

**Hipertensión Arterial en Argentina.
Transición y Mortalidad Diferencial.
Una estimación indirecta a partir de datos transversales (2009-2013).**

**Universidad Nacional de Luján
Maestría de Demografía Social**

Iván Williams

Director: Carlos Grushka

A mi familia, sobre todo por las oportunidades.

A Lupe.

A Carlos, que me dedicó horas de corrección y encuentros, recorriendo cafés porteños, enseñándome demografía y otras cuestiones de vital importancia.

Gracias a Marcos Roberto Gonzaga por sus valiosos comentarios.

Resumen

En el contexto de transición epidemiológica de Argentina ha disminuido el peso de las causas de muerte de tipo infecciosa y parasitaria, a favor de las relacionadas a enfermedades cardiovasculares, cáncer y tumores malignos y causas externas (Grushka, 2015). Las muertes por enfermedades cardiovasculares representan la primera causa de muerte a nivel mundial, siendo en Argentina del 34% (Rubinstein y otros, 2009). El principal factor de riesgo de mortalidad por enfermedades cardiovasculares es la Hipertensión Arterial (MSAL, 2011).

Este trabajo se propone aportar información sobre la Hipertensión Arterial (HTA) en Argentina durante el período 2009-2013 en las edades 30 a 70 estimando de manera indirecta la probabilidad de transición hacia la HTA, la mortalidad diferencial asociada, y las esperanzas de vida con y sin HTA, que pueden ser insumo para la toma de decisiones en políticas de prevención. Se realizó una estimación indirecta basada en Guillot y Yu (2009).

Los resultados principales indican que la probabilidad de ser hipertenso aumenta más de 5 veces iniciada la adultez mayor, ingresando anualmente a la HTA casi un 2% de los adultos entre 30 y 70 años, según estimaciones para el período 2009/2013. La esperanza de vida a los 30 años, temporaria hasta los 70 años, fue de un 8,6% menor en las personas con HTA. El porcentaje de años con HTA que esperaba vivir una persona de edad 30 hasta cumplir 70 años, independientemente de su estado inicial, fue del 36%.

Índice

1. Introducción
2. Hipertensión Arterial: definición de enfermedad y antecedentes en su medición
 1. Contexto de estudio
 2. La Hipertensión Arterial
 3. Prevalencia
 4. Incidencia
 5. Sobremortalidad
3. Análisis de fuente: la Encuesta Nacional de Factores de Riesgo (ENFR)
 1. Aspectos metodológicos
 2. Resultados principales
4. Metodología de estimación indirecta
5. Definiciones iniciales
6. Resultados
7. Conclusiones
8. Bibliografía
9. Anexos

1. Introducción

El aumento de la esperanza de vida al nacer, con una mortalidad infantil que ha disminuido considerablemente, a futuro implica principalmente años ganados en edades longevas. La pregunta es bajo qué condiciones se produce esta mejora, es decir, si estos años ganados serán transitados en condiciones de salud óptimas, lo que en el ámbito académico se caracteriza como el debate entre compresión o expansión de la morbilidad (Fries, 1980, Nusselder, 1998). En tal debate se vislumbran tres escenarios posibles. El primer escenario se caracteriza por la reducción de los años esperados de vida con morbilidades crónicas debido al retraso en el inicio de las enfermedades y a la desaceleración del ritmo de incremento de la esperanza de vida. El segundo escenario se produce cuando el aumento de la longevidad determina una mayor presencia de personas que sobreviven con enfermedades crónicas¹. Finalmente, se concibe un tercer escenario de “equilibrio dinámico”, que ocurre cuando crece la esperanza de vida con morbilidades crónicas y menor nivel de severidad.

En el contexto de transición de la mortalidad en Argentina, la esperanza de vida aumentó de 33 a 75 años entre los períodos 1869-1985 y 2008-2010, con un acelerado descenso inicial en las primeras décadas del siglo XX, que lo caracteriza como de comienzo temprano en el contexto latinoamericano, con ganancias decrecientes en la segunda mitad de ese siglo y comienzos del Siglo XXI (Grushka, 2015). En lo que respecta a las causas de muerte, el país muestra una situación epidemiológica avanzada en la transición, con poco peso de las causas de tipo infecciosa y parasitaria, a favor de las relacionadas a enfermedades cardiovasculares, cáncer y tumores malignos y causas externas. Las muertes por enfermedades cardiovasculares representan la primer causa de muerte a nivel mundial, con aproximadamente un 30%, y en Argentina representa 34,2% de las muertes y 12,6% de los años potenciales de vida perdidos (APVP) en 2006 (Rubinstein y otros, 2009). El principal factor de riesgo de mortalidad por enfermedades cardiovasculares es la Hipertensión Arterial (MSAL, 2011).

Según el Consenso Argentino de Hipertensión Arterial, “la Hipertensión Arterial es una enfermedad controlable, de etiología múltiple, que disminuye la calidad y la expectativa de vida” (SAC, 2013). Entendida como factor de riesgo, la Hipertensión

¹ Si bien no existe una definición unívoca, en este trabajo las definiremos como aquellas enfermedades o condiciones de larga duración, cuyo fin o curación no puede preverse claramente o no ocurrirá nunca, aún desapareciendo y volviendo a aparecer de manera regular (Bernell y Howard, 2016).

Arterial (desde ahora HTA) es uno de los determinantes más importantes para la aparición de enfermedades cardiovasculares (grupo de desórdenes del corazón y de los vasos sanguíneos), tales como la cerebrovascular y la isquémica del corazón. Estas enfermedades son las principales causas de muerte prematura de adultos en América Latina, con consecuencias importantes para el gasto social (OPS, 2000).

El indicador de uso común en el estudio de la HTA es el de prevalencia (proporción de personas con determinada patología/factor de riesgo), el cual conlleva el comportamiento de morbi-mortalidad experimentado por varias cohortes hasta el momento de la observación, no brindando información sobre los cambios recientes en cada edad, por ejemplo como resultado de políticas públicas de prevención focalizadas (Indrayan, 2013). El indicador que sí lo permite es la incidencia (frecuencia anual relativa de nuevos enfermos respecto a sanos), el cual requiere, en los casos donde es posible, de estudios de panel donde se observen trayectorias individuales en un período que permite obtener conclusiones sobre el momento de salud del colectivo y de sus segmentos socio-demográficos de interés (para profundizar en las definiciones de los parámetros se puede ver el Anexo 2). Lamentablemente, como refiere Ministerio de Salud de la Nación (MSAL, 2013), en Argentina no se encuentran en desarrollo estudios de este tipo ni registros oficiales específicos.

Este trabajo se propone aportar información sobre la HTA en Argentina durante el período 2009-2013 en las edades adultas (donde la prevalencia es creciente por edad hasta los 70 años), estimando de manera indirecta la probabilidad de transición hacia la HTA, la mortalidad diferencial asociada, y las esperanzas de vida con y sin HTA, que pueden ser insumo para la toma de decisiones en políticas de prevención. Las fuentes que se utilizarán son las Tablas de Mortalidad para el período 2008-2010 de Argentina (INDEC, 2013b) y la Encuesta Nacional de Factores de Riesgo relevada en los años 2009 y 2013 (MSAL, 2011 y 2015).

El curso del trabajo es el siguiente. En primera instancia se analizarán las características principales de los parámetros de la HTA y el contexto de su estudio, repasando los antecedentes internacionales y conociendo así los comportamientos esperados por edad. Luego se señalarán los aspectos principales de la fuente de prevalencia, desatacando algunas cuestiones metodológicas. Una vez calculadas las prevalencias por edades simples en el rango etario 30 a 70 años (haciendo uso adicional de algún método de interpolación y suavizamiento), se desagregarán las tablas de mortalidad

nacionales por edades simples, de manera de hacer compatibles los intervalos de edad en los que se producen los cambios de estado y la mortalidad experimentada en el mismo intervalo. Finalmente, con estas pautas y el uso de un modelo multiestado de la HTA, se estimará el comportamiento por edad de los riesgos mencionados.

2. Hipertensión Arterial: definición y antecedentes en su medición

2.1. *Contexto de estudio*

La transición epidemiológica enmarca el descenso de la mortalidad descrito en la transición demográfica, en tanto la primera incorpora la relación entre mortalidad y morbilidad y su interacción con determinantes económicos y sociológicos (Omran, 1971). La transición epidemiológica puede entenderse como el paso de niveles de mortalidad altos (sobre todo infantil), con predominio de causas infecciosas y parasitarias, a un estado de baja mortalidad con causas degenerativas (cardiovasculares o cáncer sobre todo), externas y enfermedades crónicas. La etapa más avanzada en este proceso implica una disminución en el diferencial de mortalidad por sexo y una concentración de la distribución de muertes por edad en edades avanzadas (Olshansky, 1986).

En este contexto, los indicadores más relevantes para la salud de la población comienzan a hacer eje en el patrón de enfermedad, más que en el de mortalidad (Robles González y otros, 1996). En este sentido, algunos autores indican que si bien la formulación inicial se centró en las causas de muerte, la teoría también se debe ocupar de las características mórbidas, prevalencia y duración de las enfermedades de la población (Riley y Alter, 1990). Siguiendo esta línea, los últimos desarrollos en la materia hablan de “transición de la salud”, una ampliación temática aún mayor que incorpora a la transición epidemiológica determinantes sociales, culturales y de comportamiento, aunque aún sin un marco teórico consensuado y con dificultades operativas en la definición de un estado de salud “bueno” (Caldwell, 1990).

Ruzicka y Kane (1990) señalan que la utilidad del estudio de causas comienza a ser menos relevante para conocer el estado de salud de una población en tanto y en cuanto su distribución se estabilice ya comenzada la última etapa de la transición epidemiológica, sugiriendo un cambio de enfoque hacia el estudio de las enfermedades no agudas (de letalidad baja) y alta prevalencia, con incidencia creciente a partir de la primer adultez.

En el contexto de transición de la mortalidad en Argentina, la esperanza de vida aumentó de 33 a 75 años entre los períodos 1869-1985 y 2008-2010, con un acelerado descenso inicial en las primeras décadas del siglo XX, que lo caracteriza como de comienzo temprano en el contexto latinoamericano, con ganancias decrecientes en la segunda mitad de ese siglo y comienzos del Siglo XXI (Grushka, 2015).

En lo que respecta a las causas de muerte, puede situarse el comienzo de la transición en la década del 1930, ya que hasta ese momento el cambio en la mortalidad fue producto de un descenso a igual ritmo en las causas (Pantelides, 1983). Actualmente el país muestra una situación epidemiológica avanzada en la transición, con menos del 5% de la mortalidad por causas de tipo infecciosa y parasitaria, a favor de las relacionadas a enfermedades cardiovasculares, cáncer y tumores malignos y causas externas (Grushka, 2015).

Como se mencionó anteriormente, en países con estadíos avanzados en la transición de la salud, la caracterización de las enfermedades crónicas es de vital importancia para diagnosticar la salud de la población, no siendo ya suficientes los indicadores clásicos sobre mortalidad (tasa de mortalidad infantil y esperanza de vida los más clásicos). Dentro de este grupo de enfermedades, las cardiovasculares representan la primer causa de muerte a nivel mundial, con aproximadamente un 30%, y en Argentina representa 34,2% de las muertes y 12,6% de los años potenciales de vida perdidos (APVP) en 2006 (Rubinstein y otros, 2009). El principal factor de riesgo de mortalidad por enfermedades cardiovasculares es la Hipertensión Arterial (MSAL, 2011). De este modo, estimar los indicadores que caractericen el proceso de salud-enfermedad-muerte de la HTA en nuestro país es un insumo relevante para un diagnóstico del estado de salud de la población.

2.2. La Hipertensión Arterial

La HTA es una condición médica crónica en la cual la presión sanguínea en arterias es elevada. Resulta de una compleja interacción entre aspectos genéticos y factores relacionados con la conducta humana y su contexto, por lo que sus causas aún no han sido del todo entendidas. Se encuentra catalogada en la CIE10 (Codificación Internacional de enfermedades, Revisión 10) entre los códigos I10 y I15 según el grado y la afectación de otros órganos. Se relaciona con un 13% del total de las muertes a nivel global, constituyendo para algunas regiones como América Latina el principal factor de riesgo de mortalidad, aunque la edad elevada de los eventos genera que la carga de enfermedad sea sólo de 4,4% del total. En nuestro país, la presión arterial elevada es uno de los principales motivos de consulta al sistema de salud y de prescripción de tratamiento farmacológico. Explica el 62% de la enfermedad cerebrovascular y el 49% de la enfermedad coronaria (Malfante, 2014).

Se trata de una enfermedad asintomática, donde el diagnóstico se basa en la detección de la presión arterial en valores superiores a los considerados como normales, en al menos tres consultas separadas por no menos de una semana, excluyendo la visita inicial. Existe una clasificación estándar propuesta por la OMS en conjunto con la Sociedad Internacional de Hipertensión Arterial vigente en la actualidad (grados 1, 2, y 3 según valores de presión sistólica y diastólica) (SAC, 2013).

2.3.Prevalencia

Los trabajos que apuntan al estudio de la prevalencia utilizan principalmente dos herramientas: una de medición objetiva (tensiómetro que mide la tensión arterial y visitas por protocolo de diagnóstico), u otra a través de entrevistas que permitan inferir la ocurrencia y momento (dependiendo el estudio) del diagnóstico en el individuo. Dado que la fuente de datos que se utilizará en este trabajo corresponde a los del segundo tipo (Ferrante y otros, 2011), conviene revisar algunos trabajos de investigación que hayan puesto a prueba la metodología de autorreporte, y conocer cuáles fueron sus resultados generales.

La validez del diagnóstico de autorreporte en la HTA ha sido evaluada en distintos tipos de poblaciones. Los resultados varían en función de las características sociodemográficas y el patrón objetivo utilizado: medición convencional de la presión arterial o examen de los registros médicos históricos (Beunza y otros, 2005). El grado de concordancia se mide principalmente a través de dos parámetros: la sensibilidad (verdaderos positivos sobre verdaderos positivos y falsos negativos) y la especificidad (verdaderos negativos sobre verdaderos negativos y falsos positivos). A medida que los valores de ambos se acerquen al 100%, más cierta es la estimación final (WHO, 2006).

Una investigación norteamericana definió operativamente el conocimiento de la hipertensión como la respuesta afirmativa a la pregunta “¿alguna vez le ha dicho un médico o profesional de la salud que tenía hipertensión, también llamada presión arterial alta?” (Yoon y otros, 2012). En base a una encuesta transversal de hogares realizada durante los años 2007 y 2008, diseñada para monitorear el estado de salud y nutricional de la población de EE.UU, y un examen físico estandarizado complementario, se llegó a la conclusión de que cerca del 41% y 16% de los hipertensos en los rangos de edad 18-39 y

40 y más respectivamente, desconocían su patología, y en general este fenómeno fue mayor en varones (20% y 15%).

Martin y otros (2008) testearon la metodología de autorreporte en una población mayor a 21 años afiliada a un plan de salud en Colorado (EEUU), contrastando esta información con registros médicos. La HTA registró la sensibilidad más alta (83%), seguido por la diabetes (73%), y siendo la hipercolesterolemia la de menor valor (59%). Asimismo la especificidad fue mayor a 80% para las tres condiciones, concluyendo que la herramienta fue buena para dar cuenta de la prevalencia de enfermedades crónicas en esa población objetivo.

Sauver y otros (2005) enfocó el análisis en el reporte de enfermedades cardiovasculares (ECV) y factores de riesgo asociados (entre ellos la HTA), considerando información de historias clínicas de 26.126 pacientes en Minnesota (EEUU). Como principal conclusión, afirman no tener buenos indicadores de sensibilidad sobre los factores de riesgo de las ECV, resultando imprecisas las estimaciones de prevalencia.

En otra región del planeta, un estudio realizado en Taiwan revela que los autoinformes subestiman la prevalencia de HTA en casi un 50%, pero lo hacen razonablemente preciso en el caso de la diabetes (logrando una sensibilidad del 83%) (Goldman, 2000). Se rescataron como correlaciones significativas de su exactitud: la edad, el nivel educativo alcanzado, la fecha del examen de salud más reciente, y el estado cognitivo. Un caso a destacar es el de Uganda (Musinguzi y Nuwaha, 2013), donde el 63,6% de mujeres y 87,6% de hombres no eran conscientes de su situación arterial, si bien no existían diferencias significativas entre sus prevalencias. Por otro lado, algunos estudios evidencian que entre encuestados de alto nivel educativo el autorreporte resulta una buena herramienta para medir la prevalencia (Beunza y otros, 2005).

Respecto a Latinoamérica y el Caribe, Burroughs y otros (2012) recopilaron estimaciones de prevalencia de diversos países de la región durante el período 2001-2010, donde menos de la mitad reportaron los niveles de conocimiento y tratamiento, y solo 24 de las 81 estimaciones respetaron las condiciones mínimas de calidad: debe ser de carácter nacional, el diseño de la muestra debe ser descrito y de tipo probabilístico, y las estimaciones deben darse por sexo y grupos de edad. La conclusión de la revisión fue que la calidad y la distribución geográfica de la literatura publicada sobre la prevalencia de la

HTA en América Latina y el Caribe son insuficientes para conocer con rigurosidad la situación epidemiológica en la región.

A nivel local, se realizó una búsqueda exhaustiva de antecedentes en la medición de la prevalencia de HTA, donde se tuvo conocimiento de muchos estudios parciales (con cobertura a nivel de localidad o grandes ciudades) cuyos métodos de captación fueron principalmente la medición de la presión sanguínea a través de dispositivos diseñados para tal fin. Se realizaron observaciones en jurisdicciones urbanas específicas como los casos de Echeverría y otros (1989), Mesa nacional de Residentes de Clínica Médica (1992), Nigro (1999), y CARMELA (Hernandez y otros, 2009). Aunque distantes en el tiempo y con dominios de estimación dispares, estiman una prevalencia (no estandarizada por estructura etaria) que promedia el 30%, y mayor para los varones (ver Cuadro 1).

Un estudio de interés por su foco en la población rural es el elaborado por De All y otros (2012) en la provincia de Chaco, donde se midió la presión arterial también según estándares internacionales (JNC-VII²). La prevalencia fue de 32,3%, de donde el 39,2% desconocía su situación (se entrevistaron 473 adultos). Dentro de las causas de esto se sugirió las dificultades en acceder a centros de salud y el ser una enfermedad en general asintomática, como así también la falta de educación sanitaria.

El Registro Nacional de Hipertensión Arterial (RENATA), midió la presión arterial con un tensiómetro automático en tres ocasiones, considerándose para el análisis el promedio de la segunda y la tercera medición (Marin y otros, 2012). Se efectivizaron 4.006 casos (muestra no probabilística) distribuidos en áreas urbanas de las provincias de Bs. As., CABA, Córdoba, Tucumán, Corrientes, Chaco, Mendoza y Neuquén. La prevalencia general fue de 33,5% (IC95: 31,9%-34,9%³), creciente con la edad y mayor en varones que en mujeres: 41,7% (IC95: 39,5%-43,9%) y 25,7% (IC95: 23,8%-27,6%) respectivamente. El porcentaje de las personas prevalentes que no conocían su enfermedad fue decreciente con la edad. Este porcentaje en los jóvenes de 18 a 34 años fue realmente significativo: 83% en hombres y 67% en mujeres.

² El comité Joint National Committee on the Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure (JNC), es un panel de expertos internacional coordinado por el National Heart, Lung and Blood Institute de Estados Unidos, el cual es referencia a nivel mundial sobre los criterios de diagnóstico y tratamiento de la hipertensión arterial. Actualmente se encuentran en la octava revisión.

³ Intervalo de confianza al 95%.

Cuadro 1. Antecedentes en la estimación de la prevalencia según características del relevamiento. Argentina

Estudio	La Plata (Echeverría)	Total País (Mesa nacional de Residentes de Clínica Médica)	Córdoba (Nigro)	CABA (CARMELA)	Ciudades Seleccionadas (RENATA)
Año	1985	1990	1998	2003-2005	2008-2009
Número de encuestados	6.386	10.415	6.875	1.482	4.006
Prevalencia HTA Global %	32,7%	26,0%	29,9%	29,0%	33,5%
Varones	35,3%	28,6%	32,4%	37,7%	41,7%
Mujeres	30,9%	23,5%	27,9%	21,7%	25,7%

Fuente: Echeverría y otros (1989), Mesa nacional de Residentes de Clínica Médica (1992), Nigro (1999), CARMELA (Hernandez y otros, 2009), Marin y otros (2012).

En base a lo expuesto, se puede decir que existen distintas experiencias sobre lo acorde del autorreporte de diagnóstico de HTA, pero a grandes rasgos las características educativas, económicas (divergencia de desarrollo entre países, o en lo rural-urbano) y etarias de la población objetivo son factores determinantes en la posible omisión del diagnóstico.

2.4. Incidencia⁴

Para conocer la incidencia de HTA se elaboraron estudios principalmente de tipo longitudinal. Por ejemplo, en el trabajo de Dannenberg y otros (1988), se observa una incidencia bianual por edad cuasi lineal, pasando de un 3% en el grupo de edad 30-39, a 7% aproximadamente en el de 70-79, con la particularidad de que los varones inician su trayectoria hipotética con un nivel más alto que las mujeres y finalizan por debajo, quizás debido al temprano riesgo cardiovascular diferencial entre sexos⁵. Cornoni y otros (1989) hallaron en el período 1971-1975 en la población de Estados Unidos mayor a 25 años una incidencia anual de entre 1,2% a 4,2% en varones y 0,8% a 4,3% en mujeres, según la

⁴ Si bien en este trabajo se estimará la probabilidad de cambio hacia la HTA, la mayoría de antecedentes internacionales estimaron la transición en términos de tasa, la que comúnmente se llama incidencia (WHO, 2006). Su repaso es de utilidad debido a la relación cercana entre los dos tipos de indicadores. Para profundizar un poco más dirigirse al Anexo 2.

⁵ Se valió de los datos obtenidos en el Framingham Heart Study (seguimiento de 5.209 casos por 30 años).

edad, mientras que en Seccareccia y otros (1988) fue de 5,3% en adultos varones de 40-59 años residentes en Italia (tomado de Carbajal y otros, s/f).

Por otro lado, un estudio realizado en Canadá a partir de datos administrativos (Robitaille y otros, 2012), encuentra un patrón de incidencia por edad que incluye a los adultos mayores a 80 años, y reconoce una baja de la incidencia a partir de esa edad, además del cruce entre sexos mencionado en el estudio anterior. La tasa de incidencia anual comienza en 0,2% para el grupo 20-24, llega a su máximo de 8,8% en 80-84 y luego desciende en el grupo abierto final de 85 años y más hacia 7,3%. Respecto a Latinoamérica, un estudio de cohorte en Porto Alegre, Brasil, reporta un nivel de la incidencia de 2,2% en el grupo menor de 35 años, llegando a 6,6% en los mayores de 55 años, siendo 4% la global, sin diferencias significativas entre sexos (Moreira y otros, 2008).

La recopilación de estos intentos por caracterizar la incidencia de HTA por edad muestran a grandes rasgos, niveles crecientes donde la mayor incidencia se registra cerca de los 80 años.

2.5.Sobremortalidad

La sobremortalidad (o riesgo relativo de muerte) suele ser estudiado siguiendo en el tiempo una cohorte de personas con y sin HTA. Es el caso del estudio realizado por Pocock y otros (2001), donde mediante el seguimiento por 5 años (en promedio), de alrededor de 47 mil casos de hipertensos en tratamiento se elaboró un esquema de puntajes de riesgo de sobremortalidad por enfermedad cardiovascular mostrando que el riesgo es decreciente con la edad, lo que habla de su importancia relativa en las causas de muerte asociadas en edades tempranas. Así también lo concluye un estudio similar en Canadá con resultados para ambos sexos (Robitaille y otros, 2012). Otro antecedente interesante es el estudio de la mortalidad atribuible a la presión arterial elevada en mayores de 50 años, en España, realizado por Graciani y otros (2007), donde concluye que casi una de cada dos muertes por causa cardiovascular es atribuible a la HTA.

3. Análisis de fuente: la Encuesta Nacional de Factores de Riesgo (ENFR)

3.1. *Resultados principales*

Este estudio de tipo transversal fue llevado adelante por el Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación (MSAL), con colaboración del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) y lleva en su haber tres ediciones: 2005, 2009 y 2013 (MSAL, 2011 y 2015). Como objetivos se plantearon: conocer la distribución de los factores de riesgo en la población de 18 años y más, estimar su prevalencia y determinar el perfil de la población bajo riesgo a través de sus características socio-demográficas. Los relevamientos fueron realizados mediante un diseño muestral probabilístico multietápico, donde los dominios de estimación fueron los aglomerados de 5.000 y más habitantes, lo que brinda estimaciones para población urbana de ese dominio.

La prevalencia de HTA fue definida contabilizando en el numerador aquellos casos que respondieron las opciones 1 o 2 (“Sólo una vez” o “Más de una vez”) de la pregunta 3 (“¿Cuántas veces un médico, una enfermera u otro profesional de la salud le dijo que tenía la presión alta?”⁶), sobre la cantidad de casos que declararon haberse tomado la presión alguna vez, opción 1 (“Sí”) de la pregunta 1 (“¿Alguna vez le han tomado la presión arterial?”), ambas preguntas del módulo específico de HTA.

Se decidió trabajar con 2009 y 2013 porque la estructura de la prevalencia suavizada por edad simple de 2005 indicaba un valor significativamente mayor en jóvenes y menor en adultos mayores, respecto tanto a 2009 como 2013, por lo que al no tener pautas sobre un cambio epidemiológico tan marcado (MSAL, 2011 y 2015), se prefirió estudiar el período más reciente. El comportamiento por edad en ambas ediciones puede verse en el gráfico 1. Se obtuvieron las bases de datos de la web de INDEC (disponibles en <https://www.indec.gob.ar/bases-de-datos.asp?solapa=2>, consultado en julio de 2017).

La prevalencia total (18 años o más) de HTA en 2009 fue 34,6% (IC95: 33,6%-35,5%⁷) en ambos sexos, 34,0% en varones y 35,7% en mujeres⁸. En cambio, en 2013 los valores fueron 34,1% (IC95: 32,9%-35,3%) para ambos sexos, 31,4% (IC95: 29,6%-33,2%) en varones y 36,4% (IC95: 35,0%-37,8%) en mujeres. Estandarizando la

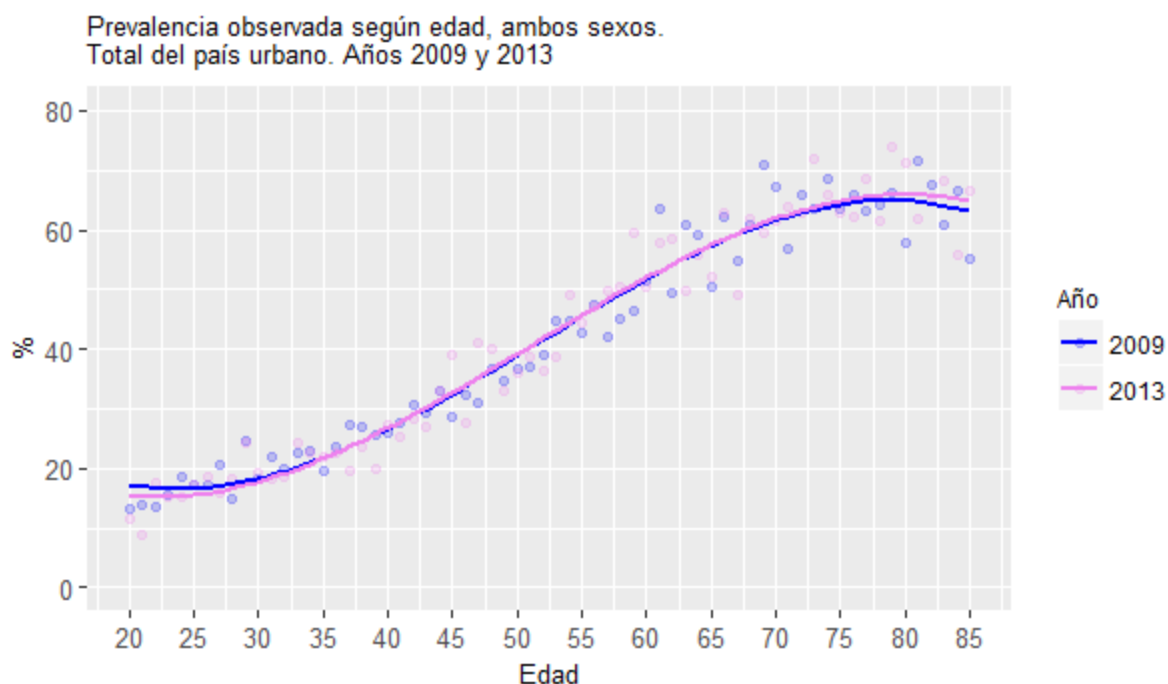
⁶ Las respuestas “Ns/Nc” a la pregunta 3 fueron en promedio del 1% en las edades simples del rango de estudio (30-70 años) y son sumadas en los no prevalentes, siguiendo el criterio llevado adelante por la encuesta en la presentación de sus resultados (MSAL, 2015).

⁷ IC95: Intervalo de confianza al 95% de confianza.

⁸ En la publicación de resultados de 2009 no se encontraron publicados los intervalos de confianza para cada sexo (MSAL, 2011).

prevalencia, esta se mantuvo relativamente estable alrededor de 34,5% con un leve predominio de mujeres, mientras que el comportamiento por grupos de edad fue creciente hasta ingresar en la década de los 70, experimentando luego un leve descenso en las edades finales (ver Cuadros A2 y A3 del Anexo 1).

Gráfico 1



Nota: Las suavizaciones son polinómicas de grado 3. La estimación corresponde a localidades de 5.000 y + habitantes.

Fuente: Cuadro A2 de Anexo 1.

3.2. Aspectos metodológicos

Durante el año 2003 se llevó a cabo en Tierra del Fuego (en las ciudades de Ushuaia y Río Grande) durante 4 semanas el proceso de validación del cuestionario para Vigilancia de Enfermedades No Transmisibles propuesto por la Organización Panamericana de la Salud (que luego resultaría en la ENFR) (MSAL, 2004). Lo más destacable a la luz de este trabajo fue el hecho de que en personas que refirieron haberse tomado la presión arterial previamente, la sensibilidad del autorreporte (verdaderos positivos sobre verdaderos positivos y falsos negativos) fue de 76,6%, y su especificidad (verdaderos negativos sobre verdaderos negativos y falsos positivos) de 73,5%, siendo que valores cercanos a 80% se consideran aceptables en general. Adicionalmente, en esta pregunta las opciones de respuesta eran: “Sí”, “No”, “No recuerdo”, y casi un 10% de la

población que en la primera administración de la encuesta había respondido “No” o “No recuerdo”, una semana después, en la segunda administración, respondió “Sí”, lo cual podría estar relacionado con el hecho de que los entrevistados tuvieron tiempo para pensar sobre la pregunta y recordar. De lo anterior se concluyó que la única pregunta con problemas de concordancia fue aquella que indagó sobre el control de HTA, relacionado probablemente con su poca sintomatología.

Adentrándonos en los relevamientos de 2009 y 2013, y teniendo en cuenta que solo responden aquellos que declaran alguna vez haberse controlado la presión arterial, puede ser interesante conocer las diferencias que caracterizan a los dos grupos (respondentes/no respondentes, alguna vez/nunca controlados), tratando de inferir posibles sesgos en la prevalencia (ver gráfico A1 y cuadro A3 del anexo 1, donde los datos corresponden a la edición 2013, pero las conclusiones son similares en la restante edición).

Los más jóvenes reportaron menor control de la HTA, en especial los varones (el doble respecto a mujeres). Con el avance de la edad, las visitas al médico son más frecuentes (y acumulativas), por lo que ya entrados los 40 la proporción fue menor al 10%. Por otro lado, se controlaron en mayor proporción los fumadores (y más aún los ex fumadores), que viven en grandes urbes, que son inactivos (afectado por el peso de los adultos mayores, por lo tanto poco discriminante), con un nivel educativo mayor, y con cobertura de Obra Social y/o prepaga (lo cual a simple vista no parece estar muy afectado por la estructura etaria, ya que los mayores poseen PAMI casi en su totalidad). Estos diferenciales en la respuesta de la prevalencia pudieron afectar su medición global ya que como se vio en estudios internacionales, el conocimiento es diferencial por alguna de estas segmentaciones. Por otro lado, puede existir un subreporte en aquellas personas diagnosticadas de HTA pero con la presión controlada, ya sea por consumir medicamentos periódicamente o por llevar una vida diaria de cuidados específicos (por ejemplo controlando el consumo de sal en las comidas), debido a que desestiman su patología por no presentar niveles de presión altos.

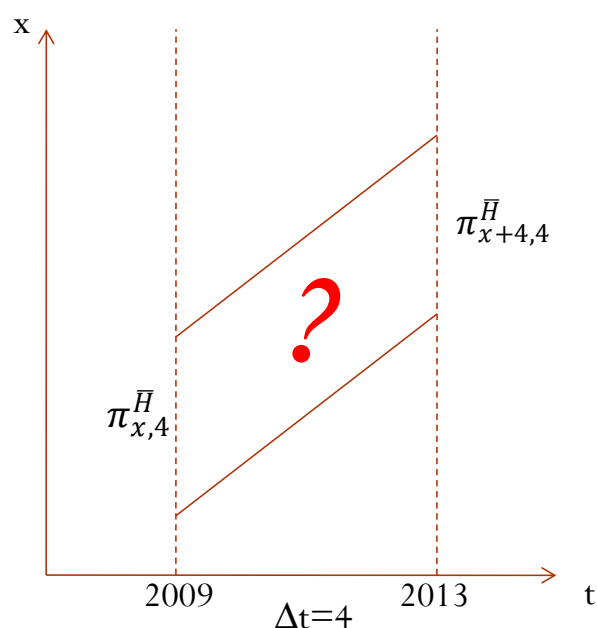
En síntesis, las observaciones refieren a posibles sesgos a causa de las características sociodemográficas particulares de los no respondientes y los posibles errores en la metodología de captación por olvido o valoración errónea, aspectos inherentes a este tipo de dispositivos de relevamiento. Más allá de esto, se considera que es la mejor fuente disponible con representatividad nacional urbana, y que cumple con las

condiciones de estándares mínimos de calidad (Burroughs y otros, 2012), por lo que se le dará provecho como insumo de las estimaciones posteriores, no sin dejar constancia de sus limitaciones y evaluando en todo caso los resultados finales de este trabajo a la luz de estos aspectos.

4. Metodología de estimación indirecta de la probabilidad de transición a HTA y sobremortalidad asociada

Diversos métodos se han desarrollado, la mayoría enfocados en la medición de epidemias (siendo HIV la más estudiada) en zonas de baja calidad en la información epidemiológica (Podgor y otros 1986, Davis y otros 2000, Barendregt y otros 2003, Mahiane y otros 2012). El contexto general de aplicación es aquel donde se modela el comportamiento de una población “sana” sujeta a dos causas de salida de tal estado: “enfermarse” o “fallecer”; a su vez, la población “enferma” puede retornar al estado “sano” (imposible en el caso de las patologías crónicas como las que trataremos aquí) o “fallecer”, siendo su causa básica alguna relacionada directamente y/u otras ajenas, según defina el investigador. La interrelación de tales transiciones determina el comportamiento epidemiológico de la población que se modele.

Diagrama 1. Lexis de la relación entre prevalencias en un intervalo de tiempo.



Nota: el signo de interrogación guía el objetivo de este trabajo, estimando indirectamente la relación entre no prevalentes (o prevalentes) a partir de dos observaciones sucesivas (de 4 años de intervalo) e independientes⁹.

⁹ Con independientes nos referimos a que los operativos, en este caso las muestras obtenidas, tuvieron diseños metodológicos comparables y con selección muestral independiente.

El marco de aplicación de este tipo de estudios es el de modelos multiestado, donde a partir de datos longitudinales se estiman las probabilidades de transición salud-enfermedad-muerte (modelos del tipo “survival analysis”), posibilitando la construcción de tablas de vida con distintos estados. En general se trabajan con funciones exponenciales del riesgo, y se parte de un modelo general sobre las tasas instantáneas de cambio entre estados, donde se incorporan dos componentes: uno en función del tiempo de exposición, y otro que ajusta el riesgo a cada subpoblación (Cleves y otros, 2004).

En lo que respecta a la estimación indirecta de patrones epidemiológicos como insumo para el estudio de la mortalidad diferencial por subgrupos de riesgo, una de las metodologías más novedosas es la conocida como “de estimación intercensal” (Guillot y Yu, 2009), y tiene sus orígenes en técnicas demográficas previas (Preston y otros, 2001¹⁰). Requiere de dos observaciones de prevalencia en el tiempo y una tabla de mortalidad general vigente en el período. Contando con las prevalencias por edad en el momento t y en un momento $t+n$, junto con las probabilidades de muerte de la población general asociadas al período, se relacionan ambos datos transversales asumiendo que la proporción de personas no saludables en el momento $t+n$ son las no saludables que sobrevivieron en ese estado, más las saludables que sobrevivieron pero cambiando de estado. A partir de esto, y mediante operaciones algebraicas, se logra una expresión en función de las probabilidades de transición, las cuales se estiman mediante métodos iterativos de optimización y supuestos sobre las formas funcionales por edad que describen los comportamientos de las probabilidades de transición entre estado¹¹.

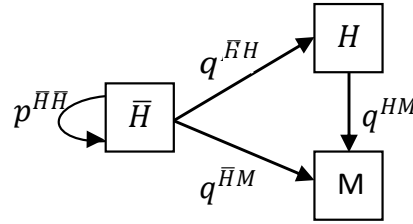
A grandes rasgos, existen características que hacen más preferibles algunos métodos a otros. La posibilidad de no estacionariedad en los supuestos (que en un período dado las cohortes más jóvenes experimenten el mismo riesgo que las más antiguas) dado el aprovechamiento de diversos puntos de observación en el tiempo y las tendencias resultantes, es de vital importancia para herramientas de monitoreo epidemiológico permanente.

¹⁰ Preston y otros alertan sobre posibles sesgos que no fueron mencionados en el análisis de fuente, pero pueden perjudicar los resultados: mala declaración de edad, migración diferencial por grupos y niveles de cobertura distinta entre las mediciones sucesivas (pág. 247).

¹¹ Como muchas técnicas indirectas en la demografía, supone población “cerrada”.

En este trabajo se utilizará la de “estimación intercensal” por responder al criterio mencionado, adaptando sus especificaciones al fenómeno de la HTA en Argentina (en el caso de Guillot y Yu (2009), los autores trabajaron con discapacidad). El diagrama sería:

Diagrama 2. Probabilidades de transición entre estados en el modelo de HTA planteado



Aquí se explicitan las probabilidades de transición entre estados “Sin HTA” a “Sin HTA” ($\bar{H}\bar{H}$), o sea permanecer en el estado “sano”, “Sin HTA” a “Con HTA” ($\bar{H}H$), “Sin HTA” a “Muerte” ($\bar{H}M$), y “Con HTA” a “Muerte” (HM). Donde se consideran las probabilidades de transición desde la No Hipertensión (\bar{H}) a la Hipertensión (H) sin posibilidad de remisión, y luego hacia la muerte (M); así como también la probabilidad de permanencia en el estado de No Hipertensión ($1 - q^{\bar{H}H} - q^{\bar{H}M}$), y la muerte (único estado absorbente del modelo). No se considera la duración en la enfermedad como un factor influyente en el riesgo de muerte, lo que hace a este modelo “sin memoria” (Bijwaard, 2014).

Siguiendo a Guillot y Yu (2009), la relación principal entre los parámetros, considerando que para nuestro caso los intervalos entre las observaciones son de 4 años, puede ser expresada de la siguiente manera:

$$\pi_{x+4}^{\bar{H}} = \frac{\pi_x^{\bar{H}}(1 - q_{x,4}^{\bar{H}M} - q_{x,4}^{\bar{H}H})}{(1 - q_{x,4})} \quad (1)$$

Donde $\pi_{x+4}^{\bar{H}}$ puede ser entendida como la probabilidad de que una persona de edad $x+4$ no presente HTA, dado que sobrevivió desde la edad x . Especificando sus componentes:

π_x^H : prevalencia de personas con HTA, de edad x

$\pi_x^{\bar{H}}$: prevalencia de personas sin HTA, de edad x

$p_{x,4}^{\bar{H}H}$: probabilidad de que una persona de edad exacta x sin HTA, sea diagnosticada en los próximos 4 años y sobreviva a la edad x+4

$q_{x,4}^{HM}$: probabilidad de que una persona de edad exacta x con HTA, fallezca en el plazo de 4 años

$q_{x,4}^{\bar{H}M}$: probabilidad de que una persona de edad exacta x, sin presencia de HTA, fallezca en los próximos 4 años.

$q_{x,4}$: probabilidad de que una persona de edad exacta x, independientemente de su condición, fallezca en los próximos 4 años

Si bien los autores no hacen una mención explícita, aplicar probabilidades de transición a la proporción de años-persona sería impreciso, debido a la diferente naturaleza de estas funciones (Ortega, 1982). Se considerará para este trabajo que la proporción de personas con edad x observada durante el año t, representa la porción de aquellos individuos de la cohorte con edad exacta x que comienzan a mitad de año del estudio de referencia (supuesto adicional, ya que las observaciones no corresponden necesariamente al punto medio del año).

Una forma conveniente de parametrizar la mortalidad diferencial (o sobremortalidad) es a través de la siguiente razón, reduciendo así la cantidad de parámetros a estimar:

$r_{x,4} = \frac{q_{x,4}^{HM}}{q_{x,4}^{\bar{H}M}}$. Cabe aclarar que este indicador considera el riesgo de muerte por todas las causas, no solo las específicas asociadas a la HTA. Por otro lado, es útil expresar la mortalidad general a partir de la mortalidad ponderada por las dos subpoblaciones:

$$q_{x,4} = \pi_x^{\bar{H}} q_{x,4}^{\bar{H}M} + \pi_x^H q_{x,4}^{HM} \quad (2)$$

Despejando $q_{x,4}^{HM}$ en la anteúltima expresión, reemplazando en la última, y despejando, se puede reexpresar la mortalidad del estado no prevalente como:

$$q_{x,4}^{\bar{H}M} = \frac{q_{x,4}}{(\pi_x^{\bar{H}} + \pi_x^H r_{x,4})} \quad (3)$$

Finalmente, operando y reemplazando lo anterior en la ecuación inicial, se obtiene el sistema de ecuaciones siguiente:

$$\pi_{x+4}^{\bar{H}} = \frac{\pi_x^{\bar{H}}(1-q_{x,4}^{\bar{H}M}-q_{x,4}^{\bar{H}H})}{(1-q_{x,4})} \quad (4)$$

$$\pi_{x+4}^{\bar{H}} - \frac{\pi_x^{\bar{H}}}{(1-q_{x,4})} = \frac{\pi_x^{\bar{H}}(-q_{x,4}^{\bar{H}M}-q_{x,4}^{\bar{H}H})}{(1-q_{x,4})} \quad (5)$$

$$\pi_{x+4}^{\bar{H}} - \frac{\pi_x^{\bar{H}}}{(1-q_{x,4})} = -\frac{\pi_x^{\bar{H}}}{(1-q_{x,4})} \left(\frac{q_{x,4}}{(\pi_x^{\bar{H}} + \pi_x^{\bar{H}} r_{x,4})} + q_{x,4}^{\bar{H}H} \right) \quad (6)$$

Este sistema lineal de k (cantidad de cohortes) por 2 (transición a HTA y sobremortalidad de HTA) incógnitas es algebraicamente irresoluble. El supuesto principal del método se basa en reducir la cantidad de parámetros haciendo uso de la forma funcional de las estructuras por edad en base a experiencias previas, tanto de la probabilidad de transición hacia la HTA como de la mortalidad diferencial por HTA, aspecto que se desarrollará a continuación.

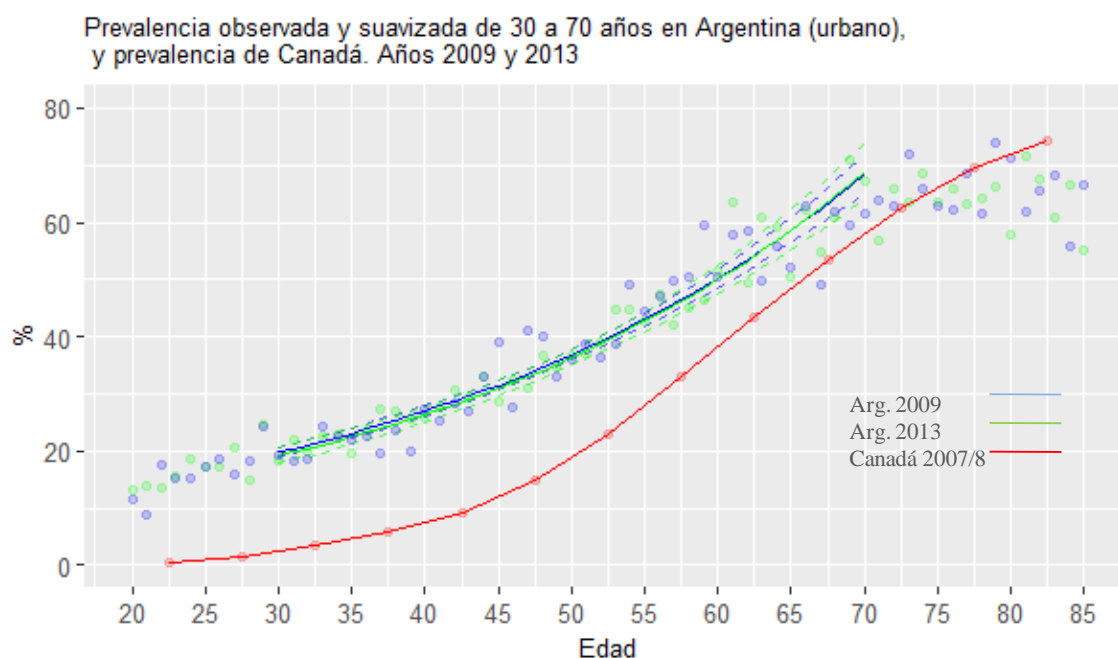
5. Definiciones iniciales

Siguiendo a Guillot y Yu (2009), es importante definir las funciones por edad que mejor representan el comportamiento de la probabilidad de transición a la HTA y la sobremortalidad. Para esto se hace uso del trabajo de Robitaille y otros (2012), donde a partir de registros administrativos provenientes del sistema de salud canadiense durante 2007 y 2008, se estimaron los parámetros para grupos de edad mayores a 20 años. Se consideró diagnosticado de HTA a aquel individuo con al menos dos solicitudes de consulta médica por HTA, o al menos un diagnóstico en el efector que lo atendió, resultando en una prevalencia global cercana al 20%. Si bien los períodos de referencia son distintos (Argentina en 2009 y Canadá en 2007/8), y siendo una prevalencia de período y la otra puntual (WHO, 2006), en el gráfico 2 se observan niveles claramente disímiles. Una posible causa no epidemiológica puede deberse a los diferentes criterios de captación de prevalentes, cuestión que puede ser profundizada en futuras investigaciones.

Enfocándonos en la prevalencia argentina, en las edades finales se produce un amesetamiento del indicador, en parte porque los datos por edad son más dispersos producto del muestreo, y en parte, y más importante aún, porque la mortalidad empieza a jugar un papel mucho más importante que la incidencia, asociado con una competencia creciente de riesgos en edades muy avanzadas. Por otro lado, como se mencionó más atrás, en las primeras edades el sesgo por no control puede llegar a ser relevante. Teniendo en cuenta lo comentado, y que las enfermedades cardiovasculares relacionadas a la HTA son una de las principales causas de muerte prematura de adultos en América Latina (OPS, 2000), se opta por delimitar el objeto de estudio al rango de edad 30 a 70. La prevalencia en este grupo fue de 36,5% y 36,1% en 2009 y 2013, siendo similares previa estandarización, y levemente superior en mujeres (ver cuadro 1 del Anexo 1). Como insumo principal al modelo, se escogieron suavizaciones exponenciales por edad simple (con sus intervalos de confianza al 95%¹²).

¹² Los intervalos de confianza no consideran la varianza por muestreo complejo, sino solo por efecto de la regresión. No fue considerado debido a no disponerse del diseño muestral a nivel microdato ni las tablas de errores para cada edición.

Gráfico 2



Se tomó la decisión de no desagregar la estimación por sexo, debido a que existe mucha variabilidad de puntos por edad, y una variación intertemporal irregular por sexo (cuadro A1 del Anexo 1).

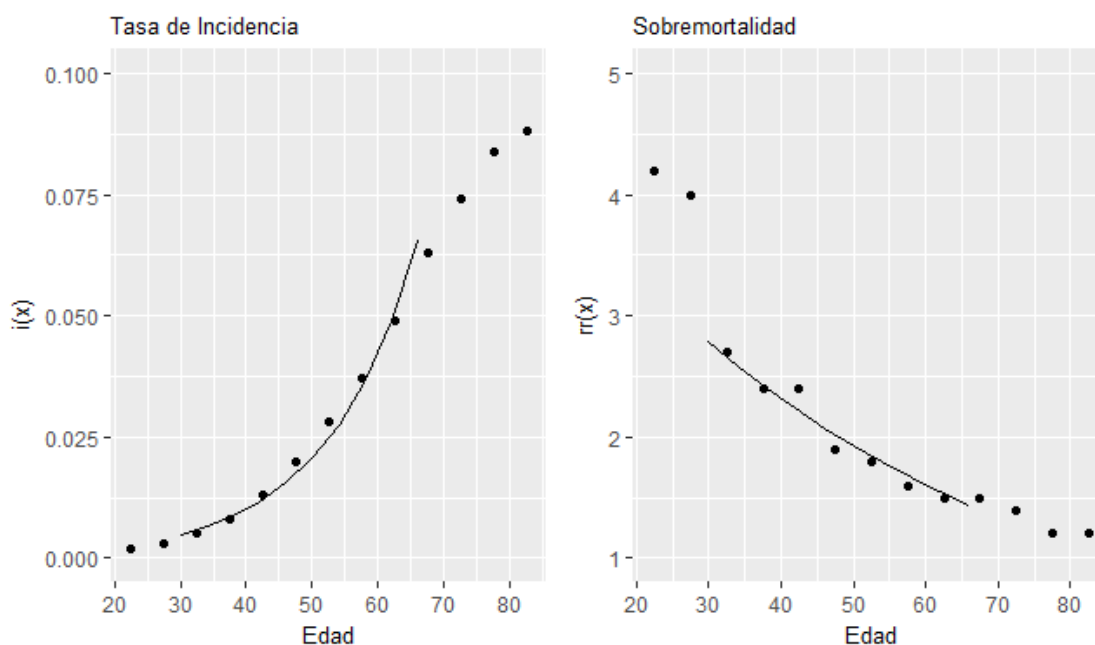
Para estimar tablas de mortalidad general, válidas para el período 2009-2013, se interpolaron a 2011 (punto medio del período) las tablas de mortalidad oficiales 2008/2010 por sexo (INDEC, 2013) y las tablas modelo para la región oeste por sexo, con una esperanza de vida de 90 años como límite, siguiendo el criterio de ponderación de ganancia en la esperanza de vida, previa extrapolación logística del nivel en función de las estimaciones para 2001 (INDEC, 2013a y ONU, 2010). Debido a que fue necesario contar con la probabilidad de muerte para intervalos de 4 años, se desagregaron las tablas obtenidas mediante splines (regresión cúbica en segmentos que respetan nodos, James y otros (2015)), específicamente en la función de sobrevivientes l_x . Luego, mediante las transformaciones habituales (Ortega, 1984), se obtuvieron las probabilidades de muerte deseadas (de cuatro años de riesgo), ponderando los resultados por la población proyectada por sexo a 2011 (INDEC, 2013b), como una aproximación satisfactoria de la tabla para ambos sexos (debido a que no se contaba con la tabla límite de “ambos sexos”). Un posible sesgo adicional del trabajo proviene de utilizar tablas nacionales para

prevalencias de población urbana. Teniendo en cuenta que la población rural es cercana al 10% (según resultados del Censo 2010), es esperable que no influya demasiado en los resultados.

Siguiendo la experiencia canadiense mencionada más arriba, se seleccionaron funciones exponenciales de transición al estado “enfermo” y el riesgo relativo de mortalidad $r_{x,4} = a_1 e^{b_1 x}$ y $q_{x,4}^{HH} = a_2 e^{b_2 x}$ como aquellas que balancean un buen ajuste y sencillo tratamiento, tal como se aprecia en el siguiente gráfico:

Gráfico 3

Valores observados y suavización exponencial de edades 30-70. Canadá. Años 2007/8



Fuente: Elaboración propia en base a Robitaille y otros (2012), Cuadro A5 del Anexo 1. Los puntos se encuentran en la mitad de cada intervalo quinquenal de edad. Las líneas cubren el rango 30-66 debido a que son las edades para las cuales se modelará la transición.

Cabe aclarar que si bien la información canadiense respecto al cambio de estado hacia la HTA es una *tasa* anual, se consideró una buena aproximación de la “forma” de la *probabilidad* de transición.

Volviendo a la ecuación intercensal, reemplazando las probabilidades de transición por las funciones seleccionadas, y sustituyendo algunas expresiones por letras, se tiene:

$$Y_x = -A_x a_2 e^{b_2} - \frac{B_x}{c_x + (1-c_x) a_1 e^{b_1}} \quad (7)$$

Donde:

$$Y_x = \pi_{x+4}^{\bar{H}} - \frac{\pi_x^{\bar{H}}}{1-q_{x,4}}; A_x = \frac{\pi_x^{\bar{H}}}{1-q_{x,4}}; B_x = \frac{\pi_x^{\bar{H}} q_{x,4}}{1-q_{x,4}}; C_x = \pi_x^{\bar{H}}$$

Una cuestión importante es restringir los patrones de cambio con la edad de estas funciones. En este sentido, las siguientes desigualdades condicionan la búsqueda de los parámetros:

$$1 > q_{x,4}^{\bar{H}H} > 0; r_{x,4} > 1; \frac{dq_{x,4}^{\bar{H}H}}{dx} > 0; \frac{dr_{x,4}}{dx} < 0$$

Estas desigualdades implican que la probabilidad de transición hacia la HTA sea creciente con la edad, positiva y menor a 1, y que la sobremortalidad sea mayor a 1 y decreciente con la edad. Por último, para que las soluciones sean acordes con la experiencia internacional, en que a edades muy longevas donde existe presencia múltiple de factores de riesgo y/o enfermedades, ser hipertenso no produciría un diferencial significativo de riesgo, se optó por condicionar la función de sobremortalidad a valores cercanos a 1.1 en la edad 100, siguiendo a Robitaille (2012), que coloca ese valor para el grupo final de 85 y más.

A partir de las relaciones entre las prevalencias por cohortes, las formas funcionales de $q_{x,4}^{\bar{H}H}$ y $r_{x,4}$, y las condiciones de búsqueda en la optimización, se estima por métodos numéricos el vector $k = [a_1, b_1, a_2, b_2]$. El problema consiste entonces en encontrar un k^* , tal que $\text{Min } \sum (\hat{Y}_x(k) - Y_x)^2$ (función objetivo) sujeto a las restricciones mencionadas. Debido a la relación no lineal entre Y_x y k , y a que existen condiciones de las derivadas respecto a x , estamos frente a un problema de optimización no lineal con restricciones (Burden, 2002). La técnica de resolución se enmarca en las denominadas secuenciales (de resolución sucesiva de un problema de optimización en cada iteración), y se basa en una función de Lagrange Aumentada (multiplicadores de Lagrange para incorporar las restricciones con desigualdades, y un término de penalización para forzar la dirección de los resultados sucesivos, de allí lo de “aumentada”) (Madsen y otros, 2004). En el anexo 3 se detalla más al respecto.

Para la optimización fue importante contar con bandas de posibles valores iniciales, tal que el proceso de optimización converja hacia una única solución, teniendo en cuenta la posibilidad de mínimos locales que arrojen resultados conceptualmente improbables a la luz de la experiencia internacional. Para el caso de la probabilidad de transición a la HTA, se optó por considerar un rango conservador: 1% y 10% como mínimo y máximo a la edad 30, y 10% y 60% a la edad 66 (ver Gráfico A2 en el anexo 1), siendo que a la tasa de incidencia quinquenal canadiense ($\sum_{t=0}^4 (\frac{l_{x+t}}{L_{x+t}^H})$) se la multiplicó por 4 como un proxy del nivel de la probabilidad de la transición ($\frac{\sum_{t=0}^4 l_{x+t}}{L_x^H}$, aunque se sabe que en los casos de eventos no repetibles y población cerrada, la tasa siempre es menor a la probabilidad).

En el caso de la sobremortalidad, dada la mayor mortalidad general de Argentina (entre 80% a 50% según la edad, ver cuadro A6 del Anexo 1), se optó por considerar 2 y 6 veces como mínimo y máximo a la edad 30, y 1 y 2,5 veces a la edad 66 (ver Gráfico A2 en el anexo 1).

El algoritmo general de resolución fue el siguiente: se simularon realizaciones de la prevalencias en 2009 y 2013. Para cada simulación, se realizó la optimización seleccionando aleatoriamente valores iniciales entre las bandas (verificando que todos los valores iniciales converjan hacia la misma solución). El resultado final fue de 1.000 realizaciones de probabilidades de transición hacia la HTA y sobremortalidad de HTA que hacen consistentes la prevalencia por cohorte¹³.

¹³ Los datos utilizados como insumo y el procedimiento de estimación están disponibles de manera libre en https://github.com/IvanWilli/HTA_EstInd.

6. Resultados

Si analizamos cada componente de la dinámica, la media de la probabilidad de transición a la HTA en 4 años comienza con un valor cercano a 2,5% a los 30 años, y crece hasta casi el 15% a los 60 años de edad, concluyendo que la probabilidad de ser hipertenso aumenta más de 5 veces iniciada la adultez mayor. La probabilidad de transición en 4 años del grupo 30-66 fue en promedio de 8% en el período 2009/2013.

El riesgo diferencial de muerte en 4 años es de aproximadamente 5 a los 30 años de edad, y disminuye más de la mitad a los 66. Es de notar la menor variabilidad de la sobremortalidad respecto a la transición a la HTA (los intervalos de confianza son proporcionales al nivel de cada grupo), debido a que contó con un grado menos de libertad al restringir su valor hacia 1,1 a los 100 años.

Gráfico 4



Nota: Las líneas punteadas refieren a los percentiles 2.5 y 97.5.

Fuente: Cuadros A7 y A8 del anexo 1.

El proceso iterativo de optimización arrojó el siguiente ajuste.

Gráfico 5



Las líneas rojas representan las soluciones encontradas, la línea negra punteada la prevalencia suavizada, mientras que los puntos grises son lo observado en la encuesta. Los datos empiezan a partir de la edad 34, donde se puede comenzar a ver la bondad de ajuste del modelo. Fuente: elaboración propia.

Es conocida la dificultad que emerge en la resolución de sistemas mediante optimización numérica (y sobre todo cuando hay múltiples variables independientes), donde no es posible determinar si se arribó a un mínimo local o global, y la regla común es basarse en valores de la función de costo lo suficientemente bajas (Goodfellow y otros, 2016). Teniendo en cuenta que el error cuadrático promedio de todas las realizaciones fue 0,002 (de un indicador con valores en el rango 0,2-0,7), y que tal como muestra el gráfico 4 los sucesivos ajustes son coherentes, se considera que la aplicación del modelo fue satisfactoria.

Contando con estos insumos, se puede pensar en modelar los comportamientos de interés: una tabla de mortalidad condicionada a la presencia de HTA, otra tabla de mortalidad condicionada a la ausencia de HTA, ambas de condición permanente (decremento único de muerte), y una tabla multiestado que permita estudiar una cohorte

hipotética que inicia su trayectoria a la edad de 30 años, con la prevalencia observada de HTA a esa edad.

Para las primeras se construyó una tabla de vida de cada subgrupo tomando la mediana de las simulaciones de la sobremortalidad. Se calcularon las probabilidades de muerte mediante las relaciones $q_{x,4}^{\bar{H}M} = \frac{q_{x,4}}{(\pi_x^{\bar{H}} + \pi_x^{\bar{H}} r_{x,4})}$, y $q_{x,4}^{HM} = q_{x,4}^{\bar{H}M} r_{x,4}$, y se suavizó mediante splines la función de sobrevivientes (l_x) para desagregar cada tabla (lo que tiene como ventaja asegurarse que la función pase por los nodos que replican lo estimado con intervalo de 4 años), suponiendo una distribución uniforme de fallecimientos para el cálculo de los años vividos ($L_x = (l_x + l_{x+1})/2$). Para el caso de los hipertensos, se calculó la esperanza de vida temporaria hasta la edad 70 como ${}_{70-x}ev_x^H = \frac{(T_x^H - T_{70}^H)}{l_x^H}$, y para los no hipertensos como ${}_{70-x}ev_x^{\bar{H}} = \frac{(T_x^{\bar{H}} - T_{70}^{\bar{H}})}{l_x^{\bar{H}}}$.

Por otro lado, si se analiza una cohorte de 30 años que comienza siendo prevalente según lo observado (20%, según el promedio en el rango 28-32 por edad simple, en 2009 y 2013), esta puede dejar ese estado debido a la contingencia de presentar HTA o por muerte. Se construyó una tabla desagregando $q_x^{\bar{H}H}$ por edad simple con la misma metodología que las probabilidades de muerte comentadas arriba. Se supuso una única causa de salida por año y con ocurrencia a mitad del mismo ($q_x^{\bar{H}H} = q_x^{\bar{H}} \left(1 - \frac{q_x^{\bar{H}M}}{2}\right)$), y $q_x^{\bar{H}M} = q_x^{\bar{H}} \left(1 - \frac{q_x^{\bar{H}H}}{2}\right)$, haciendo que los años-persona en cada de edad sean el punto medio de los valores contiguos de l_x . De esta manera, la esperanza de vida libre de HTA ${}_{70-x}ev_x^{LH} = \frac{(T_x^{\bar{H}} - T_{70}^{\bar{H}})}{l_x^{\bar{H}}}$, similar a $ev_{x/70}^{\bar{H}}$ pero en este caso con exposición a dos causas de salida, brinda la información sobre la cantidad de años que una persona sin HTA espera vivir en ese estado (si se mantienen las condiciones de morbi-mortalidad del período estudiado).

Por último, también es interesante conocer cuánto se transcurre en cada estado, independientemente de la condición inicial, siendo posible distribuir ${}_{70-x}ev_x = \frac{T_x^{\bar{H}} + T_{70}^{\bar{H}}}{l_x^{\bar{H}} + l_x^H}$ según los componentes del numerador.

Los resultados principales de estos indicadores se muestran a continuación.

**Esperanza de vida a los 30 años, temporaria hasta los 70 años, según
condición. Total del país. Años 2009/13**

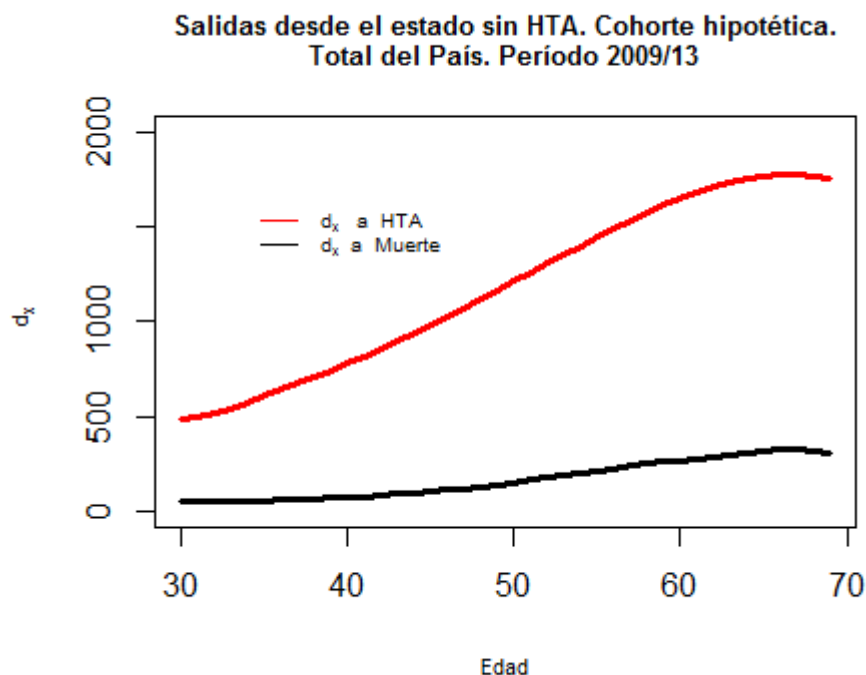
Indicador			Valor	
Condicionada a la ausencia permanente de HTA	${}_{40}ev_{30}^{\bar{H}}$		38,5	
Condicionada a la presencia permanente de HTA	${}_{40}ev_{30}^H$		35,3	
Libre de HTA	${}_{40}ev_{30}^{LH}$		29,8	
No condicionada. Distribución según años esperados con y sin HTA	${}_{40}ev_{30}$	%Con HTA	37,4	36,3
		%Sin HTA		63,7

Nota: los dos primeros indicadores corresponden a tablas de decremento simple, los dos finales a decremento múltiple

En el período 2009-13 una persona con HTA de edad exacta 30 esperaba vivir 35,3 años hasta los 70 años de edad, mientras que una persona de la misma edad sin HTA esperaba transitar 38,5 años, por lo que tener HTA iniciando la adultez (y suponiendo que permanezca hasta la muerte en ese estado) implicó una vida promedio 8,6% menor. Luego las diferencias disminuyen por la menor sobremortalidad (ver cuadro A9 del anexo 1).

Por otro lado, en el contexto de una tabla multiestado, una persona de 30 años sin HTA esperaba vivir casi 30 años en ese estado, alrededor del 75% de los años que se esperase continúe con vida sino correría riesgo de HTA (29,8/38,5). El porcentaje de años con HTA que esperaba vivir una persona de edad 30 hasta cumplir 70 años, independientemente de su estado inicial, es de más del 36%, aumentando a 56% en la edad 60. El siguiente gráfico caracteriza las salidas por edad del estado sin HTA:

Gráfico 6



Nota: $l_{30}=80.000$. Fuente: Cuadro A10 del anexo 1.

La salida más frecuente a toda edad es por HTA, siendo responsable de más del 90% de las salidas hasta la edad 50, para luego terminar siendo partícipe del 85% a la edad 69. En el decenio final se producen más hipertensos, como es de esperar por la incidencia creciente, y de aquellos que se vuelven hipertensos en el tramo 30-70 el promedio lo hace a los 54 años. Del total de no hipertensos a los 30 años (80.000 según la distribución de prevalencia inicial y la raíz asumida), el 40% habrá salido de ese estado por HTA a los 60 años, y el 60% a los 70 años (resultados en base a cuadro A10 del anexo 1).

7. Conclusiones

En el contexto de transición epidemiológica y envejecimiento de Argentina, los años esperados de vida son más pero en mayor proporción sujetos a enfermedades crónicas y de tipo degenerativo. En este contexto, los indicadores más relevantes para la salud de la población comienzan a hacer eje en el patrón de enfermedad, más que en el de mortalidad (Robles González y otros, 1996). Este trabajo intenta brindar información sobre la HTA, una de las enfermedades más prevalentes en Argentina afectando de manera importante el estado de salud general, y de la cual solo se conocen datos de prevalencia, insumo insuficiente para monitorear los cambios de la enfermedad y sus diferenciales por edad.

Se esbozó un panorama de las particularidades y posibles sesgos (inherente a relevamientos de autoreporte) de la principal fuente de datos de prevalencia, la ENFR, aunque su utilización se consideró relevante por su cobertura y condiciones de calidad en encuestas transversales de prevalencia (Burroughs y otros, 2012).

La metodología de estimación indirecta aplicada en este trabajo, basada en Guillot y Yu (2009), implicó una serie de decisiones conceptuales y operativas (en parte producto de que no se registran antecedentes de su uso para enfermedades crónicas específicas) que concluyeron en un ajuste aceptable respecto de lo observado (suavizado).

Los resultados señalan que la probabilidad de transición a la HTA en 4 años comienza con un valor cercano a 2,5% a los 30 años, y crece hasta casi el 15% a los 60 años de edad, concluyendo que la probabilidad de ser hipertenso aumenta más de 5 veces iniciada la adultez mayor, siendo la probabilidad general del colectivo de 1,9% anual en el período 2009/2013, lo que viene a indicar que ingresan anualmente a la HTA casi un 2% de los adultos (con probabilidades por edad, en Cuadro A10, similares al intervalo estimado por Cornoni y otros (1989)). También se obtuvo un riesgo diferencial de muerte en 4 años de un valor cercano a 5 a los 30 años, que disminuye a cerca de la mitad a los 65 años. Esto se traduce en una esperanza de vida a los 30 años, temporaria hasta los 70 años, de un 8,6% menor en las personas con HTA suponiendo tablas de mortalidad diferenciadas. En el contexto de un modelo multiestado, se puede decir que una persona de 30 años sin HTA esperaba vivir casi 30 años libre de HTA, alrededor del 75% de los años que se esperaba continúe con vida si no corriera riesgo de HTA.

En relación con los datos de Canadá, y teniendo en cuenta las aclaraciones a comienzos del apartado 5 sobre los tipos de fuente involucrados, los resultados indican que la interacción entre el nivel de prevalencia joven mucho mayor en Argentina, la incidencia canadiense mayor a partir de la edad 40, siendo en promedio casi un 35% mayor a la que se deriva de este trabajo (calculándola mediante $d_x^{\bar{H}} / L_x^{\bar{H}}$ en el cuadro A10 del anexo), y la sobremortalidad mucho mayor en nuestro país (cerca del 75% en promedio, en consonancia con la sobremortalidad general), producen el acercamiento de las prevalencias a partir de los 60 años entre Argentina y Canadá, lo que se refleja en el gráfico 2. Como corolario de este análisis, se desprende la necesidad de profundizar en futuras investigaciones acerca del importante diferencial de prevalencia en edades jóvenes.

El desafío más importante consiste en continuar explorando variantes de estimación indirecta para la HTA (y distintas patologías/factores de riesgo), evaluar la realización de proyecciones en los parámetros de HTA y analizar la evolución esperada de la mortalidad por causas relacionadas, e incorporar estadíos de progresividad hacia la defunción ampliando los estados posibles del modelo. Así mismo, sería enriquecedor probar este trabajo en algún colectivo de riesgo el cual reciba un seguimiento de tipo longitudinal o de panel, como puede ser algún financiador (Estado, obra social o empresa de medicina prepaga) con registros epidemiológicos y/o prestacionales, y así evaluar los resultados a la luz de lo observado.

Los resultados obtenidos ponen a disposición de los decisores de políticas públicas en salud los primeros insumos sobre los parámetros de transición a la HTA y sobremortalidad por HTA por edad en el país. Constituyen un primer esfuerzo, mejorable en lo metodológico y en la precisión de sus estimadores (a causa de la fuente de autorreporte). A su vez, la aplicación a otras patologías o factores de riesgo puede ir perfeccionando las técnicas de estimación indirectas que se utilicen en el país, ante la ausencia de fuentes longitudinales.

8. Bibliografía

- Barendregt J., Van Oortmarssen G., Vos T., and Murray C. (2003). A generic model for the assessment of disease epidemiology: the computational basis of DisMod II. Population Health Metrics.
- Bernell S and Howard SW (2016) Use Your Words Carefully: What Is a Chronic Disease? Front. Public Health 4:159. doi: 10.3389/fpubh.2016.00159
- Beunza J, Delgado-Rodríguez M y Martínez-González MA (2005). Validation of self reported diagnosis of hypertension in a cohort of university graduates in Spain Alvaro Alonso. BMC Public Health 5:94.
- Bijwaard, G. (2014). Multistate event history analysis with frailty. Demographic research. Vol. 30 (58)
- Burden, Douglas. “Análisis Numérico”. International Thomson Editores, 2002
- Burroughs Peña M, Mendes Abdala C, Silva L y Ordúñez P (2012). Usefulness for surveillance of hypertension prevalence studies in Latin America and the Caribbean: the past 10 years. Revista Panamericana de Salud Publica 32(1).
- Horacio Carbajal, Martín Salazar y Dr. Raúl Echeverría, s/f. Epidemiología de la Hipertensión Arterial. Federación Argentina de Cardiología.
- Caldwell P, 1991. Introductory thoughts on health transition. Health Transition Center. Universidad Nacional Australiana, Canberra.
- Cleves M, Gould M, Gutierrez R (2004). An introduction to Survival Analysis using STATA. STATA Corporation.
- Cornoni-Huntley J, La Croix A, Havlik R (1989). Race and sex differentials in the impact of hypertension in the US. The National Health and Nutrition Examination Survey I. Epidemiologic Follow-up Study: 149:780.
- Davis B., Heathcote C., O'Neill T. (2000). Estimating cohort health expectancies from cross-sectional surveys of disability. Statistics in Medicine 20.
- Dannenberg A, Garrison R, and Kannel W (1988). Incidence of Hypertension in the Framingham study. AJPH, vol. 78, no. 6.
- De All y colaboradores (2012). Prevalence of arterial hypertension in rural areas of the north of Argentina. Hipertensión y Riesgo Vascular. Sociedad Española de Hipertensión
- Echeverría RF, Camacho RO, Carbajal HA y cols. (1989). Conocimiento y tratamiento de la hipertensión en La Plata. Medicina (Buenos Aires) 49:53-58.

- Ferrante y col. (2011). Encuesta Nacional de Factores de Riesgo 2009: evolución de la epidemia de enfermedades crónicas no transmisibles en Argentina. *Revista Argentina de Salud Pública*. Vol. 2 (6).
- Fries, J.F. (1980). Aging, natural death, and the compression of morbidity. *New England Journal of Medicine* 303.
- Guillot M., Yu Y. (2009). Estimating health expectancies from two cross-sectional surveys: The intercensal method. *Demographic Research* 21 (17).
- Goldman N, Lin I, Weinstein M, Lin L. (2000). Evaluating the Quality of Self-Reports of Hypertension and Diabetes. Office of Population Research Princeton University Working paper series. Working paper No. 2002-3.
- Goodfellow I, Bengio Y, Courville A. *Deep Learning*. MIT Press.
- Graciani A y otros (2007). Mortalidad cardiovascular atribuible a la presión arterial elevada en la población española de 50 años o más. *Med. Clin. (Barcelona)*, 131(4):125-9.
- Grushka C. (2015). Casi un siglo y medio de mortalidad en Argentina. *Revista Latinoamericana de Población*.
- Hernandez R y colaboradores (2009). Hypertension in seven Latin American cities: the Cardiovascular Risk Factor Multiple Evaluation in Latin America (CARMELA) study *Journal of Hypertension* 2009, 27.
- INDEC (2013a). Estimaciones y proyecciones de población 2010-2040. Total del país. Serie Análisis Demográfico N° 35, Buenos Aires.
- INDEC (2013b). Tablas abreviadas de mortalidad por sexo y edad 2008-2010. Total del País y provincias. Serie Análisis Demográfico N° 37, Buenos Aires.
- Indrayan (2013). Measures of Morbidity in a Community Prevalence and Incidence.
- James G, Witten D, Hastie T, Tibshirani R (2015). *An Introduction to Statistical Learning with Applications in R*. Springer.
- Madsen K, Nielsen HB, Tingleff O (2004). *Optimization with Constraints. Informatics and Mathematical Modelling*. Technical University of Denmark.
- Mahiane GS, Ouifki R, Brand H, Delva W, Welte A (2012) A General HIV Incidence Inference Scheme Based on Likelihood of Individual Level Data and a Population Renewal Equation. *PLoS ONE* 7(9): e44377.
- Malfante P. (2014). La Epidemia Silenciosa. Una mirada a los números que nos enferman. *Revista del Hospital Privado de Comunidad*. Volumen 17, número 1.

- Marin y col. (2012) Registro Nacional de Hipertensión Arterial. Conocimiento, tratamiento y control de la hipertensión arterial. Estudio RENATA”. Revista Argentina de Cardiología Vol. 80 (2).
- Martin LM, Leff M, Calonge N, Garrett C, Nelson DE (2008). Validation of self-reported chronic conditions and health services in a managed care population. American Journal of Preventive Medicine 18:215-218.
- Mesa nacional de Residentes de Clínica Médica. Journal of Hypertension 1992 10 (supp.4):42 (abstract)
- Ministerio de Salud de la Nación (s/f). ¿Qué es la Encuesta Nacional de Factores de Riesgo?
- Ministerio de Salud de la Nación. (2004). Programa Vigía. Proceso de Validación de la Encuesta de Factores de Riesgo en Tierra del Fuego, Informe Final.
- Ministerio de Salud de la Nación (2005). Documento para la utilización de la base de datos usuario. Programa de Vigilancia de la Salud y Control de las Enfermedades (VIGI+A). Buenos Aires.
- Ministerio de Salud de la Nación (2011). Segunda Encuesta Nacional de Factores de Riesgo para Enfermedades No Transmisibles. Dirección de Promoción de la Salud y Control de Enfermedades No Transmisibles. Buenos Aires.
- Ministerio de Salud de la Nación (2013). Estudio de carga de enfermedad: Argentina. Proyecto Funciones Esenciales y Programas Priorizados en Salud Pública (FESP). Buenos Aires.
- Ministerio de Salud de la Nación (2015). Tercer Encuesta Nacional de Factores de Riesgo para Enfermedades No Transmisibles. Dirección de Promoción de la Salud y Control de Enfermedades No Transmisibles. Buenos Aires.
- Moreira LB y otros. Incidence of hypertension in Porto Alegre, Brazil: a population-based study. Journal of Human Hypertension (2008) 22, 48–50.
- Musinguzi G, Nuwaha F (2013) Prevalence, Awareness and Control of Hypertension in Uganda. PLoS ONE 8(4): e62236.
- Nigro D, Vergottini J, Kuschnir E, Bendersky M y cols. (1999). Epidemiología de la Hipertensión Arterial en la Ciudad de Córdoba. Rev. Fed. Arg. Cardiol 28:69-75.
- Nusselder W. (1998). Compression or expansion of morbidity? A life table approach. The Gerontological Society of America.
- Olshansky SJ y Chen LC, 1994. The fourth stage of the epidemiologic transition: the age of delayed degenerative diseases. The Milbank Quarterly, 64, 355-391.

- Omran AR, 1971. The epidemiologic transition: a theory of the epidemiology of population change. *The Milbank Quarterly*, 49, 509-583.
- ONU Population Division (2010). *World Population Prospects 2012: Extended Model Life Tables*. New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs.
- OPS (2000). “Enfermedades cardiovasculares, especialmente la hipertensión arterial”. 42° Consejo Directivo. 52° Sesión del Comité Regional.
- Ortega A (1982). *Tablas de Mortalidad*. CELADE. Serie 8 (1.008).
- Pocock S. y otros (2001). A score for predicting risk of death from cardiovascular disease in adults with raised blood pressure, based on individual patient data from randomised controlled trials. *BMJ Volume* 323.
- Podgor, Marvin J., and M. Cristina Leske. 1986. Estimating incidence from age-specific Prevalence for irreversible diseases with differential mortality. *Statistics in Medicine* 5:573–578.
- Preston S, Heuveline P, Guillot M (2001). *Demography: Measuring and Modeling Population Processes*. Wiley.
- Varadhan R (2015). *alabama: Constrained Nonlinear Optimization*. R package version 015.3-1. <http://CRAN.R-project.org/package=alabama>
- Riley JC y Alter G (1986), *Mortality and Morbidity: measuring ill-health across time*. Working paper nro 4 (Insituto de la Universidad de Indiana).
- Robitaille C y otros (2012). Diagnosed hypertension in Canada: incidence, prevalence and associated mortality. *CMAJ*, 184(1).
- Robles González E, Bernabeu Mestre J y Benavides FG (1996). La transición sanitaria. Una revisión conceptual. *Boletín de la Asociación de Demografía Histórica*, XIV, 1, pp. 117-144.
- Rubinstein A, Luis Alcocer L, Chagas A (2009). High blood pressure in Latin America: a call to action. *Therapeutic Advances in Cardiovascular Disease* 3(4) 259-285
- Ruzicka L y Kane P, (1990). *Health Transition: the course of morbidity and mortality*. Health Transition Center. Universidad Nacional Australiana, Canberra.
- Sauver J, Hagen M, Cha S, Bagniewski S, Mandrekar J, Curoe A, Rodeheffer R, Roger V (2005) *Agreement Between Patient Reports of Cardiovascular Disease and Patient Medical Records*. Mayo Foundation for Medical Education and Research.
- Seccareccia F, Lanti M, Puddu P (1988). Normotensive middle age men after 5-10 years: normal blood pressure or hypertension? *J Hypertension*; 6 (suppl 4): 5602.

- Sociedad Argentina de Cardiología (2013). “Consenso de Hipertensión Arterial”. Revista Argentina de Cardiología. Vol 81 supl. 2.
- Statistics Canada (2017). Life tables, Canada, provinces and territories. Catalogue no. 84-537-X.
- WHO (2006). “Basic epidemiology”. 2nd edition.
- WHO (2011). Global Health and Aging. National Institute on Aging and National Institutes of Health. NIH Publication no. 11-7737.
- Yoon SS, Louis Tatiana, Burt RN, Carroll M (2012). Hypertension Adults in the United States, 2009-2010. NCHS Data Brief (107).

9. Anexos

Anexo 1**Cuadro A1. Prevalencia por grupos de edad quinquenal y 30-69, según sexo. Total del país urbano. Años 2009 y 2013**

Edad	2009			2013		
	Varón	Mujer	Total	Varón	Mujer	Total
18-24	12,2	15,5	14,1	10,2	15,0	12,8
25-29	18,7	19,3	19,0	19,0	18,3	18,6
30-34	19,8	22,0	21,0	20,3	21,3	20,8
35-39	21,8	26,6	24,6	20,0	23,2	21,6
40-44	28,9	29,4	29,2	24,2	31,0	28,0
45-49	30,8	34,4	32,8	30,3	42,6	36,6
50-54	41,2	40,2	40,6	36,1	42,9	39,7
55-59	46,6	43,3	44,8	46,3	53,1	49,9
60-64	55,9	56,3	56,2	59,0	50,5	54,3
65-69	55,6	62,0	59,3	57,3	56,5	56,8
70-74	64,2	65,2	64,8	64,7	65,8	65,4
75-79	63,1	65,7	64,5	52,4	75,2	65,7
80-84	60,3	66,2	64,0	64,2	66,1	65,3
85+	55,6	66,8	62,7	51,5	64,6	61,0
18+	33,2	35,7	34,6	31,4	36,4	34,1
18+ Estand.	33,4	35,4	34,6	32,2	36,2	34,4
30-69	35,7	37,2	36,5	34,0	37,9	36,1
30-69 Estand.	35,6	37,2	36,5	34,5	38,3	36,5

Nota: para estandarizar se utilizó la estructura de ambos sexos 2009. La estimación corresponde a localidades de 5.000 y + habitantes.

Fuente: Bases de datos de ENFR disponibles en web de INDEC (julio de 2017).

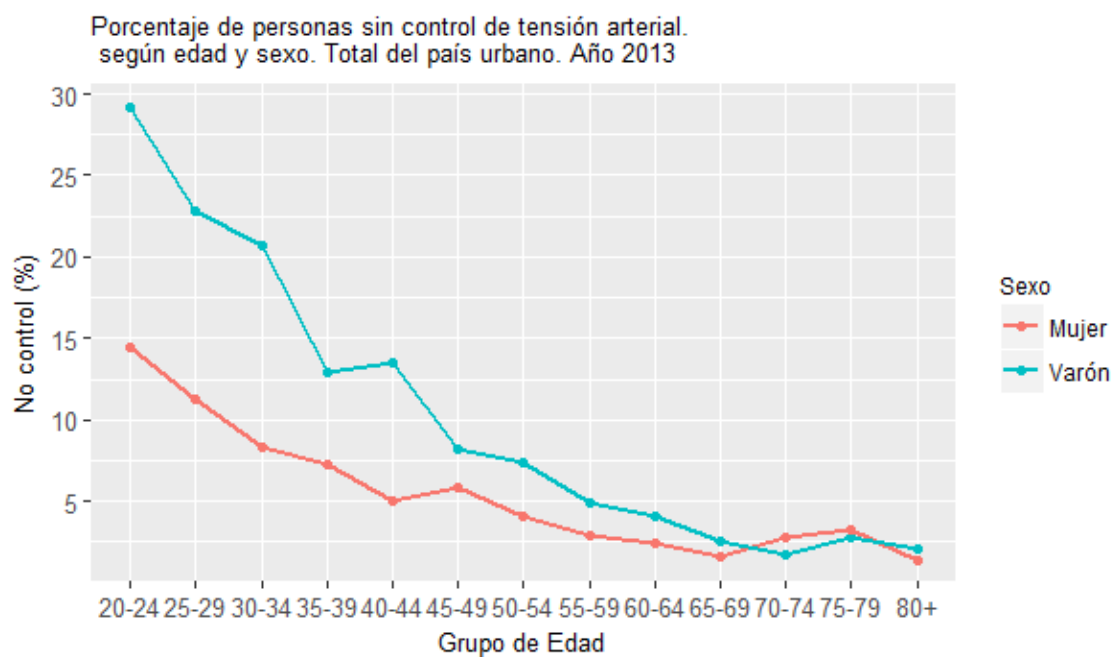
Cuadro A2. Prevalencia observada y media e intervalos de confianza de la prevalencia suavizada de HTA por edad. Total del país urbano. Años 2009 y 2013

Edad	2009				2013			
	Obs.	Media	IC2.5	IC97.5	Obs.	Media	IC2.5	IC97.5
18	12,8				10,6			
19	11,4				12,0			
20	13,4				11,7			
21	13,7				8,7			
22	13,5				17,6			
23	15,5				15,2			
24	18,7				15,3			
25	17,3				17,1			
26	17,2				18,4			
27	20,5				15,8			
28	15,0				18,4			
29	24,7				24,4			
30	18,3	19,8	18,9	20,7	19,2	19,1	17,8	20,6
31	21,9	20,4	19,5	21,3	18,2	19,8	18,4	21,2
32	19,8	21,0	20,1	22,0	18,6	20,4	19,1	21,8
33	22,7	21,7	20,8	22,6	24,4	21,1	19,7	22,5
34	22,9	22,4	21,5	23,3	22,7	21,8	20,4	23,2
35	19,7	23,1	22,2	24,0	21,9	22,5	21,1	23,9
36	23,6	23,8	22,9	24,7	22,6	23,2	21,9	24,6
37	27,2	24,6	23,7	25,5	19,7	23,9	22,6	25,3
38	26,8	25,3	24,5	26,2	23,7	24,7	23,4	26,1
39	25,7	26,1	25,3	27,0	19,8	25,5	24,3	26,9
40	26,1	27,0	26,1	27,8	27,2	26,4	25,1	27,7
41	27,7	27,8	27,0	28,7	25,4	27,2	26,0	28,5
42	30,8	28,7	27,9	29,5	28,3	28,1	26,9	29,4
43	29,2	29,6	28,8	30,4	27,1	29,0	27,8	30,3
44	32,9	30,5	29,7	31,4	33,1	30,0	28,7	31,2
45	28,5	31,5	30,7	32,3	38,9	30,9	29,7	32,2
46	32,4	32,5	31,7	33,3	27,7	31,9	30,7	33,2
47	30,9	33,5	32,7	34,3	41,1	33,0	31,7	34,3
48	36,8	34,6	33,7	35,4	39,9	34,0	32,8	35,4
49	34,7	35,6	34,8	36,5	33,0	35,1	33,8	36,5
50	36,6	36,8	35,9	37,7	36,1	36,3	34,9	37,7
51	37,0	37,9	37,0	38,9	38,7	37,5	36,1	38,9
52	39,0	39,1	38,2	40,1	36,3	38,7	37,2	40,2
53	44,9	40,4	39,4	41,4	38,7	39,9	38,4	41,5
54	44,6	41,6	40,6	42,7	49,2	41,2	39,6	42,9
55	42,7	42,9	41,8	44,1	44,5	42,6	40,9	44,3
56	47,5	44,3	43,1	45,5	47,1	44,0	42,1	45,8
57	42,0	45,7	44,4	47,0	49,7	45,4	43,4	47,4
58	44,9	47,1	45,8	48,5	50,4	46,9	44,8	49,0
59	46,5	48,6	47,2	50,1	59,6	48,4	46,2	50,7

60	51,5	50,1	48,6	51,8	50,6	49,9	47,6	52,5
61	63,4	51,7	50,0	53,5	57,9	51,6	49,0	54,3
62	49,5	53,4	51,6	55,2	58,4	53,2	50,5	56,2
63	60,8	55,0	53,1	57,1	49,6	55,0	52,0	58,1
64	59,1	56,8	54,7	58,9	55,9	56,8	53,6	60,2
65	50,4	58,6	56,3	60,9	52,2	58,6	55,2	62,3
66	62,2	60,4	58,0	62,9	62,8	60,5	56,8	64,4
67	54,9	62,3	59,7	65,0	49,1	62,5	58,5	66,7
68	60,7	64,3	61,5	67,2	61,8	64,5	60,3	69,1
69	70,9	66,3	63,3	69,4	59,4	66,6	62,0	71,5
70	67,4	68,4	65,2	71,7	61,6	68,8	63,9	74,0
71	56,7				63,9			
72	66,0				62,7			
73	63,5				72,1			
74	68,6				65,9			
75	63,6				62,7			
76	65,7				62,0			
77	63,2				68,4			
78	64,2				61,6			
79	66,3				74,1			
80	57,7				71,4			
81	71,7				62,0			
82	67,4				65,5			
83	60,9				68,1			
84	66,7				55,7			
85	55,0				66,5			
86	64,5				56,3			
87	63,4				55,3			
88	60,7				55,2			

Nota: La estimación corresponde a localidades de 5.000 y + habitantes.

Fuente: elaboración propia en base a bases de datos de ENFR disponibles en web de INDEC (julio de 2017).

Gráfico A1

Nota: La estimación corresponde a localidades de 5.000 y + habitantes.

Fuente: elaboración propia en base a bases de datos de ENFR disponibles en web de INDEC (julio de 2017).

Cuadro A3. Porcentaje de personas que no se han controlado alguna vez la presión arterial, según atributos seleccionados. Total del país urbano. Año 2013

Condición	Porcentaje sin control	
	Si	No
Cobertura de salud	7,5	19,2
Nivel Educativo Medio-Alto	8,1	14,0
Actividad	12,6	7,7
Fumador/Ex Fumador	14,5	5,5
Localidades de >1.5M	9,2	12,0

Nota: La primera categoría indica la condición de asociado a alguna obra social o empresa de medicina prepaga. Con nivel educativo medio-alto se refiere a aquellas personas con al menos secundario completo. La condición de actividad indica si está ocupado o buscando empleo al momento de la entrevista. Se considera fumadores actuales a aquellas personas que fuman todos o algunos días en la actualidad y que a lo largo de su vida han fumado al menos 100 cigarrillos. Los ex fumadores son aquellas personas que fumaron alguna vez en su vida al menos 100 cigarrillos y no fuman actualmente. La última condición del cuadro indica si habita en una localidad de más de 1.5 millones de habitantes. La estimación corresponde a localidades de 5.000 y + habitantes.

Fuente: elaboración propia en base a bases de datos de ENFR disponibles en web de INDEC (julio de 2017).

Cuadro A4. Función de sobrevivientes de Argentina en 2008/10, tabla límite seleccionada e interpolación, según sexo y ambos sexos ponderada según proyecciones poblacionales. Total del país urbano

Edad	Varones			Mujeres		
	2008/10	Oeste ev 90	2011	2008/10	Oeste ev 90	2011
0	100000	100000	100000	100000	100000	100000
1	98901	99803	98928	98663	99696	98692
5	98705	99778	98736	98418	99636	98453
10	98602	99760	98636	98287	99608	98324
15	98482	99745	98520	98115	99587	98156
20	98268	99716	98311	97599	99554	97654
25	98012	99676	98061	96870	99507	96944
30	97706	99638	97763	96108	99449	96202
35	97318	99595	97385	95330	99378	95444
40	96764	99538	96846	94376	99282	94515
45	95954	99445	96057	93006	99144	93179
50	94684	99273	94820	90950	98925	91175
55	92752	98964	92935	87555	98589	87866
60	89877	98394	90129	82349	98063	82793
65	85787	97441	86131	74981	97223	75609
70	79935	95602	80398	64952	95561	65816
75	71473	92112	72083	52350	92297	53477
80	58958	85798	59752	37191	86073	38570
85	40693	74607	41695	21154	74792	22668
90	21945	56981	22981	9137	57212	10493
95	8457	34981	9241	2808	35558	3733
100	2011	15073	2397	550	16028	986

Fuentes: elaboración propia en base a INDEC (2013b) y ONU (2010).

Cuadro A5. Prevalencia, incidencia anual y sobremortalidad de HTA por grupos de edad. Canadá. Años 2007/2008.

Edades	Prevalencia (%)	Incidencia (%)	Sobremortalidad
20-24	0,5	0,2	4,2
25-29	1,6	0,3	4
30-34	3,4	0,5	2,7
35-39	5,7	0,8	2,4
40-44	9,3	1,3	2,4
45-49	14,8	2	1,9
50-54	22,8	2,8	1,8
55-59	32,9	3,7	1,6
60-64	43,3	4,9	1,5
65-69	53,6	6,3	1,5
70-74	62,6	7,4	1,4
75-79	69,5	8,4	1,2
80+	74,3	8,8	1,2

Fuente: Robitaille y otros, 2010.

Cuadro A6. Probabilidades de muerte a 4 años según tablas de mortalidad oficiales. Ambos sexos. Argentina y Canadá

Edades	Argentina (2008-2010)	Canadá (2010-2012)	Relación
	q(x,4)	q(x,4)	
30	0,00454	0,00245	1,85
34	0,00545	0,00291	1,88
38	0,00719	0,00389	1,85
42	0,00988	0,00577	1,71
46	0,01413	0,00834	1,70
50	0,02089	0,01169	1,79
54	0,03000	0,01642	1,83
58	0,04115	0,02334	1,76
62	0,05541	0,03352	1,65
66	0,07449	0,04862	1,53

Fuente: INDEC (2013) y Statistics Canada (2017).

Cuadro A7. Estimación de sobremortalidad en 4 años según edad. Total País. Años 2009/2013

Edad	Media
30	5,05
35	4,53
40	4,06
45	3,65
50	3,27
55	2,93
60	2,63
65	2,36

Nota: los intervalos de confianza no se muestran por ser valores diferentes sólo en el tercer decimal.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro A8. Probabilidad de ser hipertenso en 4 años según edad. Total País. Años 2009/2013

Edad	Media	Mediana	p2.5	p97.5
30	0,025	0,025	0,020	0,029
35	0,033	0,034	0,027	0,039
40	0,045	0,045	0,037	0,053
45	0,060	0,060	0,049	0,071
50	0,080	0,081	0,066	0,095
55	0,108	0,108	0,088	0,127
60	0,144	0,145	0,118	0,170
65	0,194	0,194	0,158	0,228

Fuente: elaboración propia.

Cuadro A9. Esperanza de vida temporaria hasta los 70 años, condicionada a la presencia permanente de HTA o no HTA. Total del país. Años 2009/13

x	${}_{70-x}ev_x^{\bar{H}}$	${}_{70-x}ev_x^H$	Diferencia
30	38,5	35,3	3,2
40	28,8	26,3	2,5
50	19,1	17,6	1,5
60	9,6	9,1	0,5

Fuente: elaboración en base a Cuadro A7 del Anexo 1.

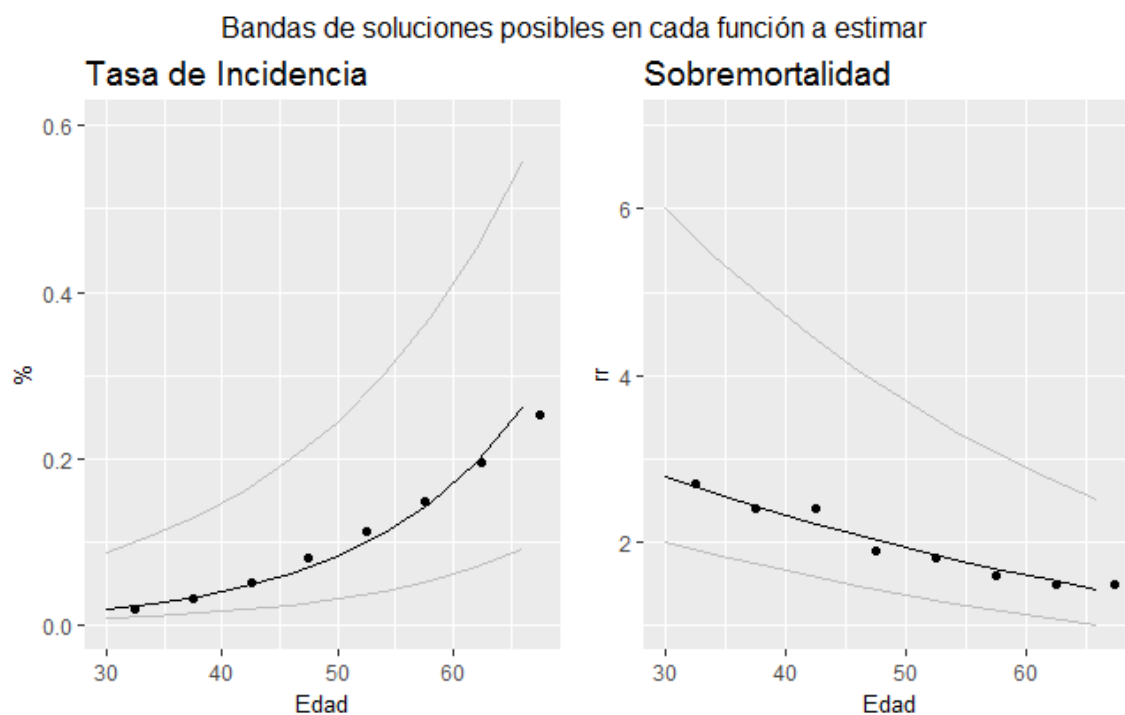
Cuadro A10. Tabla multiestado para una cohorte sin HTA a los 30 años. Riesgos anuales a edades seleccionadas. Total País. Años 2009/2013

Edad	$l_x^{\bar{H}}$	$q_x^{\bar{H}H*}$	$q_x^{\bar{H}M*}$	q_x^{HM}	$d_x^{\bar{H}H}$	l^H	$d_x^{\bar{H}M}$	d_x^{HM}	$L_x^{\bar{H}}$	L_x^H	${}_{70-x}ev_x^{LH}$	${}_{70-x}ev_x$	${}_{70-x}ev_x(\bar{H})$	${}_{70-x}ev_x(H)$
30	80.000	0,006	0,001	0,003	479	20.000	49	63	79.737	20.208	29,8	37,4	23,8	13,6
35	77.182	0,008	0,001	0,003	598	22.230	56	76	76.859	22.487	25,8	32,6	20,0	12,6
40	73.546	0,010	0,001	0,004	767	25.116	75	108	73.131	25.442	21,9	27,8	16,3	11,5
45	68.895	0,014	0,002	0,006	968	28.695	105	167	68.365	29.093	18,2	23,1	12,8	10,2
50	63.001	0,019	0,002	0,008	1.194	32.955	153	277	62.335	33.412	14,7	18,4	9,6	8,8
55	55.673	0,026	0,004	0,012	1.427	37.677	216	456	54.858	38.162	11,2	13,9	6,7	7,1
60	46.910	0,035	0,006	0,016	1.631	42.510	272	693	45.964	42.981	7,9	9,3	4,1	5,2
65	37.022	0,047	0,009	0,022	1.756	46.905	318	1.018	35.988	47.283	4,3	4,8	1,9	2,9

Nota: las probabilidades con “” corresponden a las que actúan conjuntamente en la tabla, bajo supuesto de Independencia entre riesgos.*

Fuente: elaboración propia.

Gráfico A2



Nota: las líneas y puntos negros refieren a la experiencia canadiense, en tanto que las líneas grises son las bandas seleccionadas.

Fuente: elaboración propia en base a Robitaille (2012).

Anexo 2

Definiciones de indicadores utilizados

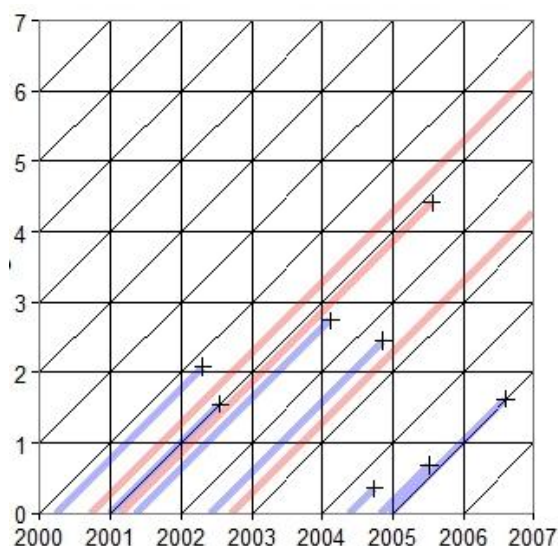
En el estudio de la HTA se consideran diferentes características e indicadores como el de prevalencia e incidencia, para los cuales es pertinente comentar su definición y características (WHO, 2006).

Prevalencia: Indica la proporción de personas enfermas respecto al total, en una edad y tiempo determinado. Es una medida de corte transversal y puede referirse tanto a una cohorte como a un conjunto de estas. En el contexto de un modelo de tablas de decremento múltiple y supuesto estacionario, la prevalencia de la edad x se puede definir como:

$$\pi_x = \frac{L_x^e}{L_x} = \frac{L_x^e}{L_x^s + L_x^e}$$

Siendo L_x^e el número de personas de edad cumplida x con la enfermedad y L_x^s el número de personas de edad x sin esa enfermedad (o sanas).

Una de las cuestiones más importantes a remarcar es su sensibilidad a los patrones de incidencia y duración de la enfermedad. Para que una persona sea considerada en el numerador del indicador, previamente debió ser incidente y haber sobrevivido en esa condición durante el tiempo restante hasta la observación. El siguiente gráfico pretende mostrar lo anterior comparando las prevalencias de las enfermedades “roja” y “azul”, en el marco de la observación de un colectivo donde cada línea es un caso nuevo de enfermedad, y su longitud la duración correspondiente (en este caso entre los años 2000 y 2007). Mientras que la incidencia de la enfermedad azul es de más del doble, su duración promedio es menor (por mayor mortalidad o remisión). Por esto, el momento al que se refiere el cálculo de prevalencia es de suma importancia (sino véase que hubiese ocurrido si calculáramos la prevalencia a comienzo del año 2005).

Diagrama 1**Ejemplo ilustrativo sobre la interrelación entre incidencia, mortalidad y prevalencia**

Fuente: elaboración propia.

También la prevalencia puede ser interpretada desde la teoría clásica estadística como estimación de la probabilidad de que una persona seleccionada al azar esté afectada por una enfermedad, si es que los individuos considerados son esencialmente homogéneos en riesgo (distribución de Bernoulli). Por otro lado, preguntas de relevamiento como “¿durante el último mes tuvo la enfermedad tal?” pueden dar lugar a medidas de prevalencia de período si la afección acepta remisión. En el caso de que no, el momento objetivo del dato no modifica la presencia del atributo al momento de la encuesta. Adicionalmente existen cuestiones particulares que pueden inducir a conclusiones erróneas. Un ejemplo claro se da en el caso de que se afirme que la prevalencia de fumadores es menor entre enfermos cardíacos de gravedad respecto a la población restante, siendo que es muy posible que hayan abandonado el hábito por la gravedad de su situación. Finalmente, una última cuestión a remarcar refiere a la posibilidad de considerar grupos que no estén expuestos al riesgo estudiado, como el caso de niños y la prevalencia de fumar.

Incidencia: Es una razón de ocurrencia (tasa) que relaciona una cantidad de personas que contrajeron determinada enfermedad (e_x) y la población expuesta al riesgo durante la misma edad

e intervalo de tiempo (L_x^s). Es uno de los indicadores por excelencia para caracterizar el desarrollo de morbilidad de una población.

$$i_x = \frac{e_x}{L_x^s}$$

Para la estimación del mismo se necesitan de estudios longitudinales que sigan el desarrollo epidemiológico en un tiempo lo suficientemente extenso (variable según la patología a analizar), de individuos expuestos al riesgo desde el inicio. Lo costoso de tales estudios en tiempo y recursos, hace necesario el uso de técnicas de estimación indirecta como las que se exponen en el presente trabajo.

Cuando el seguimiento se realiza por más de un año, la interpolación a tasas anuales puede llevar a conclusiones erróneas si la fuerza con la que la incidencia opera difiere en los años de exposición (por ejemplo en el caso de la detección de enfermedades post-quirúrgicas, donde se espera que la intensidad de la incidencia de determinadas enfermedades sea mayor en el primer año que en los restantes). También merece cierto cuidado el considerar los años-persona cuando existe truncamiento por izquierda o derecha del panel en estudio. La suposición fundamental es que la incidencia durante el período observado es la misma que en el no observado, y esto puede llevar a malentendidos (como en el caso antes descrito).

Para su medición se requiere especial cuidado en la definición de los criterios clínicos para considerar la iniciación de la patología. De aquí los inconvenientes que surgen si los mecanismos de detección cambian en el tiempo, dificultando la interpretación la dinámica.

Si en vez de considerar la transición a una enfermedad como tasa, lo haríamos como probabilidad, tal como se utiliza en este trabajo, el cálculo para un período anual sería:

$$q_x^{se} = \frac{e_x}{l_x^s}$$

Siendo l_x^s las personas de edad “sanas” exacta x, por lo que difiere en el denominador. El tamaño del intervalo de riesgo y el modo en que se producen los decrementos en el mismo determinan cuan alejados están ambos indicadores (Ortega, 1982).

Sobremortalidad (riesgo relativo de muerte): es la razón entre probabilidades de muerte que indica el exceso de mortalidad (por todas las causas) del grupo con la patología, respecto al grupo sin enfermedad (q_x^s). En general es siempre mayor a 1 para todas las edades.

$$rr_x^{se} = q_x^e / q_x^s$$

Anexo 3

Un problema de optimización consiste en encontrar valores k^* tal que se minimice el valor de una función objetivo $f(k)$ (o función de costo). En nuestro caso, esta búsqueda estará sujeta a restricciones en los valores de k , tal que cumplan condiciones de igualdad $c_i(k)=0$ y de desigualdad $c_i(k)>0$. El conjunto de soluciones posibles en las cuales se buscará el óptimo se llama región factible. En consecuencia, el tipo de optimización que se trata aquí es no lineal (debido a la relación entre los parámetros y f y c) con restricciones (Burden, 2002).

El método utilizado (“Lagrangiano aumentado”) trata el problema transformando un problema de optimización con restricciones a una serie de optimizaciones sin restricciones mediante dos hiperparámetros. Siendo m la cantidad de condiciones, λ_i los multiplicadores de Lagrange (que sirven para incorporar a la función objetivo las restricciones) y σ el término de penalización (que aumenta el valor de la función a minimizar sino se mejora la aproximación, de allí lo de “aumentada”), la función objetivo reformulada es $\varphi(k, \lambda) = \sum_{i=1}^m f(k) - \lambda_i c_i(k) + \frac{\sigma}{2} c_i(k)^2$.

El algoritmo utilizado, mediante la función “auglag” del paquete “alabama” de R (Varadhan, 2015) comienza por default con $\sigma = 100$ y $\lambda = 10$, amplificando el primero según los valores iniciales propuestos k_0 , tal que $\sigma = \sigma / \max(c(k_0))$. Las sucesivas iteraciones estiman los parámetros k por el método del gradiente, dados λ y σ en cada paso. Si las soluciones logran mejorar las condiciones tal que $\max_i(c_i(k)) \leq \max_i(c_i(k))/4$, entonces se actualiza el valor del multiplicador $\lambda_i = \lambda_i - c_i(k) * \sigma$. Si no se logra, se aumenta la penalización en diez, tal que $\sigma * 10$. El proceso termina cuando las mejoras tanto en las restricciones como en la función objetivo son menores a un valor $\varepsilon=1e-07$, si es que efectivamente hubo convergencia (no se supera el máximo de iteraciones posible prefijado).

Como ya se dijo, para la optimización en cada iteración se utiliza el método del gradiente, donde primero se evalúa $\varphi(k, \lambda)$ en la aproximación inicial k_0 , se determina una dirección desde k_0 hacia donde $\varphi(k, \lambda)$ disminuya su valor, se desplaza hacia allí en una cantidad apropiada (tal que maximice esta disminución) llegando al punto k_1 , desde donde se repiten los pasos anteriores hasta que las mejoras sean insignificativas (menores a ε en nuestro caso). Para determinar la dirección se utiliza el vector gradiente (vector de derivadas parciales que, en el caso del algoritmo

utilizado, se aproxima de manera numérica con un diferencial de $1e-4$). Está demostrado que las mismas condiciones suficientes y necesarias garantizan un mínimo local en problemas sin restricciones, aplican al caso de un problema con restricciones (Madsen y otros, 2004).

Es conocida la dificultad que emerge en la resolución de sistemas mediante optimización numérica (y sobre todo cuando hay múltiples variables independientes), donde no es posible determinar si se arribó a un mínimo local o global, y la regla común es basarse en valores de la función de costo lo suficientemente bajas (Goodfellow y otros, 2016).