

Análisis de Ciencia de Datos

Claudia Rangel Escareño

Gerardo Javier Alanís Funes

Reporte HTA

André Robles Bueckmann - A01706832

Pablo Alberto Ramos Roldán - A01707339

Mauricio Gael Pérez Arroyo - A01706112

de Junio del 2025

Introducción

En México se aproxima que el 30% de la población padece de hipertensión arterial, esto se traduce a una de cada cuatro personas y cerca de la mitad de esta población desconoce que tiene hipertensión. Según datos del INEGI(2020), menciona que 24.9 de los hombres y 26.1 de las mujeres tiene hipertensión, de igual manera se reporta que 50 mil muertes son debido a la hipertensión en México.

En este contexto, la detección oportuna, el tratamiento adecuado y la adherencia terapéutica se vuelven factores clave para la prevención y control de la HTA. Sin embargo, el control efectivo de la presión arterial no depende exclusivamente del tratamiento farmacológico, sino que también involucra otros elementos como la alimentación, la actividad física, el estado nutricional y la constancia con que los pacientes siguen sus tratamientos. Por ello, se vuelve fundamental adoptar un enfoque multifactorial que permita entender cómo interactúan estos diferentes componentes en el control de la presión arterial.

Con este propósito, se nos proporcionó una base de datos clínica la cual analizaremos para demostrar algún posible hallazgo dentro de los registros y sus atributos. Para esto nos debimos enfocar en distintas áreas de la base de datos, como los datos clínicos, antropométricos, nutricionales, hábitos, entre otros, para encontrar alguna respuesta lo suficientemente relevante que tuviera un impacto con la hipertensión arterial. Aparte de tener que trabajar con diferentes espectros de diferentes grupos de atributos, nos enfocamos en el análisis multifactorial para denotar hallazgos o comportamientos relevantes para la investigación.

Los resultados que esperamos obtener con este reporte son los siguientes:

- Evaluar la efectividad de distintas clases de medicamentos antihipertensivos.
- Analizar el impacto de la adherencia terapéutica en el control de la presión arterial.
- Explorar variables clínicas, nutricionales y de estilo de vida que puedan estar asociadas con un buen o mal control de la hipertensión.
- Detectar posibles subgrupos de pacientes que respondan de manera diferente al tratamiento.
- Proponer recomendaciones basadas en evidencia para fortalecer las estrategias de control de HTA.

Informe de resultados

Sobre HTA en México

Uno de los estudios realizados es la atención médica con estrategias multifactoriales como el tipo de terapia y la adherencia terapéutica. Analizar las relaciones entre factores permite identificar si ciertas combinaciones de clases antihipertensivas son más efectivas que otras en los pacientes y cómo la adherencia terapéutica modifica estos resultados. Dicho esto entramos la siguiente pregunta;

¿Cuál es la efectividad comparada de las diferentes clases farmacológicas antihipertensivas en el control de la presión arterial según el número de clases antihipertensivas que consume simultáneamente cada paciente y su nivel de adherencia terapéutica?

Extracción y preprocesamiento de datos

El primer paso para responder la pregunta es extraer cuál es el perfil de los pacientes en cuanto a los antihipertensivos que consumen, el nivel de adherencia y los datos clínicos. Una vez que se hayan extraído los pacientes, reciben una etiqueta por factor:

- Adherencia: Good - Regular
- Control de la presión: Cont - Uncont
- Modelo terapéutico: Mono - Poly

Una vez que cada paciente recibe cada etiqueta, se agrupan pacientes por combinación de adherencia y modelo terapéutico.

Visualización de datos

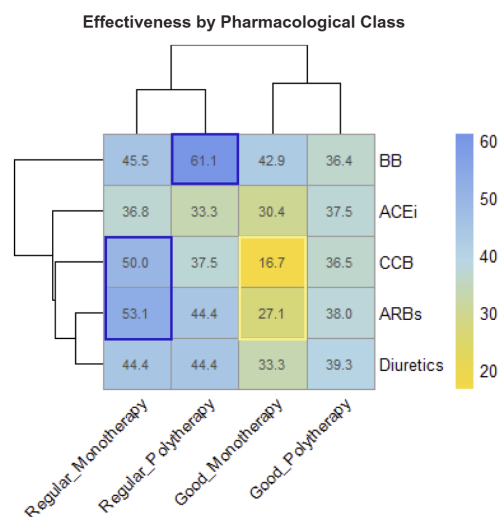


Imagen 1: Clúster de adherencia y terapia en el control de presión

Al hacer el análisis por clase farmacológica (es decir, viendo la comparativa por filas de nivel de control sobre la presión arterial expresado en porcentajes donde azul significa mejor control y amarillo significa un control relativamente más bajo), podemos notar que:

- Los BB pueden ser efectivos cuando se usan en combinación incluso con adherencia irregular.
- Por otra parte, la fuerte variabilidad en los CCB posiblemente está influenciada por factores no capturados.

Ahora al hacer el análisis por grupos (es decir, viendo la comparativa por columnas de nivel de control sobre la presión arterial de las distintas combinaciones posibles entre tipo de terapia, la cual puede ser monoterapia o politerapia) notamos que:

- Ciertos medicamentos podrían ser muy eficaces incluso con adherencia no óptima.

- La terapia es más efectiva siendo personalizada y tomando en cuenta los detalles muy específicos del paciente (si toma otros medicamentos no antihipertensivos que a lo mejor están contrarrestando el efecto de los últimos).
- La politerapia podría compensar la adherencia irregular, aunque siendo constante, no parece destacar alguna clase en específico

Decidimos hacer un análisis de las clases farmacológicas respecto al nivel de adherencia, el control de la presión arterial y el tipo de terapia por separado para poder formar conclusiones a gran escala respecto a la gráfica anterior. A continuación se presentan los resultados:

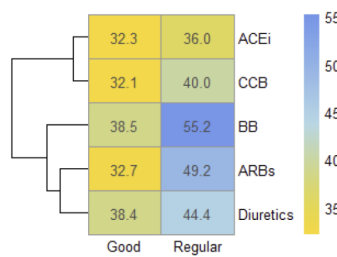


Imagen 2: Pharma - Adherencia

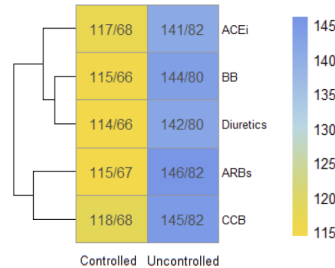


Imagen 3: Pharma - BP Control

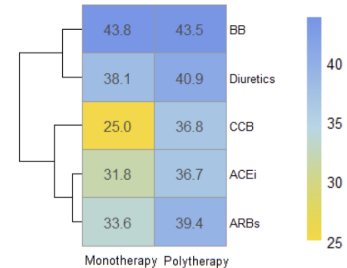


Imagen 4: Pharma - Terapia

En cuanto a la relación Clase Farmacológica - Adherencia sacamos la siguiente proposición:

- a) La adherencia no implica directamente una mayor efectividad, ya que pueden existir factores ocultos de selección.**

En cuanto a la relación Clase Farmacológica - Control de Presión sacamos la siguiente proposición:

- b) Los beta bloqueadores y diuréticos son más efectivos en el control de la presión arterial, especialmente en casos severos.**

En cuanto a la relación Clase Farmacológica - Tipo de Terapia sacamos la siguiente proposición:

- c) La politerapia puede ofrecer ventajas leves, especialmente para CCB y ARBs, que no son tan eficaces en monoterapia.**

Al combinar las observaciones deducimos que:

- a) y b)

Aunque BB y diuréticos son más efectivos para controlar la presión, esta efectividad no puede atribuirse únicamente a la adherencia, lo que implica que la superioridad de ciertos fármacos podría estar sesgada por cómo se eligen o prescriben.

- a) y c)

BB y diuréticos son efectivos, y no requieren politerapia para ser eficaces, a diferencia de CCB y ARBs que sí mejoran con combinación, lo que refuerza el uso de BB y diuréticos como primera línea de tratamiento.

b) y c)

Aunque la politerapia ayuda a algunos medicamentos como CCB y ARBs, su efectividad podría no deberse a adherencia sino a otros factores no observados. Sugiere que el beneficio de la politerapia debe evaluarse cuidadosamente.

Entonces volviendo a la gran escala (Imagen 1) donde combinamos los 3 factores, tenemos 3 nuevas proposiciones que vienen a complementar y solidificar las bases de la información que en primera instancia observamos:

- 1) **Los BB y diuréticos son consistentemente más efectivos en controlar la presión arterial (especialmente BB en Regular + Politerapia y diuréticos en todos los casos).**
- 2) **Los CCB y ARBs requieren politerapia y/o condiciones muy específicas para tener efectividad. Además, su efectividad baja bajo buena adherencia + monoterapia.**
- 3) **La adherencia por sí sola no logra predecir efectividad, ya que CCB muestra peor desempeño cuando la adherencia es buena y monoterapia.**

Y cuando volvemos a hacer este ejercicio de combinar proposiciones, concluimos que:

1) y 2)

BB y diuréticos destacan en control, y esto se refuerza porque otras clases (CCB, ARBs) necesitan politerapia o condiciones específicas para igualarlos. BB y diuréticos deben preferirse como primera línea.

1) y 3)

Aunque BB y diuréticos son más efectivos, su éxito no depende exclusivamente de adherencia, porque otros medicamentos con buena adherencia no logran el mismo control. La efectividad es propia de la farmacodinamia, no de la adherencia.

2) y 3)

La baja efectividad de CCB bajo buena adherencia demuestra que la combinación y contexto (no la adherencia) es crucial para que estos medicamentos funcionen. Importancia de ajustar terapia según paciente, no solo buscar adherencia.

Ya finalmente uniendo todas estas piezas, podemos tener una gran premisa para generar una conclusión global:

Sí hay clases farmacológicas con mayor efectividad en el control de la presión arterial: **los BB y los diuréticos**. Estas clases muestran unas mejores tasas de control incluso sin depender exclusivamente de la adherencia o la politerapia, lo cual sugiere que deben ser consideradas preferentemente en el tratamiento inicial.

A pesar del sentido lógico que le podamos dar a la observación de que aquellos que se adhieren más a su programa terapéutico son los que mejor controlada tienen la presión, y que aquellos que no se adhieren la controlan de mejor manera, sigue siendo fuente de incertidumbre pues no pareciera que debería ser lo que pasa con el uso de muchos otros medicamentos como los antirretrovirales, donde si dejas de tomar el medicamento de repente, el virus puede empezar a multiplicarse de nuevo y desarrollar cierta resistencia al tratamiento. Dicho esto, nos lleva a hacer la siguiente pregunta;

¿Cuáles son las razones por las que un paciente presenta mejoría o empeoramiento?

Extracción y preprocesamiento de datos

Para responder a esta pregunta, debemos enfocarnos en la temporalidad de los datos de aquellos pacientes que hayan acudido a la encuesta en diferentes años. Ya que la base de datos no proporciona diferenciación entre los registros, a simple vista no se podía separar aquellos registros que hayan acudido en diferentes años. Por lo tanto, filtramos aquellos que se repetían en fecha de nacimiento, lugar de nacimiento, nacionalidad y sexo, ya que la probabilidad de que el conjunto de datos se repita entre los registros y que le pertenezcan a dos personas diferentes es muy baja. Una vez encontrados los registros que acudieron más de un año, para aquellos que participaron en los tres años se tomaron como 3 muestras diferentes (2018-2022, 2018-2019, 2019-2022). Posteriormente, se transforma la proyección (Δ SBP, Δ DBP) sobre un vector base (1, 1), para obtener un solo valor comparable entre los registros. El objetivo es encontrar cuáles son las variables que mejor nos describen la mejoría o el empeoramiento de un paciente con hipertensión.

Visualización de datos

Antes de empezar a discriminar aquellas variables que mejor describen cambio en la hipertensión de los pacientes, porque no mejor observamos primero si los pacientes mejoraron o no.

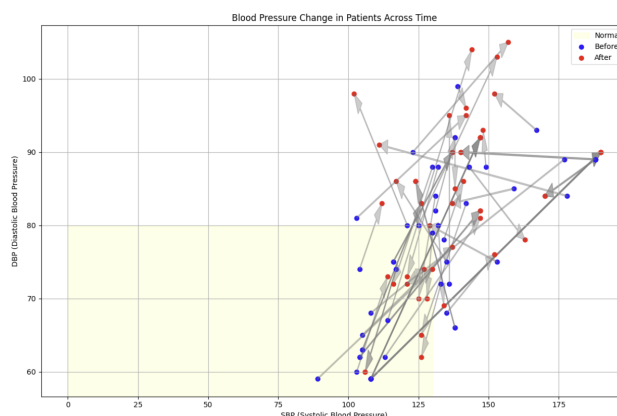


Imagen 5: Cambio de presión en los pacientes a través del tiempo.

Esta imagen nos muestra dos puntos, donde el punto azul es el estado donde se encontraba un paciente antes, y el punto rojo es donde el paciente se encuentra en el siguiente registro. El cambio de un estado al otro está marcado por las flechas de color gris apuntando el desplazamiento de posición en la gráfica. Para evaluar si los pacientes mejoraron o empeoraron, notemos que hay un rectángulo 'amarillo' que representa el área de presión controlada marcada por ambos ejes y sus valores 'controlados' (sbp, dbp). Dicho esto, se puede observar claramente que una cantidad significativa de puntos azules se encuentra dentro de la zona amarilla y mayor número de puntos rojos por fuera. Esto nos dice varias

cosas, la primera es que los pacientes en su primer registro no mejoraron a comparación de su segundo registro, sino que empeoraron. El hecho de que la mayoría de los puntos rojos se encuentren por fuera de la zona, marca que aquellos que no tenían la presión controlada mejoraron muy poco, o que aquellos que sí tenían la presión controlada pasaron a un estado de presión no controlada. Esto puede darse por varios motivos, entre ellos que los métodos terapéuticos no estén funcionando adecuadamente, o que los pacientes(mexicanos) no tengan una cultura de adherencia terapéutica, donde se les haga más sencillo dejar el tratamiento que cumplir con ello.

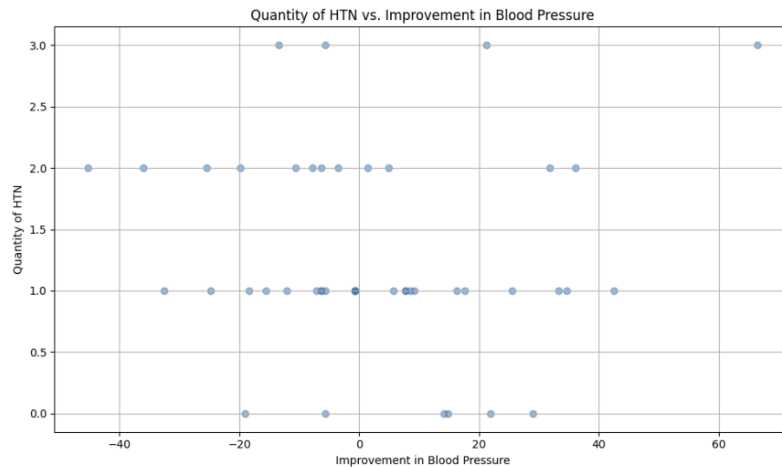


Imagen 6:

En la *gráfica 6* se procura investigar las causas de no haber encontrado una tendencia de mejoría en los pacientes con el paso del tiempo. Aquí, se busca encontrar si la cantidad de hipertensivos tomados es más grande para algún perfil de paciente; si los que más mejoran, los que empeoran, o los que no mejoran. Y en este caso, parece ser que las muestras de mayor cantidad de hipertensivos tomados tienden a pertenecer a aquellos en donde la hipertensión no mejora, e incluso empeora a través del tiempo. Si bien las muestras no son muchas, sí que pueden dar a entender que el comportamiento anterior puede ser producto a una dinámica en donde los pacientes sienten a sentirse “seguros” con el medicamento, y por tanto reducir el nivel de restricciones impuestas por el médico, lo cuál no debería de hacerse.

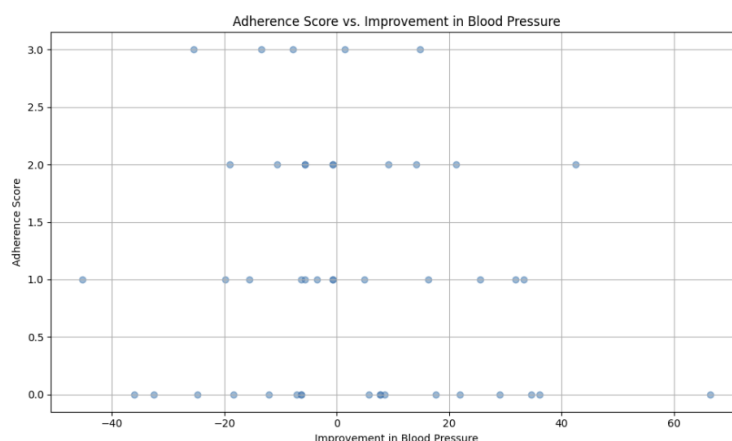


Imagen 7:

En la *gráfica 7* se buscó encontrar una explicación a la falta de tendencia a mejoría de los pacientes a través del tiempo. Idealmente encontraríamos sobre el eje x que quienes más mejoran puntos (magnitud de la presión sistólica y diastólica) son más propensos a tener un mejor nivel de adherencia

terapéutica (menores valores en eje y). Sin embargo, encontramos poca relación, pero existente, para proponer que aquellos que no mejoran ni empeoran, tienden a tener un apego a sus indicaciones médicas ligeramente mayor.

Diferencia por género

Por último, decidimos observar cuáles son las principales diferencias entre mujeres y hombres en sus variables clínicas. Observar las diferencias entre cada sexo nos permite identificar patrones de deterioro cardiovascular y cuáles son las variables que representan mayor influencia. Dicho esto nos enfocaremos en los registros clínicos y el control de presión que permite identificar factores modificables específicos que tienen mayor impacto según el sexo. El objetivo será generar evidencia para intervenciones personalizadas por género en población, la pregunta a responder será: ¿Cuáles son los patrones de riesgo que mejor agrupan el riesgo cardiovascular en hombres y mujeres?

Extracción y preprocesamiento de datos

Comenzamos extrayendo las variables de glu(glucosa), chol(cholesterol), pulse(pulso), age(edad) y sex(sexo) para asociarlas respectivamente con sus valores de presión(sbp, dbp).

Visualización de datos

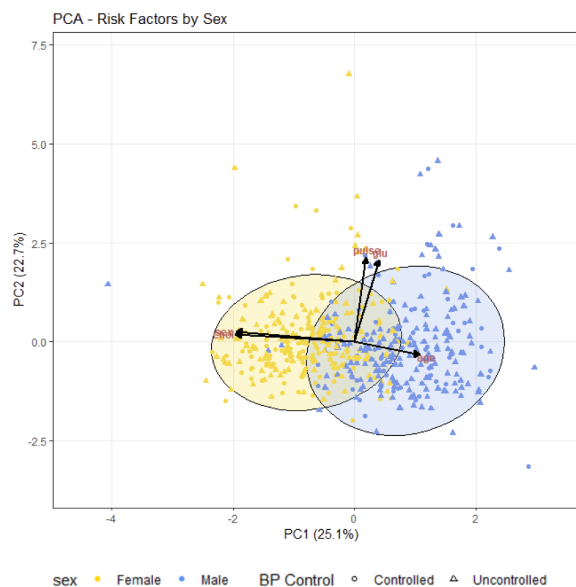


Imagen 8: PCA con vectores de influencia de variables

El método de análisis para esta pregunta fue Principal Component Analysis (PCA), que aparte de condensar la información de las variables clínicas en cada componente principal, permite visualizar cómo es que cada variable influencia la distribución de los datos graficados. Dicho esto, notemos que hay vectores(flechas) apuntando horizontalmente(componente principal) y verticalmente(componente secundaria). Cada uno de los vectores representa una variable y cuál es la tendencia que siguen esos datos(puntos). El siguiente elemento es la encapsulación por género en los puntos, siendo el círculo amarillo el de mujeres y el círculo azul el de hombres. Por último, notemos que cada punto se representa como un círculo(presión controlada) o un triángulo(presión no controlada) para discriminar

por el control de presión. De estos elementos se puede sacar que hay una segmentación notable entre hombres y mujeres basada en los datos clínicos y cuáles son las más relevantes por género(componente principal). En el caso de las mujeres, tenemos que el colesterol es el atributo que más influencia tiene en estos registros, por el otro lado, la edad es el atributo que más influencia tiene sobre los hombres.

Estas observaciones clínicas reflejan las condiciones que mejor agrupan el riesgo cardiovascular entre hombres y mujeres. Sin embargo, cuando hablamos de discriminar en cada sexo, si tienen la presión controlada o no, no es capaz de hacer una separación adecuada, ya que se encuentran mezclados aquellos que están controlados y los que no. Lo que sí se puede observar es que en los atributos de pulso y glucosa(componente secundaria), aquellos datos que tienden a moverse verticalmente, tenemos que más hombres tienen la presión no controlada a comparación de las mujeres. Esto nos puede dar una pequeña pista sobre qué tan importante es la presión y la glucosa en los hombres y su relevancia en aquellos con presión no controlada. Este análisis nos permite observar cuáles son los atributos clínicos que más presencia tiene por género, del cual pueden surgir tratamientos o recomendaciones basados en un enfoque clínico y personalizado por género.

Referencias:

- Rosas-Peralta, M., Borrayo-Sánchez, G., Alcocer, L., Durán-Arenas, J. L. G., & Borja-Aburto, V. H. (2020). Terapia dual o triple en hipertensión arterial sistémica, ¿a quiénes, cuándo y con qué? *Gaceta Médica de México*, 156(3). <https://doi.org/10.24875/gmm.20000036>
- Rosenberg, D. (2025, 12 mayo). What Is a 'Good' Blood Pressure? Jupiter Concierge Family Practice. <https://www.jupiterfamilypractice.com/what-is-a-good-blood-pressure/>
- Professional, C. C. M. (2025, 7 mayo). Blood pressure. Cleveland Clinic. <https://my.clevelandclinic.org/health/diagnostics/17649-blood-pressure>
- Connelly, P. J., Currie, G., & Delles, C. (2022). Sex Differences in the Prevalence, Outcomes and Management of Hypertension. *Current Hypertension Reports*, 24(6), 185-192. <https://doi.org/10.1007/s11906-022-01183-8>
- En México, más de 30 millones de personas padecen hipertensión arterial. (2013, 31 marzo). Gobierno de México. Recuperado 15 de junio de 2025, de <https://www.gob.mx/salud/articulos/en-mexico-mas-de-30-millones-de-personas-padecen-hipertension-arterial-secretaria-de-salud>