



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE MEDICINA VALENCIA
DEPARTAMENTO DE SALUD PÚBLICA Y DESARROLLO SOCIAL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**



**UMBRALES SENSORIALES EN SUJETOS ASINTOMÁTICOS Y CON
HIPERTENSIÓN ARTERIAL, DIABETES MELLITUS Y SOBREPESO QUE
ACUDEN AL EDIFICIO SEDE DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS
DE LA UNIVERSIDAD DE CARABOBO. PERIODO 2011 – 2012**

AUTORES:

ESTRADA ANDRELLYS C.I. 18226512

FARFAN ANTHONY C.I. 19755442

FLORES CARLOS C.I. 20384435

GARRIDO JORGE C.I. 18759683

TUTOR CLÍNICO Y METODOLÓGICO:

DR. ANTONIO EBLEN

VALENCIA, NOVIEMBRE 2012



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE MEDICINA VALENCIA
DEPARTAMENTO DE SALUD PÚBLICA Y DESARROLLO SOCIAL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

ACTA DE APROBACIÓN

Los suscritos miembros del jurado designado para examinar el trabajo especial de grado titulado:

**UMBRALES SENSORIALES EN SUJETOS ASINTOMÁTICOS Y CON
HIPERTENSIÓN ARTERIAL, DIABETES MELLITUS Y SOBREPESO QUE
ACUDEN AL EDIFICIO SEDE DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS
DE LA UNIVERSIDAD DE CARABOBO. PERIODO 2011 – 2012**

Presentada por los bachilleres:

Estrada Andrellys	C.I. 18226512
Farfan Anthony	C.I. 19755442
Flores Carlos	C.I. 20384435
Garrido Jorge	C.I. 18759683

Hacemos constar que hemos examinado y aprobado el mismo, y que aunque no nos hacemos responsable de su contenido, lo encontramos correcto en su calidad y forma de presentación

Fecha: _____

Profesor

Profesor

Profesor



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE MEDICINA VALENCIA
DEPARTAMENTO DE SALUD PÚBLICA Y DESARROLLO SOCIAL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**UMBRALES SENSORIALES EN SUJETOS ASINTOMÁTICOS Y CON
HIPERTENSIÓN ARTERIAL, DIABETES MELLITUS Y SOBREPESO QUE
ACUDEN AL EDIFICIO SEDE DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS
DE LA UNIVERSIDAD DE CARABOBO. PERIODO 2011 – 2012**

AUTORES:

ESTRADA ANDRELLYS C.I. 18226512

FARFAN ANTHONY C.I. 19755442

FLORES CARLOS C.I. 20384435

GARRIDO JORGE C.I. 18759683

TUTOR CLÍNICO Y METODOLÓGICO: DR. ANTONIO EBLEN.

RESUMEN

Introducción: La neuropatía frecuente en la población portadora de hipertensión arterial (HTA), diabetes mellitus y sobrepeso, planteando la necesidad de herramientas diagnósticas capaces de detectarla precozmente. Una alternativa útil es la prueba sensorial cuantitativa.

Objetivos: Determinar cuantitativamente los valores umbrales sensoriales (US) en sujetos asintomáticos y en pacientes ambulatorios con HTA, diabetes y sobrepeso del Campus Bárbula de la Universidad de Carabobo. **Materiales y métodos:** Se realizó una investigación de campo, experimental y correlacional. La muestra estuvo formada por 61 sujetos asintomáticos o portadores de HTA, diabetes y sobrepeso. Los US se determinaron mediante estimulación digital con corriente constante aplicando pulsos de 0,5ms; 5Hz y 0-10mA en los territorios metaméricos terminales C₆, C₇, C₈ y L₄, L₅ y S₁ bilateralmente. Los valores US se expresaron como mediana y percentiles 25-75. Las comparaciones entre grupos se evaluaron con la prueba U de Mann-Whitney y las correlaciones con el método de Spearman asignándose P<0,05 como significativos. **Resultados:** Los valores de US (C₆) fueron menores en los pacientes con HTA que en los sanos (P<0,05), mientras que los valores de S₁ fueron significativamente menores en aquellos con sobrepeso que en los sanos (P<0,05). Asociación significativa entre la suma de antecedentes en pacientes sanos y la disminución proporcional del US (r=-0,35; P<0,05). Los portadores de las 3 patologías presentaron asimetrías de US en las metámeras C₇, L₄, L₅ y los sanos reportaron menos asimetrías. El pliegue cutáneo no modificó los US (P>0,05). **Conclusiones:** Se detectó anomalías tempranas de carácter neuropático inclusive en sujetos asintomáticos con antecedentes de HTA, diabetes y sobrepeso. Los factores de riesgo neuropático se expresan con localizaciones anatómicas variables con predominio en metámeras de gran longitud, mostrando su utilidad diagnóstica.

Palabras clave: QST (quantitative sensory test), hipertensión arterial, diabetes, neuropatía.



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE MEDICINA VALENCIA
DEPARTAMENTO DE SALUD PÚBLICA Y DESARROLLO SOCIAL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

**UMBRALES SENSORIALES EN SUJETOS ASINTOMÁTICOS Y CON
HIPERTENSIÓN ARTERIAL, DIABETES MELLITUS Y SOBREPESO QUE
ACUDEN AL EDIFICIO SEDE DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS
DE LA UNIVERSIDAD DE CARABOBO. PERIODO 2011 – 2012**

AUTORES:

ESTRADA ANDRELLYS C.I. 18226512

FARFAN ANTHONY C.I. 19755442

FLORES CARLOS C.I. 20384435

GARRIDO JORGE C.I. 18759683

TUTOR CLÍNICO Y METODOLÓGICO: DR. ANTONIO EBLEN.

ABSTRACT

Introduction: Neuropathy is very frequent in population carrying arterial hypertension (AHT), diabetes mellitus and overweight, which needs diagnostic tools capable to early their detection. **Objective:** To quantify the sensory threshold values (ST) in asymptomatic subjects and outpatients with hypertension, diabetes or overweight from Bárbula Campus of the University of Carabobo. **Methods:** We conducted a field, experimental and correlational research. The sample was 61 asymptomatic subjects or hypertension, diabetes or overweight carriers. ST were determined by a constant current stimulation with digital pulses (0.5ms; 5Hz and 0-10mA) to territories of metameric terminals (C₆, C₇, C₈ and L₄, L₅ and S₁) bilaterally. ST were expressed as median and 25-75th percentiles. Comparisons between groups were evaluated with the Mann-Whitney test and correlations with Spearman method, assigning P <0.05 as significant. **Results:** The AHT patients reported lower ST values (C₆) compared with asymptomatics (P<0,05). Overweight patients reported lower sensory thresholds (S₁) than asymptomatics. There was a significant association between the amount of background in asymptomatics and a proportional reduction in ST (r=-0,35; P<0,05). Patients had sensitivity thresholds asymmetries in metameric C₇, L₄ and L₅ compared with asymptomatics. **Conclusions:** US measure detects early neuropathic abnormalities even in asymptomatic subjects with AHT, diabetes mellitus and overweight background. Neuropathic risk factors are expressed with variable anatomical location but affecting predominantly long metamera. The ST method shows diagnostic useful.

Key words: QST (quantitative sensory testing), hypertension, diabetes, neuropathy.

INTRODUCCIÓN

La hipertensión arterial (HTA), la diabetes mellitus y el sobrepeso son entidades clínicas controvertidas que se desarrollan en personas con una predisposición endógena, determinada genéticamente y condicionada por factores ambientales (1). Estas entidades no se desarrollan de forma aislada, generalmente son asociaciones de problemas de salud que pueden aparecer de forma simultánea o secuencial en un mismo individuo, causados por la combinación de factores genéticos, inactividad física, edad avanzada, un estado pro inflamatorio, cambios hormonales, conociendo que el rol de estos puede variar dependiendo del grupo étnico (2,3).

La conjunción principal de estos factores de riesgo constituye el síndrome metabólico entidad desarrollada para incluir aquellos sujetos asintomáticos que presenten factores de riesgo para HTA, diabetes y obesidad (1). La presencia de estas patologías se relaciona con un incremento significativo de riesgo de neuropatía, enfermedad coronaria y enfermedad cerebrovascular, con un incremento de 5 veces de la mortalidad cardiovascular (4). A nivel mundial entre el 20% y 30% de los adultos se caracteriza por presentar hipertensión arterial, diabetes, sobrepeso o la combinación de estas (4).

En el estudio de seguimiento durante ocho años de varones y mujeres en la etapa media de la vida en el *Framingham Offspring Study* (FOS), el riesgo de origen poblacional de que los pacientes con el síndrome metabólico desarrollaran enfermedades cardiovasculares fue de 34% en varones y de 16% en mujeres (5), y se determinó que en forma global, el riesgo de que surja diabetes tipo 2 aumenta tres a cinco veces con una mayor incidencia en hombres (6). La edad de los individuos propensos a padecer de HTA, diabetes mellitus y sobrepeso ha disminuido en forma importante, anteriormente se refería a pacientes que bordeaban los 50 años, situándose ahora alrededor de los 35 años, lo cual obedece a la tendencia desde etapas tempranas de la vida, hacia hábitos de alimentación inadecuados y sedentarismo de la población en general (6).

En Venezuela para el año 2008, las enfermedades cardiovasculares y la diabetes mellitus (DM) fueron responsables del 20,61 % y 6,28 % de la mortalidad respectivamente (7), en el Estado Carabobo, el orden de causa de muerte en el mismo año fue idéntico y los porcentajes

de mortalidad similares, excepto por el incremento a 22,2 % de las cardiopatías (7). En Valencia, Ruiz et al., en el 2009 determinaron los factores cardiometabólicos más frecuentes en la mencionada ciudad. Los cinco factores prevalentes fueron; la HDL baja en el 90% población, sobrepeso/obesidad en 78 %, obesidad abdominal en un 68%, hipercolesterolemia 59% y resistencia a la insulina 54.8%. El grupo etario que demostró mayor prevalencia de factores cardiometabólicos fue el comprendido entre los 35 y 55 años (8).

Entre las complicaciones, la neuropatía periférica actúa como aspecto importante y común de la diabetes y las arteriopatías (6), debido a todos los trastornos que ocasiona la hipertensión arterial (HTA), diabetes mellitus y sobrepeso, con hincapié en la resistencia a la insulina y el desarrollo de la diabetes que conllevan de manera indudable al desarrollo de la polineuropatía diabética, que no son más que afecciones del sistema nervioso periférico de naturaleza inflamatoria o degenerativa, que afecta a varios nervios de forma simultánea, con signos simétricos distales y participación de pares craneales o no, con manifestaciones sensoriales como adormecimiento y disestesia pero también con manifestaciones dolorosas, variando desde anomalías sensoriales ligeras hasta trastornos paráliticos fulminantes, con peligro para la vida (9).

La degeneración progresiva de la conducción nerviosa sensorial por disminución de la irrigación sanguínea periférica, hiperglucemia o la conjunción de ambos, conforma un factor de riesgo importante en la calidad de vida del paciente, con importante repercusión biológica, psicológica y social (6). Los pacientes son diagnosticados con neuropatía cuando al menos dos de los siguientes exámenes son anormales: 1) Signos clínicos de deterioro de pequeñas fibras, pinchazos y pérdida de la sensibilidad térmica y/o alodinia o hiperalgesia, con distribución coherente con la neuropatía periférica 2) Umbral anormal al calor y/o frío del pie evaluado mediante pruebas sensoriales cuantitativos. 3) Densidad de fibras nerviosas intraepidérmicas reducidas, distal en miembros inferiores (10).

La neuropatía de pequeñas fibras se descartan en la presencia de: 1) Cualquier signo de deterioro de fibras de gran tamaño, con pérdida de la sensibilidad al tacto suave y/o vibratorios y/o propioceptiva y/o ausencia de reflejos tendinosos profundos; 2) Cualquier signo de deterioro de fibra motora, es decir pérdida y/o debilidad muscular; 3) Cualquier anomalía en estudios de conducción nerviosa sensoriomotora (10). También son necesarias mediciones

objetivas de la naturaleza y el grado de trastorno sensorial para entender y caracterizar el desorden, así como la cuantificación de la función si es necesario.

Por largo tiempo el interés por la cuantificación de la sensibilidad estuvo pausado, posiblemente porque la atención se enfocó en métodos clínicos de neurofisiología, pero recientemente ha aumentado el interés por los estudios de conducción nerviosa, provisionando información sin rival acerca de la conducción de impulsos eléctricos a través de nervios periféricos. Los test sensoriales cuantitativos han sido aplicados para estimar fenómenos sensoriales negativos como los déficits sensoriales, tomado de una vasta variedad de patologías neurales periféricas y centrales (11). Las pruebas sensoriales cuantitativas han sido diseñadas para estimar y cuantificar la función sensorial en los pacientes con síntomas neurológicos o en aquellos con riesgo de desarrollar una enfermedad neurológica.

Los QST (quantitative sensory testing) miden el umbral sensorial mediante estímulos eléctricos, vibratorios, térmicos o dolorosos, los cuales son elegidos debido a las distintas preferencias de estos por fibras nerviosas específicas (12). Las pruebas de sensibilidad cuantitativa son test psicofísicos en esencia, requiriendo la cooperación por parte del paciente. Mientras el estímulo sensorial es un evento objetivo físico, la respuesta representa el reporte subjetivo de un paciente o control subjetivo, por lo tanto si el resultado es anormal, puede indicar disfunción en cualquier lugar a lo largo de la vía sensorial entre el aparato receptor, la corteza sensorial primaria y la corteza de asociación, además los factores psicológicos figuran prominentemente en la función de percepción sensorial (12).

Los sistemas de sensibilidad cuantitativa están divididos en dispositivos que generan estímulos físicos, vibratorios, térmicos, y los que envían impulsos eléctricos en frecuencias específicas, todos con la intención final de determinar el umbral sensorial del sujeto, vale acotar que estas pruebas se consideran sencillas, reproducibles y de amplio valor clínico (13,14). En la estimulación eléctrica se debe considerar factores como el tamaño del electrodo, sitio de estimulación, frecuencia y tasa de cambio de los estímulos, ya que todos tienen impacto directo en la medición de umbrales de allí que su manejo debe ser adecuado, con la finalidad de que el estudio sea objetivo, aspecto principal dentro de la investigación (15).

Se planteo como objetivo general: determinar cuantitativamente los valores umbrales sensoriales en sujetos asintomáticos y en pacientes ambulatorios con HTA, diabetes y sobrepeso del Campus Bárbula de la Universidad de Carabobo. Para lograr esta meta se estableció valores de umbrales sensoriales a la corriente eléctrica en un grupo control según género de sujetos aparentemente sanos, también se estableció un grupo de pacientes portadores de hipertensión arterial, diabetes y sobrepeso, a su vez, se comparó los valores de umbrales sensoriales a la corriente eléctrica entre ambos grupos, correlacionando estos valores con la glicemia capilar, el pliegue cutáneo, la edad, antecedentes familiares de estas patologías y se determino la asimetría entre los valores obtenidos.

Este estudio se realizó con la finalidad de determinar en nuestra comunidad los valores umbrales sensoriales al estímulo eléctrico tanto en sujetos asintomáticos como con múltiples factores de riesgo neuropático, lo que será de gran utilidad no solo para diagnosticar la enfermedad y el daño que originan los factores ya mencionados, si no que servirán como método de pesquisa o diagnóstico precoz en caso de deterioro neurológico, afianzando la utilidad de los test cuantitativos de sensibilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación es experimental al incluir un grupo control y grupos con patologías, correlacional en virtud de la determinación de relación entre variables definidas con anterioridad, entre pacientes con hipertensión arterial, sobrepeso, o diabetes y pacientes asintomáticos principalmente, estos últimos a su vez se estudia la relación según edad, sexo y antecedentes familiares. La escogencia de la muestra fue no probabilística ya que se utilizaron criterios de exclusión e inclusión especificadas en un protocolo para seleccionar una muestra de la población total que sea lo más acorde para el estudio. La población estudiada estuvo compuesta por los sujetos que acuden a las instalaciones del Edificio de Ciencias Biomédicas y Tecnológicas de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Carabobo en el campus de Bárbula en el periodo de tiempo comprendido entre Febrero del 2012 y Julio del 2012, siendo evaluados en el Laboratorio de Neurofisiología ubicado en las mismas instalaciones.

Los criterios de inclusión en el estudio para pacientes fueron los siguientes: a) Pacientes con factores de riesgo neuropático hiperglucemia o diabetes mellitus tipo 2, HTA y/o sobrepeso en hombres y mujeres; b) Pacientes con índice de masa corporal superior a 25 (IMC Kg.m^{-2}), en hombres y mujeres. Los criterios de inclusión en el estudio para personas sanas serán los siguientes: a) Individuos masculinos o femeninos; b) No deben poseer diabetes mellitus, hipertensión arterial, ni sobrepeso; c) No deben poseer alguna patología que modifique su percepción sensitiva. Patologías ni traumatismos del sistema nervioso central o periférico. Igualmente no debe recibir tratamiento con benzodiazepinas, fenobarbital, diltiazem, bloqueantes de Ca^{++} o Na^{+} .

Se realizó un cuestionario, especificando sus antecedentes personales y familiares, edad y sexo, y tratamiento, se midió la presión arterial en tres oportunidades en ambos brazos y posteriormente calculando un promedio en las dos últimas medidas de presión, esto con la finalidad de maximizar la fidelidad de la cifra de presión arterial. Posteriormente se calculó los índices antropométricos del sujeto y por ultimo una medida de glicemia capilar con un glucómetro digital.

Se implementó la técnica de la determinación del umbral sensorial a la corriente eléctrica descrito por Davey et al 2001 (13). Para lo cual, se colocó al paciente en un ambiente tranquilo sin factores generadores de ansiedad, sentado cómodamente con una temperatura ambiental constante de 23°C. Luego de una explicación al paciente sobre la naturaleza de la prueba, se utilizó un estimulador digital A&M System modelo 2100 con corriente constante aplicando pulsos de 0.5 milisegundos de duración, a una frecuencia 5 Hz aplicada en los territorios metaméricos terminales de pies y manos correspondientes a los segmentos C₆, C₇, C₈ y L₄, L₅ y S₁; con un rango de intensidad desde 0 hasta un máximo de 10 miliamperios (mA). En cada territorio se aplicó 3 veces el estímulo *in crescendo* de manera alterna registrando el valor de la intensidad sentida por el paciente e indicada por este mismo con una señal oral.

Estimulador Digital A&M System Modelo 2100



Electrodo



Otros Instrumentos



Los registros obtenidos de los umbrales sensoriales para cada territorio se incluyeron en una base de datos estadística (PAST[®]) para el cálculo de los valores de tendencia central y de dispersión para cada grupo y variable de agrupación. Como valores de tendencia central se usó a la mediana y como valor de dispersión los percentiles 25 y 75. Las comparaciones de valores cuantitativos entre los grupos se evaluaron con la prueba U de Mann-Whitney considerando significativas diferencias $P < 0.05$. Las correlaciones se realizaron con el método de Spearman estableciéndose el coeficiente de correlación (r) y de determinación (r^2). En los casos de asociaciones significativas entre dos variables, se aplicó el análisis de regresión con el cálculo de la ecuación respectiva, con el mismo nivel de significación.

RESULTADOS

El grupo estudiado estuvo constituido por 61 sujetos, compuestos por hipertensos controlados de reciente diagnóstico, diabéticos controlados, sujetos con sobrepeso, y personas aparentemente sanas con o sin antecedentes de HTA, diabetes y sobrepeso. La proporción según género en la muestra fue de hombres 36,6% y mujeres 63,3%, con edades entre la segunda y quinta década de la vida. En los resultados obtenidos, en primera instancia los sujetos aparentemente sanos mostraron US con rangos uniformes en las metámeras C₆ C₇ C₈, mientras que en las metámeras de fibras más largas L₄, L₅, S₁ los valores fueron mayores pero conservando la uniformidad en cuanto a los valores (Tabla 1).

Tabla 1. Valores US en un grupo control de sujetos aparentemente sanos.

Variables	Nº	Promedio	Mediana	P-25	P-75	Desviación estándar	Coef. Var	Error estándar
Mano Izq	46	2,52	2,40	2,20	2,90	0,42	16,74	0,06
Mano Der	46	2,55	2,50	2,20	3,00	0,44	17,22	0,06
Pie Izq	47	2,86	3,00	2,30	3,30	0,58	20,15	0,08
Pie Der	46	2,93	3,00	2,50	3,30	0,54	18,53	0,08
Edad	47	23,38	22,00	21,00	22,00	7,18	30,72	1,05
Sistólica	47	112,38	110,00	100,00	120,00	11,26	10,02	1,64
Diastólica	47	72,68	70,00	70,00	80,00	9,22	12,68	1,34
Pulso	47	79,23	79,00	73,00	81,00	8,35	10,54	1,22
Glicemia	42	99,45	99,00	90,00	107,00	15,18	15,26	2,34
Índice de masa	46	22,27	22,41	19,46	24,49	3,92	17,61	0,58
MIC6	47	1,14	0,96	0,71	1,46	0,61	53,44	0,09
MIC7	47	1,68	1,25	0,90	2,19	1,26	74,80	0,18
MIC8	47	1,55	1,26	0,92	1,86	0,92	59,51	0,13
MDC6	47	1,20	1,04	0,74	1,58	0,63	52,64	0,09
MDC7	47	1,83	1,22	0,79	2,15	2,24	122,68	0,33
MDC8	47	2,39	1,44	0,98	2,06	3,06	127,75	0,45
PIL4	47	5,63	3,15	1,96	8,34	5,25	93,20	0,77
PIL5	47	4,13	2,65	1,45	4,46	4,16	100,71	0,61
PIS1	47	7,41	5,04	2,55	15,09	5,63	76,07	0,82
PDL4	47	5,23	3,47	1,78	6,49	4,85	92,81	0,71
PDL5	47	3,98	2,76	1,64	5,15	3,84	96,40	0,56
PDS1	47	6,86	4,24	2,49	15,09	5,59	81,52	0,82

MIC: Metámera mano izquierda C₆, C₇ y C₈; **MDC:** Metámera mano derecha C₆, C₇ y C₈; **PIL/PIS:** Metámera pie izquierdo L₄, L₅ y S₁; **PDL/PDS:** Metámera pie derecho L₄, L₅ y S₁; **Mano Izq/ Mano Der/ Pie Izq/ Pie Der:** Pliegue cutáneo en manos y pies; **P-25 y P-75:** Percentiles 25 y 75 **N0:** Número de casos; **DE:** Desviación estándar.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los valores de umbrales sensoriales a estímulos eléctricos entre los géneros ($P>0,05$). Al realizar el análisis comparativo entre pacientes asintomáticos y pacientes portadores de HTA, diabetes mellitus y/o sobrepeso, se demostró la existencia de diferencia significativa entre pacientes aparentemente sanos e hipertensos (Tabla 2) a nivel de la metámera derecha C₆ (MDC₆) siendo los valores de umbral sensorial en los hipertensos menor que en los sanos (HTA 0,66mA vs Sanos 1,20mA; $P<0,05$).

Tabla 2. Diferencias entre variables evaluadas en sujetos aparentemente sanos y pacientes portadores de HTA.

	Md HTA	Md Sanos	z	P	n HTA	n Sanos
Sistólica (mmHg)	137,43	113,02	4,81	0,000	7	53
Diastólica (mmHg)	96,00	73,70	5,39	0,000	7	53
Glicemia (mg.dL⁻¹)	113,14	98,88	2,16	0,035	7	48
IMC	28,94	22,94	3,38	0,001	7	52
MDC6	0,66	1,20	-2,14	0,036	7	53

Mann-Whitney U-test, $P<0,05$. MDC6: Mano derecha metámera C₆.

De igual manera, se detectó que los sujetos portadores de HTA mostraron IMC significativamente mayor que las personas asintomáticas (HTA 28,94 vs Sanos 22,94; $P<0,05$). Los valores de glicemia aunque se mantienen dentro de los límites estándar, fueron estadísticamente mayores en los sujetos hipertensos en comparación con los sanos (HTA 113,14 vs Sanos 98,88 mg.dL⁻¹; $P<0,05$). En cuanto a presión arterial, ésta fue comprobadamente mayor en los hipertensos 137/96mmHg vs sanos 113/73 mmHg ($P<0,05$). El análisis comparativo entre US de pacientes con sobrepeso y sanos (Tabla 3), reportó diferencias significativas únicamente a nivel de la metámeras S₁ (ambos pies), con valores de umbrales sensoriales en los pacientes con sobrepeso menor que en los sanos (Sobrepeso 1,85mA vs Sanos 7,18mA; $P<0,05$).

Tabla 3. Diferencias encontradas entre variables evaluadas en sujetos aparentemente sanos y pacientes con sobrepeso.

	Md Obesos	Md Sanos	z	P	n SobrePeso	n Sanos
Diastólica (mmHg)	88,67	74,93	2,69	0,009	6	54
IMC	29,92	22,94	3,75	0,000	6	53
PIS1 (mA)	1,85	7,18	-2,26	0,028	6	54
PDS1 (mA)	2,16	6,77	-1,99	0,052	6	54

Mann-Whitney U-test, $P < 0,05$. PIS1 : Pié izquierdo metámera S1; PDS1 : pié derecho metámera S1.

Se observó además la presencia de valores de la presión arterial diastólica en pacientes con sobrepeso mayor (88,67mmHg) a la de los sujetos sanos (74,93mmHg; $P < 0,05$). La comparación entre sujetos sanos y diabéticos no reportó diferencias estadísticamente significativas.

Al comparar los sujetos asintomáticos con los hipertensos, diabéticos y aquellos con sobrepeso (Tabla 4), se observa diferencias relevantes en cuanto al umbral sensorial, siendo menor los US registrados en los pacientes enfermos en contraposición con los sujetos sanos, en las metámeras de los pies, específicamente L₅ derecho e izquierdo, y S₁ izquierdo. La correlación realizada entre los valores de US y la glicemia capilar (Tabla 5) demostró una asociación significativa en estas variables sólo para las metámeras C₆ y C₈ izquierdas para una influencia entre 9 y 15%.

Tabla 4. Diferencias encontradas entre variables evaluadas en sujetos aparentemente sanos y pacientes portadores de HTA, diabetes mellitus y sobrepeso

	Md Enfermos	Md Sanos	z	P	n Enfermos	n Sanos
Edad (Años)	38,23	23,38	5,31	0,000	13	47
Sistólica (mmHg)	128,46	112,38	3,85	0,000	13	47
Diastólica (mmHg)	89,38	72,68	5,09	0,000	13	47
Circ. Abdominal (cm)	96,00	76,07	4,96	0,000	13	45
IMC	28,53	22,27	4,93	0,000	13	46
PIL5 (mA)	1,14	4,13	-2,57	0,013	13	47
PIS1 (mA)	3,88	7,41	-2,04	0,046	13	47
PDL5 (mA)	1,66	3,98	-2,14	0,036	13	47

Mann-Whitney U-test, $P < 0,05$. **PIL5**: Pié izquierdo metámera L5; **PIS1**: pié izquierdo metámera S1; **PDL5**: pié derecho metámera L5.

Tabla 5. Correlación entre los valores de umbrales sensoriales con los valores de la glicemia capilar en sujetos aparentemente sanos.

Metámera	r	r ²	N	P
MIC6	0,38	0,15	42	0,01
MIC8	0,30	0,09	42	0,05

MIC6: Mano izquierda Metámera C6; **MIC8**: Mano izquierda Metámera C8.

Tabla 6. Asimetrías (ipsi-contralaterales) entre los valores umbrales sensoriales en pacientes portadores de HTA, diabetes mellitus y obesidad.

Metámera	r	r ²	n	P
C6	0,83	0,70	13	0,0004
C8	0,87	0,76	13	0,0001
S1	0,99	0,98	13	0,0000

Las asociaciones estadísticamente significativas entre los valores de umbrales sensoriales ipsilaterales y contralaterales para la misma metámera tanto para pacientes con HTA, diabetes y sobrepeso como para sujetos sanos se presentan en las Tablas 6 y 7 respectivamente, en las que resalta el hecho que para los pacientes con HTA, diabetes y sobrepeso solo 3/6 (50%) metámeras mostraron correlaciones significativas, mientras que en el grupo sano se detectaron 5/6 (83,3%).

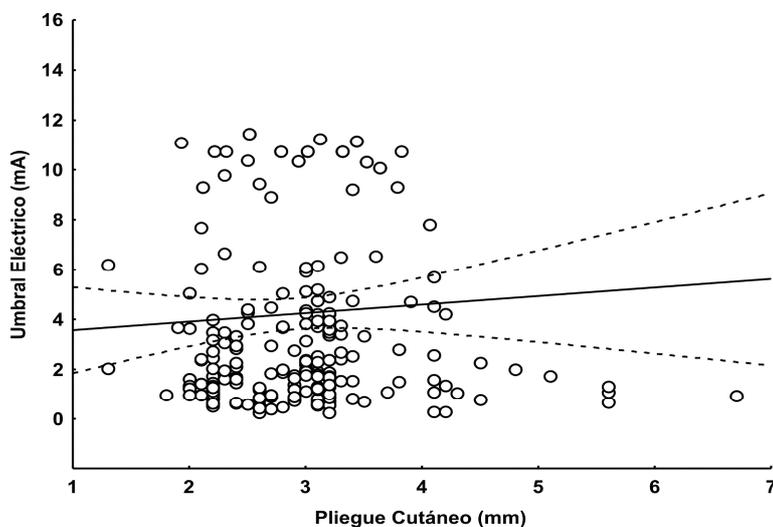
Tabla 7. Simetrías (ipsi - contralaterales) de los valores de umbrales sensoriales en sujetos asintomáticos aparentemente sanos.

Metámera	r	r ²	N	P
C6	0,51	0,26	47	0,0002
C7	0,58	0,34	47	0,0000
L4	0,84	0,70	47	0,0000
L5	0,83	0,69	47	0,0000
S1	0,87	0,75	47	0,0000

Las personas portadoras de HTA, diabetes y sobrepeso presentaron asimetrías en las metámeras C₇ L₄ L₅, (Tabla 6) considerando que los factores de riesgo neuropático afectan localizaciones anatómicas variables con predominio en metámeras de gran longitud.

La correlación entre umbrales sensoriales y el pliegue cutáneo (Figura 1) no detecta asociación estadísticamente significativa.

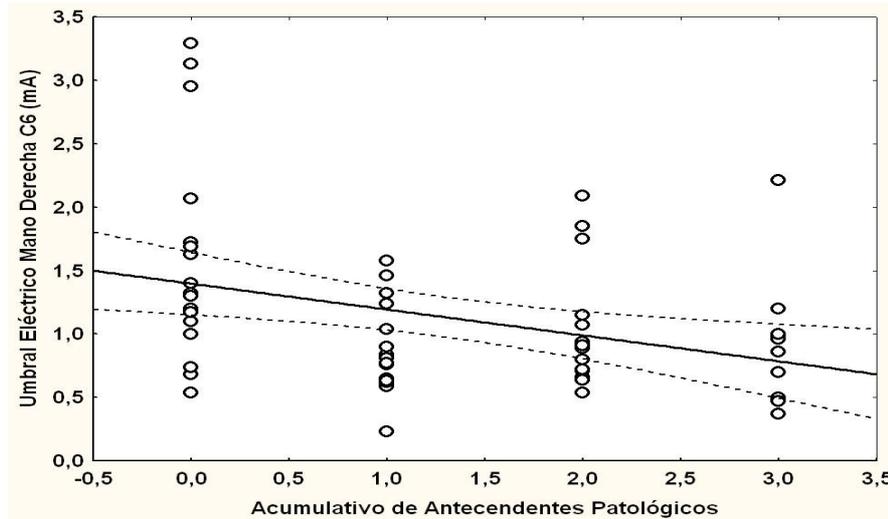
Figura 1. Correlacionar valores de US con los del pliegue cutáneo.



Línea de regresión (continua central) e intervalos de confianza al 95% (líneas punteadas) entre los valores del pliegue cutáneo (mm) en todos los miembros estudiados y los valores del umbral eléctrico (mA). El estudio de regresión no detecta asociación estadísticamente significativa entre las dos variables ($r=+0,05$; $n=237$; $P>0,05$).

Al considerar los antecedentes familiares y personales acumulados, se observó su asociación significativa en pacientes sanos y la disminución proporcional del umbral sensorial con el aumento del número de antecedentes (Figura 2).

Figura 2. Correlacionar los valores de umbrales sensoriales con los antecedentes familiares de hipertensión arterial, diabetes y sobre peso.



Asociación entre la acumulación de antecedentes de HTA, diabetes y sobre peso en los sujetos estudiados y el umbral eléctrico (mA) de regresión (línea continua central) e intervalos de confianza al 95% (líneas punteadas). El análisis de regresión detecta asociación estadísticamente significativa e inversamente proporcional entre las dos variables ($r=-0,35$; $n=60$; $P=0,007$). Ecuación de regresión: $US (mA) = 1,40 - 0,20(\text{Acumulado de antecedentes})$.

En el estudio correlacional los valores de US se asociaron con la edad de la población de estudio, ninguna asociación fue estadísticamente significativa ($P > 0,05$).

DISCUSIÓN

En el presente estudio se aplicó el método de determinación de los US para la detección temprana de neuropatía periférica en personas asintomáticas o portadoras de HTA, diabetes mellitus o sobrepeso. Los valores en sujetos aparentemente sanos mostraron US con rangos uniformes lo cual concuerda con los valores reportados por Davey et al., (14). El género no determinó diferencias hecho también corroborado por Lautenbacher et al., (16), aunque Maffiuletti et al., discrepa alegando que las mujeres son más sensibles a los estímulos eléctricos que los hombres (17), esto se explica al utilizar un método diferente de exploración sensorial basado en la percepción del dolor y no de percepción no dolorosa, resultando aun mas subjetivo por diferencias culturales entre el género masculino y femenino. Al realizar el análisis comparativo entre pacientes asintomáticos y pacientes portadores de HTA, diabetes mellitus y sobrepeso, se demostró la existencia de diferencia entre pacientes asintomáticos e hipertensos a nivel de la metámera derecha C₆.

De igual manera, se detectó que los sujetos portadores de HTA mostraron IMC significativamente mayor que las personas asintomáticas, concordando con Eckel et al., (1). Los valores de glicemia aunque se mantienen dentro de los límites estándar, fueron mayores en los sujetos con HTA en comparación con los asintomáticos. Los sujetos con sobrepeso presentaron valores US menores que los asintomáticos, lo cual es indicativo de un estado de hiperestesia en pacientes con obesidad y/o sobrepeso, concordando este como factor de riesgo para el desarrollo de diabetes e hipertensión arterial (1).

Se observó además la presencia de valores de presión arterial diastólica en pacientes con sobrepeso mayor a la de los sanos. La comparación entre sujetos sanos y diabéticos no reportó diferencias, vale destacar que previamente se ha encontrado en otras publicaciones relación directa entre el daño neuropático y la diabetes, razón por la cual es de esperarse que al aumentar la población diabética y de larga data de evolución se observarían diferencias estadísticamente significativas entre estos y los sujetos sanos (18-20).

Al comparar los sujetos asintomáticos con los sujetos portadores de HTA, diabetes y sobrepeso se halló valores US menores en los pacientes enfermos en contraposición con los sujetos asintomáticos, en las metámeras de los pies, específicamente L₅ derecho e izquierdo, y

S₁ izquierdo. Se evidenció una notable hiperestesia manifestada por la presencia de bajos US condicionadas por estas enfermedades que en conjunto aceleran el daño neuropático, concordando con otros autores (1). La correlación realizada entre los umbrales sensoriales y la glicemia capilar demostró una asociación significativa en estas variables sólo para las metámeras C₆ y C₈ izquierdas, lo cual puede ser debido a que los sujetos se están en una etapa incipiente de la enfermedad.

Los sujetos portadores de HTA, diabetes y sobrepeso presentaron mayores asimetrías en los umbrales sensoriales de las mismas metámeras en comparación con los sujetos asintomáticos, concordando con el estudio de Leong et al., que indica la existencia de una simetría entre el lado derecho e izquierdo del cuerpo en sujetos asintomáticos al aplicar estímulos eléctricos (21).

Los valores US no se modificaron por el pliegue cutáneo, por lo que las variaciones en el US no son causadas por el espesor dérmico, en contraste a lo reportado por Maffiuletti et al., que halló US más elevado en sujetos con pliegues cutáneos de mayor grosor y viceversa (17).

Se observó una disminución proporcional de los valores US al aumentar el número de antecedentes patológicos familiares, siendo pertinente detectar los factores de riesgo genéticos y su relación con la futura presencia de la enfermedad y complicaciones. No se encontró asociación alguna entre los US y la edad, corroborando a Leitgeb et al., (22) descartando la alteración de los US a medida que la persona envejece. El daño neuropático en la población de estudio se vio afectada por las enfermedades en mayor relevancia que por cualquier otro aspecto que pudiese modificar el resultado del mismo (edad, sexo, pliegue cutáneo), considerando la población de estudio de sujetos asintomáticos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) Se establecieron los valores de tendencia central y dispersión de los US para sujetos asintomáticos y con antecedentes de HTA, diabetes mellitus y sobrepeso.
- 2) No se detectaron diferencias en los US debido al género.
- 3) Los pacientes con HTA poseen US en metámera C₆ menores a los sujetos asintomáticos.
- 4) Los pacientes con sobrepeso poseen US en metámera S₁ menores a los sujetos asintomáticos.
- 5) Los pacientes portadores de HTA, diabetes mellitas o sobre peso tienen valores de L₅ (bilateralmente) y S₁ izquierdo con valores menores que la de los sujetos asintomáticos.
- 6) En los pacientes con HTA, diabetes mellitus o sobre peso mostraron un mayor número de asimetrías que los sujetos asintomáticos.
- 7) El pliegue cutáneo, en el rango evaluado, no modifica los valores de US.
- 8) Existe una disminución proporcional del umbral sensorial con el aumento del número acumulado de antecedentes familiares de HTA, diabetes mellitus y sobre peso.
- 9) Basado en los resultados del presente estudio, se debería incluir a los criterios diagnósticos convencionales, las determinaciones de los US.
- 10) Se requiere un estudio futuro sobre el posible predominio diagnóstica de la determinación de los US sobre los métodos convencionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Eckel H. R. Fauci A., Braunwald E., Kasper D., Hauser S, Síndrome metabólico Harrison Medicina Interna 17^{ma} ed. Vol. II Mc Graw Hill 2008. 1509 – 1511.
2. Lopez M, Sosa M, Paulo N, Labrousse M. Síndrome Metabólica. Rev posgrado de VIa cátedra med [seriada en línea] 2007 [acceso 7 de Abril de 2011]; N^o 171: [12p]. Disponible en:
http://www.med.unne.edu.ar/revista/revista171/3_171.pdf
3. Anderson PJ, Critchley JAJH, Chan JCN et al. Factor analysis of the metabolic syndrome: obesity vs insulin resistance as the central abnormality. International Journal of Obesity 2001;25:1782
4. Masana Marín L, Rubiés Prat J. Alteraciones del metabolismo de las lipoproteínas. Farreras Valentí P, Rozman C. Medicina Interna. 13^a ed. Madrid, España: Harcourt Brace; 1998 vol (3): 1899-1932.
5. Alberti KG et al: The IDF Epidemiology Task Force Consensus Group. The metabolic syndrome a new worldwide definition. Lancet 366:1059, 2005.
6. Grundy S. Metabolic syndrome pandemic. Arterioscler., Thromb., Vasc. Biol. 2008; 28: 629 – 636.
7. Ministerio del Poder Popular para la Salud de la República Bolivariana de Venezuela [Sede web] . Anuario de Mortalidad 2008 [acceso 9 de Abril de 2011]. Caracas: MPPS de Venezuela; 2011. Disponible en:
<http://www.mpps.gob.ve/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=768>
8. Ruiz N, Espinoza M, Barrios E, Reigosa A. Factores cardiometabolicos en una comunidad de Valencia, Venezuela. Rev. Salud publica [seriada en línea] 2009; Vol. 11. [acceso 9 de Abril de 2011]. Disponible en:
http://www.scielo.org/scielo.php?pid=S012100612009000300007&script=sci_abstract&tlng=es
9. Garcia C., Jerjes C, Martinez BP, Azpire LP .Epidemiologia del Síndrome metabólico y diabetes mellitus tipo 2; arch Cardiol Mex 2001; 71(2): 267 – 270.
10. Devigili G, Tugnoli V, Penza P, Camozzi F, Lombardi R, Melli G, Broglio L, Granieri E, Lauria G. The diagnostic criteria for small fibre neuropathy: from symptoms to neuropathology. Brain. 2008 Jul; 131(7):1912-25.
11. Kenshalo DR, Bergen DC, Cooper B, et al. A device to measure cutaneous temperature sensitivity in humans and subhuman species. J Appl Physiol 1975; 39: 1038–1010.
12. Gardner EP, Martin JH, Jessell TM. Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, et al. The bodily senses. Principles of Neural Science. New York. Elsevier 2000: 130–150.

13. Savic G, Davey N, Bergström E. Quantitative sensory tests (perceptual thresholds) in patients with spinal cord injury. *JRRD*. 2007; 11 (1): 77- 82.
14. Davey NJ, Nowicky AV, Zaman R. Somatopy of perceptual threshold to cutaneous electrical stimulation in man. *Exp Physiol*. 2001;86(1): 127-30
15. Kimura J, Dyck PJ, Thomas PK, Griffin JW, Low PA, Poduslo JF, et al. Nerve conduction studies and electromyography. *Peripheral Neuropathy*, Philadelphia: 1993:598–615.
16. Lautenbacher S, Rollman G. Sex differences in responsiveness to painful and non-painful stimuli are dependent upon the stimulation method. *Pain*. 1993; 53(3): 255–264.
17. Maffiuletti NA, Herrero AJ, Jubeau M, Impellizzeri FM, Bizzini M. Differences in electrical stimulation thresholds between men and women. *Ann Neurol*. 2008; 63(4): 507–512.
18. Krumova E, Geber C, Westermann A, Maie C. Neuropathic Pain: Is Quantitative sensory Testing Helpful?. *Curr Diab Rep*. 2012; 12(4):393-402.
19. Vinik A. *Diabetic Neuropathies Atlas of Diabetes*. 2012, 295-312.
20. Ionescu-Tîrgoviște C, Prună S, Băjenaru O, Cheta D, Mincu I. The perception threshold to an electric stimulus deeply applied in the lower limbs in normal and diabetic subjects. *Diabetes Res Clin Pract Suppl*. 1987; 5(3): 249–258
21. Leong GW, Gorrie CA, Ng K, Rutkowski S, Waite PME. Electrical perceptual threshold testing: validation study. *J Spinal Cord Med*. 2009; 32(2): 140–146.
22. Leitgeb N, Schroettner J, Cech R. Electric current perception of the general population including children and the elderly. *J Med Eng Technol*. 2005 Sep-Oct; 29(5): 215-8



Anexo 1: Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
ESCUELA DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE SALUD PÚBLICA
TEST SENSORIAL CUANTITATIVO

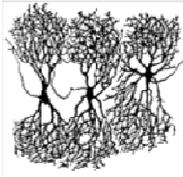
Andrellys Estrada
 Anthony Farfan
 Flores Carlos
 Garrido Jorge
 Tutor: Dr. Antonio Eblen.

CUESTIONARIO

1. Género: M F
2. Edad _____
3. Diabético años _____ Hipertenso años _____ Obesidad años _____
4. Tratamiento diabetes: _____
5. Tratamiento HTA: _____
6. Tratamiento obesidad: _____
7. Antecedentes familiares:

Pariente	Diabetes	Hipertensión arterial	Obesidad
Padre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Madre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hermanos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tíos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abuelos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anexo 2: Instrumento de recolección de datos



Universidad de Carabobo – Facultad de Ciencias de la Salud
 Escuela de Ciencias Biomédicas y Tecnológicas
 Laboratorio de Neurofisiología
 Test Sensorial Cuantitativo – Umbral Perceptivo Eléctrico

Fecha: / /

Paciente: _____

Sexo: _____

Edad: _____

Medicamentos : _____

Dx Referencia: _____

TA: _____

Pulso: _____

Glicemia capilar: _____

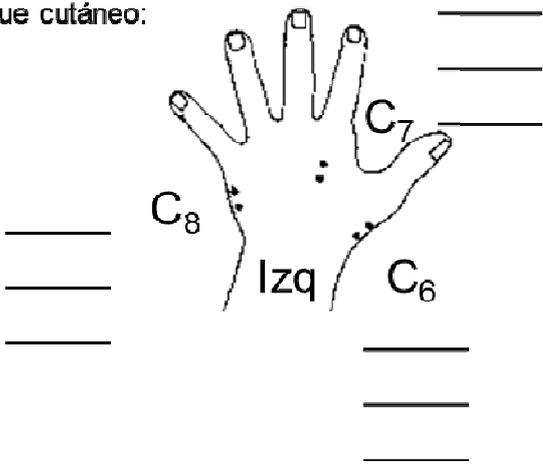
Talla: _____

Peso: _____

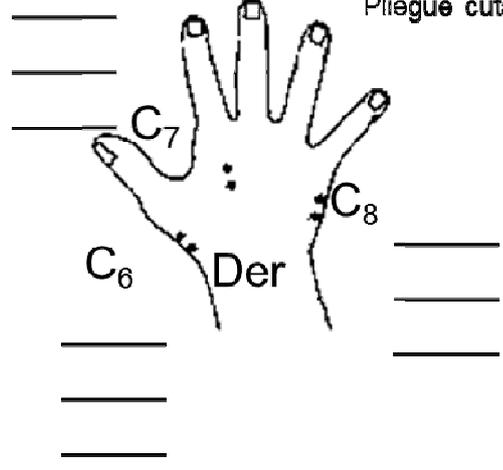
C.A: _____

IMC: _____

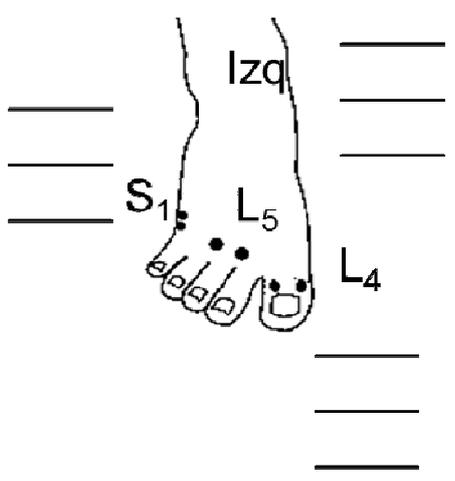
Pliegue cutáneo: _____



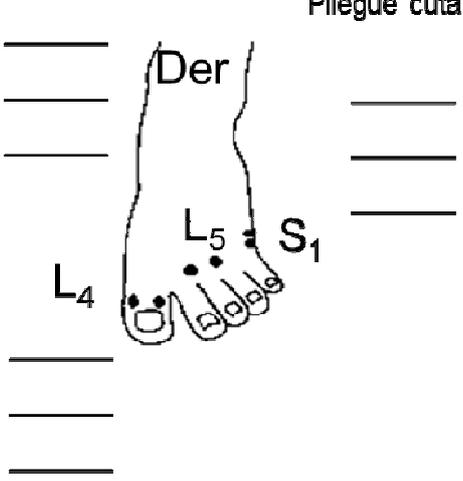
Pliegue cutáneo: _____



Pliegue cutáneo: _____



Pliegue cutáneo: _____



Hallazgos: Se aplicaron pulsos de 0,5ms; 3Hz; 0-10mA (pasos de 100µA) en sitios de prueba ASIA para metámeras C₆, C₇, C₈, L₄, L₅ y S₁ distales. _____

Conclusión: _____



Anexo 3: Carta consentimiento informado



CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA

La presente investigación es conducida por alumnos de 5to año de medicina, de la Universidad de Carabobo. El objetivo de este estudio es establecer valores de umbrales de percepción sensorial en individuos asintomáticos y con HTA, diabetes y sobrepeso del edificio sede de Ciencias Biomédicas y tecnológicas de la Universidad de Carabobo.

Si usted accede a participar en este estudio, se le realizará una serie de preguntas respecto a antecedentes familiares y personales sobre algunas patologías mediante un cuestionario, luego se procederá a realizarle una prueba. Este consiste en colocarle un electrodo en ambas manos y pies, de manera alterna, aplicando un estímulo eléctrico no doloroso en cada territorio 3 veces, usted deberá manifestar en qué momento comienza a sentir el estímulo para que este sea reportado como el valor de su umbral sensorial, es necesaria su máxima colaboración y sinceridad, posteriormente se le pesará, se le tomará la presión arterial y se le medirá la circunferencia abdominal. Vale recalcar que esta prueba no tiene ningún efecto adverso, por lo que es totalmente seguro y usted no correrá ningún riesgo al realizarlo. Esta investigación aporta información importante al campo de la medicina, debido a que se podrán determinar una base de datos con los valores normales de umbrales de sensibilidad de nuestra sociedad, y además se observará si los antecedentes familiares como hipertensión arterial, o diabetes, influyen en estos valores en distinción con los individuos que no posean estos antecedentes.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante la lectura del consentimiento informado. Así mismo usted puede retirarse en cualquier momento, sin que esto lo perjudique. La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de la investigación.

Acepto participar voluntariamente en esta investigación, conducida por alumnos de 5to año de medicina de la universidad de Carabobo. He sido informado (a) sobre el objetivo de este estudio. Me han indicado también que los investigadores me realizarán un cuestionario, luego me harán una prueba no dolorosa, donde necesitarán mi cooperación para que se pueda llevar a cabo, luego me tomarán la tensión arterial, el peso y la circunferencia abdominal con una cinta métrica, también me han informado sobre la seguridad de la prueba y sobre que esta no tiene efectos secundarios.

Reconozco que la información que yo provea es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de este estudio sin mi consentimiento. He sido informada de que puedo realizar preguntas sobre la investigación en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo si así lo decido, sin que esto acarree perjuicio alguno sobre mi persona. De tener preguntas sobre mi participación en este estudio puedo contactar a Carlos Flores al teléfono 04244268018. Entiendo que una copia de esta ficha de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando este haya concluido.

Nombre del voluntario

Firma del voluntario

Fecha