

Predicción de la evolución hacia la hipertensión arterial en la adultez desde la adolescencia

Toward the prediction of arterial hypertension in adulthood from adolescence

Dr. MSc. Guillermo Alberto Pérez Fernández,^I Dr. C. Ricardo Grau Abalo^{II}

^IEspecialista de I y II grado en Cardiología. Especialista de I grado en Medicina General Integral. Profesor Auxiliar. Máster en Urgencias Médicas. Investigador Agregado. Hospital Universitario "Celestino Hernández Robau", Santa Clara, Villa Clara, Cuba. E-mail: gpf@hchr.vcl.sld.cu

^{II}Profesor Titular. Investigador Titular. Universidad Central de las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

RESUMEN

Introducción: las recomendaciones de la Sociedad Europea de Hipertensión Arterial (HTA) bajo la supervisión de la Sociedad Europea de Cardiología para el tratamiento de la HTA en niños y adolescentes reconocen que la HTA en la edad pediátrica es un problema médico que ha ido incrementándose con repercusiones negativas presentes y futuras. Del mismo modo hacen referencia a la ausencia de estrategias o políticas de salud organizadas que enfrenten eficazmente la enfermedad en este ámbito. No se conoce a ciencia cierta, debido a la escasez de estudios de seguimiento desde la adolescencia hacia la adultez, cuando podría ocurrir la conversión del riesgo en enfermedad en determinado adolescente con factores de riesgo en su etapa de transición hacia la adultez.

Objetivos: diseñar un modelo predictivo para el vaticinio de hipertensión arterial en la adultez desde la adolescencia.

Material y métodos: se realizó estudio longitudinal mediante el seguimiento de una muestra representativa de 125 adolescentes pertenecientes al proyecto PESESCAD-HTA con diagnóstico de prehipertensión en el año 2001 que fueron seguidos por 8 años (96 meses) hasta el 2009. Se realizó la determinación de un modelo predictivo mediante un árbol de decisiones utilizando la técnica de CHAID (chi square automatic interaction detector) con la respectiva evaluación de clasificadores mediante áreas bajo la curva ROC (receiver operating characteristic).

Resultados: se obtuvo un árbol de decisiones que fue capaz de clasificar acertadamente al 80 % de los casos. Con dicho modelo se obtuvo un 67.4 % de verdaderos negativos y 86.6 % de verdaderos positivos.

Conclusiones: la edad del diagnóstico de la prehipertensión, el peso al nacer, la presencia de obesidad familiar y el ambiente familiar desfavorable fueron las situaciones, que en su interacción desde la adolescencia y hasta la adultez, presentaron mayor fuerza para dicha conversión. El modelo de predicción diseñado constituye un aporte instrumental para el vaticinio de la HTA en la adultez desde la adolescencia.

Palabras clave: hipertensión arterial, prehipertensión, adolescencia, score, predicción.

ABSTRACT

Introduction: the Hypertension European Society Recommendations under the supervision of The European Cardiology Society for the treatment of high blood pressure (HBP) in children and adolescents recognize that HBP in the pediatric age is an increasing medical problem with current and future negative repercussions. In addition they refer to the lack of strategies or organized health policies dealing with the problem. It is unknown due to the scantiness of following studies from adolescence to adulthood when is possible the conversion from the risk to the disease.

Objectives: to determine the interactions among several risk factors in the developing of HBP from adolescence to adulthood. To design a predictive model in order to predict the developing of HBP from adolescence to adulthood.

Material and methods: a representative sample of 125 prehypertensive adolescents were followed up through 8 years till year 2009. A predictive model based in a decision tree was done using the CHAID (chi square automatic interaction) technique with the evaluation by areas under the ROC (receiver operating characteristic) curve.

Results: a decision tree was designed that was able to classify accurately 80 % of the cases. With this model 67.4 % and 86.6 % of true negative cases and true positive cases, respectfully.

Conclusions: the age of the diagnosis of the prehypertension, the birth weight, the familiar obesity and the unfavorable familiar environment were the situations that had the strongest interaction among them in the timing from adolescence to adulthood. The prediction model is an instrumental contribution for predicting HBP in adulthood from adolescence.

Key words: arterial hypertension, prehypertension, adolescence, score, prediction.

INTRODUCCIÓN

La hipertensión arterial (HTA), constituye una problemática de salud para cualquier nivel de atención sanitaria, independientemente del tipo de régimen o condición socioeconómica imperante.¹⁻⁴ Cifras alarmantes indican que podría existir un incremento de hasta el 60 % del total de hipertensos a nivel mundial, lo que significaría la elevación de las cifras de un billón en la actualidad hasta 1.65 billones para el año 2025.⁵

A pesar del hecho establecido de que la aterogénesis tiene sus orígenes en la niñez,⁴⁻⁶ hasta hace algo más de tres décadas la mayor parte de la comunidad

médica en todo el mundo consideraba a la HTA esencial como una entidad propia del adulto.⁶

Con la publicación, en 1977, de la Primera Tarea de Fuerza (Task Force) Americana para el control de la presión arterial (PA) en niños y adolescentes,⁷ actualizada después en 1987,⁸ 1996⁹ y por último, en el año 2004,¹⁰ se inició una nueva era en el enfrentamiento de esta enfermedad, en edades precoces de la vida, donde su detección temprana se impone.⁷⁻¹²

En el año 2009, las recomendaciones de la Sociedad Europea, bajo la supervisión de la Sociedad Europea de Cardiología para el tratamiento de la HTA en niños y adolescentes,¹¹ además de reconocer que la HTA en la edad pediátrica es un problema médico que ha ido incrementándose con repercusiones negativas presentes y futuras muy poco alentadoras; hacen referencia, a la ausencia de estrategias o políticas de salud organizadas que enfrenten eficazmente la enfermedad en este ámbito.

El patrón o trayecto (tracking por sus siglas en inglés) que sigue la PA en el tiempo ha sido examinado específicamente por dos importantes investigaciones (megaestudios): el Estudio Muscatine y el de Bogalusa (Lousiana, E.U), ambos transcendentales en el acápite del comportamiento y variabilidad tensional hacia la adultez desde la adolescencia.^{11,12}

Las anteriores mega-investigaciones han emitido una serie de afirmaciones a tener en cuenta: en primer lugar, se ha demostrado que el factor predictivo fundamental para el desarrollo de HTA en la adultez lo constituye la presencia de una elevación tensional previa no acorde con la edad.

Se sabe además que este patrón o trayectoria es más consistente si los valores de PA elevados en la niñez o adolescencia están combinados con obesidad, historia familiar de HTA o la presencia de un aumento de la masa ventricular izquierda detectada por ecocardiografía. Del mismo modo se ha relacionado este fenómeno en mayor grado con aquellos de color de la piel no blanca, incluso después de ajustar variables, como: peso, talla y estatus socioeconómico.

Igualmente, se ha informado que determinadas variables epidemiológicas, como: el bajo peso al nacer, el sobrepeso y la obesidad están asociadas con una trayectoria de la PA más rápida hacia la HTA en la adultez desde la adolescencia.⁷⁻¹²

Aunque diversos estudios de corte longitudinal han reconocido el hecho de que las cifras de PA en la niñez y adolescencia influyen sobre los valores de PA en la adultez.¹⁰ Lamentablemente la existencia de este tipo de estudio longitudinal sobre el tema del "trayecto" o *tracking* (en inglés) no es mayoritaria, sobre todo en Latinoamérica, siendo inexistente en Cuba.

Actualmente, con la identificación de los factores de riesgo cardiovasculares se puede intentar pronosticar cuál es el individuo con mayor riesgo de convertirse en un hipertenso, pero la ausencia de estudios de seguimiento en nuestro medio (Latinoamérica) hacen que el sentido del tiempo permanezca "estático" en esta estratificación, haciendo difícil predecir cuando podría ocurrir la conversión del riesgo en enfermedad en determinado adolescente con factores de riesgo en su transición hacia la adultez. Es decir que se "trabaja" con el riesgo en un sentido estático y se actúa contra él cuando está presente, lo que es adecuado. Pero vaticinar de manera acertada, mediante un modelo predictivo (*score*), la posibilidad real y efectiva de que se presente la enfermedad (HTA) en la adultez al utilizar variables pesquisadas en la adolescencia, constituiría un complejo reto.

El logro de lo anterior sería una nueva manera de actuar sobre el riesgo, lo que en ocasiones es realmente difícil si tenemos en cuenta la gran variabilidad de los factores de riesgo en cualquier individuo. Con esto indudablemente, se "enmarcaría" mejor al adolescente con mayores y objetivas posibilidades de ser hipertenso en la adultez, y el nivel de precisión se vería incrementado de manera elocuente.

El presente trabajo se propone como objetivo diseñar una propuesta de modelo predictivo para el vaticinio de hipertensión arterial en la adultez desde la adolescencia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de estudio: Estudio longitudinal.

Universo: 1 545 individuos adolescentes pertenecientes a tres escuelas secundarias básicas urbanas del municipio de Santa Clara, Villa Clara, Cuba. Los individuos estuvieron incluidos en el primer corte preliminar del Estudio Territorial "Pesquisaje Escolar en la Adolescencia de Hipertensión Arterial" (PESESCAD-HTA), aprobado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) en Enero de 2000 (No. 11-24).

Muestra: 125 adolescentes seleccionados por muestreo aleatorio simple con diagnóstico de preHTA, del total de 385 prehipertensos diagnosticados.

Variables Estudiadas (tabla 1).

Técnicas específicas en la recolección de datos

Los 125 individuos diagnosticados como prehipertensos en la adolescencia durante el pesquisaje escolar (rango de edades: entre 12 y 15 años) fueron seguidos anualmente durante 8 años hasta la adultez (Marzo 2001-Marzo 2009) en la consulta de Cardiología del Hospital Universitario "Celestino Hernández Robau" de la ciudad de Santa Clara, provincia de Villa Clara, Cuba.

Con el propósito de determinar la conversión de la preHTA en la adolescencia hacia la HTA en la adultez, en cada consulta se realizó una valoración tensional de acuerdo a los criterios establecidos para la edad.⁸⁻¹¹ Esta estratificación tensional fue corroborada al cabo de los 96 meses mediante la realización de una nueva evaluación tensional, que incluyó tres nuevas tomas de PA según lo normado en la adultez.⁴ Las variables estudiadas fueron registradas en un modelo de recolección de datos que fue utilizado en las consultas médicas (anexo 1).

No se midió el dígito terminal en las mediciones de la PA debido a que la totalidad de las mismas fueron realizados por el método convencional (utilizando esfigmomanómetro aneroide marca KTK y estetoscopio (ambos marca SMIC, China), recomendado por la Cuarta Tarea de Fuerza (Task Force) Americana para el control de la presión arterial (PA) en niños y adolescentes.⁷⁻¹⁰

Tabla 1. Variables estudiadas.

Variab les	Definición	Obtención del dato
Antecedente familiar de HTA.	Antecedentes familiares de primer y segundo grados de consanguinidad diagnosticados con HTA.	Referido en la consulta médica.
Antecedente familiar de obesidad.	Antecedentes familiares de primer y segundo grados de consanguinidad diagnosticados con obesidad.	Referidos en la consulta médica.
Antecedente familiar de diabetes mellitus (DM).	Antecedentes familiares de primer y segundo grados de consanguinidad diagnosticados con DM.	Referidos en la consulta médica.
Antecedente familiar de cardiopatía isquémica (CI).	Antecedentes familiares de primer y segundo grados de consanguinidad diagnosticados con CI.	Referidos en la consulta médica.
Antecedente familiar de insuficiencia cardíaca (IC).	Antecedentes familiares de primer y segundo grados de consanguinidad diagnosticados con IC.	Referidos en la consulta médica.
Antecedente familiar de accidente vascular encefálico (AVE)	Antecedentes familiares de primer y segundo grados de consanguinidad diagnosticados con AVE (se refiere a AVE de causa hipertensiva).	Referidos en la consulta médica
Ambiente familiar:	Desfavorable favorable. Según opinión del profesor guía de la escuela sobre el ambiente familiar del educando.	Extraída de la de la caracterización integral oficial contenida en el Expediente Académico Escolar del estudiante.
Peso al nacer:	Peso al nacer en gramos.*	Referido en la consulta médica.
Rendimiento académico:	Favorable: si el promedio académico actual del estudiante es de más de 60 puntos. Desfavorable: promedio académico actual del estudiante es de menos de 60 puntos. Opinión registrada del profesor guía sobre el resultado académico del educando, según la caracterización docente.	Extraída del Expediente Académico Escolar, documento oficial que emite un juicio desde el punto de vista docente, de acuerdo con la Resolución Ministerial 216/89 sobre la Evaluación Escolar del Ministerio de Educación. [14,15]

Peso corporal.	En kilogramos.	Durante la consulta médica.
Talla.	En centímetros.	Durante la consulta médica.
Edad:	años cumplidos hasta el día del interrogatorio según la fecha de nacimiento.	Referido en la consulta médica.
Sexo:	Masculino y femenino según fenotipo.	Observación en la consulta médica.
Color de la piel.	Blanco o no blanco según fenotipo.	Observación en la consulta médica.
Prehipertensión arterial (preHTA):	Valores de PA diastólica o sistólica mayor o igual al 90 percentil y menor o igual al 95 percentil en tres o más ocasiones. [7]	Durante la consulta médica.
Hipertensión arterial (HTA) esencial:	Individuos cuyos valores de PA estuvieron por encima del percentil 95 en tres o más ocasiones. [7]	Durante la consulta médica.
Índice de masa corporal: [7-10].	Peso corporal en Kg dividido por la talla en metros elevada a la potencia de 2, y se expresa Kg/m ² . [7-9]	
Sobrepeso:	Si índice de masa corporal (IMC) mayor del 90 percentil, según las tablas estadounidenses del Centro Nacional de Estadísticas de Salud y el Centro para el Control de Enfermedades. [7-9]	
Obesidad.	Si índice de masa corporal (IMC) mayor o igual del 95 percentil, según las tablas estadounidenses del Centro Nacional de Estadísticas de Salud y el Centro para el Control de Enfermedades. [7-9]	

*Se convirtieron los valores del peso al nacer de gramos a libras. (1 libra=453,599 gramos.)

Metodología

Los datos correspondientes a los adultos participantes en el estudio (previamente recogidos en su etapa de adolescentes mediante una encuesta epidemiológica conjunta, así como sus nuevas valoraciones tensionales en la adultez) (anexo 1), fueron recogidos en una base de datos creada al efecto en Microsoft Access 2007.

Análisis de datos. Análisis bivariado de cada una de las variables, y establecimiento de los potenciales contribuyentes al modelo predictivo de riesgo. Determinación del riesgo relativo (RR) y de los valores de la V de Cramer, a partir de la dicotomización de cada riesgo.

Se calculó la proporción de verdaderos positivos, verdaderos negativos, falsos negativos y los falsos positivos como sigue:

Verdaderos positivos: proporción de casos positivos que fueron correctamente identificados.

Verdaderos negativos: proporción de casos negativos que han sido correctamente clasificados.

Falsos negativos: proporción de casos positivos que fueron incorrectamente clasificados como negativos.

Falsos positivos: proporción de casos negativos que han sido incorrectamente clasificados como positivos.

Determinación de modelos predictivos mediante regresión logística y árbol de decisión utilizando la técnica de CHAID (chi square automatic interaction detector) y evaluación de clasificadores mediante áreas bajo la curva ROC (receiver operating characteristic).

Tras la obtención del modelo de predicción basado en reglas de decisiones, se escogió aleatoriamente una muestra de 182 adolescentes pertenecientes al universo de 1545 adolescentes participantes en el Proyecto de Investigación PESESCAD-HTA. A cada uno de ellos les fueron aplicadas las reglas de decisión diseñadas con anterioridad con el objetivo de realizar una evaluación de la capacidad para pronosticar la conversión a HTA en la adultez desde el estado de preHTA en la adolescencia.

A todos los individuos que participaron en el estudio se les explicó las características de esta investigación y se les pidió su consentimiento informado acerca de la participación en esta investigación. Los adolescentes participantes y sus padres o tutores conocieron los objetivos de este estudio, utilización científica a acometer a partir de la información obtenida, la que, además, no sería divulgada para otros fines, y se les informó de la no presencia de riesgos, al no realizarse ningún ensayo clínico.

Para la realización del estudio longitudinal se seleccionó una muestra a partir del siguiente cálculo de su volumen. Se utilizó una confiabilidad del 95 % (la t de Student correspondiente sería 1.979), y la más desfavorable posible de las probabilidades a estimar (desfavorable en el sentido que incrementa el volumen de la muestra) $p=0.5$.

Una muestra de 125 individuos puede hacer estimaciones con un error de muestreo de apenas 0.037, lo cual se considera suficiente, pues las estimaciones resultarían con errores de solo $1.979 \times 0.037 = 0.073$, esto es del 7.3 %, por lo tanto resulta confiable para el estudio.

El nivel de significación usado fue de $\alpha = 0.05$, de manera que se consideró significación estadística para todo valor de $p < \alpha$.

RESULTADOS

En la muestra de estudio (125 individuos) se identificaron 82 adolescentes (65,60 %), que se convirtieron en hipertensos establecidos en la adultez; mientras que el 34,40 % permaneció en la categoría de preHTA. No existió en ningún caso regresión a la normotensión ya en plena adultez.

Cuando se analizó el sexo de los grupos de preHTA o HTA, entre los casos de HTA hay mayor proporción de hombres (37.8 %) que en los de preHTA (32.6 %), diferencia que no es significativa (significación del test exacto de Fisher 0.695). El riesgo relativo (RR) de masculino/femenino resulta ser de 1.259, esto se traduce en que los adolescentes prehipertensos con sexo masculino tienen 1.3 veces más riesgo de padecer HTA en la adultez. Sin embargo, el intervalo de confianza de este riesgo relativo es de 0.578-2.743, que abarca al valor neutro 1, por lo cual la declaración de este factor individual, como riesgo relativo, puede también ser cuestionada. (Resultados no mostrados en tablas).

Al analizar el color de la piel de los grupos de preHTA o HTA resultó que entre los casos de HTA y de preHTA existe una mayoría de color de la piel blanca que no parece diferenciarse significativamente. Aunque el riesgo apuntaría al color de la piel blanca, no es en modo alguno significativo (significación del test exacto de Fisher 0.819). El riesgo relativo (RR de blanco/no blanco) resulta ser 1.110, pero el intervalo de confianza (0.425,2.898) abarca el valor neutro 1. (Resultados no mostrados en tablas).

En la tabla 2 se analiza la edad del diagnóstico de la preHTA o HTA. El test de Mann-Whitney refleja que el rango medio de esta edad es ligeramente inferior en los casos que finalizaron con HTA en la adultez, aunque no de forma significativa (significación 0.445 mayor que 0.05). Se puede dicotomizar la edad para maximizar la significación de su asociación posible con la presencia de HTA, y resulta que la edad ≤ 14 años representa el máximo riesgo posible (no se muestran en tablas). El riesgo relativo (RR) resulta ser 2.147, esto significa que los adolescentes con edad del inicio de la PreHTA ≤ 14 años tienen más de 2 veces el riesgo de padecer HTA en la adultez. Sin embargo, el intervalo de confianza de este riesgo relativo es de 0.782-5.893, lo que abarca al valor neutro 1, de ahí que la declaración de este factor individual, como riesgo relativo puede ser cuestionada.

Cuando se analiza la talla de los pacientes en los grupos de preHTA o HTA, el test de Mann-Whitney refleja que el rango medio de la talla es ligeramente inferior en los casos que finalizaron con HTA en la adultez, aunque no de forma significativa (significación 0.259 mayor que 0.05) (tabla 2).

Tabla 2. Distribución de los indicadores analizados en cuanto a la presencia o no de HTA en la adultez.

Indicador	HTA en la Adultez	n	Rango Medio	Suma	U Mann-Whitney	RR	IC	V Cramer	p
Edad de diagnóstico	Si	82	61.28	5025	11622	2.14	0.78-5.89	0.135	0.445
	No	43	56.20	2850					
Talla	Si	82	60.79	4985	1582	1.61	0.76-3.39	0.259	0.348
	No	43	67.21	2890					
Peso	Si	82	62.11	5093	1690	6.50	0.81-52.2	0.79	0.706
	No	43	64.70	2782					
IMC	Si	82	61.73	5093	1659	1.08	0.50-2.31	0.018	0.591
	No	43	65.42	5062					
Peso al Nacer	Si	82	55.33	4537	1134	1.18	0.53-2.35	0.026	0.850
	No	43	77.63	3338					

RR: Riesgo relativo, IC: Intervalo de confianza.

Fuente: Cuestionarios.

Al analizar el peso de los pacientes en los grupos de preHTA o HTA el test de Mann-Whitney refleja que el rango medio del peso es ligeramente inferior en los casos que finalizaron con HTA en la adultez, aunque no de forma significativa, pero la suma de rangos es a la inversa, de cualquier manera no significativa (significación 0.706 mayor que 0.05) (tabla 2).

El intervalo de confianza de este riesgo relativo es de 0.811-52.209, que abarca al valor neutro 1, pero que está francamente a la derecha de 1, por lo cual la declaración de este factor individual, como riesgo relativo, puede ser considerada.

El test de Mann-Whitney refleja que el rango medio del IMC es ligeramente inferior en los casos que finalizaron con HTA en la adultez, aunque no de forma significativa, aunque la suma de rangos es a la inversa, de cualquier manera es no significativa (significación 0.591 mayor que 0.05). Se puede dicotomizar el IMC para maximizar la significación de su asociación posible con la presencia de HTA, y resulta que $IMC \geq 20$ kg/m² representa el máximo riesgo posible. El riesgo relativo (RR) resulta ser 1.080, lo que significa que los pacientes con $IMC \geq 20$ Kg/m² no tienen aparentemente mucho más riesgo que los de $IMC < 20$ Kg/m² (tabla 2).

Cuando se analiza el peso de los pacientes al nacer en los grupos de preHTA y HTA el test de Mann-Whitney refleja que el rango medio del peso al nacer es inferior en los casos que finalizaron con HTA en la adultez, diferencia que es altamente significativa (significación 0.001 menor que 0.01). Se puede dicotomizar el peso al nacer para maximizar la significación de su asociación posible con la presencia de HTA, y resulta que peso al nacer ≤ 3238 gramos (7.14 lb) representa el máximo riesgo posible. El riesgo relativo (RR) resulta ser de 1.118, aunque también el intervalo de confianza de este RR abarca el valor neutro 1 (tabla 2).

En relación a los Antecedentes Patológicos Familiares (APF) de obesidad en los grupos de preHTA e HTA, el riesgo relativo (RR de no obesidad familiar/Sí obesidad familiar) resulta ser de 1.119, pero el intervalo de confianza (0.569,2.527) abarca claramente el valor neutro 1. La V de Cramer es 0.043, tampoco significativa; mientras que el test exacto de Fisher presentó un valor de significación de 0.706 (tabla 3).

Tabla 3. Distribución de los indicadores analizados en cuanto a la presencia de HTA o prehipertensión en la adultez.

Indicador		HTA		Pre-HTA		χ ²	p	RR	IC	V Cramer
		n	%	n	%					
Obesidad Familiar	si	44	53.7	25	58.1	0.229	0.7	1.119	0.56-2.52	0.043
	no	38	46.3	18	41.9					
RAD	si	21	25.6	6	14	2.26	0.172	2.123	0.785-5.74	0.143
	no	61	74.4	37	86					
AFD	si	13	15.9	4	9.3	1.030	0.414	1.837	0.560-6.023	0.091
	no	69	84.1	39	90.7					
APF DM	si	57	69.5	30	69.8	0.001	1.00	1.012	0.453-2.259	0.008
	no	25	30.5	13	30.2					
APF AVE	si	17	20.7	7	16.3	0.360	0.637	1.345	0.510-3.548	0.054
	no	65	79.3	36	83.7					
APF I.Card.	si	41	50	23	53.5	0.137	0.85	1.15	0.54-2.409	0.033
	no	41	50	20	46.5					
APF Car. Isq	si	29	35.4	16	37.2	0.042	0.847	1.083	0.503-2.331	0.018
	no	53	64.6	27	62.8					

RAD: Rendimiento académico desfavorable, AFD: Ambiente familiar desfavorable, RR: Riesgo relativo, IC: Intervalo de confianza.

Fuente: Cuestionarios.

Cuando se compara, el rendimiento académico entre los grupos de preHTA e HTA, se observa que en el grupo de preHTA la proporción de casos con buen rendimiento académico es mayor que en el grupo de HTA (86 % vs 74.4 %), aunque esta diferencia no llega a ser significativa (significación 0.172). El riesgo relativo (RR de rendimiento académico (Desfavorable/Favorable) resulta ser de 2.123, y el intervalo de confianza (0.785,5.742) abarca al 1 pero está bastante desplazado hacia este valor. La V de Cramer es de 0.143, tampoco significativa, pero no despreciable (tabla 3).

Algo similar ocurre con el ambiente familiar (tabla 3). En los casos del grupo de preHTA hay mayor predominio de pacientes con un buen ambiente familiar que en el grupo de HTA (90.7 % vs 84.1 %), aunque la diferencia no es significativa. La V de Cramer resulta de 0.091 con significación de 0.414. La RR de ambiente familiar (Desfavorable/Favorable) es 1.837 y su intervalo de confianza (0.560,6.023).

Cuando se analiza la posible influencia de los APF de diabetes mellitus en la HTA o preHTA, se observa que en ambos grupos la proporción de casos con tales antecedentes es muy similar y nada significativo (significación 1.000). Consecuentemente tampoco hay un riesgo relativo significativo en ninguna dirección (No/Sí o Sí/No) y la V de Cramer=0.003, es insignificante. Resultados semejantes fueron obtenidos para el APF de Accidentes Vascular Encefálico, de Insuficiencia Cardíaca y de Cardiopatía isquémica.

La tabla 4 demuestra la valoración preliminar (validación parcial) de dicho modelo predictivo, con la aplicación de los criterios (reglas de decisiones) obtenidos sobre una nueva e independiente muestra de 182 adolescentes prehipertensos e hipertensos (que no intervinieron en el aprendizaje) como si fueran pacientes nuevos. Los resultados demuestran que el 68.6 % de los adolescentes prehipertensos se convertirían en hipertensos esenciales adultos. Del mismo modo, el 71.9 % de los hipertensos en la pubescencia podrían permanecer en esta categoría en la adultez (tras 8 años) (test de McNemar $p < 0,05$).

Tabla 4. Pronóstico de HTA en la adultez desde la adolescencia.

			Pronóstico de PreHTA e HTA en la Adultez		Total	Test de McNemar
			Solo PreHTA	HTA		
Grupos en la adolescencia	Prehipertensos	n	39	86	125	p>0.05
		%	31.2	68.8	100	
	Hipertensos	n	16	41	57	
		%	28.1	71.9	100	
Total		n	55	127	182	
		%	30.2	69.8	100	

Fuente: Cuestionarios.

En la tabla 5 se realiza un resumen de las reglas del score utilizando el árbol de decisión (técnica de CHAID) y se ilustra su aplicación con un ejemplo de la base de datos (paciente No. 659) (anexo 2). En este caso, hay que observar los valores de cada una de las variables en el paciente que se desea pronosticar y ubicarlo. El paciente se ajusta a la regla 1 y por tanto, se pronostica riesgo de padecer HTA con probabilidad del 96.4 %.

Tabla 5. Resumen de las Reglas del score por árbol de decisión. Ejemplo de pronóstico sobre esta base.

No.	Rule	Conclusión	Probabilidad de la conclusión
1	Si (peso al nacer ≤ 7.14 lb.) y (edad del diagnóstico de PreHTA ≤ 14 años o se desconoce).	Riesgo	96,4 %
2	Si (peso al nacer ≤ 7.14 lb.) y (edad del diagnóstico de PreHTA >14 años).	Riesgo	66,7 %
3	Si (peso al nacer ≤ 7.5 lb.) y (hay obesidad familiar o se desconoce).	Riesgo	93,8 %
4	Si (peso al nacer ≤ 7.5 lb.) y (no hay obesidad familiar).	Riesgo	38,5 %
5	Si (peso al nacer < 7.5 lb y ≤ 8 lb.).	No riesgo	81,8 %
6	Si (peso al nacer > 8 lb o se desconoce) y (el ambiente familiar es bueno) y (no hay obesidad familiar).	No riesgo	66,7 %
7	Si (peso al nacer > 8 lb pero no mayor de 8.5 lb) y (el ambiente familiar es favorable o se desconoce) y (no hay obesidad familiar).	No riesgo	80.0 %
8	Si (peso al nacer > 8.5 lb) y (el ambiente familiar es bueno o se desconoce) y (no hay obesidad familiar).	Riesgo	90.9 %
9	Si (peso al nacer > 8 lb o se desconoce) y (el ambiente familiar es desfavorable).	Riesgo	100.0 %

Note: Para optimizar la relación entre los falsos negativos y los falsos positivos, se declara que hay riesgo de HTA si la probabilidad es mayor que 0,359.

En aras de hacer más factible el modelo de predicción, se convirtieron los valores del peso al nacer de gramos a libras. (1 libra=453,599 gramos).

Como se muestra en la subtabla 1 perteneciente a la tabla 5; si se aplica este criterio a cada uno de los casos de la base de datos de ambos grupos, se acierta en

el 80 %, con 67.4 % de verdaderos negativos y 86.6 % de verdaderos positivos. Los falsos negativos se reducen a 11 (13.4 %) y los falsos positivos a 14 (32.6%).

Subtabla de la tabla 5.

Grupos Reales	Predicho		Porcentaje correcto
	No (Solo preHTA)	Si (HTA)	
No (Solo preHTA)	29	14	67,4
Si (HTA)	11	71	86,6
Porcentaje general	32,0	68,0	80,0

En el gráfico 1 se realiza una comparación del modelo basado en el árbol de decisión usando la técnica de CHAID con otros dos, uno aplicando la regresión logística aislada, y otro considerando las interacciones detectadas con el análisis de CHAID (no se exponen resultados). Una vez realizado el procedimiento, mejoraron los resultados de la regresión logística original, pero no llegaron a superar los obtenidos simplemente por el CHAID.

Es evidente que el área bajo la curva ROC en las dos regresiones logísticas no es muy diferente (0.705 y 0.760), pero ambas son bastante inferiores a la obtenida con el CHAID (0.880). Definitivamente, el mejor predictor o score entre los estudiados, es el obtenido por la técnica de CHAID.

En el gráfico 1 existen datos adicionales que ayudan a esclarecer una información aparentemente contradictoria para decidir en el árbol de CHAID, si una persona se pronostica como hipertensa en la adultez o no. Regrésese al árbol de esta tabla o a la tabla 5 que explica cómo utilizar el cálculo. Obsérvese respectivamente el Nodo 8 o la Regla Nro. 4: parece contradictorio que si la probabilidad de padecer HTA sea de 38.5 % (de preHTA 61.5 %) se prediga el riesgo. Esencialmente, es que la probabilidad de padecer HTA en este nodo o regla excede al punto de corte que es 35.9 %. Dicho punto de corte no es arbitrario, se determina a partir de un balance adecuado de falsos negativos y falsos positivos, y se calcula a partir de las coordenadas de la curva ROC, mostradas en la última subtabla.

Se decidió escoger como criterio de corte 0.359 (35.9 %) para pronosticar HTA y se obtiene una sensibilidad del 86.6 % y una especificidad del 67.4 %.

Se podría haber utilizado como criterio de corte 0.525 (52.5 %) para pronosticar la HTA, pero con esto se sacrificaría la sensibilidad al 80.5 % en aras de elevar la especificidad al 86 %. En otras palabras, si la probabilidad de corte para decidir la HTA se fija en 0.525, se obtiene un 14.0 % de falsos enfermos (falsos positivos) y un 19.5 % de falsos sanos (falsos negativos), o si por el contrario, la probabilidad de corte para decidir la HTA se fija en 0.359, se obtiene un 32.6 % de falsos enfermos (falsos positivos) pero solo un 13.4% de falsos sanos (falsos negativos).

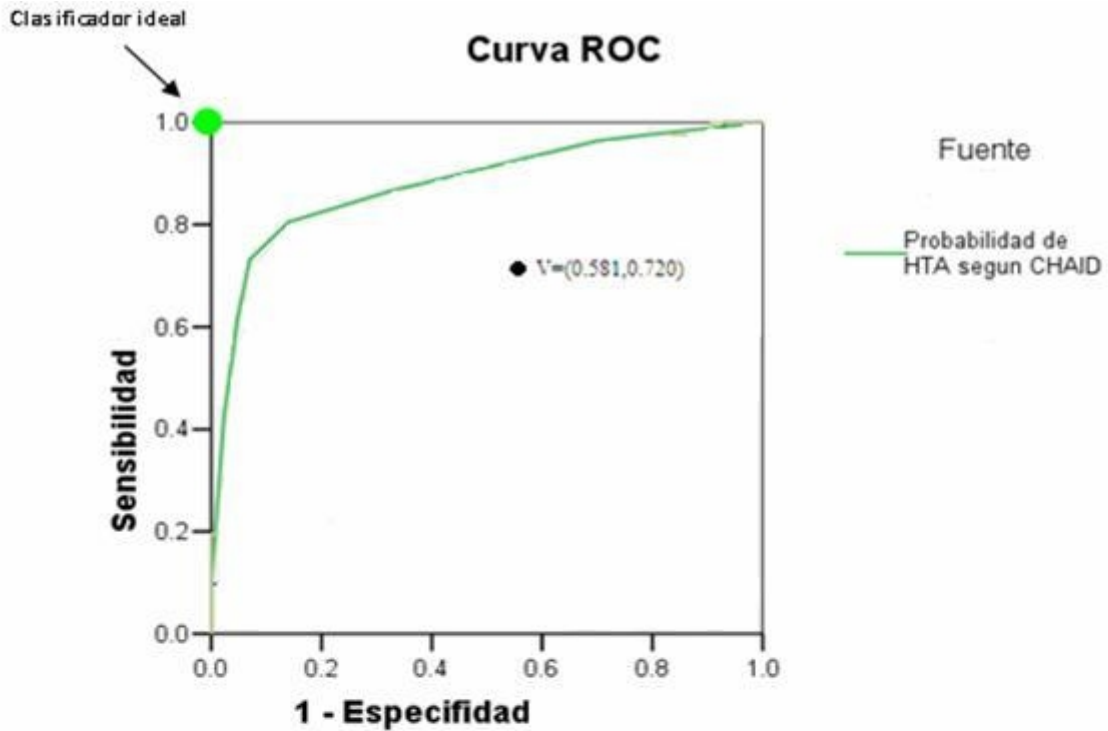


Gráfico 1. Comparación del desempeño de los diferentes modelos predictivos.

Variable que se prueba	Positivo si es mayor o igual que	Sensibilidad	1-Especificidad
Probabilidad de HTA según CHAID	0,1909	0,976	0,791
	0,2667	0,963	0,698
	0,3590	0,866	0,326
	0,5256	0,805	0,140
	0,7879	0,732	0,070
	0,9233	0,610	0,047
	0,9509	0,427	0,023
	0,9821	0,098	0,000

La primera decisión correspondería al punto de la curva ROC dado por las coordenadas (RFP, RVP) = (0.14, 0.805). La segunda decisión correspondería al punto de la curva ROC dado por las coordenadas (RFP, RVP) = (0.326, 0.866). Puede comprobarse que la distancia euclidiana respecto al clasificador ideal, es mayor en el segundo criterio que en el primero (distancias 0.2400 y 0.3525, respectivamente), pero como se trata de un problema de diagnóstico o predicción en lo cual es preferible reducir los falsos negativos se toma la segunda decisión y se fija el punto de corte como 0.359.

DISCUSIÓN

Partiendo de la tesis demostrada, de que las cifras de PA se incrementan linealmente con la edad del individuo,⁷⁻¹¹ un interesante acontecimiento en el contexto de la HTA a edades precoces de la vida se describe, el "rastreo" o "tracking". El fenómeno del tracking ha intrigado a los epidemiólogos a través del tiempo, como una medida del grado de conversión o transformación cuantitativa que poseen las cifras de PA desde la niñez y adolescencia hasta la adultez. Se ha sugerido que el tracking está relacionado con varias determinantes de tipo genético, biológico, ambiental y social. Igualmente, se ha informado que determinadas variables epidemiológicas como: el bajo peso al nacer, el sobrepeso y la obesidad, están asociadas con un tracking más rápido hacia la HTA en la adultez.¹⁵

A pesar de la reconocida variabilidad en las determinaciones seriadas de la PA, existe una evidencia sustancial de que la PA en la niñez y adolescencia, predice la PA en la adultez. Se sabe que aquellos pacientes en las porciones más elevadas de la distribución de la curva de PA tienden a mantener esta posición a través del tiempo, lo cual es indicativo del tracking de la PA.^{10,11}

Falkner *et al*¹⁶ en su análisis de la base de datos nacional de HTA en la niñez y adolescencia norteamericana, identificaron que de los adolescentes con preHTA, el 14% había desarrollado HTA dos años después, lo cual indica una tasa de incidencia del 7% por año. Sin dudas la aseveración anterior indica que la PA sigue un patrón continuo a través del tiempo hasta el desarrollo de HTA.

Chen *et al*¹⁷ resumen la experiencia de una cantidad considerable de trabajos en torno al tema. Estos autores, tras el análisis de 50 estudios de cohortes que examinaron el tracking de la PA desde la niñez a la adultez, documentaron que el tracking este adquiere más valor en edades inferiores y decrece con la longitud del seguimiento. Al final concluyen, que este característico acontecimiento de PA desde la niñez y adolescencia hasta la adultez, es un fenómeno bien ostensible por su fortaleza y que debe ser tenido en cuenta para intervenciones tempranas en la vida sobre las cifras de PA.

En la tabla 4 se expone mediante una serie de noveles reglas de decisión el modelo predictivo obtenido en esta investigación, el cual se fundamenta en la interacción de los diferentes riesgos. Cuando se analizan las reglas obtenidas llaman la atención la presencia de una serie de variables que son consideradas "trazadoras", que el autor entiende que además de relevantes son esclarecedoras a la hora de simplificar un adecuado accionar en lo referente a la correcta estratificación del riesgo cardiovascular desde la adolescencia en el individuo preHTA.

La importancia del planteamiento anterior es evidente si se tiene en cuenta lo acontecido en este trabajo en el análisis de los factores de riesgo estudiados en la muestra de adolescentes seguidas hasta la adultez; donde fue evidente la ausencia de significación de los mismos en su asociación a la preHTA y la HTA en el transcurso hacia la adultez. Por lo tanto la realización de un modelo predictivo como el que se expone podría ser la clave para solucionar el "complicado" problema de la causalidad en epidemiología.

Sin dudas, este trabajo demuestra la genuina importancia de las interacciones entre los riesgos en el trayecto de la PA hacia la adultez, donde la fuerza de

reconocidos factores de riesgo cardiovasculares para el desarrollo de preHTA e HTA parece estar reducida por el poderío de las interacciones entre los mismos.

El contar con una herramienta o modelo (por demás sencillo) que permita realizar una predicción lo suficientemente acertada del riesgo de conversión a la HTA esencial en la adultez desde el estado prehipertensivo identificado en la adolescencia es un logro de esta investigación. El poder discriminar, como este trabajo demostró, entre una cantidad considerable de FRC y a su vez obtener un modelo donde de manera confiable y con una apreciable menor cantidad de variables se logre la realización de este importante pronóstico además de necesario es fácilmente generalizable. Se debe destacar que no existen antecedentes en la literatura consultada de modelos de predicción con la característica del que aquí se presenta, es decir, basado en interacciones entre riesgos cardiovasculares, en los que sea aplicadas reglas de decisiones para vaticinar la posibilidad de HTA en la adultez desde la preHTA en la pubescencia.

Los autores consideramos que este tipo de análisis de interacciones entre riesgos nos hará acercarnos acertadamente y de manera efectiva al problema de la HTA desde sus raíces. Es decir, "adelantarnos" a la completa manifestación de los factores riesgos cardiovascular tradicionales, lo que ocurre usualmente después de la adolescencia; mediante la identificación certera de interacciones que podrían hacer emerger la fuerza de determinados riesgos conocidos que analizados de manera individual no serían evidentes en la adolescencia pero sí en el decursar hacia la adultez, lo que quiere decir afrontar el problema desde varios "ángulos", aunque algunos de ellos todavía parezcan "invisibles o débiles" temprano en la vida, adquiriendo solo una necesaria importancia en su interacción con otros riesgos, patentizando su negativo accionar desde estas etapas.

Con la presente investigación se corroboró la aplicabilidad y confiabilidad predictiva del modelo de reglas de decisión diseñado, el cual al ser aplicado a otra muestra escogida al azar (muestra de no aprendizaje) de adolescentes prehipertensos e hipertensos, para pronosticar su clasificación tensional en la adultez, predice que un por ciento elevado de prehipertensos adolescentes se convertirán en adultos hipertensos. De igual manera, una mayoría de los hipertensos pubescentes se mantuvo en este estado tensional en la adultez. Podría ser llamativo el resultado de que el 28,1 % de los hipertensos en la adolescencia regresaría al estado de preHTA en la adultez al aplicar el modelo de reglas de decisiones. En opinión de este autor, lo anterior estaría fundado en la ya señalada variabilidad tensional en el tracking de las cifras de PA desde la adolescencia hasta la adultez.⁸⁻¹¹ Se puede contar además la influencia de las más diversas determinantes genéticas, biológicas y ambientales,¹⁵ por lo que es posible que determinado individuo sea "etiquetado" como hipertenso en la adolescencia y en el trayecto hacia la adultez, debido a lo ya expresado, se produzca un "retorno" hacia valores de PA que correspondan a la categoría PreHTA.

En fin, según lo obtenido luego de la aplicación de las reglas de predicción, contenidas en el modelo predictivo, a la muestra de no aprendizaje se hace evidente primeramente que las mismas logran predecir la conversión de PreHTA desde la adolescencia a HTA en la adultez con independencia del estado tensional en la pubescencia.

Esta validación parcial está todavía pendiente de otra más exhaustiva con grupos comparables seguidos en el tiempo en aras de determinar comorbilidades asociadas, sobre los que se podrían aplicar además estrategias de intervención a largo plazo.

El autor considera que los resultados de esta investigación concuerdan con lo acotado por Fuster¹⁸ acerca de los scores predictivos cardiovasculares, quien resalta su importancia y hace alusión a la necesidad de que estos deban estar marcados por su simplicidad en el número de variables, acotando que en este contexto la máxima sería: "procedimientos más simples podrían ser más eficaces".

El afrontamiento de la problemática de la HTA desde la adolescencia es primordial. Por lo tanto, el autor razona que formas inteligentes de estratificar (perfectibles) como las que esta investigación propone se imponen (modelo de predicción basado en reglas de decisiones), con el objetivo de diagnosticar el riesgo de HTA en la adultez, cuando se tiene como punto de mira a la adolescencia.

Teniendo en cuenta que un árbol de decisión o clasificación es una forma de representar el conocimiento obtenido en el proceso de aprendizaje inductivo, donde cada registro está formado por el conjunto de valores de las variables predictivas y el valor de la variable resultado que corresponde a cada caso. Esta partición binaria recursiva se plasma en una organización jerárquica del espacio de representación, que puede modelarse mediante una estructura tipo árbol. Cada nodo interior contiene una pregunta sobre una variable predictora concreta (con un "hijo" para cada una de las 2 posibles respuestas), y cada nodo se refiere a un resultado (o clasificación). Un árbol quedará resumido en el conjunto de reglas de decisión que lo compone.

Para la interpretación de estas reglas se aplica un punto de vista lógico y la plausibilidad clínica. Puede decirse que la forma de pensar en medicina se aproxima a la utilización y sintetización de las reglas de decisión que generalizan los problemas clínicos o diagnósticos, por ello, los árboles de decisión pueden ser bien aceptados por los médicos asistenciales.¹⁹

La propuesta de modelo de predicción que aquí se expone con un nivel de exactitud adecuado constituye un primer acercamiento (sujetos a perfecciones futuras) al complejo mundo de las interacciones de riesgos en la HTA. No se encontraron evidencias en la literatura consultada de modelos de predicción como el diseñado en el presente trabajo a partir de reglas de decisión y tomando como base las interacciones entre los diversos factores de riesgo.

Las limitaciones del presente trabajo estribarían en el reducido rango de edades estudiado en la etapa de la adolescencia. Del mismo modo hubiera sido preferible contar con un tamaño muestral mayor para el seguimiento hasta la adultez. Por lo que el autor recomienda la realización de otros estudios con muestras de individuos superiores donde sean analizados incluso factores de riesgo de tipo bioquímicos (colesterol, triglicéridos, creatinina, ácido úrico, etc.).

Constituye un anhelo que este trabajo, salida investigativa del Proyecto de Investigación PESESCAD-HTA,⁵ valga para llamar la atención a los organismos y organizaciones a escala provincial y nacional sobre la problemática de salud que constituye la HTA en la adolescencia, la que inobjetablemente presenta una tendencia al crecimiento. Efectivamente, sería una meritoria forma de rendirle tributo a Willian E. Kannel, quien fuera director del Estudio Framingham, cuando expresó hace más de 20 años: "Ya no está justificado esperar a que aparezcan signos y síntomas de enfermedades. En algunos casos es más correcto considerar la aparición de los mismos, más como un fracaso médico, que como la indicación inicial del tratamiento".³ Evitar este fracaso es nuestro principal desafío. Hagámoslo.

CONCLUSIONES

La posibilidad de convertirse en hipertenso esencial en el trayecto desde la adolescencia hasta la adultez no está condicionada solamente por la influencia individual y poderosa de determinado riesgo, sino también por la interacción entre aquellos que podrían parecer más débiles. La edad de inicio de la preHTA, el peso al nacer, la presencia de obesidad familiar y el ambiente familiar desfavorable fueron las situaciones, que en su interacción desde la adolescencia y hasta la adultez, presentaron mayor fuerza para dicha conversión.

El modelo de predicción diseñado constituye un aporte instrumental efectivo como propuesta para el vaticinio de la HTA en la adultez desde la adolescencia.

Anexos

Anexo 1

Encuesta epidemiológica

- Nombre: _____ Escuela: _____
- CI: _____
- Edad: ____ Sexo: ____ Color de la piel: ____ Grado. ____
- Dirección: _____
- A.P.F: _____
- A.P.P: _____
- Peso al nacer ____ (libras)
- Prematuro. Sí ____ No ____
- Obesidad Familiar. Sí ____ No ____
- Peso ____ Talla ____ Evaluación Nutricional en Percentiles ____
- Hábitos Tóxicos: Sí ____ No ____
- Medicamentos usados por patología reconocida.
- Incorporado al régimen escolar de Educación Física u otro "*deporte no sedentario*".
- Sí ____ No ____
- Mediciones de la PA en el consultorio escolar.

Adolescencia. Mediciones de PA.	Fecha:	Adultez. Mediciones de PA.	Fecha:
1-		1-	
2-		2-	
3-		3-	

Anexo 2

Ejemplo de pronóstico sobre esta base.

Datos de un caso ejemplo (Id Pac. 659)

Edad: 14 años
Peso al nacer: 7 libras
Obesidad Familiar: Si
Ambiente Familiar: Si
Ambiente Familiar: Desfavorable.

Se aplica la regla 1 y por tanto se pronostica Riesgo de HTA con una probabilidad del 96,4 %.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mancia G, De Backer G, Dominiczak A, Cifkova R, Fagard R, Germano G. 2007 ESH-ESC Guidelines for the management of arterial hypertension: the task force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *J Hypertens.* 2007 Jun;25(6):1105-87.
2. Hedner T, Narkiewicz K, Kjeldsen SE, Oparil S; European Society of Hypertension; European Society of Cardiology. New ESH/ESC guidelines signal progress in hypertension management. *Blood Press.* 2007;16(3):132-4.
3. Pérez Fernández GA, Márquez Espino Y, Aladro I, Santana Santana C. Afectación estructural cardiovascular precoz detectada mediante ecocardiografía bidimensional y doppler en el adolescente hipertenso. *Rev Mapfre Medicina.* 2005;16: 159-66. The VII Report of the Joint National Committee on detection, evaluation and treatment of high blood pressure Report. *JAMA.* 2003;289:2560-72.
4. Chobanian AV. Does It Matter How Hypertension Is Controlled? *N Engl J Med.* 2008;23:2485-88.
5. Pérez Fernández GA. Estrés e hipertensión arterial. Resultados del proyecto de investigación PESESCAD-HTA. *Med Gen.* 2001;38:818-22.
6. Update on the Task Force (1987) on High Blood Pressure in Children and Adolescents: a working group from the National High Blood Pressure Education Program. *Pediatrics.* 1996;98:649-58.
7. National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics.* 2004;114:555-76.
8. Lurbe E, Cifkova R, Cruickshank K, Dillon MJ, Ferreira I, Invitti C, et al. Management of high blood pressure in children and adolescents: recommendations of the European Society of Hypertension. *J Hypertens.* 2009;27:1719-42.

9. Sun S.S., Grave G.D., Siervogel R.M., Pickoff A.A, Arslanian S.S., Daniels S.R. Systolic blood pressure in childhood predicts hypertension and metabolic syndrome later in life. *Pediatrics*. 2007; 119:237-46.
10. Lurbe E, Torró MI. Early vascular phenotypes in the genesis of hypertension. *Pediatr Nephrol*. 2010 Apr;25(4):763-7.
11. Berenson GS. Childhood risk factors predict adult risk associated with subclinical cardiovascular disease: the Bogalusa Heart Study. *Am J Cardiol*. 2002;90:3L-7L.
12. Mc Niece KL, Poffenbarger TS, Turner JL, Franco KD, Sorof JM, Portman RJ. Prevalence of hypertension and prehipertensión among adolescents. *J Pediatr*. 2007;150:640-4.
13. Ministerio de Educación. Resolución Ministerial N° 291/90. Indicaciones específicas para la aplicación de la Resolución Ministerial N° 216/89 sobre la evaluación. La Habana: MINED; 1990.
14. Ministerio de Educación. Resolución Ministerial N° 216/89 sobre la evaluación. La Habana: MINED; 1989.
15. Dawson JD, Sonka M, Blecha MB, Lin W, Davis PH. Risk Factors Associated With Aortic and Carotid Intima-Media Thickness in Adolescents and Young Adults. The Muscatine Offspring Study. *J Am Coll Cardiol*. 2009;53:2273-9.
16. Falkner B, Gidding SS, Portman R, Rosner B. Blood pressure variability and classification of prehypertension and hypertension in adolescence. *Pediatrics*. 2009;122:238-42.
17. Chen X, Wang Y. Tracking of blood pressure from childhood to adulthood: a systematic review and meta-regression analysis. *Circulation*. 2008. 117:3171-80.
18. Fuster V. Are predictive risk scores useful? *Nat Rev Cardiol*. 2009;6:493.
19. Harper PR. A review and comparison of classification algorithms for medical decision making. *Health Policy*. 2005;71:315-31.

Recibido: 23 de enero de 2012.

Aprobado: 20 de febrero de 2012.