

Epidemiología del trauma de alta energía en Chile: análisis ecológico con registros públicos

Maximiliano Barahona^{a*}, Anselmo Alegría^a, Camila Amstein^a, Marcela Cárcamo^b, Macarena Barahona^a

^aDepartamento de Ortopedia y Traumatología, Universidad de Chile, Santiago, Chile; ^bDepartamento de Epidemiología y Estudios en Salud, Universidad de los Andes, Santiago, Chile

RESUMEN

El trauma de alta energía se define como lesiones orgánicas graves resultantes de eventos que generan una gran cantidad de energía cinética, eléctrica o térmica. Constituye una importante preocupación de salud pública, representando el 10% de la mortalidad mundial. El objetivo de este artículo es describir la epidemiología del trauma de alta energía en Chile. Específicamente, se busca comparar la tasa de mortalidad por 100 000 habitantes entre los países miembros de la Organización Mundial de la Salud (OMS), realizar un análisis descriptivo de las notificaciones por Garantías Explícitas en Salud (GES) del problema de salud "politraumatizado", y analizar la tendencia de la tasa de fallecidos por causa externa en Chile. El presente estudio tiene un diseño ecológico, utilizando tres bases de datos de acceso abierto. Primero, se utilizó la base de datos de la OMS sobre fallecidos por accidentes automovilísticos en 2019. Luego, se consultó la base de datos del programa Garantías Explícitas en Salud para el problema "politraumatizado" entre los años 2018 y 2022. Finalmente, se utilizó la base de datos del Departamento de Estadísticas de Salud de Chile sobre causas de muerte entre 1997 y 2020. En 2019, Chile ocupó una posición intermedia en cuanto a la tasa de mortalidad por 100 000 habitantes debido a accidentes de tráfico. Las notificaciones del programa Garantías Explícitas en Salud por politraumatismo fueron predominantemente en hombres de entre 20 y 40 años, afiliados al sistema de salud pública. Por este motivo, el foco principal de prevención debe centrarse en este grupo. La mortalidad por accidentes mostró una tendencia decreciente, identificándose cambios estructurales significativos en los años 2000 y 2007.

KEYWORDS Accident injury, Accident falls/mortality, Accidents, Traffic/mortality, Multiple trauma, Wounds and injuries/epidemiology, wounds and injuries/mortality

INTRODUCCIÓN

El trauma de alta energía se define como las lesiones orgánicas graves que resultan de eventos que generan una gran cantidad de energía cinética, eléctrica o térmica [1]. La morbilidad y mortalidad relacionadas con lesiones en contexto de trauma de alta energía son un importante desafío para las instituciones de salud y la salud pública en todo el mundo [2,3], representando el 16% de la carga por enfermedad, 10% de la mortalidad mundial y un gasto de entre 1 y 3% del producto interno bruto [4,5].

El trauma de alta energía se clasifica en dos categorías principales: los de origen voluntario e involuntario. Los actos de suicidio, homicidio y las lesiones derivadas de conflictos bélicos suelen agruparse dentro de las causas catalogadas como voluntarias. En contraste, los accidentes de tráfico, las lesiones por armas de fuego, casos de envenenamiento y situaciones de ahogamiento se incluyen en el conjunto de lesiones consideradas como involuntarias. Entre las etiologías más documentadas se destacan las caídas, accidentes automovilísticos y las lesiones causadas por proyectiles balísticos [6]. La población más afectada son hombres menores de 65 años, es decir, en edad laboral activa. Específicamente, es una de las principales causas de muerte en adultos menores de 45 años [7]. Sin embargo, hay estudios que reportan un aumento en la edad promedio en esta patología, asociado a un aumento de las comorbilidades [2]. Por otra parte, los pacientes hombres consultan con mayor frecuencia, presentan casos más graves y

* Autor de correspondencia mbarahona@hcuch.cl

Citación Barahona M, Alegría A, Amstein C, Cárcamo M, Barahona M. Epidemiología del trauma de alta energía en Chile: análisis ecológico con registros públicos. Medwave 2024;24(7):e2929
DOI 10.5867/medwave.2024.07.2929

Fecha de envío Mar 25, 2024, **Fecha de aceptación** Jul 26, 2024,

Fecha de publicación Aug 21, 2024

Correspondencia a Carlos Lorca Tobar 999 3er piso, sector B, oficina 351, Independencia, Santiago, Chile

IDEAS CLAVES

- La morbilidad y mortalidad vinculadas a lesiones en contexto de trauma de alta energía, son un importante desafío para las instituciones de salud y la salud pública en todo el mundo. Se estima que el trauma de alta energía genera anualmente 255 millones de años de vida ajustados por discapacidad.
- La población más afectada son hombres en edad laboral activa, menores de 65 años y es una de las principales causas de muerte en adultos menores de 45 años.
- Este estudio contribuye con un robusto análisis inicial para generar hipótesis que permitan demostrar medidas destinadas a mejorar los indicadores en traumatismo de alta energía, que redunden en políticas públicas de impacto en los indicadores.
- Entre las limitaciones del estudio se encuentra que no existe un indicador único para el traumatismo de alta energía, lo que dificulta la comparación con otras publicaciones.

tienen una mayor tasa de mortalidad en traumas de alta energía [2].

El trauma de alta energía afecta integralmente la salud de los pacientes [8]. Además de las lesiones orgánicas que causa y sus potenciales secuelas, es importante considerar que de manera concomitante o asincrónica se produce una afectación psicológica tanto en el paciente como en su entorno, lo que representa un desafío adicional [9]. La dimensión económica también se ve afectada, tanto por los costos asociados al tratamiento, que incluye en muchas ocasiones varias intervenciones y rehabilitación prolongada, como por la afectación laboral del individuo y su entorno cercano [10]. Se ha estimado que el trauma de alta energía genera anualmente 255 millones de años de vida ajustados por discapacidad [5].

La carga de lesiones producidas por trauma de alta energía, especialmente derivadas de accidentes de tráfico, ha ido aumentando constantemente en países de ingresos bajos y medianos, incluido Chile, lo que hace necesaria una comprensión más profunda de los patrones epidemiológicos y los factores subyacentes [11]. Es absolutamente imprescindible el implementar estrategias de prevención efectivas y mejorar los sistemas de atención médica, con el objetivo de reducir tanto el impacto económico como las consecuencias físicas y sociales del trauma de alta energía.

La organización de la red de atención en salud es crucial para mejorar los resultados en el tratamiento del trauma de alta energía. Esto ha sido estudiado en Canadá, donde la implementación de cuatro centros de alta complejidad, seguidos por centros de estabilización de nivel secundario y terciario, ha tenido un impacto significativo en la mortalidad por lesiones de alta energía [12].

En 1993, en Chile se creó la Comisión Nacional de Seguridad del Tránsito (CONASET), una entidad gubernamental encargada de crear e implementar políticas públicas para prevenir accidentes de tránsito. Entre las medidas destacadas se encuentra la creación del rol de chofer profesional en 1997, las exigencias de seguridad para automóviles en el año 2000 y para motocicletas en 2001, la regularización del sistema de frenos en 2006, la Ley de Tolerancia Cero para el consumo de alcohol por parte de los conductores en 2012, la obligatoriedad

de *airbags* en 2015 y los sistemas de retención infantil en 2017, entre otras medidas. En la misma línea, en Chile existen las mutualidades de trabajadores, encargadas de la prevención de riesgos y el tratamiento de los accidentes laborales. Todo trabajador contratado debe contar con un seguro que cubra los costos del empleador para la atención y el seguimiento de los accidentes ocurridos en el trabajo. Por otra parte, la Ley de Garantías Explícitas en Salud (GES) es la legislación más importante en materia de salud en Chile en este siglo, y consiste en proporcionar garantías de acceso oportuno, calidad y protección financiera para el tratamiento de un número limitado de patologías, que actualmente son 87. En 2007, se integró el problema de salud N° 48, denominado "politraumatizado grave", que incluye a todo paciente que ingresa por el servicio de urgencia debido a una patología de trauma de alta energía.

El sistema de salud en Chile es mixto. Los residentes en Chile pueden optar por un seguro privado o uno público. El seguro privado es conocido como Instituciones de Salud Previsional (ISAPREs), mientras que el seguro público, único en su tipo, se denomina Fondo Nacional de Salud (FONASA). Este último se divide en cuatro tramos según el ingreso del asegurado y el tamaño de su grupo familiar. Al tramo "A" pertenecen aquellos sin recursos; al tramo "B", aquellos con un ingreso mensual menor a 400 000 pesos chilenos (CLP, aproximadamente 439 USD al momento de escribir este artículo); al tramo "C", aquellos con un ingreso mensual menor a 584 000 CLP (aproximadamente 641 USD) y con menos de tres dependientes; y al tramo "D", aquellos con ingresos mensuales superiores a 584 000 CLP.

Los beneficiarios del Fondo Nacional de Salud se atienden mayoritariamente en instituciones de la red pública, aunque también pueden acceder a instituciones privadas bajo modalidades especiales o a su propio costo. Por otro lado, los beneficiarios de las Instituciones de Salud Previsional se atienden principalmente en centros privados y, excepcionalmente, en instituciones públicas cuando la complejidad requerida no está disponible. Esto suele ocurrir en las regiones extremas del país. La red pública de instituciones de salud está organizada por niveles de complejidad. Sin embargo, existe solo un centro dedicado exclusivamente al trauma, ubicado en la

Región Metropolitana, el Hospital de Urgencia de la Asistencia Pública.

Para implementar y evaluar adecuadamente las políticas públicas, es fundamental realizar un diagnóstico preciso de la situación actual del problema de salud [13]. En el caso del trauma de alta energía, lamentablemente no existe un único indicador, ya que generalmente se limita a la descripción de accidentes automovilísticos o caídas desde altura [14]. Conociendo estas limitaciones, nos propusimos realizar un análisis utilizando diversas fuentes para detallar y estudiar las tendencias en incidencia y mortalidad del trauma de alta energía en Chile y comparar con situaciones en otros países. El objetivo del presente estudio es describir la epidemiología del trauma de alta energía en Chile. El primer objetivo específico es comparar el número de muertes por 100 mil habitantes en el año 2019 entre los países de la OMS e identificar factores de riesgo asociados. En segundo lugar, el objetivo específico es dar cuenta del número de notificaciones de Garantías Explícitas en Salud realizadas entre 2018 y 2022, describiendo edad, género y ubicación geográfica. Finalmente, el tercer objetivo específico es reportar el número de fallecidos asociados a causa externa entre 1997 y 2020 en Chile, e identificar si ha existido un cambio significativo en el periodo estudiado.

MÉTODOS

Hemos realizado un estudio ecológico con fuente en bases de datos abiertas, por lo que fue eximido de aprobación por comité de ética. Se analizaron tres bases de datos. Primero se utilizó la base de datos abierta de la Organización Mundial de Salud disponible en <https://www.who.int> sobre muertes por accidente de tránsito en los países miembros durante 2019. La variable personas fallecidas por 100 000 habitantes fue usada como desenlace principal. Además, fueron incluidas en este análisis como variables independientes el nivel de ingreso del país, la relación gasto en salud versus el gasto total del país, densidad de médicos en la población y la inversión en salud. Todas las variables fueron extraídas directamente de la base de datos. Se realizó una regresión lineal para estimar la asociación entre estas variables y la tasa de fallecidos por accidente automovilístico.

En segundo lugar, se realizó una solicitud vía Portal de Transparencia a la Superintendencia de Salud y al Fondo Nacional de Salud, de enviar datos abiertos sobre edad, género, causa, tipo de accidente, tipo de seguro de salud, institución de atención, diagnósticos, desenlace y estadía hospitalaria de todos aquellos pacientes notificados por el problema de salud número 48 -politraumatizado grave - de las Garantías Explícitas en Salud entre los años 2018 y 2022. Ambas entidades respondieron enviando solo género, edad, tipo de seguro e institución de salud donde fue atendido el paciente. Se utilizó la prueba de análisis de varianza de una vía por rangos (prueba de Kruskal-Wallis) para determinar si hubo cambios significativos en la edad durante el periodo estudiado. En caso de encontrar significancia ($p < 0,05$), se realizaron comparaciones *post hoc* ajustando la referencia y la significancia. Para las variables categóricas, como

sexo y previsión del paciente, se utilizó la prueba de Chi-cuadrado. Si se encontraban diferencias significativas ($p < 0,05$), se estimó un modelo de regresión para datos longitudinales y se realizaron comparaciones entre cada año post estimación mediante pruebas de contraste.

Finalmente se analizó la base de datos del Departamento de Estadística en Salud de Chile (DEIS) de mortalidad, incluyendo los pacientes fallecidos en Chile desde 1997 hasta 2020. Esta base es de acceso abierto y se encuentra disponible en <https://deis.minsal.cl/#datosabiertos>. Primero se analizaron las causas generales usando como variable a comparar aquellos fallecidos por "traumatismos o causa externa", respecto a mortalidad por tumores, cardiovascular, infecciones, respiratorias, digestivo, sistema nervioso central u otras. En seguida, se realizó un subanálisis del grupo "traumatismos o causas externas", incluyendo aquellos fallecidos por traumatismos (automovilístico, peatón, agresiones, caídas de altura, etc.) y excluyendo aquellos fallecidos por envenenamiento, suicidio y accidentes por fuego. Se describe el mecanismo que produjo el accidente, órganos más comprometidos y el lugar donde falleció el individuo (hospital, casa u otro). En este subanálisis, se realizó un estudio por serie de tiempo aplicando un modelo de Markov para identificar momentos en los cuales hubo un cambio en la tendencia de la mortalidad, tanto para el total de fallecidos como para los fallecidos en un establecimiento de salud (es decir, excluyendo aquellos que fallecieron en casa u "otros").

Para el análisis se utilizó el programa estadístico Stata V.17 y se usó una significancia de 0,05.

ANÁLISIS

Chile respecto al resto del mundo en 2019

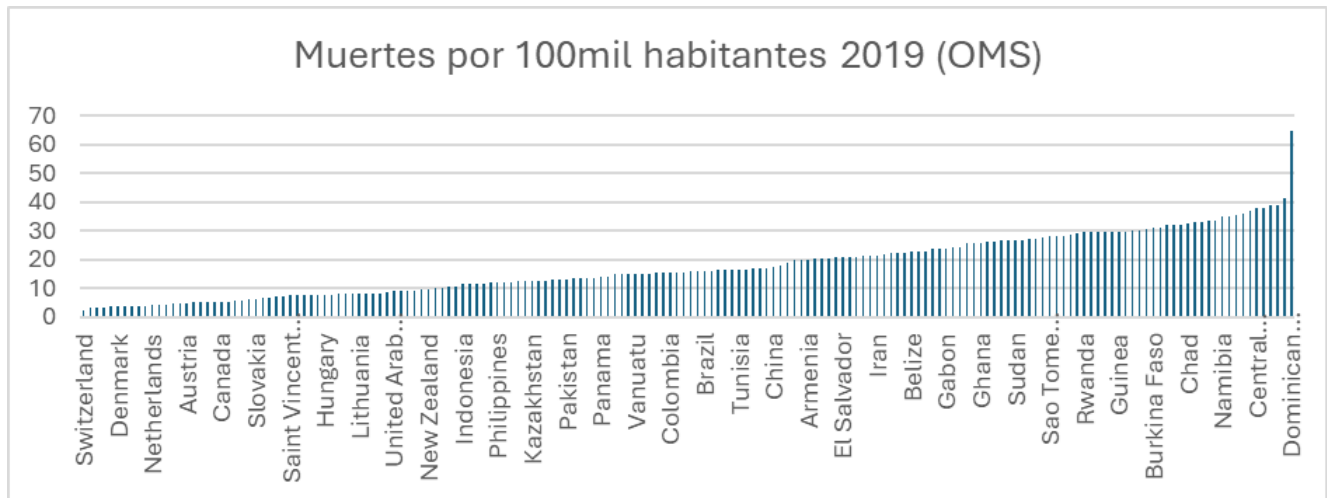
De acuerdo con la OMS, Chile presentó una tasa de fallecidos por accidente automovilístico de 14,9 por 100 000 habitantes, posicionándose en el lugar 82 entre 176 países incluidos en la base de datos. El país con la menor tasa es Suiza con 2,2 y el país con la mayor tasa es República Dominicana con 64,6 fallecidos por 100 000 habitantes. Entre los países sudamericanos, Chile ocupa el cuarto lugar, detrás de Perú (13,6), Argentina (14,1), Uruguay (14,8) y por delante de Colombia (15,4), Brasil (16,0), Ecuador (20,1), Bolivia (21,1) y Paraguay (22,0) (Figura 1).

El análisis muestra una asociación significativa con la densidad de médicos, con un R^2 de 0,40, $\beta_1 = 0,4$ ($p < 0,000$) y una constante de 24 ($p < 0,000$) (Figura 2). La relación del gasto en salud respecto al gasto total de cada país también tiene una relación significativa, pero con menor R^2 (0,20), reportándose un β_1 de -1,01 ($p < 0,000$) y una constante de 27,0 ($p < 0,000$) (Figura 3). No se encontró relación significativa con la inversión en investigación en salud.

Notificaciones de Garantías Explícitas en Salud por politraumatizado de 2018 a 2022

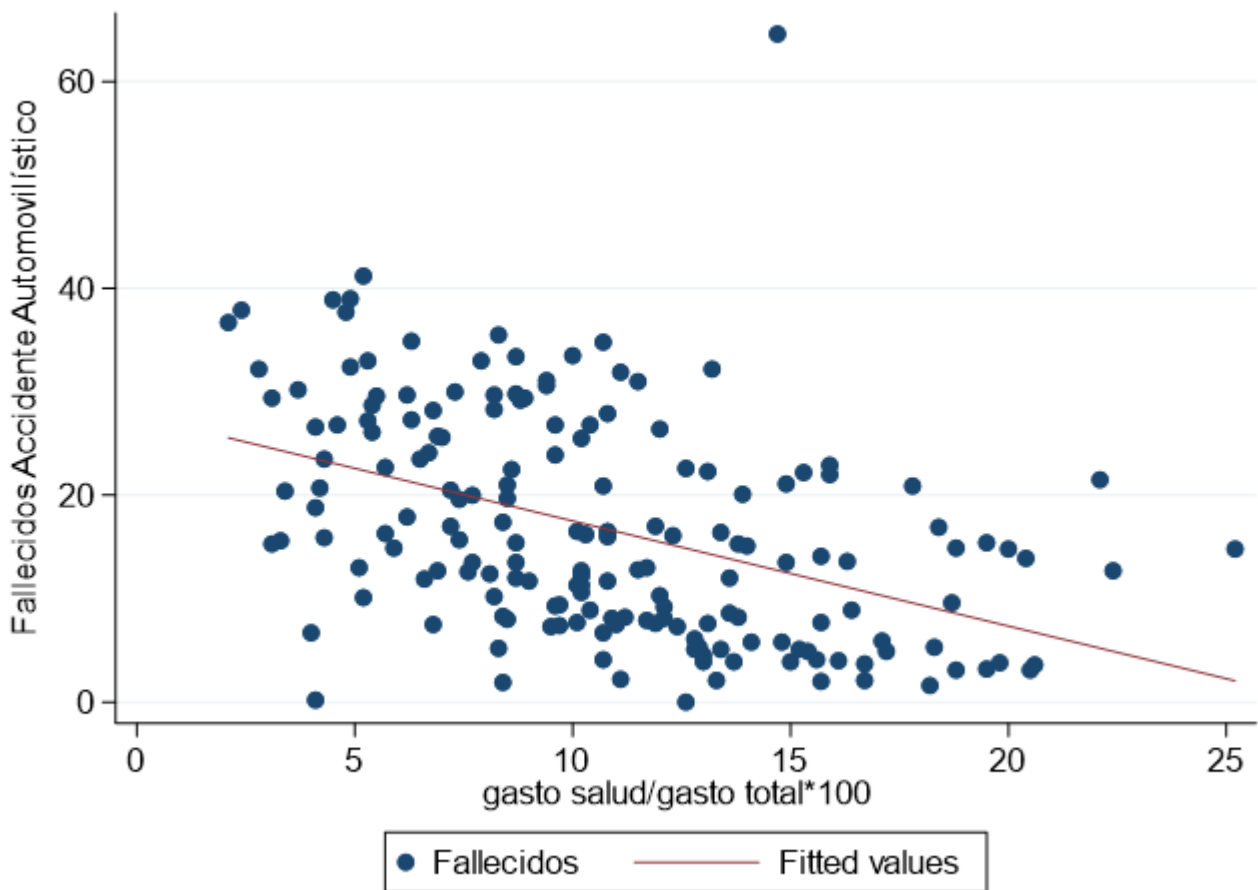
Durante los cinco años incluidos en esta base de datos, se encontraron un total de 10 647 notificaciones, con una media de edad de 38,8 años ($\pm 18,8$), de los cuales 8338 (78,3%) eran

Figura 1. Tasa de fallecidos por 100 000 habitantes entre los países que pertenecen a la Organización Mundial de la Salud.



Fuente: preparado por los autores a partir de los resultados del estudio.

Figura 2. Relación de densidad de médicos y tasa de fallecidos en 2019 por 100 000 habitantes en países pertenecientes a la OMS

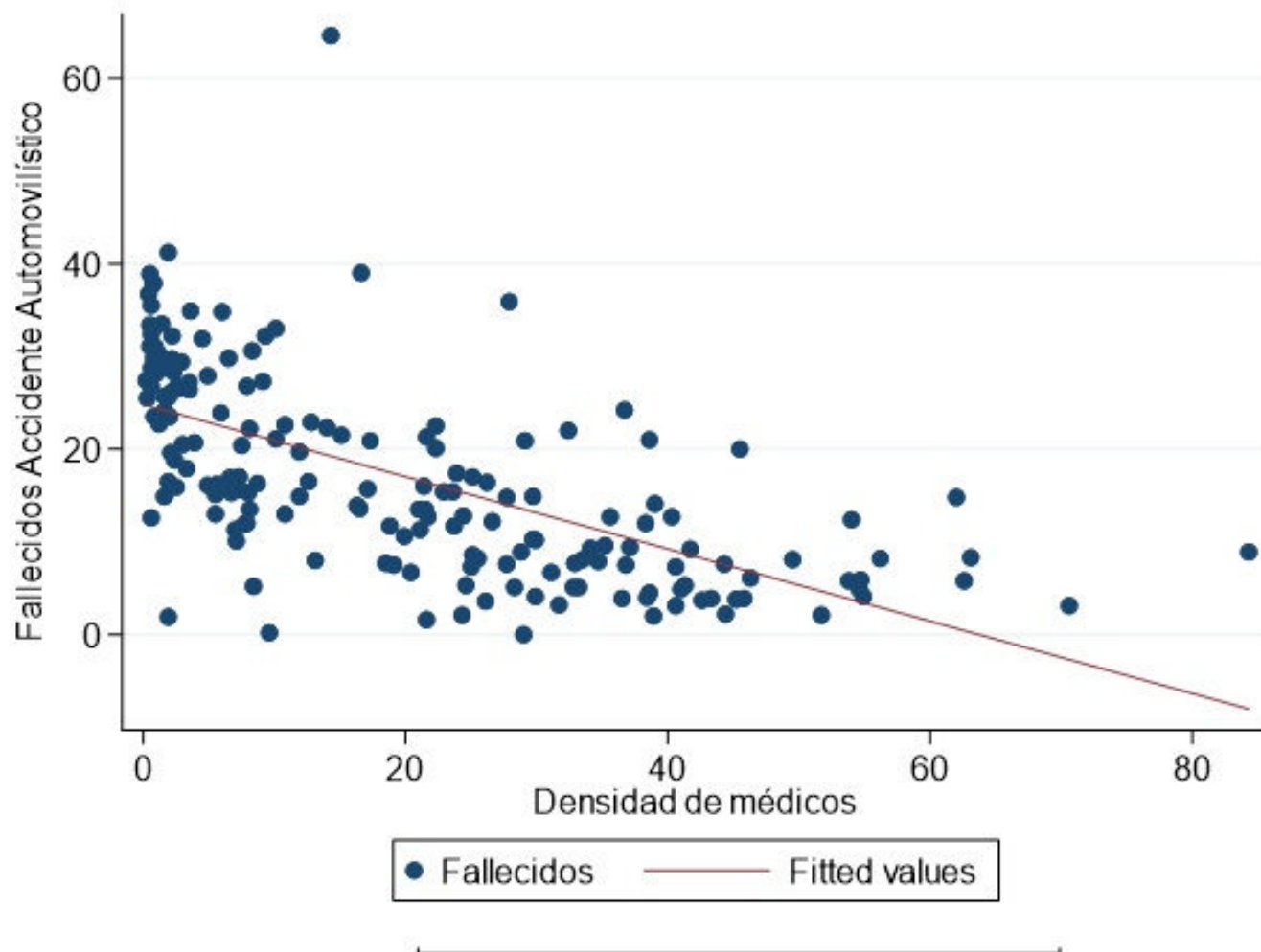


Fuente: preparado por los autores a partir de los resultados del estudio.

en pacientes de sexo masculino. El año 2022 fue el con mayor número de notificaciones (n = 2 187), mientras que el año 2018

fue el con menor registro (n = 2040), siendo la media anual 2190 notificaciones.

Figura 3. Relación gasto en salud- gasto total por país y tasa de fallecidos en 2019 por 100 000 habitantes en países pertenecientes la OMS.



Fuente: preparado por los autores a partir de los resultados del estudio.

La distribución por grupo de edad fue 1235 (11,6%) en pacientes mayores de 65 años, 586 (5,5%) en pacientes menores de 15 años, 8826 (82,9%) en pacientes entre 15 y 64 años. En el grupo de 15 a 64, un total de 4884 (55,3%) pacientes notificados tenían entre 20 y 40 años. Al realizar una prueba de Kruskal-Wallis, se observa una diferencia significativa (Kruskal-Wallis, $p = 0,0028$), mostrándose en el análisis posterior, solo significativa entre 2018 y 2020 ($p = 0,0021$) y entre 2020 y 2022 ($p = 0,000204$; archivo suplementario, Tabla 1). Esta diferencia no muestra una tendencia, dado que en 2018 los pacientes eran menos jóvenes que en 2020, mientras que en 2020 eran más jóvenes que en 2022 (Tabla 1). La proporción de mujeres por año no varió significativamente en el periodo estudiado (Chi-cuadrado, $p = 0,059$), siendo la menor proporción 18,1% en 2020 y la mayor 19,3% en 2018.

Respecto a la previsión, se estiman 71 casos por cada 100 mil afiliados a Fondo Nacional de Salud, mientras que cuatro casos por cada 100 mil afiliados al seguro privado de salud. La proporción de pacientes afiliados al Fondo Nacional de

Salud notificados ha ido constantemente aumentando desde 2018 (92,2%) a 2022 (95,6%) siendo significativo el cambio al comparar entre años (Chi-cuadrado, $p = 0,059$). Al estimar el modelo logarítmico para datos longitudinales (archivo suplementario, Tabla 2) se observa un aumento significativo en el periodo estudiado, siendo significativos las comparaciones entre 2018 y el período desde 2020 hasta 2022; entre 2019 y el lapso de 2021 a 2022; entre 2020 y los años 2021 y 2022; y entre 2021 y 2022.

La tasa nacional de pacientes notificados es de 11,37 casos por 100 000 habitantes. Las regiones de Tarapacá, O'Higgins, Biobío), Los Lagos, Metropolitana y Los Ríos están por sobre la tasa nacional (Tabla 2).

Fallecidos por traumatismos en Chile de 1997 a 2020

Fueron pesquisadas un total de 2 248 881 personas fallecidos en el periodo entre 1997 y 2020, de las cuales 187 632 son por traumatismo o causa externa (8%). Esta fue la cuarta causa general de muerte, después de aquellas vinculadas a sistema

Tabla 1. Comportamiento epidemiológico de notificaciones GES por problema de salud N° 48 politraumatizado entre 2018 y 2022.

	2018	2019	2020	2021	2022	p
N	2040	2175	2146	2099	20187	N/A
N/totalx100	19,16%	20,43%	20,16%	19,71%	20,54%	N/A
Edad	39,7 (19,3)	38,6 (19,1)	37,7 (18,1)	38,4 (18,5)	39,8 (18,9)	0,0028 (Kruskall-Wallis,)
Mujeres	463 (22,7%)	495 (22,8%)	422 (19,7%)	440 (21,0%)	489 (22,4%)	0,059 (Chi-cuadrado)
FONASA	1880 (92,2%)	2022 (93,0%)	2013 (93,8%)	2000 (95,3%)	2090 (95,6%)	< 0,000 (Chi-cuadrado)

GES: Garantías Explícitas en Salud. FONASA: Fondo Nacional de Salud.

Fuente: preparado por los autores a partir de los resultados del estudio.

Tabla 2. Muestra la tasa de notificaciones por 100 mil habitantes entre 2018 y 2022 por cada región del país.

	Región	Tasa x 100 000
I	Tarapacá	50,2
II	Antofagasta	27,0
III	Atacama	30,8
IV	Coquimbo	26,8
V	Valparaíso	94,4
VI	O'Higgins	273,4
VII	Maule	96,0
VIII	Biobío	129,6
IX	Araucanía	71,2
X	Los Lagos	151,4
XI	Aysén	7,0
XII	Magallanes	15,8
XIII	Metropolitana	970,6
XIV	Arica y Parinacota	11,2
XV	Los Ríos	159,0
XVI	Ñuble	15,0
Chile		11,4

Fuente: preparado por los autores a partir de los resultados del estudio.

cardiovascular (27%), tumores (25%) y sistema respiratorio (10%). Sin embargo, la proporción de muertes respecto al total de fallecidos ha ido disminuyendo en el periodo estudiado (Figura 4).

Segregando por causa específica, fueron identificados 115 007 fallecidos (61%). El diagnóstico más frecuente fue el traumatismo encéfalo craneano 36 606 (31,8%), seguido por múltiples traumatismos 23 348 (20,3%) y fractura de fémur 10 050 (8,74%). En cuanto a las causas, los accidentes de tránsito por peatón fueron la primera causa con 20 629 (17,9%), seguidos por caídas 16 651 casos (14,5%), agresiones 16 389 (14,3%) y otros accidentes de tránsito con 16 116 (14,0%). Respecto al lugar de defunción 61 278 (46,7%) fueron calificados como "otro", 41 333 (35,9%) ocurren en un centro de salud y 12 396 (10,8%) en casa.

El análisis por serie de tiempo muestra una tasa media de 2,31 casos al mes por 100 mil habitantes, siendo el máximo el mes de febrero de 2010, único mes que se superan los 3,5 casos (Figura 5).

La tendencia es a la disminución, con un R^2 de 0,51 y β_1 de -0,0002 ($p < 0,000$) y constante de 3,6 ($p < 0,000$). Sin embargo, la heterocedasticidad del modelo es significativa (p

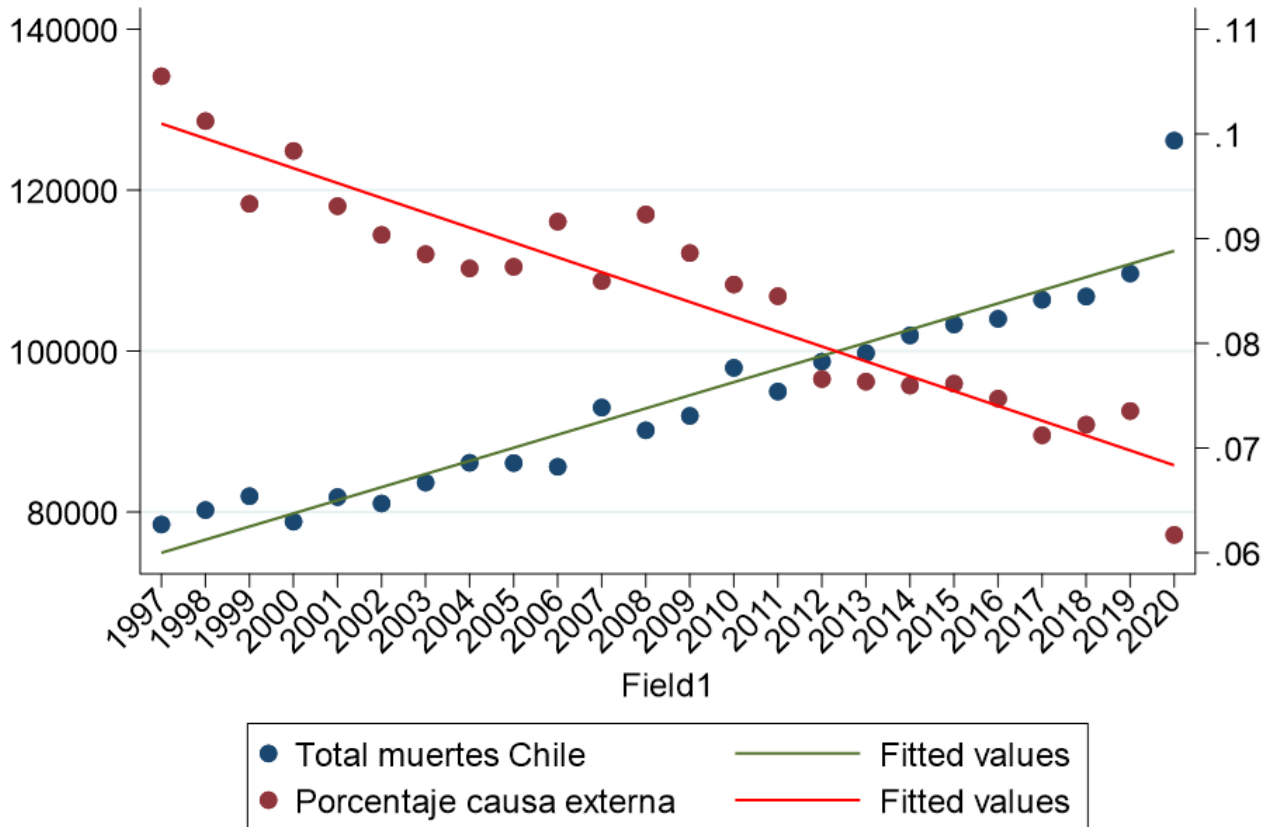
$> 0,000$), violando los principios del modelo de regresión lineal. Al aplicar un modelo cambiante de Markov se observa que en el mes de noviembre del año 2000 se produce un cambio estructural significativo en la tendencia del tiempo ($p = 0,000$). Por otra parte, al graficar por serie de tiempo, la tasa de muertes mensuales ocurridas en establecimientos de salud y luego aplicar un modelo de cambio de Markov se observa que es significativo ($p < 0,000$). Aquí se identifica al mes de agosto del año 2007 como el punto de quiebre (Figura 6 y Figura 7).

DISCUSIÓN

En este estudio hemos realizado un análisis exhaustivo utilizando tres bases de datos para describir el trauma de alta energía en Chile. Utilizamos la mortalidad por accidentes automovilísticos para comparar el contexto nacional con otros países, a través de las notificaciones del sistema de Garantías Explícitas en Salud para determinar la incidencia y los fallecidos por traumatismos, para evaluar los resultados y el impacto de las políticas públicas. Sin embargo, es importante señalar que en el trauma de alta energía no existe un único indicador, debido a la diversidad de las lesiones que se producen, las diferentes causas y los desenlaces asincrónicos [14].

La mortalidad secundaria a accidentes automovilísticos reportada en la OMS, es un indicador importante para comprender el impacto del trauma de alta energía y comparar la situación de Chile con otros países. Durante el año 2019 la tasa de mortalidad por accidentes automovilísticos en Chile fue de 14,9 por cada 100 000 habitantes, ubicándose en el cuarto lugar en Sudamérica. Este indicador está inversamente asociado a la potencia económica del país, la densidad de médicos y la relación entre el gasto en salud y el gasto total del país. Varios estudios han explorado la relación entre la potencia económica y la mortalidad por accidentes de tráfico, encontrando una relación inversa entre el ingreso per cápita o nivel de ingreso y la mortalidad por accidentes de tránsito [15,16]. Otros factores, como la tasa de empleabilidad y la proporción de consumo de alcohol en la región, también han sido identificados como influyentes en la mortalidad por accidentes de tránsito [17]. En nuestro estudio, observamos una asociación significativa entre la densidad de médicos y la mortalidad por trauma, lo que destaca la importancia de considerar este factor, especialmente dado que la densidad de médicos varía considerablemente

Figura 4. Comparación total de muertes y porcentaje asociado a causa externa entre 1997 y 2020.



Fuente: preparado por los autores a partir de los resultados del estudio.

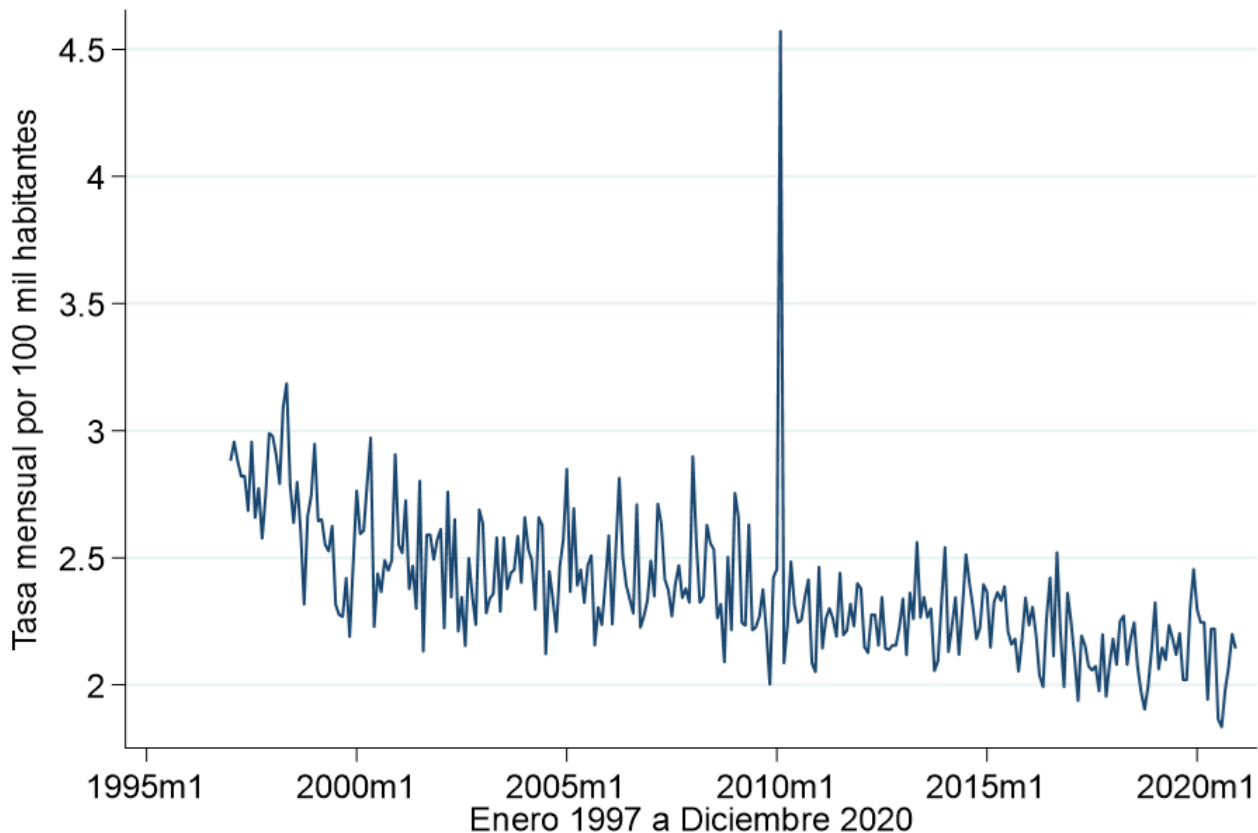
entre las diferentes regiones de Chile [18]. No obstante, es importante tener en cuenta que este análisis, aunque identificó hallazgos significativos, tiene R2 moderados. Ello sugiere que hay variables no analizadas que podrían explicar la mortalidad, como medidas de seguridad vial y características de los vehículos.

En cuanto a las notificaciones de Garantías Explícitas en Salud por politraumatizado grave, observamos que el mayor volumen de notificaciones corresponde a pacientes de género masculino y afiliado al seguro público. La mayor prevalencia masculina ha sido consistentemente encontrada en otras regiones del mundo, incluyendo Europa, Asia y Estados Unidos [19–22], elevándose la relación hasta tres hombres politraumatizados por cada mujer. Por otra parte, el sistema de salud privado, al cual pertenece entre 15 y 20% de la población, pertenecen personas de segmentos socioeconómicos más altos. Por ello, podría inferirse que las personas de menor recurso económico tienen mayor proporción de politraumatizados en Chile. Varios estudios han encontrado una asociación entre el nivel socioeconómico y la incidencia de politraumatizados, explicando este hallazgo por el uso de vehículos con menor equipamiento de seguridad y una mayor distancia recorrida como peatón [23,24].

Respecto a la edad de los pacientes notificados por el problema de salud N° 48, lo descrito concuerda con reportes internacionales, en los que el grupo más afectado es aquel entre 15 y 64 años, de los cuales la mitad tiene entre 20 y 40 años [22,25]. Es importante destacar este resultado dado que corresponden a pacientes en edad productiva, lo cual se asocia no solo a gastos propiamente tales de la atención en salud, sino que también conllevan un importante gasto social por el ausentismo laboral, periodos de rehabilitación prolongado e incluso pensiones de invalidez [26]. Finalmente, se debe considerar el gasto en salud mental no sólo para el individuo afectado, si no para el grupo familiar [3]. Si bien no es el grupo más afectado, las personas mayores de 60 años, especialmente en accidentes de tráfico, requieren de acciones específicas a su edad para disminuir la incidencia de lesiones por trauma de alta energía, en especial en aquellos con bajo nivel socioeconómico [27].

Adicionalmente, se observa una gran diversidad en la tasa de notificaciones por región, siendo mayores en regiones geográficamente adyacentes. Este es el caso de las Regiones Metropolitana y de O'Higgins, y en las Regiones de los Lagos y de los Ríos. Futuras investigaciones debiesen ahondar en el flujo de estos pacientes y sus desenlaces, con el fin de definir si

Figura 5. Número de muertes por cada 100 mil habitantes entre 1997 y 2020.



Fuente: preparado por los autores a partir de los resultados del estudio.

estas zonas requieren centros especializados en trauma o mayor densidad de médicos. Sin embargo, se debe tener en consideración que añadir centros de trauma en áreas sin acceso puede mejorar la disponibilidad de atención al trauma. Por el contrario, la adición de centros de trauma en áreas sin problemas de acceso puede conducir a la dilución de la experiencia y del volumen de pacientes para esos centros [28].

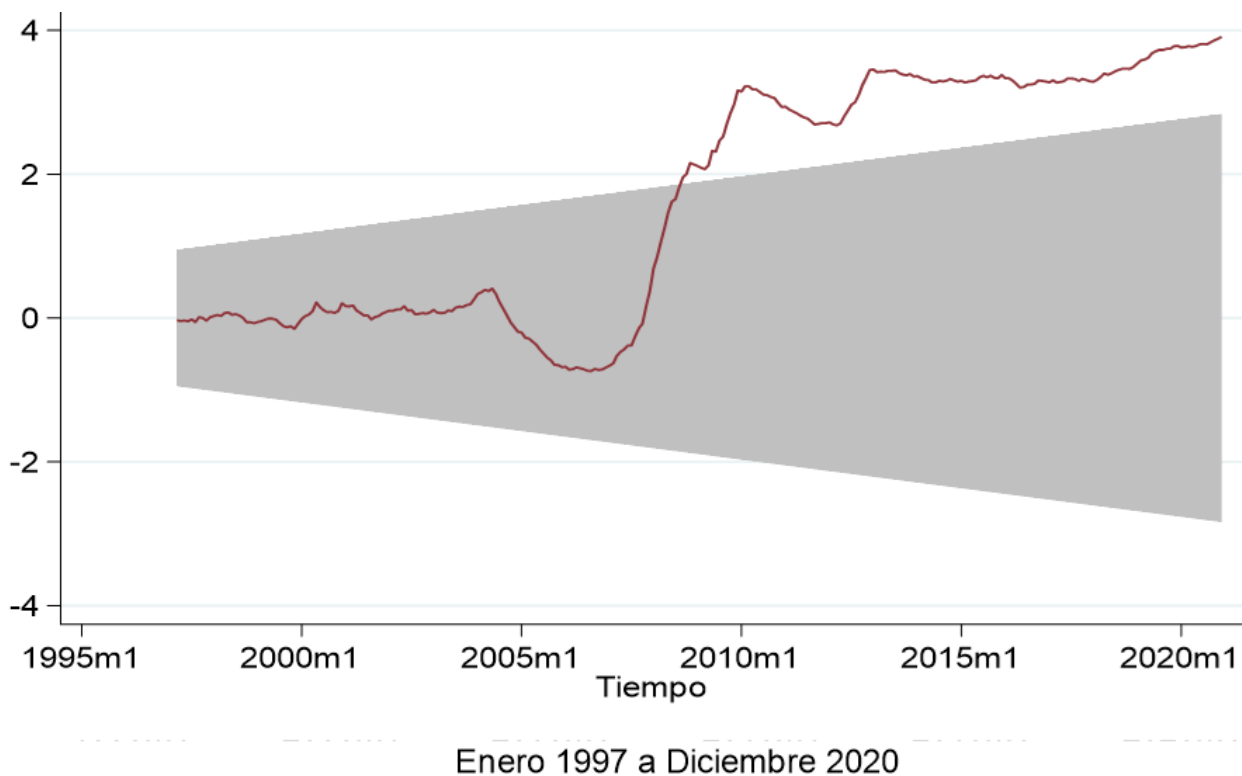
Respecto a la influencia de la implementación de la Ley Garantías Explícitas en Salud en la mortalidad de los pacientes politraumatizados, lamentablemente la base de datos de Garantías Explícitas en Salud no cuenta con el desenlace del paciente, por lo que no fue posible determinar la mortalidad post notificación. Esto es importante, dado que toda patología para ingresar al sistema de Garantías Explícitas en Salud pasa por un estudio de costo-efectividad a priori. Sin embargo, una vez instaurada la medida no se realiza seguimiento de los desenlaces, sin evaluar el impacto de la medida en forma sistemática. La guía actual relacionada con las Garantías Explícitas en Salud de politraumatizado grave fue publicada en 2007. Pese a que pretendía ser actualizada cada dos años, esto no se ha producido. Para inferir el impacto de las Garantías Explícitas en Salud en la mortalidad a través de la base de datos de mortalidad por causa externa del

Departamento de Estadística en Salud, analizamos solo aquellos casos de fallecimiento ocurrido en una institución de salud. Esto, porque las agrupadas en "otras" o "domicilio" pueden corresponder a muertes instantáneas, no siendo notificadas y por tanto no recibiendo atenciones correspondientes a las Garantías Explícitas en Salud. Este análisis identificó un cambio en la tasa de fallecidos por causa externa precisamente en 2007, cambio que puede ser atribuido a la inclusión de la patología al sistema de Garantías Explícitas en Salud. Sin embargo, este análisis tiene el sesgo de que aquellos que fueron notificados, recibieron las prestaciones de las Garantías Explícitas en Salud y que fallecieron en su domicilio producto de secuelas, fueron excluidos del análisis.

El análisis realizado en la base de datos de mortalidad del Departamento de Estadística en Salud mostró que las muertes por traumatismo o causa externa son la cuarta causa de muerte en Chile, seguida de muertes cardiovasculares, tumores y afecciones al sistema respiratorio. Situación similar se reportó en Estados Unidos en el año 2021 [29], siendo las primeras causas cardiovasculares, tumores y muerte por COVID-19. El traumatismo encéfalo craneano fue identificado en este estudio como el principal causante de las muertes por trauma de alta

Figura 6. Muertes hospitalarias acumuladas entre 1997 y 2020 con intervalo de confianza de 95%.

A partir de 2010 se observa que la curva se escapa del intervalo de confianza esperable para un sistema que se mantiene homogéneo en el tiempo, demostrando un cambio significativo.



Fuente: preparado por los autores a partir de los resultados del estudio.

energía en Chile, situación similar a lo reportado en Holanda [19] y Estados Unidos [30].

Por otra parte, el principal mecanismo de mortalidad en trauma de alta energía encontrado en este estudio fue accidentes sufridos por un peatón (17%) y en cuarto lugar con un 14% otros accidentes automovilísticos. Esto resalta la relevancia de disminuir los accidentes en la vía pública para disminuir la mortalidad en el trauma de alta energía. En este contexto, se han descrito factores viales incluyendo disponibilidad de carreteras de alta capacidad, porcentaje de la población que consume alcohol y proporción de vehículos pesados como factores de riesgo modificables [24].

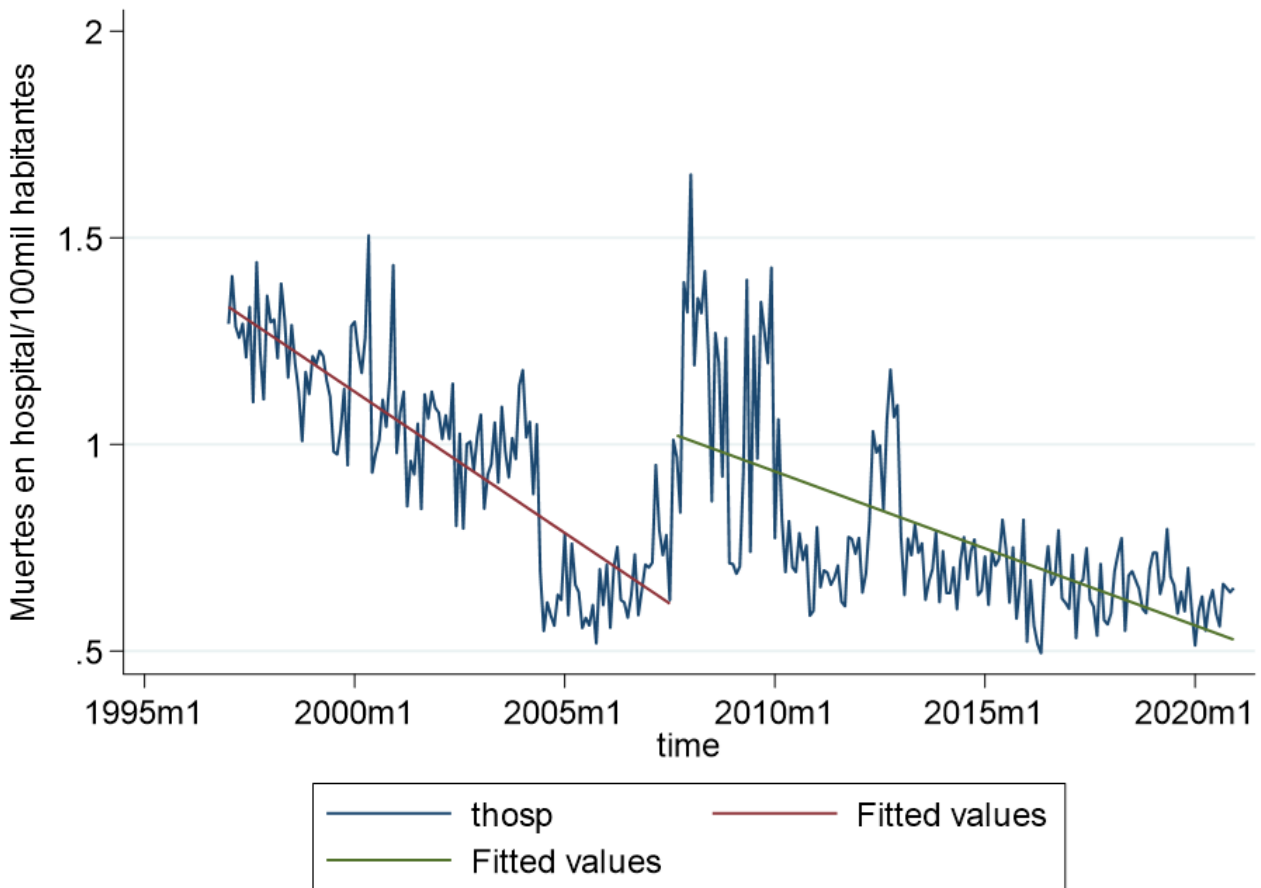
El trabajo de la Comisión Nacional de Seguridad del Tránsito desde 1993 ha sido importante para la prevención de accidentes de tránsito en Chile, teniendo un amplio espectro de acción desde la exigencia de medidas de seguridad para los vehículos motorizados, elevando los requisitos para obtener licencia de conductor, tolerancia cero al alcohol y otras drogas e implementando obligatoriedad en elementos de seguridad como cinturón, *airbag* y sistema de retención infantil. El análisis por serie de tiempo realizado en este trabajo muestra un cambio estructural significativo en la mortalidad por traumatismo de alta energía en 2020, el cual puede ser atribuido

a la implementación de parte de la Comisión Nacional de Seguridad del Tránsito de exigencias básicas de seguridad para los automóviles. Sin embargo, también es importante destacar lo reportado por otros estudios, en que se demuestra que la reforma a la ley de Tránsito en Chile en 2005 ha tenido un impacto positivo en la reducción de accidentes de tráfico, contribuyendo así a la disminución del trauma de alta energía [31]. Esta reforma, que incluyó la obligatoriedad de los sistemas de retención infantil, ha demostrado ser crucial en la reducción tanto de las tasas de mortalidad como de lesiones graves en niños involucrados en accidentes viales [32]. Un análisis posterior de las leyes sobre conducción bajo la influencia del alcohol en Chile, que incluyó el aumento de sanciones en 2012 y 2014, también mostró una disminución en accidentes y lesiones, subrayando la importancia de las medidas legales para abordar el trauma de alta energía [33].

Para disminuir la mortalidad en el trauma de alta energía los esfuerzos no se deben limitar a los accidentes de tránsito. En este estudio se observa que la segunda y tercera causa de muerte son las caídas y las agresiones. En este marco, el máximo de defunciones ocurrió durante el terremoto de 2010. Por lo tanto, es relevante tener en cuenta que otros eventos, como el terremoto de 2010, la crisis social de 2019 y la pandemia de

Figura 7. Mortalidad intrahospitalaria por trauma de alta energía en Chile entre 1997 y 2020.

Se observan dos estados significativamente entre 1997 y 2010 y de 2010 a 2020, de acuerdo con el modelo de Markov.



Fuente: preparado por los autores a partir de los resultados del estudio.

COVID-19, también pueden influir en los patrones de trauma en Chile, subrayando la necesidad de un enfoque integral para abordar este problema de salud pública [34]. Asimismo, este enfoque integral debe incluir los accidentes laborales, donde las caídas de altura son frecuentes, especialmente en los sectores de transporte y comunicaciones, minería y pesca, donde las tasas de accidentes laborales fatales son particularmente altas [35]. Al adoptar un marco de salud pública que considere los factores multinivel que influyen en el trauma, Chile puede avanzar significativamente en la reducción de la carga de lesiones de alta energía y mejorar la salud y el bienestar general de su población.

Este estudio presenta limitaciones. Principalmente, se trata de un estudio retrospectivo basado en registros internacionales y nacionales. Esto conlleva un riesgo de sesgo inherente a la calidad de los registros de cada evento. Además, no existe un indicador único para el traumatismo de alta energía. En algunas bases de datos, está restringido a accidentes de autos, en otras incluye causas externas como intoxicaciones por alimentos o drogas, lo que dificulta la comparación con otras publicaciones.

Por otra parte, las bases de datos revisadas solo contienen el sexo del paciente y no el género, lo cual limita abordar posibles inequidades por género, tanto por acceso a salud, apoyo social y establecer diferencias en conductas de riesgo.

Finalmente, las variables explicativas de cada sección no incluyen todos los factores asociados al traumatismo de alta energía, por lo que los autores sugieren prudencia al extrapolar los resultados. Sin embargo, consideramos que este estudio constituye un robusto análisis inicial para generar hipótesis que permitan demostrar medidas destinadas a mejorar los indicadores en traumatismo de alta energía, y en el futuro, desencadenen en políticas públicas de impacto en los indicadores. Por ejemplo, determinar cómo influye la densidad de médicos y de especialistas por región en la mortalidad y cantidad de notificaciones de Garantías Explícitas en Salud en cada región de Chile. Especialmente en la zona de las Regiones Metropolitana-O'Higgins y la zona de las Regiones de los Ríos y Los Lagos que es donde fue pesquisado la mayor tasa de notificaciones de Garantías Explícitas en Salud. Así, futuros estudios podrían enfocarse en identificar como las variables

globales del país inciden en las notificaciones y mortalidad en cada región de nuestro país.

CONCLUSIONES

Chile ocupó en 2019 el puesto 82 entre los países de la OMS en muertes por 100 mil habitantes, ocasionadas por accidente automovilístico. Por otra parte, la proporción del gasto en salud y la densidad de médicos en cada país se asocian significativamente a la tasa de muertes por accidente de tránsito.

Las notificaciones de Garantías Explícitas en Salud por politraumatizado grave son más frecuentes en pacientes entre 20 y 40 años, hombres y afiliados al Fondo Nacional de Salud. No se cuenta con datos sobre el desenlace de aquellos pacientes notificados.

La tasa de fallecidos por causa externa presenta una tendencia a la disminución respecto de la proporción total de fallecidos, identificándose el año 2000 como un momento de cambio significativo en el total de fallecidos por causa externa. Lo propio sucede el año 2007 en el total de fallecidos por causa externa en un centro hospitalario.

Autoría MB: conceptualización, planificación de la metodología, manejo de datos, escrito del manuscrito original y administración del proyecto; **AA:** planificación de la metodología, revisión crítica del manuscrito; **CA:** validación, investigación, revisión crítica del manuscrito; **MC:** validación, investigación, revisión crítica del manuscrito y supervisión del proyecto; **MAB:** revisión crítica del manuscrito, edición y administración del proyecto.

Agradecimientos El primer y quinto autor agradecen el continuo apoyo de Leonel Barahona para seguir desarrollando investigación clínica.

Conflictos de intereses Todos los autores declaran no tener conflictos de interés.

Financiamiento Este estudio no recibió financiamiento de ninguna institución.

Idioma del envío Español.

Origen y revisión por pares No solicitado. Con revisión externa por cuatro pares revisores, a doble ciego.

REFERENCIAS

- Jovanović M, Janjić Z, Marić D. Principles of management of high-energy injuries of the leg. *Med Pregl*. 2002;55: 437–42. <https://doi.org/10.2298/mpns0210437j>
- DiMaggio CJ, Avraham JB, Lee DC, Frangos SG, Wall SP. The Epidemiology of Emergency Department Trauma Discharges in the United States. *Acad Emerg Med*. 2017;24: 1244–1256. <https://doi.org/10.1111/acem.13223>
- Magruder KM, McLaughlin KA, Elmore Borbon DL. Trauma is a public health issue. *Eur J Psychotraumatol*. 2017;8: 1375338. <https://doi.org/10.1080/20008198.2017.1375338>
- Jucá Moscardi MF, Meizoso J, Rattan R. Trauma epidemiology. *The Trauma Golden Hour: A Practical Guide*. 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-26443-7_2
- Hoogervorst P, Shearer DW, Miclau T. The Burden of High-Energy Musculoskeletal Trauma in High-Income Countries. *World J Surg*. 2020;44: 1033–1038. <https://doi.org/10.1007/s00268-018-4742-3>
- Chang MC. American College of Surgeons; <https://www.facs.org/media/ez1hpdcu/ntdb-annual-report-2016.pdf>
- Bauer R, Steiner M, Kisser R, Macey SM, Thayer D. Accidents and injuries in the EU. Results of the EuroSafe Reports. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. 2014;57: 673–80. <https://doi.org/10.1007/s00103-014-1969-5>
- Nasr A. *The trauma golden hour: a practical guide*. 2020: Springer; <https://doi.org/10.1007/978-3-030-26443-7>
- Herrera-Escobar JP, Seshadri AJ, Stanek E, Lu K, Han K, Sanchez S, et al. Mental Health Burden After Injury: It's About More than Just Posttraumatic Stress Disorder. *Ann Surg*. 2021;274: e1162–e1169. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000003780>
- van der Vlegel M, Haagsma JA, Havermans RJM, de Munter L, de Jongh MAC, Polinder S. Long-term medical and productivity costs of severe trauma: Results from a prospective cohort study. *PLoS One*. 2021;16: e0252673. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252673>
- Gosselin RA, Spiegel DA, Coughlin R, Zirkle LG. Injuries: the neglected burden in developing countries. *Bull World Health Organ*. 2009;87: 246–246a. <https://doi.org/10.2471/blt.08.052290>
- Sampalis JS, et al. Trauma care regionalization: a process-outcome evaluation. *J Trauma Acute Care Surg*. 1999;46. <https://doi.org/10.1097/00005373-199904000-00004>
- Bachelet VC. Integrando el mejoramiento de la calidad con la salud pública. *Medwave*. 2014;14. <https://doi.org/10.5867/medwave.2014.03.5935>
- Mew EJ, Koenen KC, Lowe SR. Trauma as a public health issue: Epidemiology of trauma and trauma-related disorders, in *Evidence Based Treatments for Trauma-Related Psychological Disorders: A Practical Guide for Clinicians*. Springer; 2022. p. 10. https://doi.org/10.1007/978-3-030-97802-0_2
- van Beeck EF, Mackenbach JP, Looman CW, Kunst AE. Determinants of traffic accident mortality in The Netherlands: a geographical analysis. *Int J Epidemiol*. 1991;20: 698–706. <https://doi.org/10.1093/ije/20.3.698>
- Baker SP, Whitfield RA, O'Neill B. Geographic variations in mortality from motor vehicle crashes. *N Engl J Med*. 1987;316: 1384–7. <https://doi.org/10.1056/NEJM198705283162206>
- La Torre G, Van Beeck E, Quaranta G, Mannocci A, Ricciardi W. Determinants of within-country variation in traffic accident mortality in Italy: a geographical analysis. *Int J Health Geogr*. 2007;6: 1–8. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-6-49>
- Ministerio de Salud. Análisis de situación de salud desde la perspectiva epidemiológica. Santiago: MINSAL; 2018. <https://epi.minsal.cl/wp-content/uploads/2022/03/ASIS-2019-Departamento-de-Epidemiologia.pdf>
- El Mestoui Z, Jalalzadeh H, Giannakopoulos GF, Zuidema WP. Incidence and etiology of mortality in polytrauma patients in

- a Dutch level I trauma center. *Eur J Emerg Med.* 2017;24: 49–54. <https://doi.org/10.1097/MEJ.0000000000000293>
20. Kalsotra N, Mahajan V, Kalsotra G, Sharma S, Raina P, Gupta A. EPIDEMIOLOGY OF POLYTRAUMA IN A TERTIARY CARE CENTRE. *jemds.* 2016;5: 3021–3025. <https://doi.org/10.14260/jemds/2016/703>
 21. Miranda JJ, López-Rivera LA, Quistberg DA, Rosales-Mayor E, Gianella C, Paca-Palao A, et al. Epidemiology of road traffic incidents in Peru 1973-2008: incidence, mortality, and fatality. *PLoS One.* 2014;9: e99662. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099662>
 22. Spencer MR, Hedegaard H, Garnett M. Motor Vehicle Traffic Death Rates, by Sex, Age Group, and Road User Type: United States, 1999-2019. *NCHS Data Brief.* 2021;PMID: 1–8.
 23. Hasselberg M, Laflamme L. Road traffic injuries among young car drivers by country of origin and socioeconomic position. *Int J Public Health.* 2008;53: 40–5. <https://doi.org/10.1007/s00038-007-6083-0>
 24. Rivas-Ruiz F, Perea-Milla E, Jimenez-Puente A. Geographic variability of fatal road traffic injuries in Spain during the period 2002-2004: an ecological study. *BMC Public Health.* 2007;7: 1–7. . <https://doi.org/10.1186/1471-2458-7-266>
 25. Suriyawongpaisal P, Kanchanasut S. Road traffic injuries in Thailand: trends, selected underlying determinants and status of intervention. *Inj Control Saf Promot.* 2003;10: 95–104. <https://doi.org/10.1076/icsp.10.1.95.14110>
 26. Gosselin RA. The increasing burden of injuries in developing countries: direct and indirect consequences. *Tech Orthop.* 2009;24: 230–232. <https://doi.org/10.1097/BTO.0b013e3181bfd56c>
 27. Martínez P, Contreras D, Moreno M. Safe mobility, socioeconomic inequalities, and aging: A 12-year multilevel interrupted time-series analysis of road traffic death rates in A Latin American country. *PLoS One.* 2020;15: e0224545. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224545>
 28. Truong EI, Ho VP, Tseng ES, Ngana C, Curtis J, Curfman ET, et al. Is more better? Do statewide increases in trauma centers reduce injury-related mortality? *J Trauma Acute Care Surg.* 2021;91: 171–177. <https://doi.org/10.1097/TA.00000000000003178>
 29. Murphy SL, et al. In: Mortality in the United States [Internet]. 2020. <https://dx.doi.org/10.15620/cdc:112079https://doi.org/10.15620/cdc:112079>
 30. Pfeifer R, Schick S, Holzmann C, Graw M, Teuben M, Pape H-C. Analysis of Injury and Mortality Patterns in Deceased Patients with Road Traffic Injuries: An Autopsy Study. *World J Surg.* 2017;41: 3111–3119. <https://doi.org/10.1007/s00268-017-4122-4>
 31. Nazif-Munoz JI, Quesnel-Vallée A, van den Berg A. Did Chile's traffic law reform push police enforcement? Understanding Chile's traffic fatalities and injuries reduction. *Inj Prev.* 2015;21: 159–65. <https://doi.org/10.1136/injuryprev-2014-041358>
 32. Martínez P, Contreras D. The effects of Chile's 2005 traffic law reform and in-country socioeconomic differences on road traffic deaths among children aged 0-14 years: A 12-year interrupted time series analysis. *Accident Analysis & Prevention.* 2020;136: 105335. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.105335>
 33. García-Echalar A, Rau T. The Effects of Increasing Penalties in Drunk Driving Laws-Evidence from Chile. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17. <https://doi.org/10.3390/ijerph17218103>
 34. Ramos Perkis JP, Achurra Tirado P, Raykar N, Zinco Acosta A, Muñoz Alarcon C, Puyana JC, et al. Different Crises, Different Patterns of Trauma. The Impact of a Social Crisis and the COVID-19 Health Pandemic on a High Violence Area. *World J Surg.* 2021;45: 3–9. <https://doi.org/10.1007/s00268-020-05860-0>
 35. Bachelet VC. Work-related injuries resulting in death in Chile: a cross-sectional study on 2014 and 2015 registries. *BMJ Open.* 2018;8: e020393. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-020393>

Epidemiology of high-energy trauma in Chile: An ecological analysis using public registries

ABSTRACT

High-energy trauma is defined as severe organic injuries resulting from events that generate a large amount of kinetic, electrical, or thermal energy. It represents a significant public health concern, accounting for 10% of global mortality. This article aims to describe the epidemiology of high-energy trauma in Chile. Specifically, it seeks to compare the mortality rate per 100 000 inhabitants among member countries of the World Health Organization (WHO), provide a descriptive analysis of notifications under the Explicit Health Guarantees (GES) for the health issue of polytraumatized patients, and analyze the trend in the mortality rate due to external causes in Chile. This study employs an ecological design using three open-access databases. First, the WHO database on deaths from traffic accidents in 2019 was used. Then, the GES database was consulted for the "Polytraumatized" issue between 2018 and 2022. Finally, the Chilean Department of Health Statistics database on causes of death between 1997 and 2020 was utilized. In 2019, Chile ranked in the middle regarding the mortality rate per 100 000 inhabitants due to traffic accidents. GES notifications for polytrauma predominantly involved men aged 20 to 40 years and those affiliated with the public health system, highlighting a primary focus for prevention efforts. Mortality from accidents showed a decreasing trend, with significant structural changes identified in 2000 and 2007.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.