
10'	2	23	72.11	68.91	79.76	82.41
11'	1	31	54.94	60.72	77.88	69.44
12'	2	21	64.60	68.91	78.98	81.27
13'	2	20	62.76	63.63	71.15	71.15
14'	2	24	63.63	63.63	70.26	70.26
15'	1	27	65.43	65.43	61.51	66.85
16'	2	24	66.45	59.46	72.11	72.11
17'	2	29	66.45	66.45	69.44	70.26
18'	1	23	69.28	65.43	72.11	71.19
19'	1	24	57.91	60.66	73.83	68.10
20'	1	33	66.10	66.10	66.10	66.10
21'	2	27	56.49	61.99	73.03	78.12
22'	1	29	65.04	66.45	68.41	67.49
23'	1	24	70.70	66.77	78.84	79.80
24'	2	29	57.69	56.93	66.10	68.55
25'	2	29	61.99	61.99	75.67	72.97
26'	2	22	66.77	72.11	75.12	69.34
27'	2	20	69.28	67.87	77.12	77.12
28'	1	27	66.45	70.61	64.65	65.24
30'	2	30	70.61	69.28	70.26	71.19
31'	2	31	70.61	72.11	73.11	75.12
MEDIA			64.89	65.55	72.17	72.24
STD			4.65	3.73	4.73	4.59

GRUPO EXPERIMENTAL

DATOS DE LOS REGISTROS DE VELOCIDAD DE CONDUCCION

NERVIOSA MOTORA

NERVIO ULNAR

TEMPERATURA 36° C

No.	SEXO	EDAD	MUÑECA/CODO		CODOP. ERB	
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
1'	2	19	67.07	69.11	71.15	73.07
2'	1	21	65.04	69.11	73.83	67.30
3'	2	24	64.10	66.77	72.11	73.00
4'	1	33	63.63	67.56	79.12	75.96
5'	2	33	68.68	66.10	78.58	81.73
6'	1	28	66.77	66.77	72.11	68.68
7'	1	33	66.45	66.45	76.56	79.51
8'	1	33	60.09	63.25	74.99	73.07
9'	1	29	73.71	70.61	74.03	74.99
10'	2	23	72.11	73.83	76.29	78.67
11'	1	31	67.07	67.07	72.11	68.63
12'	2	21	73.83	73.83	81.27	81.27
13'	2	20	70.61	72.11	74.11	74.11
14'	2	24	63.63	63.63	73.07	73.07
15'	1	27	70.70	70.70	67.97	71.25
16'	2	24	66.45	66.45	72.11	72.11
17'	2	29	66.45	66.45	72.11	73.07
18'	1	23	73.61	69.28	69.44	71.19
19'	1	24	67.05	66.77	67.05	70.39
20'	1	33	66.10	69.58	68.55	66.10
21'	2	27	62.76	61.99	73.03	78.12
22'	1	29	69.11	70.61	71.15	70.19
23'	1	24	75.12	75.12	73.89	76.73
24'	2	29	63.63	60.09	68.56	66.10
25'	2	29	65.43	65.43	75.67	75.67
26'	2	22	70.70	72.11	72.11	75.12
27'	2	20	73.61	76.92	74.03	80.47
28'	1	27	70.61	66.45	69.44	65.24
30'	2	30	66.45	65.43	76.12	71.19
31'	2	31	66.45	66.45	79.76	78.38
MEDIA			67.95	68.23	73.34	73.48
STD			3.75	3.79	3.49	4.52

Datos para el Nervio Ulnar

Muneca/Codo		Codo/P. Erb	
Der.	Izq.	Der.	Izq.
61.22	60.52	69.13	70.45
64.89	65.55	72.17	72.24
67.95	68.23	73.34	73.48

(Nervio Ulnar)
(Mun/Codo Der)
Salida de Regresión:

Constante	27.67	
Err Std de Y Est		0.25
R al Cuadrado		1.00
Nº de Observaciones		3.00
Grados de Libertad		1.00
Coficiente(s) X	1.12	
Err Std de Coef.	0.06	

(Nervio Ulnar)
(Mun/Codo Izq)
Salida de Regresión:

Constante	22.36	
Err Std de Y Est		0.96
R al Cuadrado		0.97
Nº de Observaciones		3.00
Grados de Libertad		1.00
Coficiente(s) X	1.29	
Err Std de Coef.	0.23	

(Nervio Ulnar)
(Codo/P.Erb Der)
Salida de Regresión:

Constante	48,39	
Err Std de Y Est		0.76
R al Cuadrado		0,94
Nº de Observaciones		3,00
Grados de Libertad		1,00
Coeficiente(s) X	0,70	
Err Std de Coef.	0,18	

(Nervio Ulnar)
(Codo/P.Erb Izq)
Salida de Regresión:

Constante	55,39	
Err Std de Y Est		0.22
R al Cuadrado		0,99
Nº de Observaciones		3,00
Grados de Libertad		1,00
Coeficiente(s) X	0,50	
Err Std de Coef.	0,05	

BIBLIOGRAFIA

1. Abramson, D.I.; Chu, L.S., Trick, Jr. S., Lee, S.W., Richardson, G. and Levin, M. Effect of Tissue temperatures and blood flow on motor nerve conduction velocity. *JAMA*, Dec 5, vol 198, No. 10, págs. 1082-1088, 1966.
2. Abramson, D.I.; Hlavova, A. Ricket, B.; Talso, J.; Schwab, C.; Feldman, J. and Chu, L.S.W.: Effect of ischemia on median and ulnar motor nerve conduction velocities at various temperatures. *Arch. Phys. Med. Rehab. Aug*, 463-470, 1970.
3. Aburto, C.: Elementos de Bioestadística; Fondo Educativo Interamericano, S.A.; capítulos IV, V y VI, págs. 47-145, 1979.
4. Arasaki, K., Ljirna, M. and Nakanishi, T.: Normal maximal and minimal motor nerve conduction velocities in adults determined by collision method. *Muscle & Nerve*, 14: 647-653, 1991.
5. Baer, R.D.; Johnson, E.W.: Motor nerve conduction velocities in normal children. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 46: 698-704, Oct. 1965.
6. Bleasel, A.F. and Tuck, R.R.: Variability of repeated nerve conduction studies. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 81: 417-420, 1991.
7. Bougle, D., Denise, P., Yaseen H., Tranier, S. Voirin, J., Pottier, M. and Venezia, R.: Maturation of peripheral nerves in preterm infants. Motor and proprioceptive nerve conduction. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, Vol. 75: 118-121, 1990.
8. Buchthal, F. Rosenfalk A.: Sensory conduction from digit to palm and from palm to wrist in Carpal Tunnel Syndrome. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*. Vol. 34: 243-252, 1971.
9. Caccia, M.R., Osio, M., Dezuanni, E., Bevilacqua, M. Bertora, P.L., Salvaggio, A. Mangioni, A. and Norbiato, G.: Nerve conduction velocity distribution in normal subjects and in diabetic patients without clinical neuropathy I. Motor nerve. *Electromyogr. and Clin. Neurophysiol.*, 32: 403-409, 1992.
10. Caccia, M.R., Osio, M., Dezuanni, E., Bevilacqua, M. Bertora, P.L., Salvaggio, A. Mangioni, A. and Norbiato, G.: Nerve conduction velocity distribution in normal subjects and in diabetic patients without clinical signs of neuropathy. II. Sensory nerve. *Electromyogr. and Clin. Neurophysiol.*, 32: 411-416, 1992.
11. Claus, D. : Central motor conduction and normal results, *Muscle & Nerve*, 13: 1125-1132, 1990.

12. Claus, D.; Mustafa, C.; Vogel, W.; Herz, M. and Neundorfer, B.: Assessment of diabetic neuropathy: definition of norm and discrimination of abnormal nerve function, *Muscle & Nerve*, 16: 757-768, 1993.
13. Checkles, N.S., Russakov, A.D., and Piero, D.L.: Ulnar nerve conduction velocity effect of elbow position on measurement. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 52: 362-365, 1971.
14. Cruz Martínez, A.; López Terradas, J.M.; Conduction velocity along muscle fibers in situ healthy infants. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.*, 30, 443-448, 1990.
15. Cruz Martínez, A.; Ferrer, M.T.; Pérez Conde, M.C. and Bernacer, M.: Motor conduction velocity and H-Reflex in infancy and childhood. II Intra and extrauterine maturation of the nerve fibers. Development of the peripheral nerve from 1 month to 11 years of age. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.*, 18, 11-27, 1978A.
16. Cruz Martínez, A.; Pérez Conde M.C.; Del Campo, F.; Barrio, M. Gutiérrez, A.M. and López, E. : Sensory and mixed conduction velocity in infancy and childhood. I Normal parameters in Median, Ulnar and Sural nerves. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.*, 18, 487-504, 1978B.
17. De Jesus, P.V., Hausmanowa-Petrusewicz, I. and Barchi, R.L.: The effect of cold on nerve conduction of human slow and fast nerve fibers. *Neurology*, Vol. 23, November 1182-1189, 1973.
18. Denys, E.H.: AAEM Minimonograph # 14: The influence of temperature in clinical neurophysiology. *Muscle & Nerve* september 14: 795-811, 1991.
19. Dioszeghy P. and Stalberg E.: Changes in motor and sensory nerve conduction parameters with temperature in normal and diseased nerve. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, Vol. 85: 119-235, 1992.
20. Downie, A.W.; M.B.C.P.; and Newell, D.J.: Sensory nerve conduction in patients with Diabetes Mellitus and Controls. *Neurology (Minnear.)* 11: 876-882, Oct, 1961.
21. Dumitru, D. Generation of nerve and muscle waveforms. V Curso Internacional de Electromiografía y electrodiagnóstico, Guadalajara, Jal 4 al 8 de mayo de 1994.
22. Erlanger, J. and Gasser, H.S. The compound nature of the action current of nerve as disclosed by the cathode ray oscillograph. *Amer. J. Physiol.* 70: 624-666, 1924.
23. Felsenthal, G.M.D: Median and ulnar distal motor and sensory latencies in the same normal subject. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* Vol. 58: 297-302, 1977.

24. Fraire-Martínez, M.I., Alatorre-Miguel, E., Nuño-Licona, A. E., Aguilar-Baturoni, H.U. y Guevara-Guzmán, R. : Estudio sobre las variaciones en la velocidad de conducción nerviosa (VCN) en sujetos normales. XXXV Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas, 2-6 de agosto, C24, 1992.
25. Ganong, W.F.: Fisiología Médica, Editorial el Manual Moderno; págs. 35-45, 1988.
26. Halar, E.M., Delisa, J.A. and Soine, T.L.: Nerve Conduction studies in upper extremities: skin temperature corrections. Arch. Phys. Med. Rehabil. Vol. 64: 412-416, 1983.
27. Halar, E.M., Hammond, M.C., and Dirks, S.: Physical activity: Its influence on nerve conduction velocity. Arch. Phys. Med. Rehabil. vol 66, págs. 605-609. september, 1985.
28. Harding, C., Halar, E.: Motor y sensory ulnar nerve conduction velocities: Effect of elbow position. Arch. Phys. Med. Rehabil. 64: 227-232, 1983.
29. Henriksen, J.D.: Conduction velocity of motor nerves in normal subjects and in patients with neurological disorders. Ph. D. Thesis, University of Minnesota, 1956. (citado en Johnson, E.W., Practical electromyography. Editorial Williams & Wilkins. pág. 27, 1980).
30. Horowitz, S.H. and Krarup, Ch.: Conduction studies of the normal sural nerve. Muscle & Nerve Vol. 15: 374-383, 1992
31. Izzo, K.L.; Aravabhumi, S.; Jafri, A; Sobel, E; Demopoulos, J.T.: Medial and lateral Antebrachial Cutaneous nerves: standardization of technique, reliability and age effect on healthy subjects. Arch. Phys. Med. Rehabil. 66: 592-597, 1985.
32. Johnson, E.W. and Olsen, K.J.: Clinical value of motor nerve conduction velocity determination, J.A.M.A. April 30, Vol. 172, No. 18, 2030-2035, 1960.
33. Johnson, E.W.: Practical electromyography. Editorial Williams & Wilkins, págs. 16-72, 1980.
34. Joynt, R.L.: Calculated nerve conduction velocity dependence upon method of testing. Arch. Phys. Med. Rehabil. 64: 212- 216, 1983.
35. Juul-Jensen, P. and Mayer, R.F.: Threshold stimulation for nerve conduction studies in man. Arch. Neuro. vol 15, págs. 410-419, 1966.
36. Kandel, E.R. ; Schwarts, J.H.; Jessell, T.M.: Principles of neural science, págs. 81-118, 1991
37. Kimura, J.: Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle. Editorial F.A. Davis/Philadelphia. págs. 83-84, 629, 1989.

38. Koczcok-Przedpelska J. and Gorski S.: Double Pattern of relationship between skin temperature, thermoregulation and sensory nerve conduction. *Electromyography Clinical Neurophysiology*, Vol. 30: 435-442, 1990.
39. LaFratta, C.W. and Smith, O.H. A study of the relationship of motor nerve conduction velocity in the adult to age, sex and handedness. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* Aug. 407-412, 1964.
40. LaFratta, C. W. and Canestrari, R. E.: A Comparison of sensory and motor nerve conduction velocities as related to age. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, May: 286-290, 1966.
41. Lang, H.A.; Puusa, A.; Hynninen, P.; Kuusela, V.; Jantti, V. and Sillanpaa, M.: Evolution of nerve conduction velocity in later childhood and adolescence. *Muscle & Nerve*, 8: 38-43, 1985.
42. Levin, R.: *Statistics for Management* (4ª edición en inglés, 2ª en español); Prentice-Hall Inc./Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., capítulos 10 y 11; págs. 468-589, 1988.
43. Licht, S.: *Electrodiagnóstico y electromiografía*. Editorial JIMS, Barcelona, págs. 1-70., 1970.
44. López Antúnez, L. *Anatomía funcional del sistema nervioso*. Editorial Limusa, 1a. edición, págs. 89-98, 1979.
45. *Manual de Electromiografía*, Editado por: Academia de Electrodiagnóstico y Electromiografía de Puerto Rico, 1978.
46. Mayer, R.F.: Nerve Conduction studies in man. *Neurology*, 13: 1021-1030, 1963.
47. Norris, A.H.; Shock, N.W. and Wagman, I.H.: Age changes in the maximum conduction velocity of motor fibers of human Ulnar nerves. *J. Appl. Physiol.* 5: 589-593, 1953.
48. Roger, M. Nelson, M.S.: Effects of elbow position on motor conduction velocity of the ulnar nerve. *Phys. Ther.* 60: 780- 783, 1980.
49. Schmidt, R.F. and Thews, G.: *Fisiología Humana*, Editorial Interamericana. McGraw-Hill, 24ª edición, págs. 683-705, 1993.
50. Soudmand, R. Ward, L.C. Swift, T.R.: Effect of height on nerve conduction velocity, 32: 407-410, 1982.
51. Stegeman D.F. and Weerd de J.P.C.: Modelling action potentials of peripheral nerves in situ. II A study of the influence of temperature. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, Vol. 54: 516-529, 1982.

52. Stetson, D.S. Albers, J.W. Silverstein, B.A. and Wolfo, R.A.: Effects of age, sex, and anthropometric factors on nerve conduction measures. *Muscle & Nerve*, 15: 1095-1104, 1992.
53. Tasaki, I. and Fujita M. Action currents of single nerve fibers as modified by temperature changes. *J. Neurophysiol.* Vol. 11: 311-315, 1948.
54. Tresguerras, J.A.F.: *Fisiología Humana*, Editorial Interamericana-McGraw-Hill, 1ª edición, págs. 29-40, 1124-1134, 1992.
55. Trojaborg, W.T.; Moon, A.; Andersen, B. and Trojaborg, N. S.: Sural nerve conduction parameters in normal subjects related to age, gender, temperature, and height: A reappraisal. *Muscle & Nerve*, 15: 666-671, 1992.
56. Trojaborg, W.: Motor nerve conduction in normal subjects with particular reference to the conduction in proximal and distal segments of median and ulnar nerve. *Electroencephalography and Clin. Neurophysiol.* 17: 314-321, 1964.
57. Walpole, R.: *Elementary Statistical Concepts* (2ª edición); Macmillan Publishing Co., Inc.; capítulos 9, 10, 11 y 12; págs. 233-360, 1976.