

Estimación de la vulnerabilidad individual de los pacientes hipertensos ante la influencia de los efectos meteoro-trópicos.

Lecha Estela, Luis B.¹
Monteagudo Lima, Luis²

¹ Centro de Estudios y Servicios Ambientales de Villa Clara, Santa Clara, Cuba, luis.lecha@gmail.com

² Cardiocentro "Ernesto Che Guevara" de Villa Clara, Santa Clara, Cuba, monte@cardiovc.sld.cu

Resumen: El trabajo forma parte del desarrollo inicial de la segunda generación de pronósticos biometeorológicos, encaminada a identificar y prevenir el impacto de los efectos meteoro-trópicos sobre la salud humana, con la peculiaridad que ahora la contraparte médica participa de manera activa en su elaboración, por cuanto se dispone de una muestra experimental de más de 3,000 pacientes bajo monitoreo ambulatorio de su presión arterial (MAPA), que permite la evaluación de la vulnerabilidad individual asociada a los factores de riesgo no modificables, el análisis de las anomalías observadas durante las pruebas y que están asociadas a la influencia de factores externos o peligros, especialmente las condiciones del estado del tiempo, capaces de provocar crisis de salud en dependencia de su intensidad y duración. Se aplican al caso de la hipertensión arterial, los principios de la metodología cubana para el manejo de riesgos, en particular, los procedimientos para el estudio de los peligros, vulnerabilidades y riesgos asociados a las crisis hipertensivas, mediante la cual se puede llegar a conocer el riesgo cardiovascular total de cada individuo, estableciendo los tratamientos y acciones preventivas que sean pertinentes a cada caso. En este trabajo se recoge la primera parte de los resultados disponibles, explicando los fundamentos metodológicos utilizados para ponderar la vulnerabilidad específica asociada a los factores de riesgo no modificables. Se incluyen tablas y diagramas que ilustran el contenido del trabajo.

Palabras clave: Tiempo y salud humana, factores de riesgo biometeorológicos, crisis hipertensivas, ritmos circadianos, monitoreo ambulatorio de la presión arterial (MAPA).

I. INTRODUCCIÓN

Las condiciones meteorológicas influyen sobre las personas de forma específica (directa) y no específica (indirecta), por lo que se reconocen como un importante factor de riesgo para la salud humana, con la capacidad de producir en un corto período de tiempo, efectos meteoro-trópicos intensos sobre la población más vulnerable o meteoro-lábil. El impacto específico de estos efectos dependen tanto de su intensidad y duración, como de la capacidad de adaptación de los individuos expuestos, influyendo en ello las condiciones generales de vida, la edad, el sexo, la raza, el estado general de salud, el nivel de entrenamiento físico, la presencia o no de enfermedades (comorbilidad), entre otros muchos factores.

Los efectos meteoro-trópicos son predecibles en Cuba y en otras regiones del mundo gracias al desarrollo y validación satisfactoria de novedosos métodos de pronóstico biometeorológico, de manera que se puede informar oportunamente a las autoridades de gobierno, los órganos de la protección civil, a las instituciones de salud y a toda la población sobre la ocurrencia de condiciones meteorológicas capaces de producir crisis masivas de salud entre la población más vulnerable y meteoro-lábil.

Ello permite, teóricamente, a los sistemas nacionales de salud que cuentan con estos servicios la adopción de planes de acción individuales o colectivos; institucionales o públicos a través de los me-

dios masivos de comunicación; a corto, mediano y largo plazos; encaminados a diseñar, evaluar y aplicar nuevos procedimientos, medidas organizativas, terapéuticas o profiláctico-preventivas de respuesta, programas de capacitación y de educación sanitaria, así como estrategias a largo plazo de intervención comunitaria en función de la prevención oportuna, mitigación y adaptación de la población más vulnerable ante los efectos de la variabilidad del clima y el tiempo, incluyendo los impactos potenciales de un cambio climático global sobre la salud humana.

En este trabajo se considera el caso particular de la hipertensión arterial, enfermedad crónica que está alcanzando una alta prevalencia en Cuba y en otros países, afectando a cerca del 40 % de la población cubana adulta en edad laboral y a más del 65 % de la población mayor a 60 años (MINSAP, 2013), siendo uno de los factores de riesgo más importantes que incide en el aumento de la mortalidad por enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares en el país (Sauchay, 2014).

El Cardiocentro de Villa Clara logró el diseño y la producción cooperada con empresas cubanas de un novedoso equipo portátil para el Monitoreo Ambulatorio de la Presión Arterial (MAPA), el cual permite el control continuo y durante un tiempo determinado (24 horas o más) de los principales parámetros del sistema cardiovascular y de la tensión arterial. Esta información se almacena en un soporte digital y se puede utilizar posteriormente para evaluar la ocurrencia de crisis hipertensivas u otras anomalías presentes en el registro individual del MAPA de cada paciente y que están relacionadas con sucesos ocurridos durante el MAPA (sustos, disgustos, estrés, ejercicios físicos, etc.) o provocadas por las influencias de factores externos, especialmente la ocurrencia de efectos meteoro-trópicos.

La mayoría de los estudios biometeorológicos realizados en el país pueden disponer de una amplia gama de parámetros meteorológicos; pero este volumen de información es difícil de comparar con bases de datos diarias sobre la ocurrencia de las crisis de salud. Para ello se han utilizado hasta el presente los datos de las atenciones diarias por urgencias, los datos diarios de ingresos hospitalarios y los datos oficiales de mortalidad general y por diferentes causas; pero no se tiene información referente a la fisiología de esas personas antes y durante la crisis de salud y la representatividad de las fuentes antes mencionadas es baja, bien por problemas con el diagnóstico inicial realizado al llegar a los servicios de urgencia o bien por errores u omisiones en las causas de muerte que se registran en los Certificados de Defunción.

Por lo tanto, al disponer del MAPA se tiene acceso a una valiosa fuente continua de datos individuales que permite estudiar la interacción paciente vs entorno durante el período de tiempo que dura cada prueba y comparar las condiciones meteorológicas influyentes con el comportamiento de los indicadores cardiovasculares de cada persona, calculando adicionalmente otros índices objetivos que permiten evaluar las anomalías que puedan observarse durante las pruebas, con respecto al comportamiento habitual del sujeto objeto de estudio.

Si el MAPA permite discriminar las influencias específicas de los peligros externos actuando como elementos catalizadores de crisis de salud individuales, incluyendo los efectos meteoro-trópicos, entonces se pueden diseñar nuevos procedimientos terapéuticos, preventivos y organizativos capaces de prevenir y mitigar la ocurrencia de las crisis hipertensivas, reduciendo así la morbilidad y mortalidad asociada a una de las enfermedades crónicas no transmisibles de mayor incidencia en Cuba y otros países.

El impacto científico y socioeconómico derivado de estos nuevos procedimientos sería considerable, pues si se considera como universo susceptible solo a la cantidad de hipertensos en la provincia de Villa Clara y que esta es una de las provincias más envejecidas de Cuba, con una población mayor a 60 años de 173,554 hab. en el año 2013 (ONE, 2014), entonces un servicio especializado de pronósticos biometeorológicos de segunda generación lograría un impacto socioeconómico considerable al aumentar la

calidad de vida, la calidad de la atención médica y la esperanza de vida a miles de individuos, sólo en esta provincia del país.

II. MÉTODOS.

Los fundamentos metodológicos del presente trabajo se sustentan en los criterios y procedimientos contenidos en los Estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo (PVR) elaborados por la Agencia de Medio Ambiente del CITMA (AMA, 2012) y que constituyen la base metodológica y operativa del Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil (EMNDC) para diseñar e implementar las acciones de prevención y mitigación de los efectos de los desastres naturales en el país, según se establece en el contenido de la Directiva No. 1 del año 2005 del Vicepresidente del Consejo de Defensa Nacional.

A. Indicadores de la actividad cardiovascular de cada individuo.

Para elevar la percepción del riesgo biotrópico, al menos dentro de la comunidad médica nacional, se requiere de nuevos elementos de juicio capaces de mostrar explícitamente el impacto personalizado de los efectos meteorotrópicos sobre la salud humana, para lo cual los resultados del MAPA resultan esenciales. Así, se pasaron a ficheros “Excel” los datos personales de 3,089 expedientes de los pacientes bajo MAPA en la consulta de Hipertensión Refractaria del Cardiocentro Ernesto “Che” Guevara de Villa Clara, archivados en el formato del programa HiperMap desde febrero de 2013 hasta diciembre de 2016, y que incluyen diversos parámetros cardiovasculares medidos cada 30 minutos y durante períodos de 24 horas. Esta gran base de datos se procesó mediante un programa desarrollado a tales efectos por Vergara (2015), el cual permitió el cálculo de varios índices cardiovasculares y la representación gráfica de las lecturas directas obtenidas cada 30 min, tal y como muestra la Fig. 1.

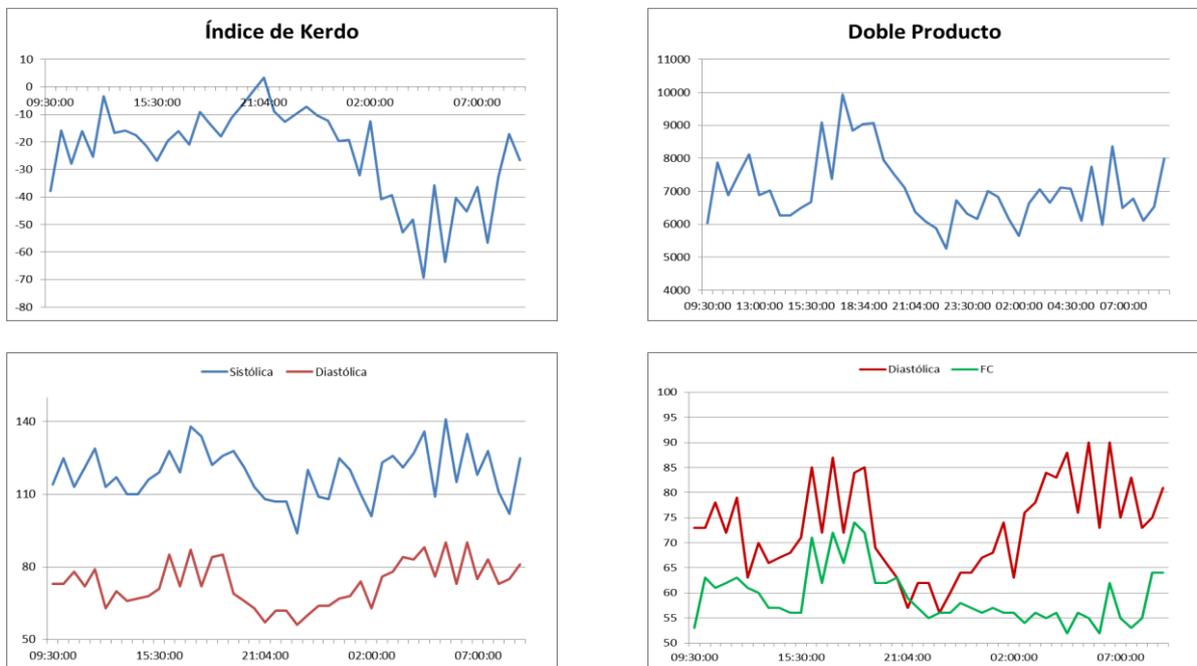


Fig. 1 Representación gráfica de los elementos medidos cada 30 min en los MAPA individuales.

Los indicadores directos que se obtienen del MAPA son los habituales en las lecturas de la presión arterial, o sea: la presión arterial sistólica (PAS), la presión arterial diastólica (PAD) y la frecuencia cardíaca (FC); pero con la ventaja de que se miden a intervalos cortos y regulares durante un día completo o más, según el criterio médico y la situación del paciente.

Con estos indicadores directos se pueden calcular varios índices cardiovasculares que complementan la información sobre el funcionamiento del sistema cardiovascular del paciente. Entre ellos está la presión diferencial (*Pdif*), que es la diferencia entre las presiones sistólica y diastólica; la presión arterial media, que es el promedio entre las presiones sistólica (máxima) y diastólica (mínima); el índice de Kerdo (*Kerdo*) dado por la expresión:

$$IK = \left(1 - \frac{PD}{FC}\right) \times 100 \quad (1)$$

Donde,

IK: índice de Kerdo.

PD: presión diastólica (mínima).

FC: frecuencia cardíaca.

Este índice refleja el estrés del sistema neurovegetativo del paciente. Los valores positivos indican un estado vagal, mientras que los negativos reflejan la magnitud del estrés existente. A medida que aumentan negativamente, mayor es el desequilibrio de la tensión arterial del individuo.

Otro indicador calculado fue el doble producto (*DP*) que se calcula multiplicando la presión sistólica (PS) por la frecuencia cardíaca (FC), o sea:

$$DP = PS \times FC \quad (2)$$

El índice de masa corporal (*IMC*) es una combinación del peso y la talla de cada persona, lo cual integra en un elemento complejo dos componentes biofísicos importantes. Se calcula mediante la expresión:

$$IMC = \text{Peso} / (\text{Talla})^2 \quad (3)$$

Donde el peso se expresa en Kg y la talla del individuo en metros.

Por último, se determinó el tipo de hipertensión de cada paciente, analizando las características de su ritmo circadiano, o sea, mediante el cálculo de la relación entre el promedio de la presión sistólica medida durante el período de sueño con respecto al promedio medido durante el período de actividad despierto, como indica la expresión:

$$\text{Tipo HTA} = \left(\frac{\text{Promedio PS dormido} \times 100}{\text{Promedio PS despierto}} \right) - 100 \quad (4)$$

Atendiendo a los resultados de la fórmula, el tipo de hipertensión individual se clasifica según el comportamiento del ritmo circadiano en cuatro categorías: el individuo “riser” cuando el resultado de la expresión (4) es positivo; la persona “no diper” cuando los valores del índice oscilan entre 0 y -10; los pacientes “diper”, de acuerdo a los valores comprendidos entre -10 y -20; y por último, los “muy diper” que son los que se identifican por valores de la ecuación (4) inferiores a -20.

De los cuatro tipos posibles, el hipertenso “Riser” se considera el caso más complejo porque presenta los máximos diarios de la presión arterial sistólica durante el período de sueño nocturno, por lo que el sujeto no se percató que sufre una crisis hipertensiva, con las consecuencias negativas que esto puede implicar para su propia salud.

B. Ponderación de la vulnerabilidad individual.

El expediente individual o Historia Clínica de cada paciente recoge un conjunto de datos personales como el sexo, peso, raza, edad, talla, los llamados antecedentes patológicos personales (APP) y los antecedentes patológicos familiares, que son considerados como factores de riesgo para la salud humana. Este tema es muy amplio, porque está claro que dichos parámetros no son los únicos factores de riesgo para la salud del hombre; pero en este caso: se precisa trabajar con variables que brinden información representativa de lo que pudiera ser la vulnerabilidad individual ante la influencia de factores de riesgo externos que van a ser definidos como peligros capaces de producir comportamientos anómalos de la fisiología individual y llegar a provocar una crisis de salud, incluyendo la muerte.

Este enfoque del problema puede no coincidir exactamente con el manejo habitual de los factores de riesgo que se realiza desde el punto de vista de la vigilancia de salud o en la epidemiología clásica; pero si es pertinente desde el punto de vista de facilitar la estimación objetiva de los peligros y vulnerabilidades que determinan el riesgo de ocurrencia de una crisis hipertensiva, visto desde el punto de vista de la metodología para el manejo de riesgos, aplicada en este caso a la hipertensión arterial.

Los elementos escogidos para evaluar las vulnerabilidades específicas (V_e) de un individuo, en esta primera aproximación al problema, son aquellos generalmente considerados como los factores de riesgo no modificables, o sea: el sexo, la raza, el peso, la talla, el índice de masa corporal (IMC) y el tipo de hipertensión definido según las características del ritmo circadiano (tipo RC), siendo entonces posible calcular la vulnerabilidad total (V_t) de cada persona mediante la expresión:

$$V_t = \sum_{e=1}^n V_e = V_{\text{sexo}} + V_{\text{edad}} + V_{\text{peso}} + V_{\text{talla}} + V_{\text{IMC}} + V_{\text{tipo RC}} \quad (5)$$

Para ponderar el peso relativo de las vulnerabilidades específicas se calcularon sus estadígrafos fundamentales (la media, desviación estándar, máximos y mínimos), así como los valores de 1, 25, 33, 50, 66, 75 y 99 percentil. El sexo se utilizó como elemento discriminante de la muestra para el proceso estadístico de los datos. Cada V_e se evaluó entre 0 y 1, de manera que la ecuación (5) que ofrece la vulnerabilidad total (V_t) puede alcanzar la suma máxima de 6 puntos.

El MAPA es la tecnología que permite el registro continuo y confiable de los parámetros cardiovasculares de la persona cada 30 min durante un día completo, colocando y quitando los equipos en el horario de la mañana. Esto ofrece la posibilidad de obtener datos numéricos que pueden ser comparados con los datos meteorológicos y con la ocurrencia de situaciones o hechos que pueden actuar como factores externos capaces de alterar la fisiología individual y generar una crisis de salud, incluyendo la muerte. A este conjunto de datos ya definido en la sección “métodos” que se obtiene directamente o se calcula con las mediciones del MAPA se le llamará en lo sucesivo *el conjunto de los indicadores cardiovasculares*

Las condiciones anómalas posibles de observar durante el MAPA, según el sexo y el horario de las actividades diarias, se definen a partir de los valores muy altos o muy bajos de los indicadores cardiovasculares seleccionados, superiores al percentil 75 e inferiores al percentil 25 (en el caso del índice de Kerdo). Estos umbrales de las distribuciones percentiles se utilizaron para identificar las posibles alteraciones de los indicadores cardiovasculares porque los mismos están muy cerca de los criterios actualizados que se encuentran en las Guías para el Manejo de la Hipertensión Arterial (Piepoli et al., 2016; Whelton et al., 2017) y posteriormente los resultados obtenidos confirmaron su validez metodológica.

Es conocido que las condiciones meteorológicas influyen sobre la salud humana, principalmente por los efectos meteoro-trópicos que producen los cambios muy contrastantes del estado del tiempo, la influencia de ciertos tipos de situaciones sinópticas, los episodios de contaminación atmosférica o ante el

impacto de fenómenos hidrometeorológicos peligrosos como los huracanes, tornados y frentes fríos fuertes, entre otros. Todos ellos pueden generar reacciones meteo-patológicas masivas y diversas, generalmente asociadas a crisis de salud en pacientes portadores de algunas enfermedades crónicas no transmisibles, por lo que se consideran como peligros de impacto temporal sobre la salud de los grupos más vulnerables de una población dada.

Para apreciar el peligro relativo a la influencia de las condiciones meteorológicas se trabajó con los datos diarios de 10 elementos meteorológicos medidos en la estación meteorológica del Yabú en Santa Clara, desde el 1 de enero del año 2013 hasta el 31 de diciembre del 2016.

Con estos datos se calculó el estado del tiempo diario (ETD) según metodología propuesta por Lecha (1998), la diferencia inter-diaria de la presión atmosférica, la densidad del oxígeno en el aire (DOA) y su diferencia en 24 horas (el índice DOA), que es el indicador biometeorológico principal que se utiliza en los pronósticos biometeorológicos. Este indicador se calcula por la fórmula de Ovcharova (1981), dada por la expresión:

$$\rho_{O_2} = 80.51 \times \frac{P - e}{T + 273} \tag{6}$$

Donde,

ρ_{O_2} : es la densidad parcial de oxígeno en el aire en g/m^3 .

P: es la presión atmosférica reducida al nivel medio del mar en hPa.

e: es la tensión del vapor de agua en hPa.

T: es la temperatura del aire en grados Celsius

También se tuvo en cuenta el tipo de situación sinóptica influyente, clasificado según el criterio de Lapinel (1988) y utilizando el archivo digital de mapas del tiempo disponible en el Centro Meteorológico Provincial de Villa Clara, así como el contenido de los pronósticos biometeorológicos emitidos desde el sitio WEB del mismo centro (www.cmp.vcl.cu), en ambos casos para identificar los días con efectos meteo-trópicos significativos, capaces de provocar anomalías en las mediciones del MAPA.

La intensidad de los efectos meteo-trópicos influyentes se clasificó cualitativamente según el cambio en 24 horas dado por el índice DOA y pueden ser: días sin cambio o neutrales, con aumento del oxígeno del aire (hiperoxia) o con disminución del mismo (hipoxia). La cualidad del cambio de tiempo, su intensidad, el efecto meteo-trópico y el nivel de peligro se definen en la Tabla 1.

Tabla 1. Características del contraste biometeorológico en 24 horas (inter-diario).

Cualidad del cambio de tiempo	Índice DOA	Efecto meteo-trópico	Nivel de Peligro
Hipoxia fuerte	Menor a $-6 g/m^3$	FUERTE	ALTO
Hipoxia moderada	-4.1 a -6.0	MODERADO	MEDIO
Hipoxia débil	-2.1 a -4.0	DÉBIL	BAJO
Condiciones neutras	-2.0 a 2.0	NINGUNO	NINGUNO
Hiperoxia débil	2.1 a 4.0	DÉBIL	BAJO
Hiperoxia moderada	4.1 a 6.0	MODERADO	MEDIO
Hiperoxia fuerte	Mayor a 6.0	FUERTE	ALTO

Con toda esta información se realizó el análisis exploratorio y estadístico de los datos para la búsqueda de las relaciones existentes entre las vulnerabilidades específicas, las anomalías observadas durante el MAPA, el comportamiento de los indicadores cardiovasculares y la influencia de las condiciones meteorológicas, todo lo cual aportó un valioso conjunto de resultados aún en proceso.

Se asume que los conceptos y principios de la metodología desarrollada en Cuba para el Manejo y Evaluación de los Riesgos asociados a los desastres naturales pueden adaptarse al Manejo y Evaluación del Riesgo Cardiovascular presente en los pacientes hipertensos, lo cual constituye un enfoque novedoso y de gran valor aplicado al facilitar el tratamiento y prevención de las crisis de salud asociadas a una de las enfermedades crónicas de mayor prevalencia en el país y causante de un importante porcentaje de la mortalidad registrada en Cuba por enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares, con tasas nacionales de 202.9 y 80.7 fallecidos por cada 100,000 hab., respectivamente, en el año 2013; lo que las sitúa entre las primeras causas de muerte en Cuba.

III. RESULTADOS.

La muestra inicial estuvo integrada por 3,089 expedientes, recopilados desde febrero de 2013 hasta el mes de diciembre de 2016. Entre los expedientes es posible encontrar más de una prueba del mismo paciente, pero hecha en fechas diferentes. Los resultados del MAPA fueron revisados en detalle, detectándose varios tipos de errores durante las pruebas, la mayoría debidos a fallos parciales de las baterías, que afectaron el funcionamiento del equipo durante las pruebas. La muestra se considera representativa desde el punto de vista metodológico y conceptual, pero es aún pequeña para establecer conclusiones definitivas con relación a un tema tan complejo, por lo que los resultados tienen un carácter preliminar.

Los histogramas de los elementos de vulnerabilidad asociados a los factores de riesgo no modificables fueron similares para ambos sexos. El tipo de ritmo circadiano más frecuente fue el “no diper” con el 44.02 %, seguido del tipo “diper” con 36.77 %, el “riser” con 15.50 % y finalmente el “muy diper” con solamente 3.72 % (Fig. 1).



Fig. 1 Tipos de ritmos circadianos presentes en la muestra.

Los análisis de las vulnerabilidades específicas, de los indicadores cardiovasculares y de las anomalías ocurridas durante las pruebas se realizaron teniendo en cuenta la agrupación de los datos por sexos; y para cada sexo, los datos fueron reagrupados nuevamente atendiendo al período de actividad nocturna o diurna. La modelación estadística de las interrelaciones existentes entre las anomalías observadas, las características de los factores de riesgo y de los indicadores cardiovasculares constituyeron la base para parametrizar el comportamiento de cada elemento de vulnerabilidad específica.

Para ponderar las vulnerabilidades y peligros específicos, por sexos y períodos de actividad diaria, se aplicó el programa Max-Min elaborado por Lugo (2012) a todos los elementos individuales de vulnerabilidad e indicadores cardiovasculares obtenidos del MAPA, con el objetivo de realizar el análisis bivariado (mediante tablas de contingencia) de las variables escogidas en pares, agrupando los resultados por sexos y según los períodos de actividad diurna y nocturna. Así, la categoría *ninguna* es para el cero absoluto, le sigue la de *pocas* para las pruebas con una sola anomalía, se denomina como *algunas* la ocurrencia de 2 a 3 anomalías y *muchas* cuando el individuo experimentó cuatro anomalías o más durante la etapa.

Como resultado de esta parte del proceso de datos se obtuvieron 196 salidas complejas que combinan dos variables cada una, por lo que no es factible describir en este artículo todos los tipos de interacciones encontradas. A continuación se resumen gráficamente los aspectos más relevantes y regularidades identificadas al comparar las anomalías con la edad, el peso y el tipo de ritmo circadiano (Fig. 2).

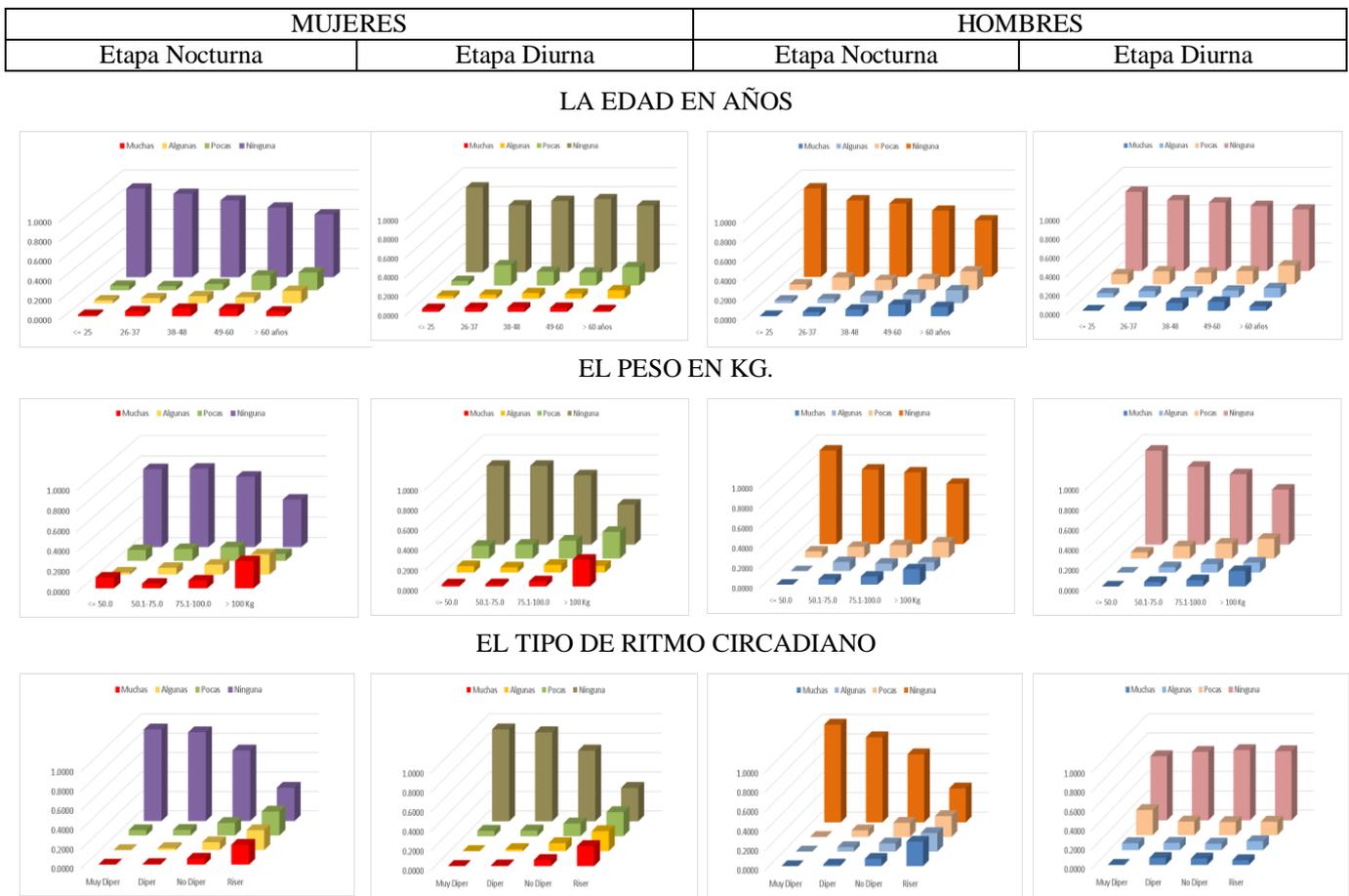


Fig. 2. Interrelación entre las anomalías ocurridas por cada elemento de vulnerabilidad específica durante el MAPA.

La agrupación de los datos mediante los percentiles 25, 50 y 75 generó cuatro intervalos en vez de los tres intervalos tradicionales contemplados en la metodología para los Estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo, que utiliza solamente los umbrales por debajo, entre y por encima de los percentiles 33 y 66; pero en este caso se prefirió el criterio de cuatro intervalos para definir los umbrales de las anomalías.

ías ocurridas durante las pruebas individuales porque así es posible clasificar o agrupar cualitativamente a las anomalías de una manera más lógica, y además buscando una adecuada coincidencia con los criterios clínicos predominantes sobre el manejo de la hipertensión arterial.

Como se infiere de la combinación gráfica anterior, las diferencias esenciales de la estructura bivariada está en los tres intervalos con anomalías y la suma de las frecuencia acumuladas por estos será el mejor criterio a utilizar para definir las vulnerabilidad específica en cada caso. O sea: los pacientes se considerarán vulnerables en diferente grado según el número de anomalías detectadas durante el MAPA y ya este constituye un elemento práctico muy importante para el futuro desarrollo de esta línea de trabajo, por cuanto se trata de valores estandarizados, con magnitud entre 0 y 1, comparables entre sí y entre muestras de diversos orígenes, lo cual constituye un requerimiento esencial para su tratamiento estadístico y en la práctica médica diaria.

Al analizar de la misma forma la relación existente entre las anomalías y el comportamiento de los índices cardiovasculares se obtuvo otro conjunto de resultados similar al anterior; pero en este caso las anomalías observadas servirán para evaluar la influencia de factores externos presentes durante las pruebas y se consideran peligros potenciales para la ocurrencia de crisis hipertensivas (Fig. 3).

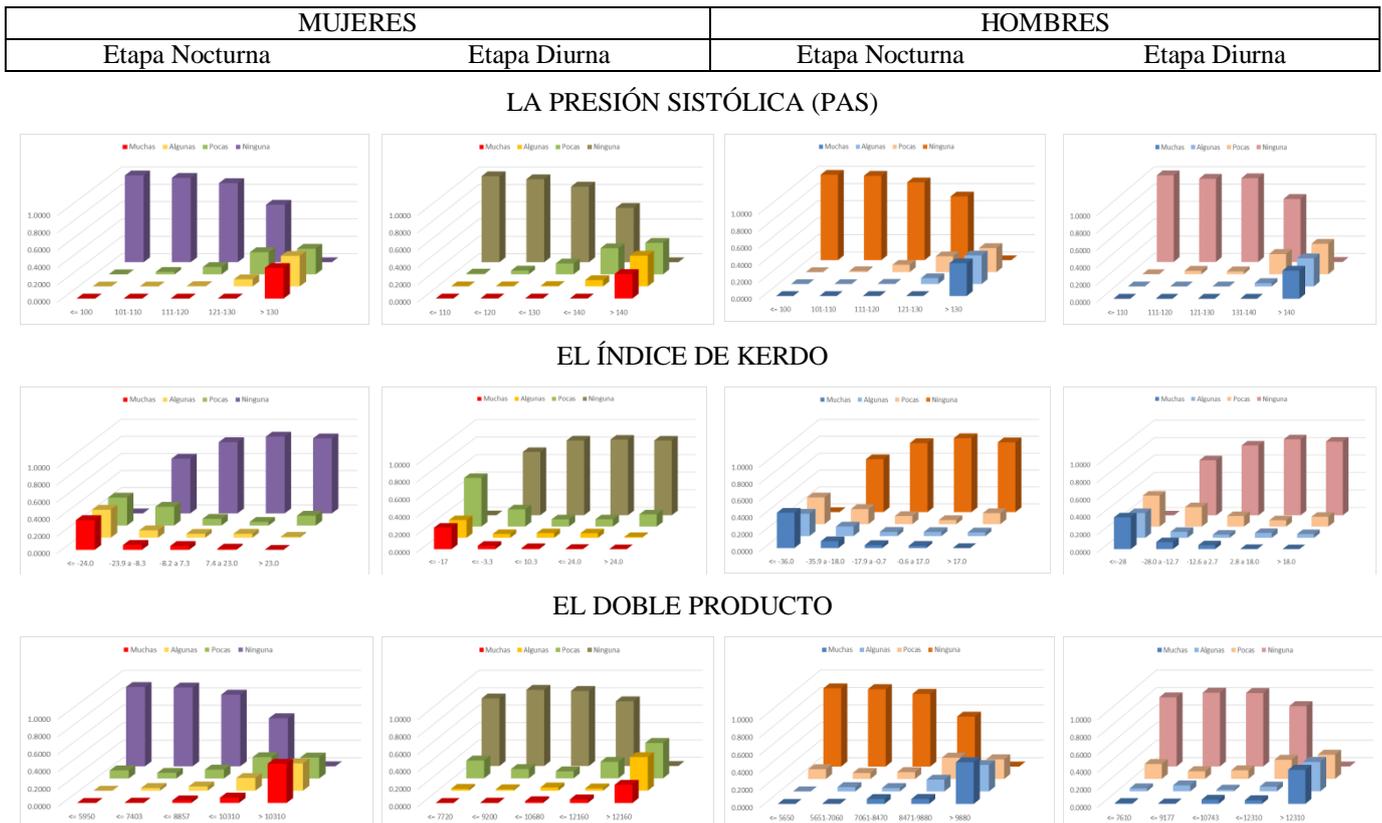


Fig. 3. Interrelación entre las anomalías ocurridas y los indicadores cardiovasculares durante el MAPA.

Después de calcular las sumas de las frecuencias observadas para cada elemento de vulnerabilidad específica se organizaron los numerosos resultados de manera apropiada en diferentes tablas, considerando el sexo y los períodos de actividad nocturna y diurna. A modo de ejemplo, la Tabla 2 muestra los

valores de las vulnerabilidades específicas asociadas a la edad, para ambos sexos, durante el período de actividad nocturna.

Al disponer de las frecuencias de cada variable por intervalos, es posible buscar el mejor ajuste de los valores de las tablas a las distribuciones estadísticas conocidas, lo que permite disponer de un modelo de estimación de las vulnerabilidades específicas.

Tabla 2. Vulnerabilidades específicas asociadas a los factores de riesgo, por sexos, para el período nocturno.

ANÁLISIS BIVARIADO ENTRE LA EDAD Y LAS ANOMALÍAS										
ANOMALÍAS	MUJERES					HOMBRES				
	<= 25	26-37	38-48	49-60	> 60 años	<= 25	26-37	38-48	49-60	> 60 años
Muchas	0.0159	0.0532	0.0779	0.0757	0.0502	0.0058	0.0431	0.0692	0.1195	0.0960
Algunas	0.0317	0.0532	0.0736	0.0625	0.1274	0.0292	0.0431	0.0755	0.0887	0.1320
Pocas	0.0476	0.0426	0.0649	0.1513	0.1815	0.0585	0.1293	0.1038	0.1126	0.1920
Ninguna	0.9048	0.8511	0.7835	0.7105	0.6409	0.9064	0.7845	0.7516	0.6792	0.5800
SUMAS	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Vulnerabilidad	0.0952	0.1489	0.2165	0.2895	0.3591	0.0936	0.2155	0.2484	0.3208	0.4200

Las facilidades estadísticas incluidas en las tablas Excel permiten hacer estos ajustes y los modelos obtenidos, todos con muy altos coeficientes de significación estadística, se encuentran disponibles para su empleo operativo. Un ejemplo de ello se muestra en la Tabla 3 y refleja la vulnerabilidad específica de la edad. La evaluación objetiva de la vulnerabilidad específica individual que le corresponde a cada factor de riesgo no modificable se pudo hacer a partir de los modelos estadísticos obtenidos, según el sexo y los períodos de actividad. Estos valores se van actualizando mediante el monitoreo periódico que se realiza a los pacientes.

Tabla 3. Modelos estadísticos de mejor ajuste para el cálculo de las vulnerabilidades específicas (Ve).

EDAD			Diagramas por Elementos	
Sexos	Coef. R2	Modelo estadístico de mejor ajuste	EDAD EN MUJERES	EDAD EN HOMBRES
Mujeres	0.9971	$y = 0.0668x + 0.0214$		
Hombres	0.9952	$y = 0.0097x^3 - 0.0873x^2 + 0.3062x - 0.133$		

IV. CONCLUSIONES.

El monitoreo ambulatorio de la presión arterial aporta los datos necesarios para evaluar, de conjunto con la información meteorológica operativa, la interacción del hombre con las condiciones meteorológicas influyentes, actuando como un factor externo que puede afectar su salud. En esta evaluación individual resulta posible aplicar las bases metodológicas de los Estudios de PVR desarrollada en Cuba para el enfrentamiento a los desastres naturales; pero ahora adaptada a las características específicas de los pacientes hipertensos sometidos al MAPA.

La ponderación de las vulnerabilidades específicas asociadas a los factores de riesgo no modificables pudo ser efectuada con objetividad, obteniendo modelos estadísticos de mejor ajuste que permiten su cálculo personalizado y la aplicación futura de una herramienta novedosa en el tratamiento y prevención

de las crisis hipertensivas, especialmente las potencialmente originadas por los efectos meteorotrópicos.

Se demuestra que el ritmo circadiano de los pacientes hipertensos tiene una influencia importante en la definición de la vulnerabilidad individual y sus características pueden ser fácilmente clasificadas para establecer la comparación con las marchas diaria e inter-diaria de los principales elementos meteorológicos influyentes sobre cada individuo, tanto de día como de noche. Los tipos de hipertensos “riser” y “no diper” resultan los más vulnerables ante la influencia de los factores externos y se encontró una relación muy alta entre los días con efectos meteorotrópicos y la ocurrencia de anomalías moderadas y severas en los registros diarios de estos pacientes, especialmente los del tipo Riser, con más del 85 % de los casos positivos. Estos resultados formarán parte de un trabajo aparte.

V. REFERENCIAS

Agencia de Medio Ambiente (2012). Guía para la realización de los Estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo (PVR) de la República de Cuba. AMA-CITMA, La Habana; 134 pp.

Archivo de mapas biometeorológicos de Cuba (2007-2015). Centro de Estudios y Servicios Ambientales de Villa Clara.

Lapinel B (1988). La circulación atmosférica y las características espacio-temporales de las lluvias en Cuba. Tesis de doctorado. Inst. Meteorología, La Habana; 147 pp.

Lecha L (1998). Biometeorological classification of daily weather types for the humid tropics. *Int. Jour. Biomet.* 42(2):77-83.

MINSAP (2014). Anuario Estadístico de Salud 2013. Dirección de Registros Médicos y Estadísticas de Salud, La Habana. ISSN 1561-4425.

ONE – Oficina Nacional de Estadísticas (2010): Anuario Estadístico de Villa Clara. Edición 2011. Tablas 18.8 y 18.9: Sección Salud y Asistencia Social.

Ovcharova V.F. (1981): Cálculo del contenido de oxígeno en el aire sobre la base de parámetros meteorológicos (presión, temperatura y humedad) para el pronóstico de los efectos de las condiciones de hipoxia [en ruso]. *Prob. Climatoterapia, Fisioterapia y Rehabilitación*, 2:29-34.

Piepoli MF et al. (2016). Guía sobre prevención de la enfermedad cardiovascular en la práctica clínica. *Rev. Esp. Cardiología*, 69(10); 939.e1-e87 (consultado en <http://www.revespcardiol.org> el 10/10/2016).

Touyz R.M. (2000): Oxidative stress and vascular damage in hypertension. *Current Hypertension Rep.*, 2:98-105. ISSN 1522-6417.

Whelton PK et al. (2017). Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults. 2017 High Blood Pressure Clinical Practice Guideline. *Journal of the American College of Cardiology* (consultado en <http://hyper.ahajournals.org> el 14/12/2017).