

**Universidad de Costa Rica
Sistema de Estudios de Posgrado**

Programa de Especialidades Médico Forenses

El uso de los dispositivos de seguridad en las personas víctimas de accidentes de tránsito menores de 12 años de edad, valoradas en la Sección de Clínica Médico Forense del Departamento de Medicina Legal de Costa Rica entre los años 2017 al 2020.

**Trabajo Final de Graduación para optar por el Título de
Especialista en Medicina Legal**

**Dr. Andrés Gerardo Rodríguez Lara
Médico Residente**

Departamento de Medicina Legal

2021

**El uso de los dispositivos de seguridad en las personas víctimas de accidentes de tránsito
menores de 12 años, valoradas en la Sección de Clínica Médico Forense del
Departamento de Medicina Legal de Costa Rica entre los años 2017 al 2020**

Tribunal examinador

Dra. Grettchen Flores San

Dr. Franz Vega Zúñiga

Dra. Sandra Solórzano Herra

Dr. Edgar Madrigal Ramírez

Dr. Carlos Paniagua Barrantes

Dr. Jorge Aguilar Pérez

COMITÉ ASESOR

Tutora: Dra. Grettchen Flores Sandí

Lectoras: Dra. Sandra Solórzano Herra

Dra. Ana Teresa Alvarado Guevara

Agosto del 2021

CARTA DE APROBACIÓN DEL FILÓLOGO

Cartago, 27 de julio de 2021

Los suscritos, Elena Redondo Camacho, mayor, casada, filóloga, incorporada a la Asociación Costarricense de Filólogos con el número de carné 0247, portadora de la cédula de identidad número 3-0447-0799 y, Daniel González Monge, mayor, casado, filólogo, incorporado a la Asociación Costarricense de Filólogos con el número de carné 0245, portador de la cédula de identidad número 1-1345-0416, ambos vecinos de Quebradilla de Cartago, revisamos el trabajo final de graduación que se titula: *Análisis de la lesionología relacionada con el uso de los dispositivos de seguridad en las personas víctimas de accidentes de tránsito menores de 12 años, valoradas en la Sección de Clínica Médico Forense del Departamento de Medicina Legal de Costa Rica entre los años 2017 al 2020*, sustentado por Andrés Gerardo Rodríguez Lara.

Hacemos constar que se corrigieron aspectos de ortografía, redacción, estilo y otros vicios del lenguaje que se pudieron trasladar al texto. A pesar de esto, la originalidad y la validez del contenido son responsabilidad directa del autor.

Esperamos que nuestra participación satisfaga los requerimientos de la Universidad de Costa Rica.

X

Elena Redondo Camacho
Filóloga - Carné ACFILn.º 0247

X

Daniel González Monge
Filólogo - Carné ACFILn.º 0245

DEDICATORIA

A mi esposa, María de los Ángeles, y a mis padres, don Carlos y doña Cecilia, por ayudar y enseñarme a ser mejor persona cada día y también a mi hija, Zoe, quien recientemente forma parte de mi linda familia y es un motivo más para cumplir todas mis metas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a los profesionales afines a la especialidad de Medicina Legal, que en el momento me permitieron compartir momentos de guía, aprendizaje, consejos y palabras de aliento en momentos difíciles en mi etapa de formación.

A los tutores, quienes no solamente me enseñaron de su experiencia como especialistas, sino también la importancia y el valor de las cosas primordiales de la vida, con el fin de mantener la calidad humana y profesional.

A mi esposa, María de los Ángeles, quien con su paciencia me apoyó y comprendió en todo el mi proceso de residencia.

Además, agradezco especialmente a la Dra. Grettchen Flores Sandí, quien admiro por la docencia que brindó, todo el tiempo dedicado a la tutoría que efectivamente han marcado un antes y después en mi desempeño como profesional y, finalmente, por el acompañamiento en calidad de tutora de este trabajo.



Autorización para digitalización y comunicación pública de trabajos finales de graduación del sistema de estudios de posgrado en el repositorio institucional de la Universidad De Costa Rica.

Yo, Andrés Gerardo Rodríguez Lara, con cédula de identidad 207000093, en micondición de autor del TFG titulado El uso de los dispositivos de seguridad en las personas víctimas de accidente de tránsito menores de 12 años de edad, valoradas en la Sección Clínica Médico Forense del Departamento de Medicina Legal de Costa Rica entre los año 2017 al 2020.

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFGa través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI NO *

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: _____ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

FIRMA DEL ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

RESUMEN

Se revisaron y analizaron los aspectos de interés medicolegal relacionados con las víctimas de accidentes de tránsito menores de 12 años, relevantes para determinar la relación de causalidad de la lesionología relacionada con dispositivos de seguridad. Esto con el objetivo de determinar las lesiones, mecanismo de trauma y tipo de atención médica recibida según sexo y edad, así como la categorización de las lesiones y mecanismo de trauma asociados con el uso y tipo de los dispositivos de seguridad que permitan la propuesta de aspectos que debe tomar en cuenta el perito médico forense en la historia medicolegal, con relación al uso y tipo de dispositivos de seguridad para establecer o descartar nexos causales. Se incluyó la totalidad de casos valorados en la Sección de Clínica Médico Forense del Departamento de Medicina Legal de Costa Rica entre los años 2017 al 2020, para un total de 70 casos. Se trató de una investigación controlada para conocer nuevos enfoques científicos, mediante el análisis de hechos ocurridos, especificando propiedades, midiendo variables como edad, sexo, lesiones, mecanismos de trauma, así como el grado de relación entre una o más de estas variables. Los resultados demostraron que el sexo masculino fue más frecuentemente documentado, las contusiones simples y el mecanismo de trauma directo corresponden al tipo de lesiones y mecanismo de trauma más reportados en todos los grupos de edad analizados. El uso de la silla de seguridad se relacionó con traumatismos principalmente en la cabeza y rostro en edades desde los 0 hasta los 4 años y, en el grupo de edad de 5 a 10 años, la mayoría de los traumatismos se localizaron en el tórax. El uso de asientos elevadores (booster) se relacionó con traumatismos principalmente en las extremidades superiores e inferiores en el grupo de edad de 5 a 10 años. El uso de cinturón de seguridad se relacionó con traumatismos principalmente en cabeza y rostro

en grupos de edad de entre 5 a 12 años, como limitación se evidenció la falta de publicaciones biomédicas al respecto que permitieran comparar la traumatología asociada con consecuencia del uso de dispositivos de seguridad con los resultados de este trabajo de investigación. Se propone el uso de un diagrama o instrumento para recolección de datos, útil para las pericias medicolegales en este tipo de casos y para futuras investigaciones medicocientíficas.

ABSTRACT

It was reviewed and analyzed the aspects of legal medical interest related to the victims of traffic accidents under 12 years of age, relevant to determine the causal relationship of the injury related to safety devices; with the objective of determining injuries, trauma mechanism and type of medical care received according to sex and age, injury categorization and trauma mechanism associated with the use and type of safety devices; that allow the proposal of aspects that the forensic medical expert must take into account in the medical legal history, in relation to the use and type of security devices, to establish or rule out causal links. The totality of cases evaluated in the Forensic Medical Clinic Section of the Department of Legal Medicine of Costa Rica between the years 2017 to 2020 was included, for a total of 70 cases; It was a controlled investigation to learn about new scientific approaches, through the analysis of events that occurred, specifying properties, measuring variables such as age, sex, injuries, trauma mechanisms; as well as the degree of relationship between one or more of these variables. The results showed that the male sex was more frequently documented, simple contusions and the mechanism direct trauma correspond to the type of injuries and trauma mechanism most reported in all the age groups analyzed. The use of the safety chair was related to trauma mainly to the head and face in ages from 0 to 4 years and, in the age group of 5 to 10 years, most of the injuries were located in the thorax. The use of booster seats was associated with trauma mainly to the upper and lower extremities in the 5 to 10-year-old age group. The use of seat belts was related to trauma mainly to the head and face in age groups between 5 and 12 years old, as a limitation was the lack of biomedical publications in this regard that allowed comparing the trauma associated as a consequence of the use of safety devices. security with the results of this

research work. The use of a diagram or instrument for data collection is proposed, useful for medicolegal expertise in this type of case and for future medico-scientific research.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Capítulo I. Introducción.....	1
1.1. El problema y su importancia	1
1.2. Justificación	6
1.3. Objetivos	7
1.3.1. Objetivo general	8
1.3.2. Objetivos específicos	8
Capítulo II. Marco teórico	9
2.1. Accidentes de tránsito en población infantil.....	9
2.2. Sistema de seguridad vial en la población infantil	11
2.3. Otros factores demográficos que aumentan los accidentes de tránsito.....	17
2.4. Consideraciones estadísticas en accidentes de tránsito en Costa Rica	19
2.5. Atenciones médicas de víctimas de accidentes de tránsito en Costa Rica.....	20
2.6. Biomecánica en los accidentes automovilísticos en la población infantil	21
2.7. Tipos de dispositivos de seguridad según el peso y la edad en la población infantil	27
2.7.1. Grupo de peso menor a 9 kg (20 lb).....	27

2.7.2. Grupo de peso de 9 a 18 kg (20 a 40 lb)	30
2.7.3. Grupo de peso de 18 a 27 kg (40 a 60 lb)	32
2.7.4. Grupo de peso de 27 kg (60 lb) o mayor peso	35
2.8. Lesiones en población infantil según regiones corporales.....	36
2.8.1. Trauma en cabeza.....	36
2.8.2. Trauma facial	40
2.8.3. Cuello	44
2.8.4. Trauma del tórax	50
2.8.5. Trauma abdominopélvico.....	53
2.8.6. Trauma óseo	56
2.9. Valoración de la severidad de traumatismo	58
Capítulo III. Marco metodológico	61
3.1. Tipo de investigación.....	61
3.2. Sujetos y población de estudio.....	61
3.3. Fuentes de información.....	61
3.4. Variables	62

Capítulo IV. Análisis y discusión de los resultados	64
4.1. Dictámenes medicolegales.....	64
4.2. Generalidades de los accidentes de tránsito en víctimas menores de 12 años.....	67
4.3. Aspectos relacionados con dispositivos de seguridad en víctimas de accidentes de tránsito menores de 12 años.....	77
4.4. Aspectos relacionados con el dispositivo de seguridad tipo silla de seguridad en víctimas accidentes de tránsito menores de 12 años.....	84
4.5. Aspectos relacionados con el dispositivo de seguridad tipo asiento elevador (booster) en las víctimas de accidentes de tránsito menores de 12 años.....	87
4.6. Aspectos relacionados con el dispositivo de seguridad tipo cinturón de seguridad en víctimas accidentes de tránsito menores de 12 años.....	90
4.7. Generalidades de incapacidades temporal y permanente desde el punto de vista medicolegal en víctimas de accidentes de tránsito en menores de 12 años.....	94
Capítulo V. Propuesta de aspectos que debe tomar en cuenta el perito médico forense en la historia medicolegal, con relación al uso y tipo de dispositivos de seguridad	98
Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones	103
6.1. Conclusiones.....	103
6.2. Recomendaciones	105

Referencias bibliográficas107

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Total de casos atendidos en la SCMF de menores de 12 años víctimas de accidente de tránsito según grupos de edad y años de atención 2017 al 2020	64
Gráfico 2 Total de casos atendidos en la SCMF de menores de 12 años víctimas de accidente de tránsito según sexo y años de atención 2017 al 2020	66
Gráfico 3 Tipo de manejo médico recibido en las víctimas de accidente de tránsito menores de 12 años por grupos de edad entre los años 2017 al 2020	67
Gráfico 4 Centros de salud que brindaron atención médica en los casos documentados de víctimas de accidente de tránsito menores de 12 años según año de atención 2017 al 2020	69
Gráfico 5 Tipo de vehículos involucrados en casos documentados de víctimas de accidentes de tránsito en menores de 12 años en los años 2017 al 2020	71
Gráfico 6 Ubicación del menor dentro del vehículo al momento del accidente en los casos documentados en los años 2017 al 2020	72
Gráfico 7 Tipos de accidentes de tránsito en menores de 12 años valorados en la SCMF en los años 2017 al 2020	73
Gráfico 8 Áreas anatómicas lesionadas según los tipos de accidente en las víctimas de accidentes de tránsito menores de 12 años en los años 2017 a 2020.....	74
Gráfico 9 Áreas anatómicas lesionadas según los tipos de accidente en las víctimas de accidentes de tránsito menores de 12 años en los años 2017 a 2020.....	76
Gráfico 10 Tipos de dispositivos de seguridad utilizados en víctimas de accidentes de tránsito	

en menores de 12 años en los años 2017 al 2020 según grupos de edad.....	77
Gráfico 11 Tipos de lesiones en víctimas de accidente de tránsito en menores de 12 años según grupos de edad en los años 2017-2020.....	79
Gráfico 12 Tipo de mecanismo de trauma en víctimas de accidente de tránsito en menores de 12 años según grupos de edad en los años 2017-2020	81
Gráfico 13 Áreas anatómicas lesionadas según grupos de edad en las víctimas de accidentes de tránsito menores de 12 años en los años 2017 a 2020	83
Gráfico 14 Áreas anatómicas lesionadas en víctimas de accidente de tránsito en menores de 12 años asociado dispositivo de seguridad tipo silla de seguridad según grupos de edad	86
Gráfico 15 Áreas anatómicas lesionadas en víctimas de accidente de tránsito en menores de 12 años asociado dispositivo de seguridad de tipo booster en el grupo de 5 a 10 años	89
Gráfico 16 Áreas anatómicas lesionadas en víctimas de accidente de tránsito en menores de 12 años asociado dispositivo de seguridad tipo cinturón de seguridad según grupos de edad.....	92
Gráfico 17 Periodos de incapacidad temporal documentados en las víctimas de accidente de tránsito en los menores de 12 años en los años 2017 al 2020 según grupos de edad.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Localización de los trazos de fractura y de las fracturas específicas en los patrones Le Fort.....	42
Tabla 2 Clasificación clínica modificada de la Whiplash Association Disorders	49
Tabla 3 Valoración de traumatismo en población pediátrica	59
Tabla 4 Variables.....	62

LISTA DE ABREVIATURAS

AVAD: Años de vida ajustados por discapacidad.

AVPP: Años de vida potencialmente perdidos.

Casper: Child Advanced Safety Project for European Roads.

CCSS: Caja Costarricense de Seguro Social.

Cm: Centímetros.

Cosevi: Consejo de Seguridad Vial.

INS: Instituto Nacional de Seguros.

ISS: Injury Severity Score.

Kg: Kilogramo.

Lbs: Libras.

PTS: puntos.

SCMF: Sección Clínica Médico Forense.

SOA: Seguro Obligatorio de Vehículos Automotores.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. El problema y su importancia

El trauma ha sido y es una causa frecuente de consulta en la atención médica sanitaria y causantes de alta morbilidad en la población, lo que incluye la población pediátrica: “Así las lesiones en niños a causa de accidentes siguen siendo un problema de salud pública en todo el mundo” (Marín González, 2017, s. p.). Los accidentes no intencionales causantes de lesiones en infantes pueden originarse por distintos ambientes y eventos dinámicos, por ejemplo, por caídas, precipitaciones, contusiones al practicar deportes o juegos e incluso accidentes de alta energía al utilizar medios de transporte.

Como se indica a continuación los: “Traumatismos son la primera causa de mortalidad entre los niños mayores de 1 año y constituyen una causa importante de incapacidad permanente” (López Olmedo, 2019, s. p.). Por lo tanto, hay que considerar que la consecuencia de los traumas no es únicamente un evento momentáneo, sino que también provocan alteraciones en la integridad psicofísica, con limitaciones para su desenvolvimiento en sus diferentes ámbitos y pueden requerir de atenciones terapéuticas.

La población infantil tiene predisposiciones implícitas que contribuyen a la aparición de accidentes no intencionales como su comportamiento imprudente ante situaciones de riesgo o etapas del desarrollo psicomotor caracterizadas por conductas de exploración. Además, las proporciones físicas corporales diferentes a la población adulta los condicionan a posibles lesiones de mayor gravedad, como se indica a continuación:

El diámetro y el peso de la cabeza, la estatura, la gran cantidad de agua corporal total

que hace más elásticos ligamentos importantes en columna, la laxitud de los huesos largos, menor rigidez en la pared abdominal y la flexibilidad de las estructuras de protección en la cabeza de los pacientes (Marín González, 2017, s. p.).

El crecimiento y desarrollo de los tejidos en la población pediátrica, permite comprender que la evolución de traumatismos es diferente a la población adulta. Un tejido muy documentado en las lesiones en los niños es el tejido óseo, que tiene características propias como: “Presencia de zonas de crecimiento (fisis) [...] el periostio está más vascularizado y tiene más componente celular, por lo que tiene más capacidad de formación ósea, y mayor elasticidad” (Márquez, Veloso Durán, Girbau Moreno y Escudero Cisneros, 2020, s. p.).

Al respecto hay que tomar cuenta que la propia característica del crecimiento en el caso particular de los huesos (fisis) predispone a discapacidades físicas mayores que en tejidos que ya haya concluido su etapa de crecimiento. Esta particularidad se puede evidenciar en otros tejidos como el neurológico, especialmente sensible y vulnerable a los traumatismos, por las características físicas mencionadas.

Los estudios de traumatología pediátrica demuestran que:

Entre los 0 y los 16 años, un 42% de los niños y un 27% de las niñas sufrirán al menos una fractura... Las localizaciones más frecuentes son: 45,1% en el radio [...] 18,4% en el húmero [...] 15,1% en la tibia, 13,8% en la clavícula y 7,6% en el fémur. Las fracturas que afectan a los cartílagos de crecimiento (fisis) representan el 21,7% de las lesiones (Márquez, Veloso Durán, Girbau Moreno y Escudero Cisneros, 2020, s. p.).

Además de lo anterior, se aclara que este tipo de fracturas infantiles son causadas principalmente por: “Las caídas y los accidentes de tráfico o deportivos” (López Olmedo, 2019, s. p.).

Los accidentes de tránsito se definen como una: “Colisión o incidente en el que se ven implicados al menos un vehículo sobre ruedas para uso en carretera, en movimiento, en una vía pública o privada con acceso público a las inmediaciones” (Ministerio de Salud de Costa Rica, 2019, s. p.). Estos son eventos esencialmente fortuitos y desgraciados que perpetúan una serie de eventos desfavorecedores para una sociedad y, por su frecuencia, se han considerado como un problema para la salud pública de las sociedades.

Se ha demostrado que los niños que participan en accidentes de tránsito tienen riesgo de: “Una lesión incapacitante de traumatismo craneoencefálico y de trauma torácico mayor cuanto menor es la edad de la víctima” (Marín González, 2017, s. p.). La variable de la edad es trascendental en la prevalencia de lesiones de infantes en este tipo de accidentes.

El estudio y análisis de las consecuencias de los accidentes de tránsito utiliza los conceptos de años de vida potencialmente perdidos (AVPP) y años de vida ajustados por discapacidad (AVAD). Estos permiten acercarse al impacto real de los accidentes de tránsito en una población determinada y conocer cuáles son las aristas útiles para futuras investigaciones prospectivas o transversales.

En el caso de AVPP es: “Una estimación de la cantidad de años más, que hubiese vivido un individuo que ha fallecido tomando en consideración la cifra de una determina causa de muerte y la distribución de años de las personas” (Gómez y Araya, 2018, s. p.). Por esto, cuanto más joven es una persona pierde más años al morir. Este indicador demuestra el impacto de una

causa de muerte en los distintos grupos poblacionales, según sexo y edad e incluso como mencionaron Gardner y Sanborn: “Este conocimiento ha sido utilizado en las decisiones de materia política del Estado” (citados por Gómez y Araya, 2018, s. p.).

En cuanto al indicador de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD), según Homenes refleja: “El periodo de vida saludable no recuperable de la persona incluyendo su muerte o la duración de la discapacidad” (citado por Gómez y Araya, 2018, s. p.). Además, señala la relación de las incapacidades resultado de accidentes o enfermedades: “En función del tiempo perdido en términos de vida saludable y laboral, debido a una discapacidad temporal o permanente que amenace su integridad psicofísica” (Alvis y Valenzuela 2010, s. p.).

En Costa Rica entre los periodos 2002 y 2004, las lesiones traumáticas por causas externas, que incluyen a los accidentes de tránsito, fueron: “La segunda causa de muerte en niños menores de 5 años, y son el primer lugar en las causas de años de vida potencialmente perdidos en menores de 5 años” (Benavides-Lara y Vargas-Salas, 2008). Lo anterior como resultado de la investigación de mortalidad por causas accidentales en niños menores de 5 años en el Hospital Nacional de Niños de Costa Rica.

En una investigación de Carga Global de la Enfermedad: breve revisión de los aspectos más importantes demostró que las principales causas de pérdida de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD). En Costa Rica entre los años 2004 y 2005: “Los accidentes de tránsito tienen el segundo lugar para el género masculino” (Evans-Meza, 2015, s. p.). Los indicadores mencionados demuestran la repercusión estadística de los accidentes de tránsito en diferentes grupos etarios, sin embargo, la importancia de esta problemática en términos socioeconómicos es mayor cuando la población afectada son personas adultas jóvenes y menores (Rosero-Bixby

y Jiménez-Fontana, 2012, citado por Ministerio de Salud de Costa Rica, 2019). Esto se explica con los conceptos de bono demográfico y etapa de antibono.

Cuando la población de edades más productivas (entre 18 y 45 años) crece más rápidamente que la población en edades dependientes como niños, ancianos o personas con discapacidades. Esto se conoce como bono demográfico y se refleja como una pirámide poblacional, con un abultamiento en el nivel de los 18 a 45 años, lo que evidencia el mayor crecimiento de las personas productivas potenciales, respecto a la población dependiente (Rosero-Bixby y Jiménez-Fontana, 2012, citados por Ministerio de Salud, 2019). En Costa Rica:

El bono demográfico inició en 1970 y se espera que finalice en el 2025, esta etapa de bono demográfico genera un mayor crecimiento económico y bienestar de los hogares; sin embargo, a partir del 2025 inicia una etapa de antibono (Rosero-Bixby y Jiménez-Fontana, 2012, citados por Ministerio de Salud, 2019, s. p.).

Es justamente cuando los consumidores crecerán más rápido respecto a las personas en edades productivas potenciales. Una fracción de esa población dependiente corresponde a las personas con discapacidades permanentes y, principalmente, si son de menor edad.

Las indemnizaciones se establecen mediante una valoración de daño corporal, la cual incluye una serie de: “Actuaciones médicas destinadas a establecer las consecuencias lo más exactamente posible, que hayan sido resultado de un suceso traumático determinado, y que un individuo ha experimentado en su integridad psicofísica” (Hernández Cueto, 2001, s. p.). Esto toma en cuenta: “Los conocimientos físicos de las variantes involucradas” (Delgado Bueno *et al.*, 2012, s. p.). Cabe indicar que esta actuación pericial será realizada cuando las lesiones presentadas hayan alcanzado su estabilidad lesional, es decir, que: “Sean permanentes y no

susceptibles a la mejoría con el tratamiento disponible en la actualidad” (García-Blázquez *et al.*, 2011, s. p.). La esencia de la valoración de daño corporal medicolegal, además de determinar la condición física de un individuo, logra establecer una relación de causalidad directa entre una lesión y una determina violencia externa.

La valoración pericial del daño corporal en los infantes tiene aspectos particulares como: “La evolutividad frente a los mismos cuadros patológicos, la capacidad de adaptación y los mecanismos de compensación no es igual en los niños y jóvenes que en las personas de edad avanzada” (Criado del Río, 2010, s. p.). Debido a las particularidades fisiológicas mencionadas, el estudio traumatológico forense en esta población es un tema que requiere de continuos estudios e investigaciones que aporten evidencia científica, especialmente en aspectos que carecen de esta, como las lesiones relacionadas con los dispositivos de seguridad vial. Esta es información que tomaría un valor transcendental para la relación de causalidad y valoración de daño corporal medicolegal.

1.2. Justificación

La presente investigación aporta información novedosa y útil para el análisis lesionológico de la población pediátrica en accidentes de tránsito, que en la actualidad no se encuentra documentada ni en investigaciones medicolegales. Los resultados pretenden cubrir esas áreas carentes de evidencia científica, que pueden resultar necesarias en el análisis de este tipo de casos. Debido a que los dispositivos de seguridad de tránsito, sillas, *booster*, cinturones y otros implementos, destinados a proteger la población infantil ocupante de vehículos han sido diseñados para salvaguardar el bien jurídico más importante, la vida de las personas resulta importante conocer la efectividad real de estos.

Por otro lado, los resultados de esta investigación permiten mejorar las técnicas periciales de interrogatorio para facilitar el razonamiento y lograr relaciones de causalidad más sólidas entre las lesiones de población pediátrica ocupante de vehículos que haya estado involucrada en accidentes de tránsito y los dispositivos de seguridad vial que se utilizan. Al permitir comprender la efectividad de los dispositivos de seguridad de la población estudiada involucrada en accidentes de tránsito, los resultados de esta investigación pueden facilitar estudios posteriores que incluyan otras variables como grupos poblacionales.

La utilidad metodológica de esta investigación radica en que permitirá estudiar más adecuadamente la relación entre las variables involucradas en este tipo de traumas (edad, tipo de dispositivo, indicaciones de uso, tipo de vehículo, posición dentro del vehículo, entre otros) en una población vulnerable como la infantil. Por lo anterior, se pretende responder la siguiente interrogante:

¿Cuáles son los aspectos involucrados con el cuadro lesionológico asociado con los dispositivos de seguridad en las personas víctimas de accidentes de tránsito menores de 12 años, valorados en la Sección de Clínica Médico Forense del Departamento de Medicina Legal de Costa Rica, entre los años 2017 al 2020?

1.3. Objetivos

A continuación, se especifican los objetivos de esta investigación.

1.3.1. Objetivo general

Analizar el uso de los dispositivos de seguridad en las personas víctimas de accidentes de tránsito menores de 12 años, valoradas en la Sección de Clínica Médico Forense del Departamento de Medicina Legal de Costa Rica entre los años 2017 al 2020.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar tipo de lesiones, mecanismo de trauma y tipo de atención médica recibida según sexo y edad en víctimas de accidentes de tránsito menores de 12 años valoradas en la Sección de Clínica Médico Forense del Departamento de Medicina Legal de Costa Rica entre los años 2017 al 2020.
2. Categorizar las lesiones y el mecanismo de trauma asociados con el uso y tipo de los dispositivos de seguridad en este grupo.
3. Proponer aspectos que debe tomar en cuenta el perito médico forense en la historia medicolegal con relación al uso y tipo de dispositivos de seguridad que permitan que se establezcan o descarten nexos causales.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Accidentes de tránsito en población infantil

La descripción y el análisis de las circunstancias relacionadas con los eventos traumatológicos han sido de interés en las valoraciones medicolegales y tienen en cuenta las características físicas de la energía que actúa en el cuerpo de un individuo determinado. Además, considera las particularidades constitucionales anatomofuncionales de las personas.

La frecuencia de los accidentes de tránsito como fenómeno global, ha hecho que su problemática adquiera diferentes connotaciones en las sociedades, desde problemáticas asistenciales para los centros de salud, como consecuencias para las indemnizaciones por parte de las aseguradoras de vehículos automotores. Es en este punto donde el interés medicolegal retoma una especial importancia.

La problemática de los accidentes de tránsito en los infantes se ha documentado en relación con la severidad de las lesiones y la letalidad de estas:

Los accidentes automovilísticos son la segunda causa principal de muerte entre los niños de entre 5 y 14 años [...] el 32% de las muertes por accidentes de tránsito en Europa de niños de hasta 14 años involucran a ocupantes de automóviles (Brolin *et al.*, 2021, s. p.).

De acuerdo con Vallès Mas y Forrelland Vives (2020): “Cada año, 700 niños mueren en las carreteras europeas y 80 000 resultan heridos” (s. p.). Los accidentes de tránsito representan una de las principales causas de morbimortalidad en las personas menores involucradas debido a que: “Son una de las principales causas de muerte y lesiones entre los niños de 1 año” (Stewart *et al.*, 2021, s. p.). “Las lesiones sufridas en accidentes de tráfico de vehículos motorizados son

la principal causa de muerte entre los niños en los Estados Unidos” (Children Injured in Motor Vehicle Traffic Crashes, 2010, s. p.), esto a pesar del uso de dispositivos de seguridad. Las lesiones mortales se presentan principalmente en el cuello y cabeza en los niños sujetos a los dispositivos de seguridad (de forma adecuada o no), lo que se debe principalmente al exceso de velocidad.

Los estudios epidemiológicos han demostrado que los accidentes de tránsito en las personas menores de edad ocurren principalmente en menores de sexo masculino y en zonas urbanas. En el caso de los accidentes como pasajeros de vehículos ocurren con más frecuencia en las víctimas con mayor nivel socioeconómico y la modalidad de accidente atropello en población de menor nivel socioeconómico. Además, representan para ambos sexos una de las principales causas de mortalidad general en los grupos de edad de 5 a 9 años y 10 a 14 años y mortalidad a causa de agentes externos en poblaciones de un año, 5 a 9 años y 10 a 14 años (Bustos Córdova *et al.*, 2014). Esto demuestra la importancia y el creciente problema de salud pública en el mundo.

El estudio médico forense de la traumatología en ocupantes de vehículos es directamente proporcional al conocimiento de la biomecánica involucrada. Este estudio se entiende como: “La aplicación de los principios de la mecánica sobre los sistemas biológicos” (Represas Vázquez y Vivas Broseta, 2019, s. p.). La finalidad medicolegal de la biomecánica forense relacionada con los accidentes de tránsito es el análisis de la causalidad, mediante: “La reconstrucción de una lesión por comparación entre el riesgo poblacional de lesión del mecanismo causante y la tolerancia del individuo” (Represas Vázquez y Vivas Broseta, 2019, s. p.).

Los principales objetivos de la Biomecánica de las lesiones son: a. Identificar el mecanismo físico que produce una determinada *lesión*. Por ejemplo, la lesión axonal difusa y la aceleración rotacional; la fractura espiroidea y el momento de torsión; b. Predecir la respuesta de un tipo de tejido corporal a una determinada fuerza o aceleración (Represas Vázquez y Vivas Broseta, 2019, s. p.).

Por lo anterior, el estudio forense de los accidentes de tránsito se ha interesado en la determinación causal de los factores involucrados, por lo que se han identificado principalmente cinco, entre estos: “La conducción bajo los efectos del alcohol, el exceso de velocidad, la no utilización del casco (motocicletas), del cinturón de seguridad y de los sistemas de retención para niños” (Represas Vázquez y Vivas Broseta, 2019, s. p.). Esto demuestra que se necesita de un análisis multidisciplinar para el análisis integral de la etiología de los accidentes de tránsito, como las ciencias de toxicología y de ingeniería forense.

2.2. Sistema de seguridad vial en la población infantil

La seguridad de los ocupantes de vehículos es proporcional al uso de sistemas de sujeción, los cuales modifican el movimiento relativo de los cuerpos dentro de la estructura de la carrocería del automotor, mediante cambios en los principios físicos de la energía, como el aumento del tiempo de detención del cuerpo y la disminución de la fuerza de aceleración asociada con el movimiento de las vísceras de las personas. En el caso de la población infantil, la implementación de dispositivos de seguridad ha disminuido la presentación de lesiones graves y de la mortalidad.

Los sistemas de retención infantil para los automóviles se han diseñado desde la década de 1960 (Isaksson-Hellman *et al.*, 1997). El uso de estos sistemas mostró resultados favorables

en la protección de la persona menor, así como una tendencia al riesgo de lesiones cuando su uso es incorrecto. En cuanto a este último, puede atribuirse a la colocación inadecuada del dispositivo dentro del vehículo, como la elección de acuerdo con la edad y talla de la persona menor para lo recomendado según el dispositivo de seguridad.

El grupo de edad entre los cuatro y diez años tienen como principal causa de muerte traumática específicamente los accidentes de tránsito y su traumatología varía de acuerdo con la modalidad de accidente:

En los atropellos es frecuente la asociación de un trauma craneoencefálico con una lesión torácica o abdominal y fractura de fémur [...] las lesiones de cráneo y de columna cervical son características de los ocupantes de vehículos que no utilizan cinturón de seguridad (Suárez y Serrano, 2013, s. p.).

En el caso de las lesiones abdominales también llamadas: “Lesiones por cinturón debido a un uso incorrecto de los elementos de sujeción adecuados para niños” (Suárez y Serrano, 2013, s. p.), los dispositivos de seguridad y su forma de usarlos son un factor por considerar en el análisis lesionológico.

Una problemática actual en estos dispositivos de seguridad es que no están incluidos en el diseño del sistema de seguridad en la fabricación industrial de los vehículos automotores, este diseño está dirigido a individuos adultos con tamaño mayor a 150 cm de altura (Vallès Mas y Forrelland Vives, 2020). Esto evidencia una gran brecha para la seguridad de la población infantil:

En la actualidad, el grupo de edad de 4 a 12 años no está incluido en las pruebas de vehículos dinámicas estandarizadas ni en los programas regulatorios ni de calificación

del consumidor [...] estos niños han sido olvidados en el proceso legal de certificación de vehículos (Brolin *et al.*, 2021, s. p.).

El diseño de estos artefactos de seguridad en las personas infantiles idealmente debería fabricarse junto el sistema de seguridad de cada vehículo de forma particular. De esta forma, se pueden optimizar los resultados esperables ante posibles accidentes de tránsito: “Los asientos elevados dependen del cinturón de seguridad del vehículo para proporcionar sujeción, los asientos elevados deben diseñarse y probarse dinámicamente junto con el vehículo para garantizar un buen desempeño de seguridad” (Brolin *et al.*, 2021, s. p.).

El sistema de retención diseñado para la población infantil requiere del conocimiento y uso adecuado por parte de los padres: “Es tan importante elegir el sistema más adecuado para cada situación como instalarlo de forma correcta” (Vallès Mas y Forrelland Vives, 2020, s. p.), ya que, de forma contraria, su eficacia disminuye.

De la misma manera que los cinturones de seguridad del automóvil pueden suponer un aumento de la probabilidad de salvar la vida o reducir el índice de lesiones en un accidente, los sistemas de retención infantil se comportan de forma equivalente para los más pequeños (hasta los 12 años/135-150 cm) (Vallès Mas, Forrelland Vives, 2020, s. p.).

Estudios de la seguridad aportada por los asientos elevadores en los niños en el momento de un accidente de tránsito, demuestran que la severidad de las lesiones en niños que no utilizaron este tipo de dispositivos fue mayor y como consecuencia, mayor grado de incapacidad en el menor. “Las tasas estimadas de lesiones incapacitantes para los niños sin sujeción fueron

del 6% al 8% en comparación con el 1% al 1,5% para los niños sujetos a sujeción de todas las edades” (Children Injured in Motor Vehicle Traffic Crashes, 2010, s. p.).

El registro de porcentajes estadísticamente significativos de consecuencias físicas en menores ocupantes de vehículos es el punto de inicio de nuevas investigaciones para mejorar la seguridad en esta población.

Las muertes y lesiones de niños ocupantes ocurren principalmente en impactos frontales y laterales para niños sentados en vehículos de pasajeros. La cabeza es la región del cuerpo que se lesiona con más frecuencia en los niños que miran hacia adelante, independientemente de la dirección del choque (Brolin *et al.*, 2021, s. p.).

La ausencia de uso en los dispositivos en población de menor edad caracterizados por tallas pequeñas y de diferentes proporciones corporales en comparación con los adultos, ocasiona ajustes inadecuados de los cinturones de seguridad, que también puede aumentar la presencia de posturas inadecuada en las personas menores:

Los niños sentados directamente en el asiento tenían más a menudo contacto del cuello con el cinturón de seguridad y para evitar la incomodidad del cuello, los niños se inclinaban a bordo con respecto al vehículo o giraban la parte superior del cuerpo (Brolin *et al.*, 2021, s. p.).

La relación de la talla de la persona con respecto a la altura del segmento diagonal del cinturón de tres puntos es uno de los elementos que se mejoran con el uso de asientos elevadores con o sin respaldo:

Las diferencias en el deslizamiento del cinturón de hombro entre los niños bajos, y los

altos pueden explicarse por el hecho de que la estatura de los niños altos permitía que el cinturón tuviera un efecto de agarre en el hombro mientras que los niños bajos se salían del cinturón (Brolin *et al.*, 2021, s. p.).

Esta condición implica la recurrencia de lesiones a nivel de cabeza y cuello e incluso en el tórax, esto porque los puntos de apoyo en cinturón serían diferentes. El factor de la edad no solo representa una condición de inmadurez en los órganos y tejidos de las personas infantiles que las vulnera ante energías externas, sino también la capacidad de predecir los eventos trágicos y su capacidad de respuesta implica una biomecánica distinta desde un punto de vista espacial como en: “Eventos de frenado, los niños pequeños se movían hacia adelante y hacia abajo con un mayor movimiento de flexión de la cabeza en comparación con los niños altos que tenían un movimiento hacia adelante más erguido” (Brolin *et al.*, 2021, s. p.). La edad es una consideración no solo anatómica, sino también biomecánica, en el momento de analizar la lesionología.

El estudio de la biomecánica de traumatismos en la población pediátrica se ha apoyado en la tecnología disponible de las investigaciones en modelos numéricos de cuerpo entero diseñados para diferentes edades y tallas. Esto se acerca no solo en las características del tamaño y proporción del cuerpo también en características como elasticidad, resistencia y capacidad de deformación de los tejidos, lo que potencia experimentalmente los resultados de estos eventos para que puedan utilizarse en el diseño y fabricación de dispositivos de seguridad infantil.

El proyecto Child Advanced Safety Project for European Roads (CASPER) ha desarrollado modelos detallados de elementos finitos (EF) de las edades de 6 meses, 1, 3 y 6 años [...] En 2003, Okamoto *et al.* desarrolló un modelo de peatón de 6 años con

miembros inferiores detallados [...] vale la pena señalar que este es el único modelo en el que la antropometría específica de la edad del niño se tomó directamente de imágenes médicas de un niño, en lugar de depender de datos escalados de adultos. (Brolin *et al.*, 2021, s. p.).

Los estudios para demostrar la seguridad de los dispositivos como los elevadores de asiento, con o sin respaldo, se elaboran en la mayoría de las ocasiones bajo la premisa de una posición sedente de forma natural, con la cabeza apoyada en el respaldo, el torso, abdomen y extremidades descansando sobre el asiento mirando todos hacia una misma posición. Sin embargo, lo natural en la población infantil es que adopten posiciones diferentes a la postura esperable para un viaje en automóvil.

El factor de disposición postural de las personas menores está definido por las distracciones dentro y fuera de la cabina de un vehículo, ya que permiten que se muevan y cambien sus posiciones durante un viaje. Además, puede afectar el cansancio de un trayecto prolongado o que al dormir sentados, la posición del tórax, el cuello y la cabeza, se trasladen hacia adelante, lo también puede presentarse incluso al utilizar dispositivos electrónicos (celulares o tabletas). Esto disminuye la capacidad de seguridad de estos dispositivos, debido que la biomecánica en el momento de un accidente de tránsito, en una postura diferente a la esperada, tiende a modificar la dinámica y comportamiento de las regiones corporales y sus tejidos.

Las posturas autoseleccionadas están influenciadas por las actividades y distracciones de los niños [...] varios factores, como la edad, el diseño de los sistemas de sujeción y la geometría del cinturón de seguridad, la incomodidad, la actividad y el entorno de la

carretera, afectan las posturas sentadas [...] las posibles razones de este comportamiento fueron la incomodidad, la atención a través de la ventana lateral y hablando con el conductor (Brolin *et al.*, 2021, s. p.).

En cuanto a las alternativas que se han tratado de aplicar para reducir las posturas descritas en las personas menores, estas están orientadas a las características de los dispositivos de sujeción, debido que el comportamiento reflejo de posturas autoseleccionadas motivadas por conductas de exploración o distracciones en esta población no pueden eliminarse en su totalidad como parte de las modificaciones. Estos dispositivos son: “Asientos elevados con respaldo alto y soportes laterales ayudan a restringir el movimiento lateral y brindan apoyo para la cabeza y el torso de los niños cuando duermen” (Brolin *et al.*, 2021, s. p.).

2.3. Otros factores demográficos que aumentan los accidentes de tránsito

La prevalencia e incidencia de accidentes de tránsito en muchos países demuestra que este fenómeno tiene una tendencia al incremento. En la literatura se indica que el factor humano es el elemento causal más relevante; esta variante causal inició la investigación de las características demográficas en diferentes grupos poblacionales.

Los adultos mayores, personas mayores de 65 años, forman parte del concepto actual de transición demográfica, que en el caso de Costa Rica se proyecta hasta el año 2050. Este está caracterizado por una paulatina cantidad mayor de población adulta mayor, que cuenta con: “Mayor disponibilidad de tiempo para utilizar el automóvil, dando lugar a un incremento en el número de conductores ancianos en las carreteras” (Garre-Olmo, Vilalta-Franch. y López-Pousa, 2008, s. p.). Lo anterior implica un factor humano más que se debe considerar en la multicausalidad de los accidentes de tránsito, como se explica a continuación:

Entre los factores asociados a la dificultad para conducir en personas de edad avanzada se han descrito el deterioro de la visión, la mayor predisposición a la fatiga, la polimedicación, la discapacidad funcional y el deterioro cognitivo (Garre-Olmo, Vilalta-Franch, y López-Pousa, 2008, s. p.).

Desde un punto de vista más estricto, se ha demostrado que el deterioro cognitivo no representa una dificultad para la habilidad de conducir un automotor: “Dado que las conductas automáticas de conducción dependen de la memoria de procedimiento (capacidad de realizar acciones automatizadas)” (Garre-Olmo, Vilalta-Franch y López-Pousa, 2008, s. p.). Sin embargo, esta condición funcional limita la capacidad de integración de varios estímulos en el momento de reaccionar, de forma pronta y oportuna, a escenarios dinámicos y cambiantes en el momento de conducir vehículos automotores. Por lo tanto:

Tienen más dificultades para realizar una conducción segura y se incrementa el riesgo de cometer infracciones de tráfico y de sufrir accidentes, en un elevado porcentaje, en las intersecciones e incorporaciones a un nuevo carril, mientras que tienen una baja representación en el porcentaje de accidentes causados por pérdida de control del vehículo o exceso de velocidad (Garre-Olmo, Vilalta-Franch y López-Pousa, 2008, s. p.).

La variante de población adulta mayor es, por lo tanto, un factor que tiende a aumentar el riesgo de eventos accidentales en el momento de la conducción de automotores. Este factor, por el cambiante comportamiento demográfico actual en la mayoría de los países, tiene una tendencia al incremento y con esto la posibilidad de aumentar accidentes con otros vehículos, así como en sus ocupantes que podría ser población infantil.

2.4. Consideraciones estadísticas en accidentes de tránsito en Costa Rica

Los accidentes de tránsito son un problema conocido en el país costarricense que ha estado presente y continúa en aumento, por lo que representa un fenómeno causal de consecuencias sociales, económicas, familiares, médicas, entre otros aspectos para la sociedad.

El Consejo de Seguridad Vial (Cosevi) creado mediante la Ley 6324, es la entidad encargada de la:

Organización formuladora de políticas, facilitadora, fiscalizadora e integradora de esfuerzos por medio del financiamiento de proyectos de seguridad vial, ejecutados interorganizacionalmente y orientados a crear, promover y mantener en la sociedad una cultura de seguridad vial; coadyuvando con ello, a lograr una mejor condición y calidad de vida de los habitantes del país (Cosevi, 2013, s. p.).

En un esfuerzo por mantener un continuo análisis epidemiológico de la situación vial en Costa Rica el Cosevi realiza informes anuales con registros de las variantes relacionadas, en lo que respecta a los accidentes de tránsito. Para esto, documenta los siguientes puntos:

- El porcentaje de personas involucradas en accidentes de tránsito con víctimas por tipo de vehículo en el que viajaba en el año 2018 se registró en el total de casos: “La motocicleta en el 31,4% de los casos, automóvil en el 32,0%, *pick up* en el 4,9%, taxis en el 1,7% y microbuses en el 1,3% de los casos” (Cosevi, 2018, s. p.).
- El porcentaje de personas involucradas en accidentes de tránsito según sexo en el año 2018 tiene un claro predominio el sexo masculino, en el año 2018: “El 76,7% de

los casos ocurrieron en masculinos, y el 22,7% de los casos ocurrieron en mujeres” (Cosevi, 2018, s. p.).

- El porcentaje de personas involucradas en accidentes de tránsito, según rol en el 2018: “El rol de conductor ocurrió en un 45% de los casos, los pasajeros de carros en un 11,1%” (Cosevi, 2018, s. p.), y según el rol agrupado para el año 2018: “Se documentó un 58,7% de los casos en los ocupantes de vehículos” (Cosevi, 2018, s. p.), sin especificar la posición de sus ocupantes dentro del vehículo.
- El porcentaje de accidentes de tránsito con víctimas según el tipo de accidente en el año 2018: “La colisión con motocicleta ocurrió en un 42,1% de los casos, la colisión entre vehículos en un 19,4%, vuelco en un 7,7%, y colisión con un objeto fijo en un 2,9%” (Cosevi, 2018, s. p.), sin especificar el tipo de colisión (frontal, trasera o lateral) entre los vehículos.

2.5. Atenciones médicas de víctimas de accidentes de tránsito en Costa Rica

Entre las disposiciones de la Ley 7331 (2008), en relación con los tipos de vehículos con permiso a la libre circulación vial, se encuentran los vehículos livianos (automóviles y todo terreno), ciclomotores (motobicicletas, bicimotos, las motocicletas, triciclos, cuadraciclos, entre otros), vehículos de carga (remolques y semirremolques), vehículos para el transporte público de personas (taxi, autobuses, buseta y microbuses) y maquinaria de uso agrícola e industrial (tractores de llantas u oruga). Todos los anteriores deben cumplir con requisitos mínimos para su circulación, requisitos estructurales, revisiones técnicas vehiculares, así como el permiso o licencia específico al tipo de vehículo para sus conductores.

En Costa Rica la regulación que permite asegurar las atenciones médicas de personas que presenten lesiones en un accidente de tránsito corresponde al Seguro Obligatorio de Vehículos Automotores (SOA). Este es regulado y cobrado a toda persona propietaria de vehículos de forma anual para obtener el permiso para la libre circulación del vehículo durante un determinado periodo (Ley 9078, 2012).

El Seguro Obligatorio de Vehículos Automotores (SOA), además de regular el libre tránsito de los vehículos: “Asegura a las personas que resulten lesionadas en un accidente, cubriendo la lesión y la posible muerte” (Ley 9078, 2012). Esta póliza permite al Instituto Nacional de Seguros pagar la suma correspondiente al porcentaje de incapacidad permanente en concepto de las indemnizaciones por incapacidad total o parcial permanente.

2.6. Biomecánica en los accidentes automovilísticos en la población infantil

El estudio de las alteraciones anatómicas o funcionales en los tejidos del organismo, implica el reconocimientos de la energía o fuerza externa (trauma) que en estos actúan; el estudio y esclarecimiento de la forma en como el trauma interactúa en los cuerpos de las personas, es conocido como el mecanismo de acción o de trauma de las lesiones desde el punto de vista médico forense. En la literatura especializada en trauma existen cinco mecanismos de lesión que combinados generan los complejos patrones lesionales observados en los actos de violencia extrema, y que son: penetrante, contuso, lesión por explosión, trauma por desaceleración/cizallamiento, trauma térmico y eléctrico y trauma por suspensión. (Arcaute-Velazquez et al., 2016).

En el caso de los mecanismo de acción o de trauma de las lesiones contusas, estos según Instituto de Medicina Legal del Peru “Dr. Leonidas Avendaño Ureta”,2014, p., pueden agruparse en dos tipos:

- El primero de mecanismo directo el cual corresponde cuando la lesión “aparece en la misma zona de aplicación de la fuerza del instrumento”, como parte de este grupo de mecanismos de trauma se mencionan los tipos de mecanismo específicamente la percusión, presión, fricción, tracción y torsión.
- Los mecanismos de trauma indirectos, corresponden cuando “lesiones se pueden apreciar en zonas distantes al lugar del impacto primigenio. Llamado también contragolpe, por ejemplo. lesiones contusas encefálicas en antipolo, ptosis renal en caídas de pie desde cierta altura” (Instituto de Medicina Legal del Peru “Dr. Leonidas Avendaño Ureta”,2014, p.).

Para efectos de este trabajo estos son los conceptos que se consideran más adelante para contextualizar los mecanismos traumáticos.

Los accidentes de tránsito pueden presentarse en diferentes modalidades y dinámicas, como choques, colisiones frontales, laterales o por la parte trasera del vehículo y el tipo de volcaduras. Los accidentes con vuelcos de los automotores representan para la población infantil altas posibilidades de presentar lesiones graves, principalmente para los que no utilizan dispositivos de seguridad:

Los niños involucrados en choques por vuelcos tuvieron las tasas de incidencia más altas

de lesiones incapacitantes [...] la tasa estimada de lesiones incapacitantes entre los niños que no estaban sujetos fue del 26%, en comparación con el 9% entre los niños sujetos en asientos de seguridad (Children Injured in Motor Vehicle Traffic Crashes, 2010, s. p.).

La arista de la posición del ocupante de un vehículo en el momento del accidente puede determinar la presencia de lesiones en determinadas regiones corporales, como ocurre con los traumatismos craneoencefálicos en personas menores, incluso por el efecto de la energía cinética implícita en maniobras de frenado, emergencias o en el momento de un choque o colisión. Sin el sistema de sujeción adecuado la probabilidad de lesiones es más elevada.

Las características de regiones corporales de los individuos tomarán en cuenta no solo el tamaño y la constitución anatómica, también el desarrollo y madurez de segmentos corporales y órganos que pueden contribuir con una fragilidad y vulnerabilidad ante posibles traumas que pueden experimentar. La edad es una entidad biológica que deberá tomarse en cuenta en el momento de un análisis lesionológico: “Los niños no son adultos pequeños y especialmente la cabeza, la columna vertebral, el tórax y la pelvis tienen implicaciones para la seguridad del vehículo. (Brolin *et al.*, 2021, s. p.). Por otro lado:

La fisonomía de los niños va cambiando a medida que crecen, y por ello es preciso disponer de diferente sistema de retención infantil que se vayan adaptando a su crecimiento [...] y cada uno de ellos debe ser válido según la talla y peso del niño (Vallès Mas y Forrelland Vives, 2020, s. p.).

El estudio de la biomecánica en los cuerpos de individuos de menor tamaño, como la población infantil con una menor medida de talla y peso, ha dado lugar a estudios con dispositivos antropomórficos que asemejan los diferentes tamaños de las personas según su edad

e incluso incorporan características de inmadurez de tejidos para aproximarse a los resultados reales de los accidentes de tránsito.

Los dispositivos de prueba antropomórficos se utilizan para evaluar los sistemas de seguridad en cargas de choque [...] la representación anatómica de las regiones corporales con respecto al tamaño y el peso se basa en bases de datos de antropometría infantil [...] los modelos del cuerpo humano tienen la ventaja potencial de simular detalles anatómicos y predecir la cinemática biofidelica y las lesiones a nivel de tejido [...] para la optimización de los sistemas de seguridad basados en datos del mundo real y pueden aumentar la comprensión de los mecanismos de lesiones específicos del niño (Brolin *et al.*, 2021, s. p.).

La proporción del tamaño de los segmentos corporales y órganos contribuyen al efecto de masa en la energía cinética involucrada, en el caso de la población infantil conforme menor edad presente: “La cabeza es proporcionalmente más grande y pesada” (Brolin *et al.*, 2021, s. p.). Esto resulta en un centro de gravedad diferente en la población infantil, con respecto al tamaño de la cara y el cerebro de esta población tiene una proporción de masa menor en comparación con los adultos. “A los 3 años la masa cefálica es el 80% de la masa del adulto y a los 10 años es aproximadamente el 95%” (Brolin *et al.*, 2021, s. p.), lo permite que efectos de mecanismos del trauma como aceleración-desaceleración y de golpe-contragolpe presenten traumatismos de mayor severidad, al contar con mayor espacio intracraneal.

En un recién nacido, la cabeza supone el 25% del peso del cuerpo y la musculatura del cuello está todavía por formar [...] las cervicales, por *su* parte, todavía deben madurar.

Las crestas ilíacas tampoco están desarrolladas, y la línea de la pelvis está todavía muy baja (Vallès Mas, Forrelland Vives, 2020, s. p.).

La edad es un factor que puede modificar el tipo y frecuencia de lesiones en diferentes regiones corporales, debido a las proporciones corporales cambiantes, desde la lactancia hasta el desarrollo y la adultez de las personas. Este principio se señala prioritariamente en la cabeza y cuello del cuerpo, así como en la región toracoabdominal:

Los niños menores de 1 año tenían un porcentaje más alto de lesiones en la cabeza (70%), en comparación con los niños de 1 a 3 años (51%) y los de 4 a 7 años (39%) [...] los bebés menores de 1 año también tuvieron tasas más altas de lesión torácica que los niños mayores (31% versus 13%) (Children Injured in Motor Vehicle Traffic Crashes, 2010, s. p.).

Los mecanismos contusos involucrados en los accidentes de tránsito por simples que sean usualmente son de alta energía. Esta energía se trasmite a los tejidos, lo que provoca traumatismos especialmente en la población pediátrica: “Bajo ningún concepto se debe minimizar la peligrosidad de un trayecto en automóvil, por breve que sea y debemos recordar siempre que la silla de seguridad para un niño es un sistema de seguridad pasiva vital”. (Vallès Mas y Forrelland Vives, 2020, s. p.) Por lo tanto, el uso de sistemas de seguridad infantil en los vehículos debe ser riguroso, así como la elección correcta de acuerdo con la talla y peso de la persona menor.

El tamaño de la cabeza es proporcionalmente mayor conforme menor edad tiene una persona, por lo que la edad es una variante que condiciona la vulnerabilidad a la presencia de

traumatismos cuando intervienen mecanismo aceleración y desaceleración, aunado a una relativa inmadurez de los tejidos del cuello en la población infantil.

La fuerza de los músculos espinales en los bebés y los niños pequeños no suele ser suficiente para controlar el movimiento de la cabeza en situaciones de impacto debido a la gran inercia de la cabeza [...] el cuello del niño es una estructura delgada y las vértebras tienen grandes porciones de cartílago [...] las articulaciones facetarias del cuello tienen más ángulos horizontales que en los adultos, lo que da menos resistencia estructural al cizallamiento perpendicular al eje longitudinal de la columna (Brolin et al., 2021).

Las consideraciones en la anatomía de la cabeza y el cuello de la población infantil han requerido que los sistemas de sujeción habituales de los adultos deban modificarse para resguardar la seguridad de los órganos vitales que están contenidos en estas regiones corporales. Uno de los primeros cambios que se planteó en el cambio de posición de los niños durante el viaje en un vehículo implica: “La reducción del riesgo de lesiones para bebés y niños pequeños asociada con los asientos para niños orientados hacia atrás se ha demostrado en muchos estudios” (Brolin *et al.*, 2021, s. p.). En países como Suecia y Estados Unidos se recomienda esta posición hasta los cuatro y dos años respectivamente.

Los sistemas de sujeción de cinturones de seguridad de tres puntos que se utilizan en menores, de la forma tradicional como los utilizan los adultos, produce en ellos: “Un mayor movimiento de la cabeza hacia adelante y hacia abajo” (Brolin *et al.*, 2021, s. p.), con una flexión abrupta y forzada de la columna cervical. Esto provoca mecanismos de compresión, tracción o

estiramiento en el tejido y plexos nerviosos en el cuello, lo que aumenta la morbimortalidad en este tipo de accidentes.

El efecto del sistema de seguridad de cinturón de tres puntos mencionado en el párrafo anterior se explica no solo por la variante del desarrollo de los tejidos en las regiones anatómicas descritas, sino que también toma en cuenta la estatura de la persona menor, ya que de esta dependerá su relación espacial con el cinturón de seguridad. Por lo tanto, una persona infante de mayor edad, pero de baja estatura, se podría beneficiar de sistemas de un dispositivo sujeción diferenciado según su talla y no solamente por el factor de la edad.

La biomecánica forense en la población infantil en general será diferenciada en comparación con la biomecánica de los adultos por elementos de tamaño, inmadurez de los tejidos y la relación espacial de los dispositivos de seguridad de adultos en las distintas regiones corporales. Por lo tanto, el conocimiento de las condiciones anatomofuncionales de las regiones corporales de una persona infante y la aplicación de dispositivos de seguridad, según talla y edad, constituyen elementos de interés para el análisis lesionológico en esta población.

2.7. Tipos de dispositivos de seguridad según el peso y la edad en la población infantil

A continuación, se especifican los tipos de dispositivos de seguridad según el peso y la edad en la población infantil.

2.7.1. Grupo de peso menor a 9 kg (20 lb)

La primera consideración en este grupo de edad es la posición más segura se ha demostrado que la posición mirando hacia atrás o en sentido contrario a la marcha del vehículo, previene considerablemente las lesiones severas en la cabeza y cuello en este grupo. Además,

los cinturones de seguridad, ya sea de tres o cinco puntos de sujeción, pueden utilizarse de forma indiferente si se asegura la posición adecuada dentro del vehículo: “Se informan lesiones catastróficas en el cuello con daños en el cordón en los casos en que los asientos para bebés se han instalado incorrectamente, mirando hacia adelante” (Howard, 2000, s. p.). Algunas investigaciones han demostrado que la forma más común del uso inadecuado de los dispositivos de protección orientados hacia atrás fue: “Un anclaje inadecuado al automóvil” (Isaksson-Hellman, Jakobsson, Gustafsson y Norin, 1997, s. p.).

La posición de viaje en el sentido contrario a la marcha del vehículo es de interés debido a las características anatómicas de los bebés, en cuanto a la inmadurez de esta población en los tejidos musculares, cartilagosos y del parénquima de órganos elásticos como los pulmones. Esto los predispone a lesiones por los mecanismos que se experimentan si viajan en el mismo sentido del vehículo o mirando hacia adelante:

Los pulmones no están todavía formados y el esqueleto, y el resto de los órganos están todavía inmaduros [...] colocar a los bebés en un portabebés de primera generación, en los que la posición es de semisentado, puede causar que la cabeza caiga hacia adelante, las vías respiratorias se cierren y aparezca la asfixia postural (Vallès Mas y Forrelland Vives, 2020, s. p.).

La recomendación para esta posición de viaje es utilizarla por el mayor periodo posible, en caso de los asientos para bebés hasta aproximadamente los 9 meses de edad y el asiento de niños incluso hasta los 3-4 años (Isaksson-Hellman, Jakobsson, Gustafsson y Norin, 1997).

La posición de viaje en los asientos traseros de los vehículos recomendada para la población infantil no está dirigida a evitar maniobras de distracción para el adulto conductor,

sino por la presencia de bolsas de aire que se encuentran colocadas en la parte delantera del interior de los vehículos. Estas tienen una función de desaceleración junto con el uso del cinturón de seguridad en el momento de un accidente de tránsito para evitar traumatismos principalmente en el hemicuerpo superior. En el caso de las personas menores y si el dispositivo de seguridad está en la zona de inflado de la bolsa de aire: “Un *airbag* no es un cojín; la fase inicial es una explosión química que se ha comparado con un impacto de 300 km / h” (Howard, 2000, s. p.). Por eso, en la posición de viaje en los asientos delanteros, colocados en la zona de inflado, la activación de la bolsa de aire representa un impacto fuerte agregado a los que se pueden presentar en un accidente de tránsito.

Los adultos se mantienen bien alejados y fuera de la zona de inflado mediante el cinturón de seguridad, pero el portabebés orientado hacia atrás colocado en un asiento delantero coloca al niño en la zona de inflado de la bolsa. Pueden producirse lesiones graves en la cabeza y el cuello o incluso la muerte en cualquier momento en que se despliegue el *airbag*, incluso en choques a una velocidad moderada (Howard, 2000, s. p.).

Los aspectos como el sitio para colocar el asiento de una persona menor, como el uso de los cinturones de seguridad para sujetar el mismo, son elementos que deben considerarse para aumentar la seguridad y así optimizar los resultados de los dispositivos de seguridad de las personas menores. Han sucedido eventos en que su asiento no se encuentra en su lugar ni sujetado de forma apropiada en el momento de un accidente automovilístico, esto reduce la seguridad para la persona infante que lo utiliza, como en los casos donde se encuentran en los asientos delanteros de un vehículo no sujetos. En estos casos: “El *airbag* no proporciona

ninguna ventaja protectora al bebé y probablemente contribuya a la gravedad de las lesiones recibidas” (Howard, 2000, s. p.).

2.7.2. Grupo de peso de 9 a 18 kg (20 a 40 lb)

Al igual que en la persona infante con peso menor a 9 kg, este grupo de personas menores también debe utilizar sus dispositivos de seguridad en los asientos de atrás y orientados hacia adelante. Esto les permite ubicarse en un lugar lejos de la zona de inflado:

Se ha informado de una reducción del 70% en el riesgo de muerte en los niños colocados en asientos traseros sin cinturón, en comparación con los que utilizan el asiento del acompañante, lo que lo hace potencialmente más efectivo que los cinturones de seguridad para adultos (Howard, 2000, s. p.).

El tamaño de las personas infantiles es uno de los factores que utilizan los padres para abandonar o evitar el uso de las sillas de seguridad en este grupo, sin embargo, debido a la eficacia protectora para lesiones graves de cuello y cabeza, los expertos recomiendan que no dejen de utilizar las sillas hasta que la altura de la persona menor no sobrepase el borde del respaldo de la silla al nivel de los conductos auditivos externos:

Las correas se pueden ajustar para adaptarse a marcos altos o grandes, y el asiento se ajusta mientras el reposacabezas termine en el canal auditivo o por encima de él [...] este grado de apoyo para la cabeza es necesario para proteger el cuello en caso de impacto trasero (Howard, 2000, s. p.).

El tipo de correas que se utiliza debe cumplir los siguientes aspectos; el primero es la sujeción de la silla al asiento utilizando los cinturones de seguridad propios del vehículo, lo que

asegura que queden ajustados con la distribución apropiada según el diseño del asiento elevador (*booster*). Posteriormente, se deben utilizar correas para sujetar a la persona infante a la silla para que la persona menor, en el momento de una colisión, no salga expulsada hacia adelante. La sujeción correcta a nivel de los hombros es de capital importancia, para esto se han recomendado las correas de tres puntos sobre el cuerpo:

Los diseños de correas de tres puntos o con protección en T, un clip de pecho deslizante evitará que las correas de los hombros se extiendan [...] si las correas de los hombros se abren, el niño puede salir expulsado del asiento y del vehículo (Howard, 2000, s. p.).

Una forma de representar una sujeción inadecuada a nivel de los hombros en este grupo de personas infantes es cuando viajan en el lugar del acompañante del conductor y usan el cinturón de seguridad diseñado para los adultos. En este tipo de casos la altura del segmento o banda diagonal del cinturón no corresponde a la altura del hombro de la persona menor, por lo que queda a un nivel superior como el cuello, lo que genera incomodidad al utilizarlo. Lo anterior hace que la persona infante adopte posturas de confort como colocar ese segmento del cinturón en su espalda. Un caso como este se ha ejemplificado en la literatura demostrando que la bolsa de aire provoca fácilmente lesiones en el ámbito facial:

Este niño sufrió un 20% de hifema macroscópico del ojo derecho y una pequeña abrasión de la córnea como resultado del contacto con la bolsa de aire al desplegarse [...] la lesión en el ojo de este niño ocurrió porque su cabeza estaba en la zona de inflado cuando se desplegó el *airbag* (Howard, 2000, s. p.).

En este caso el sistema de sujeción en el segmento superior del cuerpo ha sido ineficaz, sumado a la posición incorrecta dentro del vehículo. “Los cinturones de hombro diseñados para

adultos no mantienen a los niños alejados de la zona de despliegue del airbag. Las lesiones de los niños por inflar las bolsas de aire pueden ser graves o incluso mortales” (Howard, 2000, s. p.).

2.7.3. Grupo de peso de 18 a 27 kg (40 a 60 lb)

Cuando las personas menores han alcanzado una edad de aproximadamente 4 años, se ha recomienda que sus asientos tipo asientos elevadores (*boosters*) con cinturón puedan orientarse hacia adelante. Esto se debe a que su crecimiento ha permitido que la cabeza sea proporcionalmente menor y el cuello es más fuerte (Isaksson-Hellman, Jakobsson, Gustafsson y Norin, 1997).

El uso de dispositivos de seguridad en este grupo de población, según revisiones bibliográficas, es menor al compararse con menores de menor peso, sin un origen causal claro. El reemplazar el uso de elevadores de asientos en población infante con este peso por cinturones de tres puntos no está justificado, porque el diseño de adulto pretende obtener puntos de apoyo del cinturón en estructuras corporales firmes y que toleren la fuerza de desaceleración que provoca el cinturón de seguridad en su segmento diagonal y horizontal.

Cuando una persona infante de menor altura y peso que un adulto utiliza el segmento horizontal del cinturón de tres puntos, usualmente este no descansa sobre la misma región corporal del adulto, por lo que queda a la altura del abdomen y no al nivel de la pelvis. Esto lo hace más vulnerable a traumatismos severos debido que la pared abdominal no es una estructura fuerte: “El complejo de lesiones por cinturón de regazo se produce cuando un cinturón de regazo suelto carga directamente el abdomen y la columna lumbar durante la desaceleración rápida” (Howard, 2000, s. p.).

El segmento o banda horizontal del cinturón de tres puntos en una persona infante sin uso de asiento elevador al ubicarse en el abdomen puede implicar lesiones intraabdominales de la columna vertebral y, por lo tanto, de la médula espinal. Lo anterior por un mecanismo de flexión forzada en la columna lumbar sobre el abdomen, así como el mecanismo de aplastamiento que puede provocar el cinturón la columna vertebral sobre los órganos intrabdominales principalmente los órganos sólidos.

Suelen producirse lesiones por flexión-distracción de la columna lumbar, también patrones de compresión en cuña anterior, la paraplejía se informa con frecuencia y se produce debido a una lesión por estiramiento del cordón torácico [...] el daño neurológico suele ser debido al mecanismo de estiramiento [...] se pueden producir lesiones abdominales de órganos sólidos y huecos [...] el desgarro mesentérico puede resultar en isquemia del intestino delgado y ruptura tardía (Howard, 2000, s. p.).

La evidencia traumatológica indica que los cinturones de adulto no son seguros en esta población, esto por razones como la altura del punto de fijación del cinturón, el cual es esencialmente alto para una persona menor de menor estatura. Además, el tamaño de los asientos no es congruente con la longitud de sus extremidades inferiores, el muslo de estas personas menores no es lo suficientemente largo para permitir que la pierna cuelgue o repose de forma flexionada en el reborde del asiento, por lo que el cuerpo se deslice hacia abajo para que sus rodillas alcancen la flexión al final del asiento, lo que hace que el segmento horizontal del cinturón alcance la altura del abdomen de la persona menor: “El asiento es demasiado largo en relación con el fémur del niño, y es natural que el niño se incline hacia adelante para que su rodilla se doble sobre la parte delantera del asiento” (Howard, 2000, s. p.).

Los puntos de apoyo y relación anatómica de los segmentos de un cinturón de tres puntos para adultos se pueden adecuar para menores con un peso de 27 kg o inferior mediante el uso de asientos elevadores, debido que el uso de estos permite la: “Colocación correcta del cinturón de regazo sobre las crestas ilíacas en la parte anterior” (Howard, 2000, s. p.), lo que facilita la protección, tanto de la cavidad pélvica como abdominal. Esto se debe a que la estructura ósea de la pelvis, al apoyarse en el cinturón, optimiza el mecanismo de sujeción del cinturón y con esto disminuye el mecanismo de desaceleración, además, aclaran que el desarrollo óseo ideal para el uso del segmento horizontal del cinturón de seguridad es hasta aproximadamente los 10 años (Isaksson-Hellman, Jakobsson, Gustafsson y Norin, 1997).

Otras ventajas de los asientos elevados con posicionamiento del cinturón es que el niño, sentándose más alto tendrá la parte del hombro del cinturón de seguridad colocada más cómodamente sobre el hombro (sin cruzar la garganta), y también tendrá una mejor vista (Isaksson-Hellman, Jakobsson, Gustafsson y Norin, 1997, s. p.).

En cuanto a los asientos elevadores con uso de respaldo, usualmente los padres desconocen sus indicaciones, por lo que incurren en un uso inapropiado o su ausencia, en condiciones que sí deban utilizarse. La causa de su uso radica en el sentido de la protección del cuello y la cabeza del individuo ante mecanismos de cambios abruptos de la fuerza de dirección de determinados movimientos que se pueden presentar en los accidentes de tránsito. El alcance del respaldar de un asiento debe ser de al menos la altura de los conductos auditivos externos, esto porque cuando la altura del respaldar se encontró inferior al nivel de los conductos auditivos externos el cuello puede experimentar un movimiento de hiperextensión abrupta, lo que produce lesiones en esta zona y, por ende, en la cabeza, por lo tanto: “Un refuerzo de espalda alta

proporciona una mejor protección del cuello en caso de un impacto trasero o retroceso” (Howard, 2000, s. p.).

2.7.4. Grupo de peso de 27 kg (60 lb) o mayor peso

Esta población se caracteriza por acercarse a las proporciones de la constitución anatómica de los adultos. La recomendación es el uso cada vez menor de asientos elevadores, debido que los sistemas de seguridad para adultos propios del diseño de los vehículos son también funcionales para la población pediátrica de este grupo, lo anterior, siempre que pueda corresponder a los principios de seguridad de los cinturones. En este caso, la altura del segmento diagonal del cinturón de tres puntos debe atravesar la región central del tórax y la cara anterior del hombro, en el caso del segmento horizontal debe apoyarse en el esqueleto de la pelvis para proporcionar apoyo sólido y prever mecanismos de trauma potencialmente letales en diferentes regiones corporales.

Cuando un niño ha crecido hasta una altura de aproximadamente 140 cm y la pelvis también está completamente *desarrollada*, el cinturón de seguridad para adultos se puede usar sin un sistema de retención infantil (Isaksson-Hellman, Jakobsson, Gustafsson y Norin, 1997, s. p.).

Para la posición dentro del vehículo en este grupo de niños se mantiene la recomendación de utilizar los asientos traseros. “La posición más segura para niños mayores y adolescentes es con un cinturón de tres puntos en el asiento trasero” (Howard, 2000, s. p.).

2.8. Lesiones en población infantil según regiones corporales

A continuación, se detallan las lesiones en la población infantil según las regiones corporales.

2.8.1. Trauma en cabeza

Los traumas craneoencefálicos son de especial interés en víctimas de accidentes de tránsito, ya que su presencia no solo aumenta el grado de mortalidad, sino también la posibilidad de provocar lesiones permanentes en la función neurológica, con mayores alteraciones en las capacidades cognitivas. Se ha demostrado que el uso de dispositivos de seguridad ha disminuido la aparición de lesiones en esta región corporal, pero no excluye la posibilidad de su presencia: “Los bebés correctamente sujetos fueron 12,7 veces menos propensos a acudir a un centro de trauma después de un accidente de vehículo automotor” (Stewart *et al.*, 2021, s. p.).

Los asientos de seguridad para el automóvil previenen lesiones. Sin embargo, la lesión cerebral traumática es similar entre los bebés con sujeción adecuada e inadecuada involucrados en accidentes de tránsito de alta velocidad que se presentan en un centro de trauma (Stewart *et al.*, 2021, s. p.).

En las colisiones frontales de vehículos automotores, el movimiento de la cabeza es hacia adelante con la misma dirección del vehículo y a la misma velocidad, lo que produce que la cabeza se detenga de forma súbita y las estructuras intracraneales, como el encéfalo, mantengan su desplazamiento dentro del cráneo. Lo anterior puede producir: “Contusión cerebral, mientras el extremo opuesto se separa del tallo cerebral” (Vargas Alvarado, 2009, s. p.).

La madurez ósea varía la capacidad elástica de los huesos. Esta característica de elasticidad permite que este tejido puede modificarse, de forma transitoria, ante efectos estresantes externos, lo que hace posible retornar a su posición espacial inicial. Cuando la capacidad ósea de tolerar las fuerzas externas se sobrepasa inicia la fase plástica del hueso, lo que constituye un cambio mantenido en su conformación, en la mayoría de los casos representado como una solución de continuidad o fractura; en el caso del cráneo como en los demás huesos, entre menor edad tenga la persona infante, mayor será su elasticidad, lo que disminuye la posibilidad de fracturas: “las fracturas de la base del cráneo fueron más comunes entre los niños de 1 a 7 años que entre los bebés menores de 1 año” (Children Injured in Motor Vehicle Traffic Crashes, 2010). Con la aparición de las fracturas en los huesos del cráneo es mayor la probabilidad de complicaciones en un traumatismo craneoencefálico, así como hemorrágicas, procesos infecciosos o desplazamientos de fragmentos con efectos espacio ocupantes.

Como estrategias dirigidas a disminuir la aparición de lesiones craneoencefálicas en las personas menores de un año, se ha indicado el uso de los asientos en este grupo etario con una postura en la que el menor vea hacia atrás y que se encuentre colocado en los espacios traseros del vehículo. Esto tiene la finalidad de evitar el efecto de inercia o energía cinética que transmite el movimiento del vehículo a la cabeza de la persona infante, además, esta posición ha demostrado que:

Los asientos de seguridad para el automóvil orientados hacia atrás brindan un soporte óptimo para la cabeza y la columna vertebral en caso de un choque, porque las fuerzas se transfieren desde la parte posterior del asiento de seguridad para el automóvil a la

espalda del bebé, que es la superficie corporal más fuerte del bebé (Stewart *et al.*, 2021, s. p.).

Además, Vallès Mas y Forrelland Vives (2020) indican:

Los sistemas de retención infantil que se instalan en sentido contrario a la marcha presentan ventajas notables en seguridad [...] en caso de impacto, la cabeza y la espalda del bebé presionan el respaldo de la silla, y la energía generada por el impacto *es disipada* por el respaldo de la silla, que la reparte en una superficie muy *amplia* (Vallès Mas, Forrelland Vives, 2020, s. p.).

Los mecanismos de trauma están mediados por los cambios en las fuerzas físicas que interactúan con el individuo para permitir la aparición de cambios anatómicos y funcionales en la integridad física de este, sin embargo, no todos los mecanismos requerirán de un contacto de una energía física con el cuerpo del individuo para un intercambio de energía. Este es el caso del mecanismo de aceleración y desaceleración para los tejidos que contiene la cavidad craneal que en grandes rasgos son tres tipos, el tejido vascular, el líquido cefalorraquídeo y el encéfalo, que tienen características de densidad distintos, lo que permite que aparezcan mecanismos de cizallamiento ante movimientos de aceleración y desaceleración.

El mecanismo de aceleración y desaceleración se relaciona con sangrados intracraneales cuando se aplica a este nivel, debido a que produce rupturas de vasos sanguíneos. Este tiene mayor riesgo cuando más desproporcionado es el tamaño del encéfalo y la cavidad del cráneo, como ocurre en los extremos de edad niños y adultos mayores y en algunos casos de alcoholismo crónico; en el contexto de menores con antecedente de accidentes de tránsito:

Sacudir a un bebé sin que la cabeza golpee una superficie es suficiente para provocar el

desgarro de las venas en puente, lo que da lugar a hemorragia subdural [...] las lesiones en la cabeza de los bebés relacionadas con accidentes de tránsito se han atribuido al movimiento de la cabeza sin un contacto sustancial de la cabeza con ninguna estructura u otro ocupante (Stewart *et al.*, 2021, s. p.).

Estudios recientes han demostrado que los traumatismos en personas menores de un año involucradas en accidentes de tránsito se presentan principalmente en la cabeza, además, el uso adecuado de sistemas de sujeción y con orientación hacia atrás, así como los que no utilizaron dispositivos de seguridad o lo utilizaban de forma inadecuada, tienen una posibilidad similar a la aparición de este tipo de lesiones. La gravedad de las lesiones no fue significativamente diferente en estos dos grupos, sin embargo, la gravedad de los traumatismos en la persona menor es mayor si involucra la región corporal de la cabeza: “La clasificación de la severidad de lesiones fue significativamente mayor para los niños diagnosticados con un traumatismo craneoencefálico” (Stewart *et al.*, 2021, s. p.).

La evidencia científica, a pesar de demostrar que las lesiones graves en la cabeza de personas menores, no puede ser excluida en su totalidad. La mortalidad es menor en aquellos que utilizan los sistemas de sujeción para personas menores de forma óptima: “Las probabilidades de mortalidad aumentaron más de 4 veces para los lactantes que no estaban sujetos de manera adecuada o que no estaban sujetos” (Stewart *et al.*, 2021, s. p.). También se evidenció que el factor de la velocidad y su aumento en el momento de los accidentes de tránsito es proporcional a la severidad de las lesiones de estas personas: “El análisis de la velocidad evidenció que la tasa de letalidad aumentó gradualmente con el aumento de la velocidad de la carretera” (Stewart *et al.*, 2021, s. p.).

La evidencia sugiere que se puede lograr una reducción del 71% en las muertes y una reducción del 67% en las lesiones cuando se usan correctamente los asientos de seguridad para niños [...] con una reducción del 35% en las tasas de mortalidad en comparación con los asientos delanteros, y con una reducción del 46% en las tasas de muerte en comparación con los asientos delanteros con airbag (Howard, 2000, s. p.).

2.8.2. Trauma facial

El rostro se conforma por un conjunto de huesos irregulares unidos estrechamente para expresar las zonas de concavidades y convexidades faciales, así como una red vasculonerviosa integrada que permita la funcionalidad y control de los músculos del rostro, como la afluencia y drenaje de sanguíneo del sistema nervioso central.

El esqueleto facial está compuesto por cuatro huesos impares (frontal, etmoidal, vómer y mandíbula) y cinco huesos pares (cigomático, maxilar superior, nasal, lacrimal y palatino), que conforman un marco óseo protector sobre las estructuras de la órbita, senos paranasales, cavidad nasal y bucal (Boscá-Ramon, Dualde-Beltrán, Marqués-Mateo y Nersesyan, 2019, s. p.).

Los tejidos blandos del rostro pueden presentar contusiones simples por el impacto en la estructura interna del vehículo, las heridas contusas se han visto en casos donde el vidrio de ventanas o parabrisas se fragmentan y se proyectan hacia el ocupante del vehículo (Vargas Alvarado, 2009). El estudio de fracturas faciales divide los huesos por su ubicación en tercios, el superior en el hueso frontal, el inferior en el hueso de la mandíbula y el tercio medio entre los anteriores desde el: “Reborde orbitario superior hasta el proceso alveolar del maxilar superior” (Boscá-Ramon, Dualde-Beltrán, Marqués-Mateo y Nersesyan, 2019, s. p.).

En términos generales, los traumatismos de los huesos faciales son frecuentes en eventos violentos como accidentes de tráfico y laborales, caídas e incluso actividades deportivas, con consecuencias de: “Mortalidad global del 15-20% y más del 50% de las muertes por politraumatismo asocian un traumatismo facial” (Boscá-Ramon, Dualde-Beltrán, Marqués-Mateo y Nersesyan, 2019, s. p.). En la población infantil la ubicación de las fracturas en huesos faciales a causa de traumatismos accidentales como los accidentes de tránsito son: “Las de tercio medio las más frecuentes y, dentro de ellas, las de nariz y malar, seguidas por las mandibulares y después las del tercio superior” (López-Quiles y Martínez-González, 2010, s. p.).

Las fracturas del tercio superior afectan principalmente las paredes del seno frontal, entre estas la anterior con mayor frecuencia, debido a su delgado espesor de este hueso cuando se acompañan de fracturas en la pared posterior. “Habitualmente se producen como extensión de una fractura de la base de cráneo o de la calota” (Boscá-Ramon, Dualde-Beltrán, Marqués-Mateo y Nersesyan, 2019, s. p.). Por lo tanto, la presencia de estas estructuras obliga al profesional en salud a descartar otras lesiones graves en el cráneo, lo que puede condicionar una evolución clínica desfavorable para estos pacientes, así como de lesiones permanentes con alteración en la integridad psicofísica.

El tercio medio puede presentar fracturas complejas desde el punto de vista de diagnóstico como de abordaje. Para su clasificación diagnóstica y terapéutica se utiliza la clasificación de Le Fort, nombrada así porque: “En 1901, el cirujano francés René Le Fort realizó numerosos y metódicos experimentos golpeando cadáveres con un gran abanico de mecanismos, fuerzas y objetos, lo que le permitió describir tres patrones principales de fractura

del maxilar superior” (Boscá-Ramon, Dualde-Beltrán, Marqués-Mateo y Nersesyan, 2019, s. p.).

La clasificación de Le Fort (Tabla 1) establece delimitaciones en sus trazos de fracturas, que en la mayoría de las ocasiones no son como se presentan en los casos de traumatismos faciales, sin embargo, han facilitado:

La comprensión global del traumatismo, e informa sobre la energía del impacto y alerta sobre lesiones asociadas; Los tres tipos pueden ocurrir de manera simultánea o aislada, y cada una puede ser unilateral o bilateral, incluso en los casos bilaterales no siempre son simétricas, sino que pueden presentar trayectos diferentes en cada lado (Boscá-Ramon, Dualde-Beltrán, Marqués-Mateo y Nersesyan, 2019, s. p.).

Tabla 1
Localización de los trazos de fractura y de las fracturas específicas en los patrones Le Fort

Siempre hay afectación de pterigoides	Le Fort I (paladar flotante)	Le Fort II (maxilar flotante)	Le Fort III (disociación craneofacial)
Trazos de fractura	Paladar duro. Pared lateral, anterior y medial del seno maxilar. Septo nasal.	Paredes lateral y anterior del seno maxilar. Suelo y pared medial de la órbita. Huesos nasales.	Arco cigomático. Pared lateral y medial de la órbita. Sutura nasofrontal.
Fractura específica.	Paladar duro. Septo nasal. Pared medial maxilar.	Suelo de la órbita.	Pared lateral de la órbita. Arco cigomático.



Fuente: Tomografía computarizada multidetector en el traumatismo facial: informe estructurado y observaciones clave para un abordaje sistemático, de Boscá-Ramon, Dualde-Beltrán, Marqués-Mateo y Nersesyan, 2019.

Las fracturas del tercio inferior corresponden a las segundas en frecuencia en el esqueleto facial. Las más frecuentes son las fracturas nasales, en las consideraciones anatómicas de este segmento facial: “La mandíbula tiene una característica morfología en U, y al unirse al cráneo mediante las articulaciones temporomandibulares, sinoviales, se forma una estructura en anillo” (Boscá-Ramon, Dualde-Beltrán, Marqués-Mateo y Nersesyan, 2019, s. p.).

La mandíbula corresponde a un hueso *prominente y el único móvil en la región facial*, movilidad que lo diferencia de los demás huesos faciales:

Un porcentaje alto de fracturas de mandíbula asocia un mecanismo directo que origina un trazo de fractura en el lugar del impacto, y otro indirecto por transmisión de la energía con presencia de otro trazo de fractura a distancia del impacto inicial (Boscá-Ramon, Dualde-Beltrán, Marqués-Mateo y Nersesyan, 2019, s. p.).

Como parte de estas lesiones, las fracturas de piezas dentales se catalogan como fracturas abiertas, así como las del proceso alveolar.

El diagnóstico de trazos de fracturas alineados o desplazados, únicos o múltiples, en la anatomía de los huesos faciales, significa una dificultad para el personal asistencial, la sensibilidad diagnóstica ha mejorado con los equipos imagenológicos disponibles, mejorando la resolución rápida de estos casos. Este factor mejora la variante del tiempo de abordaje y con esto el pronóstico de las lesiones ocasionadas.

La tomografía computarizada técnica de imagen de elección en la evaluación del traumatismo facial por su *amplia* disponibilidad, su rapidez y porque permite tanto la caracterización de las fracturas faciales como de las lesiones de partes blandas y de las complicaciones asociadas. (Boscá-Ramon, Dualde-Beltrán, Marqués-Mateo y

Nersesyan, 2019, s. p.).

El diagnóstico temprano y preciso de las lesiones óseas en el rostro es relevante para la orientación del manejo médico quirúrgico de este tipo de pacientes, con lo que se logra un abordaje que disminuya significativamente el porcentaje de mortalidad de estas lesiones.

2.8.3. Cuello

La región del cuello está proporcionada de diferentes arcos de movilidad para la columna vertebral cervical, con predisposición de mecanismos de trauma complejos en el momento de un accidente de tránsito las lesiones que se presentan usualmente son de poca letalidad, pero pueden significar altos niveles de morbilidades crónicas algicas. “Las lesiones más leves de columna son las más frecuentes de todas las lesiones en los accidentes de tráfico” (Represas Vázquez y Vivas Broseta, 2019). Estas están representadas con mayor frecuencia por mecanismos de hiperextensión e hiperflexión asociado con movimientos rotacionales para la aparición del cuadro sindrómico de latigazo cervical, lo que afecta principalmente los extremos de los grupos etarios como las personas infantiles y adultas mayores.

Las lesiones a nivel raquimedular y la afectación de cuerpos vertebrales cervicales son diagnósticos de mayor peligrosidad para la integridad psicofísica de la persona involucrada, sin embargo, su aparición es infrecuente, aunque se han registrado casos: “La fractura de Chance, habitual en las lesiones de columna por un uso inadecuado del cinturón de seguridad deficiente sujeción de la banda torácico” (Represas Vázquez y Vivas Broseta, 2019). Lo anterior se refiere a eventos traumáticos tipificados de mayor velocidad y energía en el momento de la colisión de automotor.

Los accidentes de tránsito involucrados en la aparición del síndrome de latigazo cervical suelen ser los impactos en la región posterior de los vehículos y tienen en cuenta que: “Los impactos posteriores a baja velocidad son el accidente de tráfico más frecuente” (Arregui-Dalmases *et al.*, 2021). Esto también se ha descrito en colisiones laterales, lo que provoca movimientos de lateralización y rotación parcial del cuello: “El latigazo cervical se observa también después de colisiones frontales y laterales” (Arregui-Dalmases *et al.*, 2021, s. p.). Este cuadro sintomatológico es de interés en el análisis de la lesionología de los ocupantes de vehículos en accidentes de automotor.

En los estudios biomecánicos de colisión realizados para determinar las fuerzas involucradas en un latigazo, el accidente suele consistir en un impacto de un vehículo que no ha frenado a tiempo, con otro que se encontraba parado en el momento del impacto, sobre su zona trasera [...] igualmente aplicable al caso de un accidente con un vehículo que circula a una velocidad determinada y *es alcanzado* posteriormente por otro a una velocidad un poco superior. (Arregui-Dalmases *et al.*, 2021, s. p.).

La recurrencia del diagnóstico de latigazo cervical postraumático es significativa. En estudios españoles ha demostrado que: “Supone hasta un 50% de las valoraciones solicitadas por delitos o faltas, y aproximadamente el 70% en el contexto del accidente de tráfico” (Pastor Tendero *et al.*, 2021, s. p.). Por lo tanto, su cuadro clínico es de mucho interés en los profesionales de salud en su valoración aguda, así como la sintomatología crónica que puede presentarse.

este Es un cuadro clínico frecuente en personas ocupantes de vehículos víctimas de accidentes de tránsito, definido como: “Un conjunto de síntomas que aparecen después de un

mecanismo de aceleración-desaceleración con transferencia de energía al cuello, secundario a colisiones entre vehículos” (Pleguezuelos, Pérez, Guirao, Palomera, Moreno y Samitier, 2008). La frecuencia de este cuadro clínico es significativa en los accidentes de tránsito: “Sugiere que entre un 20 a un 52% de los lesionados en un accidente de tráfico pueden sufrir esta afección” (Arregui-Dalmases *et al.*, 2021).

La posición de la cabeza en el momento de una colisión es un factor condicionante en la biomecánica del latigazo cervical. En caso de la posición neutra del cuello y cabeza, por efectos del movimiento del cuerpo y la inercia aplicada en el cuello, provoca inicialmente una deformidad en S en el cuello lo que implica un mecanismo de cizallamiento entre los cuerpos vertebrales, con posterior hiperextensión forzada:

La hiperextensión está condicionada por las medidas antropomórficas, edad, constitución, etc. del ocupante del vehículo [...] si la cabeza se encontrase ligeramente rotada, el impacto forzaría aún más el ángulo de rotación antes de que ocurriese la extensión, con consecuencias importantes, ya que la rotación de la columna cervical sitúa la mayor parte de las estructuras (articulaciones interapofisarias, disco intervertebral y ligamentos) en una situación más susceptible de lesiones (Arregui-Dalmases *et al.*, 2021).

Los factores que se encuentran involucrados en la biomecánica de las lesiones por síndrome de latigazo son las características constitucionales de la anatomía de las personas, la posición corporal, el sistema de seguridad del vehículo y la energía que se transmite al cuerpo de las personas ocupantes. Esta energía dependerá de la velocidad en el momento del impacto y de la capacidad de deformación de la estructura del automotor, en el sentido que, conforme mayor

rigidez menor capacidad de deformación, por lo tanto, una mayor cantidad de energía será transmitida a la persona dentro del vehículo. El caso contrario ocurre cuando el material del automotor tiene más posibilidades de deformación con fuerzas externas, ya que la cantidad de energía transmitida a las personas ocupantes será menor: “Si el vehículo fuera poco rígido, la deformación del mismo sería elevada [...] la energía transmitida al vehículo y al conductor menor, por consiguiente, la velocidad transmitida al usuario será menor” (Arregui-Dalmases *et al.*, 2021, s. p.).

Una medida para disminuir la biomecánica lesiva está dirigida a controlar la distribución de la energía que se transmite al cuerpo, lo que hace que el movimiento relativo entre el tronco y el cuello y cabeza sea mínimo. Esto se logra mediante el uso correcto del reposacabezas del asiento del vehículo, constituido por una altura mínima a nivel de los conductos auditivos externos y que la distancia entre el reposacabezas y la cabeza de la persona sea mínima: “El acercamiento del reposacabezas a la cabeza del ocupante, esto puede hacerse de forma dinámica o estática, esta estrategia se basa en no permitir un movimiento relativo entre las vértebras C1 y C7 restringiendo su velocidad y aceleración relativas” (Arregui-Dalmases *et al.*, 2021, s. p.).

La identificación de esta condición patológica implica el conocimiento no solo de la biomecánica de los eventos, también de los tejidos que pueden estar lesionados. Los estudios complementarios realizados en la columna cervical no evidencian un estado patológico documentable, circunstancias que contribuyen con diagnósticos clínicos guiados por síntomas y signos.

El mecanismo de extensión y de flexión que se producen en el cuello puede ocurrir en condiciones de ejes corporales no precisamente fisiológicas y en diferentes posiciones de la

cabeza sobre el cuello provocando diferentes tipos de fuerzas mecánicas como: “Flexión, torsión y cizallamiento” (Arregui-Dalmases *et al.*, 2021, s. p.). Estos se aplican de forma repentina, ya que la musculatura del cuello no puede prever fuerzas de contraposición para evitar estas fuerzas.

La comprensión del movimiento que experimenta la cabeza sobre el cuello en este síndrome clínico permite sospechar cuales estructuras anatómicas pueden verse involucradas:

La extensión forzada sobre la columna cervical aparecerán fuerzas de compresión sobre las estructuras posteriores y de tracción sobre las anteriores [...] las estructuras anteriores que podrían lesionarse son el esófago, el ligamento vertebral común anterior, los músculos de la región anterior, la apófisis odontoides y los discos intervertebrales [...] las estructuras posteriores de riesgo son las apófisis espinosas y las articulaciones interapofisarias (Arregui-Dalmases *et al.*, 2021, s. p.).

Sin embargo, la identificación diagnóstica de lesiones agudas en estas estructuras anatómicas es compleja. Además, requiere de estudios complementarios de imágenes médicas de alta resolución, las cuales no se aplican con recurrencia en todos los centros de atención.

La ausencia de aplicación de estudios diagnósticos en los síndromes de latigazo cervical y la persistencia de sintomatología algica en el cuello dificultan la justificación clínica de un dolor crónico. Ante la falta de una alteración anatómica o funcional demostrable: “Las estructuras anatómicas que con más probabilidad podrían explicar la presencia de un dolor crónico después de un síndrome de latigazo cervical serían las articulaciones interapofisarias, el disco intervertebral y los ligamentos de la columna cervical superior e inferior” (Arregui-Dalmases *et al.*, 2021, s. p.).

La dificultad diagnóstica mencionada en el párrafo anterior ha llevado al profesional en salud asistencial y pericial a documentar, de forma detallada, el cuadro clínico aquejado y evidenciado próximo al evento violento que haya experimentado la persona paciente y así categorizar esos hallazgos clínicos en escalas de gravedad como las de la Whiplash Association Disorders o la escala de Quebec (Pleguezuelos, Pérez, Guirao, Palomera, Moreno y Samitier, 2008). Estas escalas describen los síntomas que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2
Clasificación clínica modificada de la Whiplash Association Disorders

Grado	Definición
0	Sin dolor cervical. Ausencia de signos físicos.
I	Dolor cervical. Sin signos físicos.
II	Dolor cervical y signos musculoesqueléticos que incluyen limitación del balance articular cervical y dolor localizado.
III	Dolor cervical y signos musculoesqueléticos y neurológicos que incluyen limitación del balance articular cervical, disminución o ausencia de reflejos osteoarticulares profundos, pérdida de fuerza y déficit sensitivo.
IV	Dolor cervical y fractura o luxación

Fuente: Pleguezuelos, Pérez, Guirao, Palomera, Moreno y Samitier (2008).

De acuerdo con Martín Berrocal *et al.* (2018):

En la fase aguda los pacientes pueden presentar gran diversidad de sintomatología, como dolor y rigidez cervical, cefalea, parestesias, inestabilidad/vértigo, dorsalgia, lumbalgia, omalgia, braquialgia, visión borrosa, síndrome postraumático y síndrome de disfunción temporomandibular (s. p.).

La sintomatología álgica en la cabeza y el cuello de las personas que experimentan este tipo de biomecánica traumática corresponde a la afectación en la región suboccipital en el momento de hiperextensión y flexión.

El estiramiento en la zona suboccipital puede ser el responsable de alterar los mecanismos y la actividad eléctrica de los músculos suboccipitales, generando como consecuencia dolores de cabeza, añadiendo el pinzamiento en las carillas articulares en las vértebras cervicales bajas como mecanismo de dolor en el cuello (Arregui-Dalmases *et al.*, 2021, s. p.).

Se ha demostrado que las manifestaciones a nivel de la región mandibular en este tipo de pacientes son resultado de la: “Relación funcional entre las regiones mandibular y cervical, ya que existe la región trigeminal y espinal pueden tener una convergencia de neuronas de segundo orden en el núcleo trigeminocervical” (Martín Berrocal *et al.*, 2018). Los cuadros como dolor y alteración en el movimiento mandibular son frecuentes en el síndrome de latigazo cervical, ya que su etiología es dependiente de factores como edad y sexo, además de factores locales como bruxismo o por sobrecargas mecánicas.

La sintomatología álgica localizada e irradiada en este síndrome ha demostrado ser uno de los principales factores que influyen en la historia natural del padecimiento, sin embargo, una consideración en estas personas en valoraciones periciales es que el dolor: “Puede magnificarse o alterarse ante procesos judiciales para indemnizaciones económicas por los seguros” (Pleguezuelos, Pérez, Guirao, Palomera, Moreno y Samitier, 2008). Por lo que se puede considerar un problema de salud pública por altos índices de indemnizaciones secundarias a esta enfermedad, débilmente objetivable desde el punto de vista medicolegal.

2.8.4. Trauma del tórax

Se entiende que el segmento corporal del tórax está protegido por una barrera ósea constituida por las parrillas costales, esternón en la región anterior y cuerpos vertebrales de la

columna vertebral a nivel posterior, también contiene órganos vitales como el sistema cardiorrespiratorio, con vías respiratorias y vasos sanguíneos de gran y mediano calibre. La elasticidad de este segmento corporal y de sus órganos permite una mayor tolerancia a la violencia externa, sin embargo, los traumatismos de esta región corporal después de los traumatismos craneoencefálicos: “Son la causa más frecuente de muerte y lesiones graves por accidente de tráfico” (Represas Vázquez y Vivas Broseta, 2019).

Las lesiones en el tórax asociadas con accidentes de tránsito se consideran causas frecuentes de muerte y lesiones graves en los ocupantes de vehículos. En la población general se han demostrado fracturas costales en las colisiones frontales y por la sobrecarga del cinturón de seguridad y lesiones pulmonares a causa de fuerzas compresivas en casos de accidentes de alta velocidad. En el caso de lesiones cardíacas y de grandes vasos son infrecuentes, en caso de presentarse suele ser en colisiones laterales (Represas Vázquez y Vivas Broseta, 2019).

La variación en la constitución de las parrillas costales y caja torácica en general está determinada por las características de disposición y conformación de los tejidos de acuerdo con la edad, como la geometría de las costillas y su orientación, la constitución del cartílago y el hueso entre las costillas y el esternón y las propiedades del material óseo y cartilaginosa. La osificación de los huesos se traduce en rigidez en los huesos y esta es mayor conforme avanza la edad:

La caja torácica del lactante es principalmente cartilaginosa; los ejes de las costillas se osifican temprano, mientras que los extremos son cartilaginosos hasta después de la pubertad [...] el cartílago es más elástico en la juventud y se vuelve más rígido a medida que el cartílago se calcifica con la edad (Brolin *et al.*, 2021, s. p.).

Las lesiones torácicas en los accidentes de tránsito son principalmente en el ámbito visceral, con repercusión tanto en los órganos sólidos como en el tejido vascular. Estas lesiones pueden presentarse por mecanismo de trauma directo, así como por efectos de puntos de aceleración en los órganos que experimentan movimientos intracorporales en el momento del accidente de tránsito.

Las lesiones pulmonares constituyen la lesión torácica visceral más frecuente, incluso en ausencia de lesiones costales [...] la compresión o la onda de presión causada por un accidente a gran velocidad son la causa de la lesión del parénquima pulmonar [...] las lesiones cardíacas y de grandes vasos son infrecuentes y más habituales en las colisiones laterales [...] y la ruptura aórtica (frecuentemente en el hilio) es mucho más frecuente en las colisiones laterales (Represas Vázquez y Vivas Broseta, 2019, s. p.).

La presencia de lesiones en este nivel corporal es poco frecuente y requiere de traumas de alta energía como los accidentes de tránsito. Estos traumatismos son más evidentes en planos superficiales, los exámenes complementarios permiten un diagnóstico temprano en tejidos óseos y órganos sólidos, sin embargo, por la sensibilidad de órganos huecos como los bronquios es de difícil diagnóstico y tiene una morbimortalidad alta, la técnica que ha demostrado mejor sensibilidad es la fibrobroncoscopía (Jodra Sánchez, García Luján y Miguel Poch, 2011).

Las lesiones bronquiales por traumas de alta energía se dan principalmente en el bronquio derecho: “Debido a que está sometido a una mayor tensión al tener mayor diámetro, mientras que el izquierdo está más protegido por los órganos y tejidos circundantes” (Jodra Sánchez, García Luján y Miguel Poch, 2011). Las rupturas transversales y próximos al nivel de

la carina son las más frecuentes hasta en un 80 % de los casos y, de forma excepcional, a nivel de los bronquios segmentarios (Jodra Sánchez, García Luján y Miguel Poch, 2011).

2.8.5. Trauma abdominopélvico

La posición sedente de las personas al viajar como chofer, acompañante u ocupantes en un vehículo dio pie a la invención de sistemas de seguridad que permiten la reducción de energía cinética de desplazamientos a diferentes direcciones que se trasmite al cuerpo del individuo en el momento de una colisión, choque o vuelcos. Un referente de sistemas de retención son los cinturones de seguridad con disposición horizontal en la región pélvica.

Los traumatismos abdominales son poco frecuentes en los accidentes de tránsito, indistintamente de la modalidad, como la especificidad de los traumatismos en las vísceras intraabdominales. “Son poco frecuentes, se dan tanto en colisiones frontales como laterales y pueden darse en órganos huecos o sólidos en similar proporción” (Represas Vázquez y Vivas Broseta, 2019, s. p.). Estas lesiones son más frecuentes en el contexto de la población infantil con un uso inadecuado de los dispositivos de seguridad: “Son relativamente frecuentes las lesiones abdominales en niños que utilizan cinturones de seguridad para adultos, siendo los órganos más afectados son los más próximos al lado de la colisión” (Represas Vázquez y Vivas Broseta, 2019).

Los órganos intraabdominales afectados usualmente: “Por orden de frecuencia se encuentran hígado, bazo y riñones, en algunos casos páncreas y mesenterio” (Vargas Alvarado, 2009, s. p.). La zona central del hígado suele ser el área hepática más lesionada al aplicarse sobre la misma fuerza de compresión entre el efecto de la banda horizontal del cinturón de seguridad y la columna vertebral y, en casos severos, puede ocurrir desgarro del diafragma asociado con

herniación de vísceras intraabdominales a la cavidad torácica. Las lesiones en el bazo suelen presentarse en el ilio y en el caso de los riñones se afectan en el 20 % al 25 % de los casos, por lo general con laceraciones transversales (Vargas Alvarado, 2009).

La pelvis, por otro lado, es una estructura ósea con forma de anillo en grandes rasgos, que se conforma por tres huesos principalmente (ilion, isquion y pubis). La relación anatómica de estos huesos permite una armonía funcional en las articulaciones de las cuales forma parte, como las articulaciones sacroilíacas y las femoroacetabulares, puntos de gran soporte mecánico y balance articular, indispensables para lograr posiciones de bipedestación, sedente, acuclillarse, así como movimientos de desplazamiento.

La solidez y rigidez de la pelvis justifica el uso de cinturones de seguridad a este nivel. “Las espinas ilíacas son los procesos óseos en los bordes frontales superiores de la pelvis y se consideran muy importantes para la interacción adecuada con la parte del regazo del cinturón de seguridad” (Brolin *et al.*, 2021, s. p.).

En edades tempranas los huesos de la pelvis (ilion, isquion y pubis) se encuentran en proceso de osificación, comportándose como una estructura estable, sin lograr una rigidez completa como en personas adultas: “Al nacer, la pelvis es principalmente cartilaginosa [...] la osificación ocurre gradualmente en tres áreas separadas hasta la edad de 8 años” (Brolin *et al.*, 2021, s. p.). De esta forma, el sustento anatómico de los cinturones de seguridad horizontales en el regazo no es efectivamente funcional para esta población.

Los traumatismos en el hueso relacionados con accidentes de tránsito corresponden a luxaciones y fracturas principalmente, por efecto de impactos de forma directa y energía transmitida de forma indirecta. Estos son un tipo de: “Luxación posterior de la cadera la más

frecuente (85-90%), asociada a fractura del reborde posterior del acetábulo, y fractura del cuello del fémur, con riesgo de compromiso vascular de la cabeza femoral por afectación de la arteria circunfleja posterior” (Goitia, 2016, s. p.). El traumatismo indirecto puede ocurrir como consecuencia de traumas en regiones como rodillas o muslos a causa del desuso de los sistemas de retención en individuos infantiles, así como en personas adultas.

Las fracturas del anillo pélvico son más frecuentes en colisiones laterales. Las lesiones del complejo rodilla-muslo-cadera son más habituales en colisiones frontales violentas. Las fracturas de tibia y tobillo/pie pueden *ser causadas* por diferentes mecanismos, y la causa más habitual es la intrusión de la carrocería y el atrapamiento (Represas Vázquez y Vivas Broseta, 2019, s. p.).

En cuanto a la seguridad de la región pélvica en las personas infantiles en proceso de crecimiento, esta se ha mejorado con el uso de nuevos dispositivos de seguridad. Los asientos elevadores (*boosters*) modifican la relación anatómica del segmento inferior del cuerpo con los cinturones de seguridad de tres puntos que son los que más se utilizan, de modo que cuando el niño o niña tiene una posición más elevada: “La parte del regazo del cinturón de seguridad del adulto se pueda colocar sobre los muslos, lo que reduce el riesgo de que el abdomen interactúe con el cinturón” (Brolin *et al.*, 2021, s. p.). Esto hace que el cinturón que inicialmente se diseñó para adultos sea también seguro en los infantiles.

Como se mencionó, el uso de asientos elevadores (*boosters*) no ha remplazado las recomendaciones de utilizar la posición con orientación hacia atrás de personas infantiles muy pequeñas o lactantes. Esta disposición en el momento de viajar no solo ha evidenciado su efectividad para la protección de la cabeza y cuello, sino en las demás regiones corporales.

El asiento orientado hacia atrás ofrece la mejor protección para la pelvis durante un impacto frontal al transferir las cargas a la pelvis por el respaldo del asiento [...] el cinturón de seguridad para adultos en combinación con un asiento elevador (*booster*) se recomienda para las edades de 4 a 12 años. (Brolin *et al.*, 2021, s. p.).

2.8.6. Trauma óseo

Las fracturas de huesos largos son condiciones que se presentan comúnmente en los accidentes de tránsito. Estos implican manejos principalmente quirúrgicos y ocasionalmente medicamentosos, en cuanto a antibioterapia se refiera en los casos de fracturas abiertas, aunados a posterior seguimientos y requerimientos de rehabilitación y fisioterapia para optimizar los resultados secuelares en estas personas.

La posibilidad de aparición de soluciones de continuidad de los huesos dependerá de factores propios del tejido óseo, como las proporciones de tejidos de mayor y menor rigidez en su constitución dependiente principalmente por la edad de las personas. Los huesos tienen más capacidad elástica conforme menor sea la edad. Además, las fracturas dependerán de la cantidad y dirección de la energía externa que tenga contacto con este tejido:

La probabilidad de una fractura dependerá de la edad y la existencia de defectos estructurales previos [...] la magnitud y dirección de la fuerza aplicada en relación con la orientación del hueso. La dureza de un hueso no es igual en todas las direcciones, dependiendo de las cargas que ha de soportar diariamente, esta propiedad del hueso se conoce como anisotropía (Represas Vázquez y Vivas Broseta, 2019, s. p.).

Las lesiones en las extremidades superiores a nivel de hombro y el brazo y en extremidades inferiores en el fémur y pelvis son frecuentes en las colisiones laterales (Vargas Alvarado, 2009). Una complicación clínica descrita en este tipo de fracturas es el síndrome de embolismo graso:

Caracterizado por manifestaciones pulmonares, cerebrales y cutáneas, las anomalías neurológicas son frecuentes (hasta un 86 %) y variables, aunque los pacientes suelen recuperarse sin secuelas; aunque en el caso de sospecha de afectación neurológica se recomienda realizar una resonancia magnética cerebral (Bascañana-Ambrós, Martitegui-Jiménez y Santana-Báez, 2008, s. p.).

La frecuencia de esta enfermedad clínica es poco frecuente, se estima:

Una prevalencia del 0,5-3,5 % del total de fracturas de huesos largos, con mayor riesgo de aparición en los varones jóvenes y con una mortalidad que oscila entre el 5-20 %, ocurriendo habitualmente entre las 12-72 horas tras un traumatismo (en el 90 % de los casos) [...].

La fisiopatología acepta dos supuestos: I. La teoría mecánica postula que grandes émbolos de grasa de la médula ósea pasan al sistema venoso en el lugar de la fractura y embolizan las arteriolas pulmonares [...] Algunos de estos émbolos grasos pueden pasar a través de *shunts* arteriovenosos hasta el cerebro. II. La teoría bioquímica afirma que son los cambios hormonales inducidos por traumatismo o sepsis los que producen la liberación sistémica de ácidos grasos libres como quilomicrones [...] Los reactantes de fase aguda, como la proteína C reactiva, causan la coalescencia de los quilomicrones que forman émbolos grasos y se producen los mismos cambios que en la teoría anterior

(Bascuñana-Ambrós, Martitegui-Jiménez y Santana-Báez, 2008, s. p.).

El síndrome de embolismo graso no cuenta con una prueba diagnóstica sensible y específica, por tanto, las manifestaciones clínicas son los principales criterios para establecer su diagnóstico como prueba de laboratorio coadyuvante. Se destaca la alteración hematológica de: “Descenso del hematocrito en las primeras 48 horas secundario a una hemorragia intraalveolar al que puede asociarse la presencia de trombocitopenia” (Bascuñana-Ambrós, Martitegui-Jiménez y Santana-Báez, 2008).

2.9. Valoración de la severidad de traumatismo

Los traumatismos son causantes frecuentes de morbilidad y mortalidad, la supervivencia de las personas dependerá de factores como la: “Gravedad de las lesiones, resultados terapéuticos y la edad” (Grace Rapsang y Chowlek Shyam, 2015). Estos factores evidencian que la preservación de la vida en personas que sufren lesiones dependerá no solamente de la alteración anatómica o funcional resultado de un trauma, sino también de las características fisiológicas de la persona. El análisis y la valoración de estas circunstancias deberán individualizarse, debido a que los perfiles biológicos como talla, peso o género varían con los diferentes grupos etarios. Estos son los factores que pueden modificar tanto el manejo como la dinámica en que incide la violencia o energía externa en un cuerpo, lo que condiciona la gravedad de los traumatismos.

Las diferencias mencionadas han requerido el desarrollo de investigación científica que determine, de forma cuantitativa y real, la severidad objetiva de los traumatismos. Esto con el fin de priorizar la atención que requieran de acuerdo con las diferentes poblaciones y grupos etarios. No obstante, este tipo de investigaciones se pueden encontrar, de forma completa, en la

población adulta, por razones de frecuencia y que corresponden a grupos con características más homogéneas y constantes.

Como medios de clasificación se utiliza la Escala de coma de Glasgow de uso universal para determinar el estado de consciencia en personas politraumatizadas. Esta escala: “Constituye un instrumento discriminativo bien establecido [...] pero su validez como instrumento de predicción y evaluación no se ha investigado todavía” (Grace Rapsang y Chowlek Shyam, 2015, s. p.). Otras escalas toman en consideración las zonas anatómicas afectadas, como la escala de Valoración de gravedad de lesiones (Injury Severity Score [ISS]), sin tener una diferenciación por edad o características constitucionales de las personas involucradas.

Para la valoración de los traumatismos pediátricos se utilizan tablas que contemplan factores adicionales a los considerados con regularidad en la población adulta, como el peso, estado mental, cifras hemodinámicas, esqueleto y heridas. Estas se describen en la Tabla 3.

Tabla 3
Valoración de traumatismo en población pediátrica

Variables	Puntación		
	2	1	-1
Peso en kg	> 20	10-20	< 10
PAS	> 90	50-90	< 50
Estado Mental	Despierto	Obnubilado	Comatoso
Vías aéreas	Normales	Mantenibles	No mantenibles
Esqueleto	Ausencia de fracturas	Fractura cerrada	Fractura abierta o múltiples
Heridas abiertas	Ninguno	Menor	Mayor o penetrante

Fuente: Grace Rapsang y Chowlek Shyam (2015).

De la clasificación anterior se puede evidenciar que en la población pediátrica los determinantes de peso, talla, volemia, añadido a lesiones en órganos vitales como el sistema nervioso central y el cardiorrespiratorio son determinantes en su valoración y establecimiento de la severidad en las personas menores, con porcentajes de mortalidad muy variables de acuerdo con la integridad como alteraciones en estos factores.

Esta puntuación fisiológica valora 6 componentes que se observan con frecuencia en los traumatismos pediátricos, y resalta el peso del niño y el estado de las vías aéreas. Se ha observado una mortalidad del 0% en los pacientes con una PTS superior a 8, mientras que la mortalidad aumenta hasta el 30% en los pacientes con una PTS igual o inferior a 8, o en un 100% con una $PTS \leq 0$ (Grace Rapsang y Chowlek Shyam, 2015, s. p.).

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

Se trata de una investigación observacional que permitirá conocer nuevos enfoques científicos, mediante el análisis de hechos ya ocurridos. Para esto, se especifican propiedades importantes en este grupo poblacional y miden variables como edad, sexo, lesiones, mecanismos de trauma, así como el grado de relación entre una o más de estas variables.

3.2. Sujetos y población de estudio

Se trabajará con la población total de dictámenes medicolegales realizados a personas ocupantes de vehículos víctimas de accidentes de tránsito con una edad menor o igual a 12 años, valorados en la Sección de Clínica Médico Forense entre los años 2017 al 2020 inclusive.

Como criterio de inclusión se tomará en cuenta los que correspondan a pacientes con edad hasta los 12 años inclusive, que hayan sido ocupantes de vehículos involucrados en accidentes de tránsito, en que se documente el uso de dispositivos de seguridad vial. No se tomarán en cuenta aquellos dictámenes que correspondan a personas menores que hayan viajado en vehículos de dos ruedas o vehículos tipo autobuses, en los que usualmente no utilizan dispositivos de seguridad, que porten estados anteriores en las regiones corporales lesionadas o dictámenes preliminares o con base en documentos médicos.

3.3. Fuentes de información

Se utilizan bases de datos bibliográficas de Cochrane Library, ClinicalKey, Medline, American Journal of Health-System Pharmacy, UpToDate, The New England Journal of

Medicine, DynaMed Plus, PubMed, con palabras clave como *accidentes de tránsito, accidente de vehículo automotor, lesiones traumáticas en niños, traumatología infantil, biomecánica, asiento de seguridad en niños, asiento de seguridad para automóvil, cinturón de seguridad, prevención de lesiones en accidentes de tránsito, accidentes de tránsito en niños*, tanto en inglés como en español.

Los dictámenes medicolegales que se incluyen en este estudio se obtuvieron utilizando la base de datos del sistema digital SIMEL que se emplea en la Sección Clínica Médico Forense, el cual utiliza un motor de base de datos SQL. Desarrollado en visual Net-cliente, este sistema empezó a usarse en el año 2013 y se estableció de forma estable en el 2015-2016, inicialmente en el área administrativa y después en la médica y contiene todos los dictámenes elaborados en esta sección, de forma ordenada, firmados y refrendados.

3.4. Variables

Los datos obtenidos se tabularon utilizando una hoja de MS Excel para la recolección y ordenamiento de las variables a analizar, mediante técnica de estadística descriptiva y presentar los datos numéricos obtenidos, características de las principales variables y su correlación, lo que evita las generalizaciones. Las variables por analizar se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4
Variables

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Instrumentación
Determinar tipo de lesiones, mecanismo de trauma y tipo de atención médica recibida según sexo	Lesionología en accidentes de tránsito de la población infantil	Variables asociadas con las alteraciones anatómicas y funcionales producidas en accidentes de	<ul style="list-style-type: none"> •Sexo •Edad •Lesiones 	<ul style="list-style-type: none"> -Estudio de los dictámenes medicolegales. -Estudios de documentos médicos aportados

<p>y edad en víctimas de accidentes de tránsito menores de 12 años valoradas en la Sección de Clínica Médico Forense del Departamento de Medicina Legal de Costa Rica entre los años 2015 al 2019</p>	<p>tránsito en la población infantil</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Tipo de vehículo (automóvil, 4 x 4, carga, etc.) •Mecanismo de Trauma •Atención médica recibida (mx o qx) 		
<p>Categorizar lesiones y mecanismo de trauma asociados con el uso y tipo de los dispositivos de seguridad en este grupo.</p>	<p>Eficacia de los dispositivos de seguridad vial en población infantil involucrada en accidentes de tránsito</p>	<p>Gravedad de las alteraciones anatómicas y funcionales relacionados con el uso y tipo de dispositivos de seguridad de tránsito en la población infantil</p>	<p>Días de Incapacidad temporal</p> <p>Porcentaje de Incapacidad Permanente</p> <p>Tipo de dispositivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Cinturón •Booster •Silla. •Ninguno 	<p>-Estudio de los dictámenes medicolegales.</p> <p>-Estudios de documentos médicos aportados.</p>

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Dictámenes medicolegales

La población total de casos atendidos en la Sección de Clínica Médico Forense del Departamento de Medicina Legal en Costa Rica, correspondientes a víctimas de accidentes de tránsito menores de doce años durante los periodos de 2017 hasta el 2020 inclusive, consistió a 70 casos atendidos. A partir de su análisis se obtiene lo siguiente:

Total de casos atendidos en la SCMF de menores de 12 años de edad víctimas de accidente de tránsito según grupos de edad y años de atención 2017 al 2020.

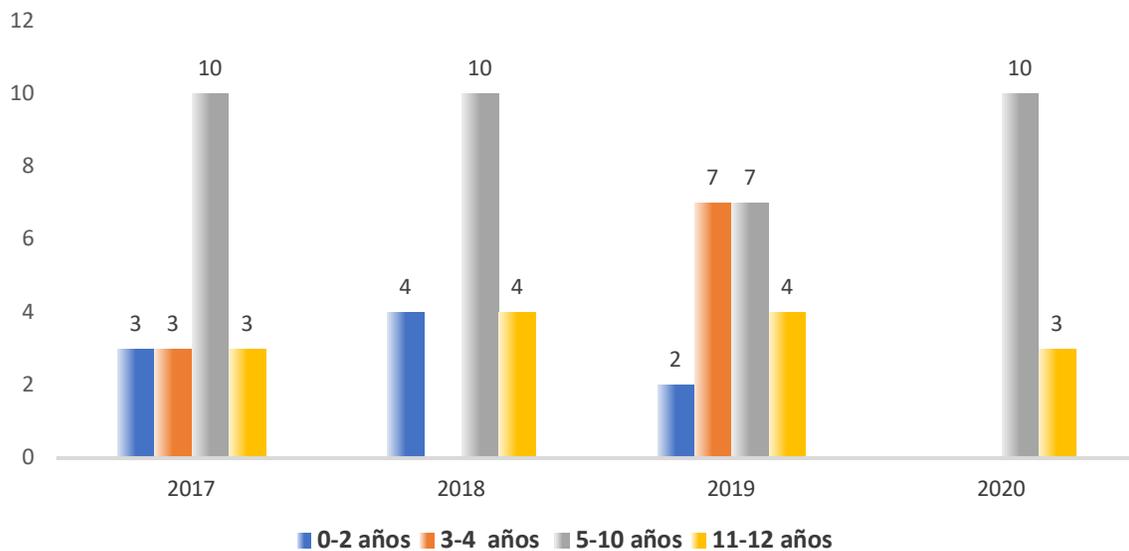


Gráfico 1

Total de casos atendidos en la SCMF de menores de 12 años víctimas de accidente de tránsito según grupos de edad y años de atención 2017 al 2020

Fuente: Elaboración propia a partir de dictámenes medicolegales de la SCMF.

La mayor cantidad de casos valorados se presentaron en el año 2019 para un total de 20, seguido de los años 2017 con 19 casos, el 2018 con 18 casos y, por último, el 2020 con 13 casos.

El grupo de edad poblacional más frecuentemente documentado corresponde a los 5 a 10 en 2017, 2018 y 2020. Para el año 2019 se reportó una cantidad de 7 casos para un total de 37 casos. Posteriormente, durante los años 2017 al 2020, se reportaron en los grupos de 11 a 12 años 14 casos, en el grupo de edad de 3 a 4 años 10 casos y en el grupo de edad de 0-2 años 9 casos.

Como se observó en los resultados, la mayoría de los casos documentados de víctimas de accidentes de tránsito en menores de doce años ocurrió en el grupo de 5 a 10 años, lo cual, de acuerdo con algunos estudios, corresponde a grupos de edad en la población infantil (5-14 años). Estos casos tienen como principal causa de mortalidad general y por agentes externos los accidentes de tránsito. Además, los estudios han demostrado que cuando el menor adquiere mayor destreza y habilidad física, como en las edades de 5 a 10 años, es frecuente que adquieran posturas autoseleccionadas, a causa de viajes prolongados o influenciados por distractores externos que modifican las características biomecánicas y los dispositivos de seguridad en el momento de los accidentes de tránsito.

Total de casos atendidos en la SCMF de menores de 12 años de edad víctimas de accidente de tránsito según sexo y años de atención 2017 al 2020.

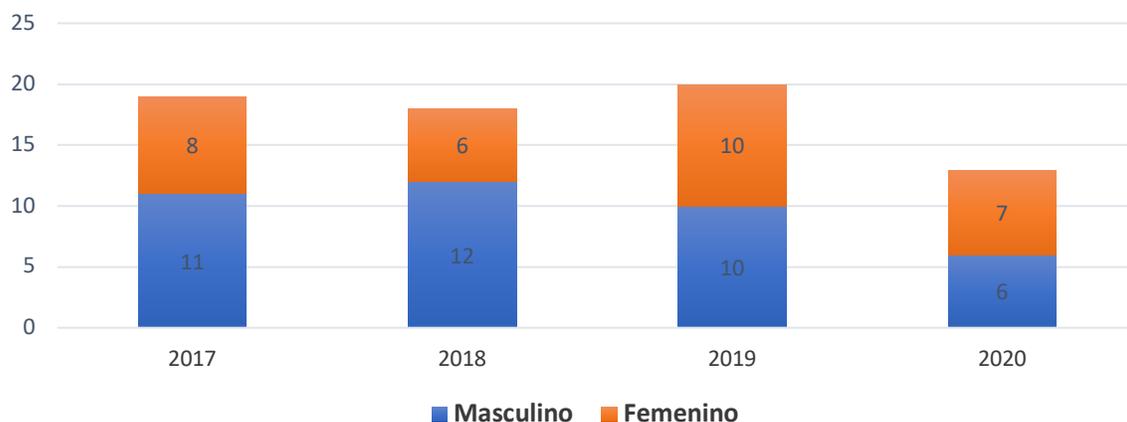


Gráfico 2

Total de casos atendidos en la SCMF de menores de 12 años víctimas de accidente de tránsito según sexo y años de atención 2017 al 2020

Fuente: Elaboración propia a partir de dictámenes medicolegales de la SCMF.

Como se observa en el Gráfico 2, el grupo de sexo más frecuente con los casos documentados entre los años 2017 al 2020 fue el masculino 39 casos y la cantidad del grupo femenino fue de 31. El sexo masculino predomina en los años 2017, 2018 y 2019, con 10 casos cada uno, y en el año 2020 predominó el sexo femenino con 7 casos y 6 casos documentados correspondientes al sexo masculino.

El sexo masculino predominó en los años analizados desde el 2017 y 2018 de la población total de menores de doce años víctimas de accidentes de tránsito. Esto es congruente con lo descrito en los estudios epidemiológicos de accidentes de tránsito en población pediátrica. En el caso del año 2020 se evidenció el leve predominio del sexo femenino por un caso, en este periodo se debe tener en cuenta que el comportamiento estadístico de estas variables pudo verse

modificado a causa de novedades en la limitación o restricción de la libre circulación vehicular como consecuencia del fenómeno pandemia por el virus COVID-19.

4.2. Generalidades de los accidentes de tránsito en víctimas menores de 12 años

El tipo de manejo médico más recibido en esta población fue conservador, para un total de 58 casos. En un total de 6 casos no se documentaron atenciones médicas y 5 casos ameritaron tratamiento quirúrgico. El grupo de edad con mayor cantidad de casos con manejo conservador fue el de 5 a 10 años con 32 casos, seguido del grupo de 11 a 12 años con 12 casos y los grupos de 1 a 2 años y de 3 a 4 años con 7 casos cada uno. El manejo quirúrgico fue más frecuente en el grupo de edad de 5 a 10 años con 4 casos y un caso en el grupo de edad de 3 a 4 años (Gráfico 3).

Tipo de manejo médico recibido en la víctimas de accidente de tránsito menores de 12 años por grupos de edad entre los años 2017 al 2020.

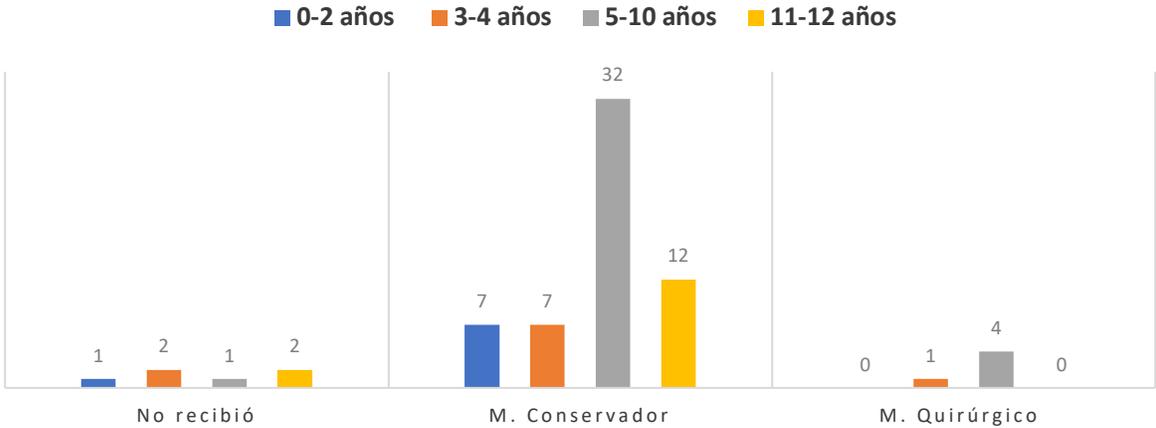


Gráfico 3
 Tipo de manejo médico recibido en las víctimas de accidente de tránsito menores de 12 años por grupos de edad entre los años 2017 al 2020

Fuente: Elaboración propia a partir de dictámenes medicolegales de la SCMF.

El hecho de que el manejo conservador haya predominado en el grupo poblacional de interés para esta investigación es congruente con lo demostrado en diferentes estudios. En estos se describe que el uso de dispositivos de seguridad en los pasajeros pediátricos disminuye la aparición de lesiones mortales y, por lo tanto, el manejo médico corresponderá a alternativas terapéuticas menos invasivas. El manejo quirúrgico documentado predominó en el grupo de edad de 5 a 10 años, esto coincide con los estudios que indican que los grupos de edad de cuatro a doce años usualmente no están involucrados en las pruebas de vehículos estandarizadas. Además, es frecuente el uso incorrecto de los elementos de sujeción, por lo tanto, favorece que aparezcan con mayor frecuencia lesiones a causa de mayor energía y, por ende, gravedad, que ameriten tratamientos médicos más invasivos o quirúrgicos.

Las atenciones médicas requeridas por las víctimas de accidente de tránsito menores de 12 años fueron más frecuentes en centros de salud de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) y el Instituto Nacional de Seguros (INS). En un total de casos de 37 casos, 17 recibieron atención médica únicamente en la CCSS y 6 recibieron atención médica solo en el INS (Gráfico 4).

Centros de salud que brindaron atención médica en los casos documentados de víctimas de accidente de tránsito menores de 12 años según año de atención 2017 al 2020.

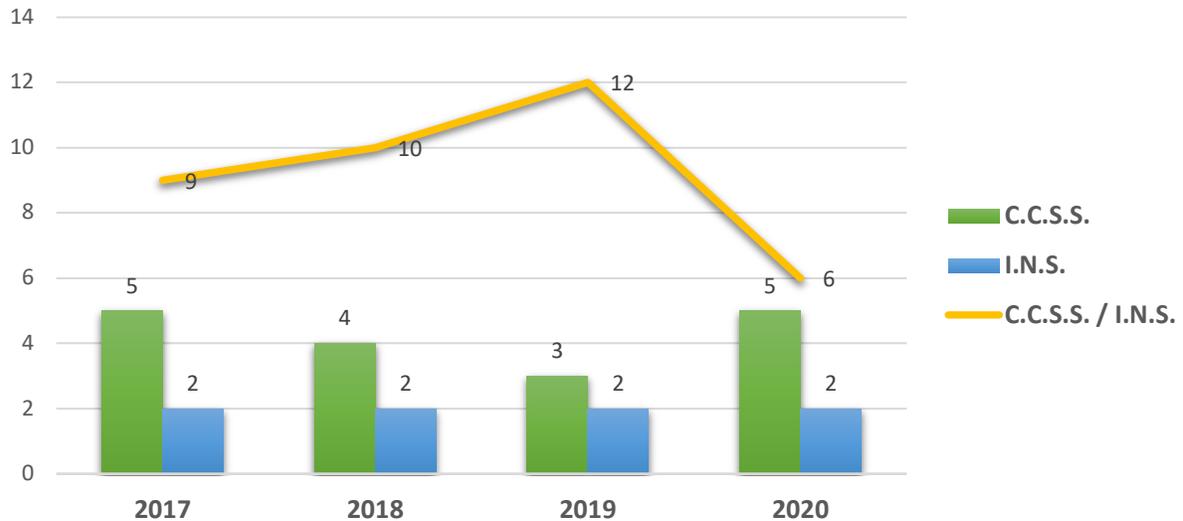


Gráfico 4

Centros de salud que brindaron atención médica en los casos documentados de víctimas de accidente de tránsito menores de 12 años según año de atención 2017 al 2020

Fuente: Elaboración propia a partir de dictámenes medicolegales de la SCMF.

Como se observó en los resultados, la prestación de servicios médicos a las personas víctimas de accidentes de tránsito en Costa Rica está determinada en la mayoría de los casos, tanto por la aseguradora del INS mediante el seguro obligatorio para vehículos automotores, según lo establecido mediante la Ley de Tránsito 9078, así como por el seguro social de la CCSS, el cual brinda atenciones cuando la persona víctima de accidente de tránsito es atendida inicialmente en la condición de persona lesionada o cuando la póliza del vehículo se *agota* y debe continuar con controles médicos a raíz de las lesiones ocasionadas en el accidente de tránsito. En cuanto al sitio donde ocurrieron estos accidentes, la provincia de San José documentó el 49 % de los casos de víctimas de accidentes de tránsito en menores de 12 años, seguido de la provincia de Heredia con el 22 % de los casos, Alajuela con el 20 %, Limón con

6 % y Cartago con 3 % de los casos en la población total documentada, sin documentar casos en las provincias de Guanacaste y Puntarenas.

El hecho de que el 80 % de los casos documentados en la presente investigación haya ocurrido geográficamente en la zona central del Costa Rica (San José, Heredia y Alajuela) corresponde con el hecho de que se trata de personas atendidas en la Sección de la Clínica Médico Forense ubicada en la provincia de Heredia de Costa Rica, donde se reciben casos principalmente de las provincias mencionadas y en cuanto a los casos ocurridos en las zonas periféricas del país, estos son atendidos en las unidades medicolegales correspondientes.

El tipo de vehículo más documentado en los accidentes de tránsito en la población en estudio fue el automóvil para un total de 67 casos, lo que corresponde a un 94 % de los casos, seguido de los vehículos tipo 4x4 para un 3 %, taxi y buseta con un 2 % y 1 % de los casos documentados respectivamente (Gráfico 5).

Tipo de vehículos involucrados en casos documentados de víctimas de accidentes de tránsito en menores de 12 años en los años 2017 al 2020.

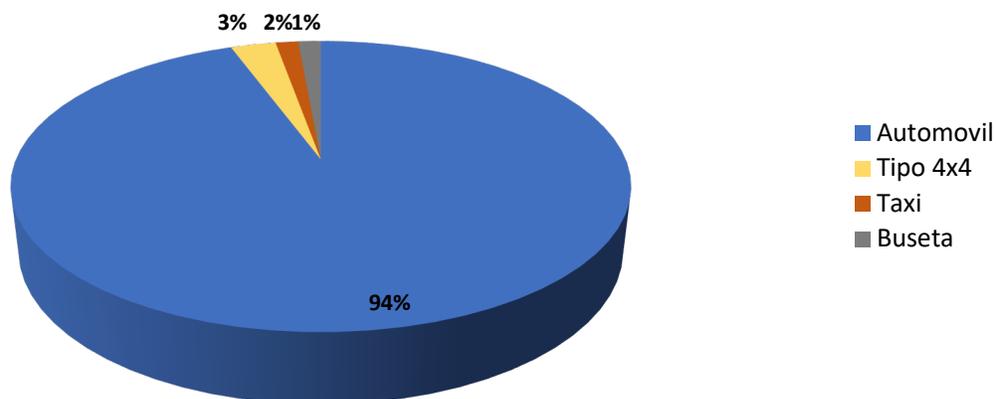


Gráfico 5

Tipo de vehículos involucrados en casos documentados de víctimas de accidentes de tránsito en menores de 12 años en los años 2017 al 2020

Fuente: Elaboración propia a partir de dictámenes medicolegales de la SCMF.

El hecho de que el tipo de vehículo que participó en los accidentes de tránsito documentados fue el automóvil, obedece a que es el que más se utiliza en la flota vehicular usual costarricense. Esto coincide con los informes estadísticos anuales de Cosevi en los que se documenta que los vehículos tipo automóvil y motocicleta están involucrados en altos porcentajes de los accidentes de tránsito.

La posición del menor en el asiento trasero del vehículo sin especificar su lateralidad se documentó en 44 casos (63 %), la posición del menor en el asiento trasero izquierdo se documentó en 13 casos (19 %) y en el lugar trasero derecho fue en 7 casos (10 %), en el lugar de asiento del acompañante en 3 casos (4 %) y en la región central del asiento trasero fue en 2 casos (4 %) (Gráfico 6).

Ubicación del menor dentro del vehículo al momento del accidente en los casos documentados en los años 2017 al 2020.

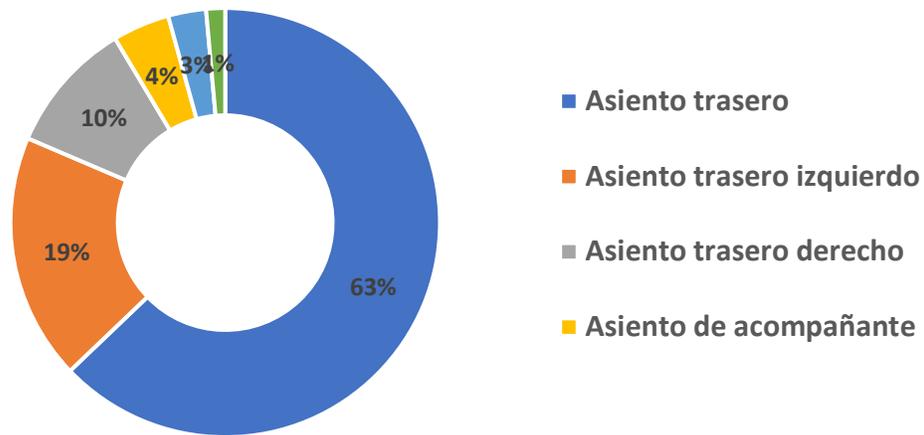


Gráfico 6

Ubicación del menor dentro del vehículo al momento del accidente en los casos documentados en los años 2017 al 2020

Fuente: Elaboración propia a partir de dictámenes medicolegales de la SCMF.

La ubicación del menor dentro del vehículo en el momento de los accidentes de tránsito documentados, en el noventa % de los casos se encontraban en los asientos traseros del automotor, según los estudios realizados y normas vigentes. Los asientos traseros son el lugar donde las personas menores de 12 años deben viajar en los vehículos, usando los dispositivos de seguridad para su edad y tamaño. La evidencia estadística costarricense no documenta la posición específica de los ocupantes de vehículos ni se hace una clasificación por grupos de edad.

En cuanto al tipo de accidente de tránsito más documentado en las personas menores de 12 años fue la colisión frontal con un total de 19 casos (27 %), el tipo de colisión trasera se documentó en 13 casos (19 %), así como en las colisiones no especificadas. La colisión derecha

en 9 casos (13 %) e izquierda en 6 casos (8 %), en tipo de colisión múltiple y vuelco se documentaron en 7 casos (10 %) y 3 casos respectivamente (4 %) (Gráfico 7).

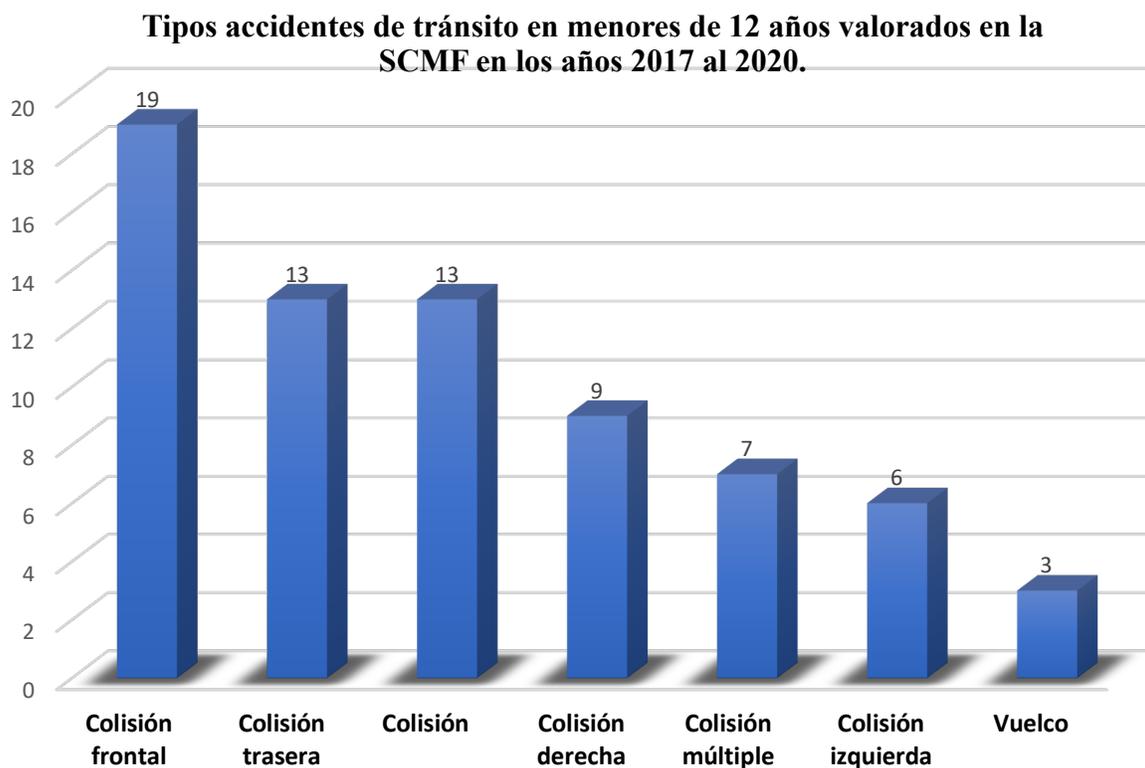


Gráfico 7

Tipos de accidentes de tránsito en menores de 12 años valorados en la SCMF en los años 2017 al 2020

Fuente: Elaboración propia a partir de dictámenes medicolegales de la SCMF.

El tipo de colisión más prevalente en los casos analizados en la presente investigación corresponde a la colisión frontal, tipo de accidente que, según los estudios realizados, es la principal modalidad de estudio y diseño de la seguridad de los dispositivos de seguridad vial diseñados para la población pediátrica. Las estadísticas de Cosevi en el año 2018 evidencian porcentajes significativos para accidentes de colisión entre vehículos, sin embargo, no precisa el tipo de colisión.

En cuanto al área anatómica más lesionada en el tipo de accidente de colisión trasera es el cuello con cinco casos, seguido de la cabeza y rostro, dorso y extremidades con tres casos cada uno. El área anatómica más lesionada en el tipo de accidente de colisión frontal es la cabeza y rostro con doce casos, seguido de extremidades inferiores con siete casos y, posteriormente, extremidades inferiores y cuello con seis y cinco casos respectivamente (Gráfico 8).

Áreas anatómicas lesionadas según los tipos de accidente en las víctimas de accidentes de tránsito menores de 12 años en los años 2017 a 2020.

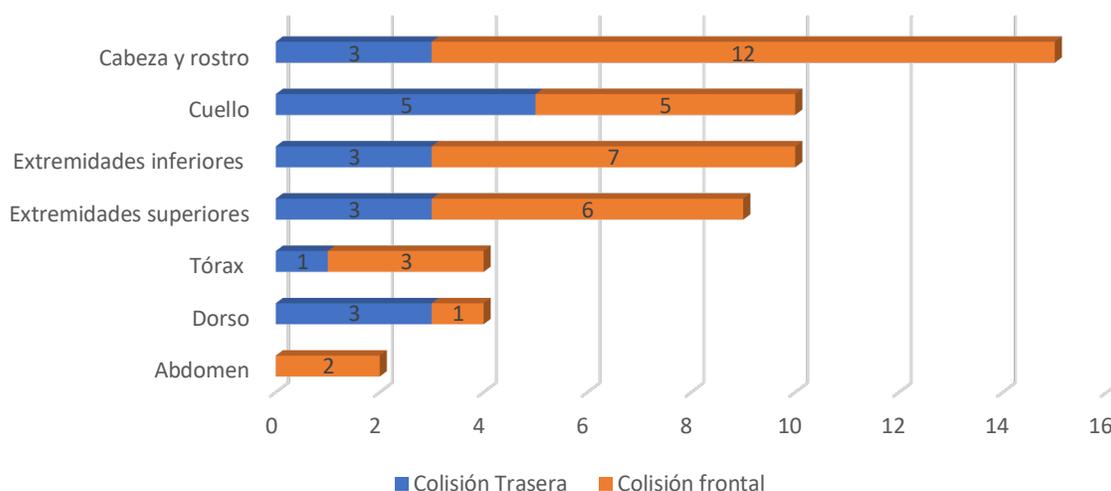


Gráfico 8

Áreas anatómicas lesionadas según los tipos de accidente en las víctimas de accidentes de tránsito menores de 12 años en los años 2017 a 2020

Fuente: Elaboración propia a partir de dictámenes medicolegales de la SCMF.

El segmento corporal de la cabeza y rostro ha sido el más lesionado en el tipo de accidente colisión frontal, como se menciona en los estudios realizados, la presencia de lesiones encefálicas traumáticas, así como en los tejidos blandos del rostro, son frecuentes en las colisiones frontales, debido a la cinemática del impacto y biomecánica del ocupante del vehículo. Por otro lado, el cuello y columna cervical de las personas menores y principalmente

en etapas tempranas de su desarrollo como el periodo de lactancia son anatómica y funcionalmente más susceptibles a la cinética de movimientos de flexión-extensión y movimientos rotacionales de la cabeza, como se presenta en colisiones traseras y laterales según la evidencia de estudios científicos.

Por otra parte, el área anatómica más lesionada en el tipo de accidente de colisión lateral derecha es la cabeza y el rostro con cinco casos, seguido del cuello y el dorso con tres casos cada uno. El área anatómica más lesionada en el tipo de accidente de colisión lateral izquierda es la cabeza y el rostro con tres casos, seguido del tórax y las extremidades inferiores con dos casos cada uno. Las áreas anatómicas lesionadas en el tipo de accidente de vuelco documentadas corresponden a la cabeza y rostro, tórax y las extremidades inferiores con un caso cada uno (Gráfico 9).

Áreas anatómicas lesionadas según los tipos de accidente en las víctimas de accidentes de tránsito menores de 12 años en los años 2017 a 2020.

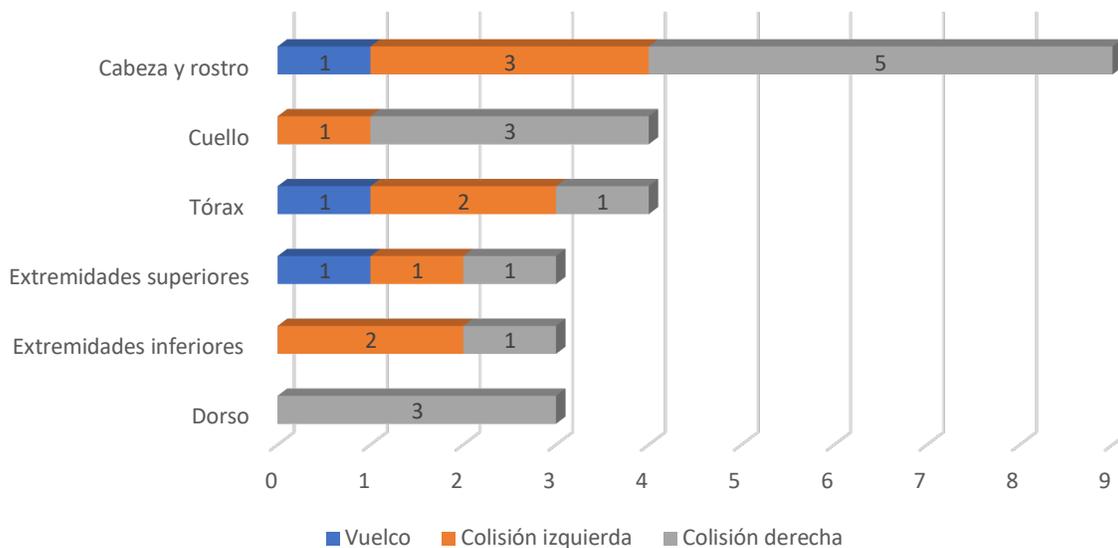


Gráfico 9

Áreas anatómicas lesionadas según los tipos de accidente en las víctimas de accidentes de tránsito menores de 12 años en los años 2017 a 2020

Fuente: Elaboración propia a partir de dictámenes medicolegales de la SCMF.

Como se muestra, la región corporal de la cabeza ha sido la más afectada en las colisiones laterales derecha e izquierda y en menor grado también se afectaron el cuello, tórax y extremidades inferiores. En este caso en particular, los estudios traumatológicos realizados indican que las zonas afectadas usualmente en impactos laterales son las extremidades, cuello y tórax, sin embargo, se debe considerar que las investigaciones realizadas en la actualidad se han dirigido principalmente a la traumatología y cinemática en ocupantes de vehículos adultos. Por lo tanto, la inmadurez y desproporción anatómica del tamaño de las personas menores en comparación con los adultos demuestra como la cabeza y cuello son áreas corporales especialmente vulnerables a lesiones en el momento de accidentes de tránsito. Con respecto a las lesiones por vuelco, estas son más inespecíficas en relación con el tipo de los accidentes, ya

que el ocupante del vehículo experimenta desplazamiento y choques con las estructuras internas del vehículo.

4.3. Aspectos relacionados con dispositivos de seguridad en víctimas de accidentes de tránsito menores de 12 años

El tipo de dispositivo de seguridad que se utiliza documentado en la totalidad de los casos de los grupos de edad de 0 a 2 años y de 3 a 4 años correspondió a la silla de seguridad; en el grupo de edad de 5 a 10 años se documentó el uso del dispositivo de seguridad en 37 casos, en este grupo se documentó el uso de la silla de seguridad en 12 casos (32 %), el uso de *booster* en 10 casos (27 %) y el uso de cinturón de seguridad de tres puntos en 15 casos (41 %); en el grupo de edad de 11 a 12 años se documentó el uso de cinturón de seguridad en 10 casos (91 %) y el no uso de cinturón de seguridad en un caso (9 %). (Gráfico 10).

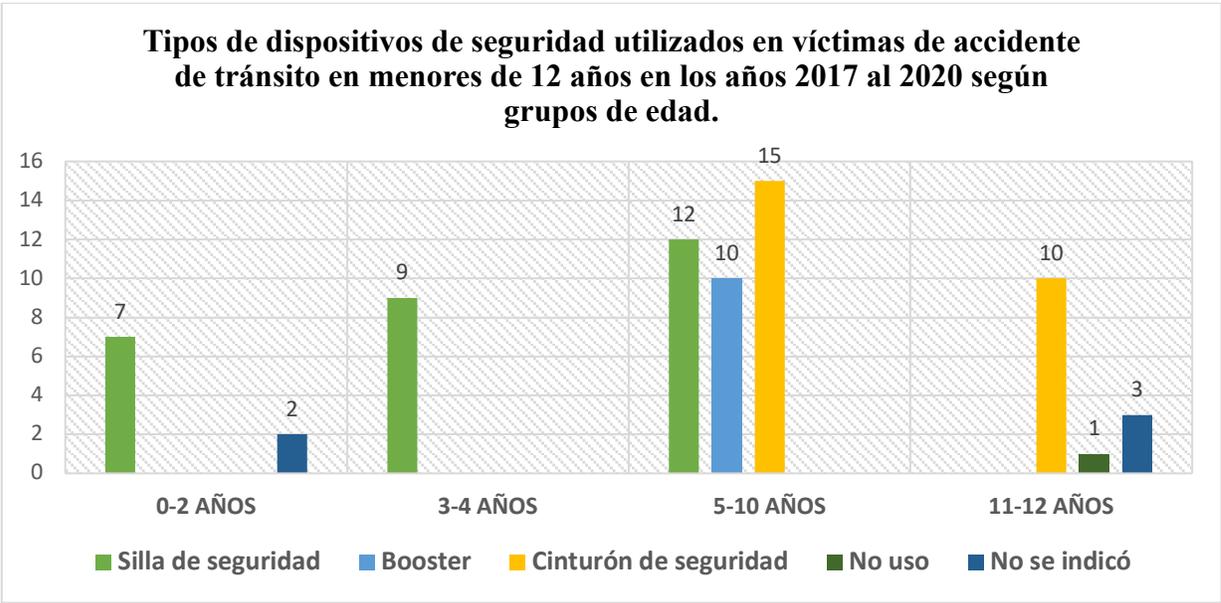


Gráfico 10
Tipos de dispositivos de seguridad utilizados en víctimas de accidentes de tránsito en menores de 12 años en los años 2017 al 2020 según grupos de edad

Fuente: Elaboración propia a partir de dictámenes medicolegales de la SCMF.

El dispositivo de seguridad documentado, desde los cero hasta los cuatro años fue la silla de seguridad, según lo anotado por el médico forense en la historia medicolegal, la cual, según estudios sobre los sistemas de seguridad en menores, la silla o asiento de seguridad son los indicados para este grupo de edad, con las consideraciones de que deben estar sujetos adecuadamente y colocados en los asientos traseros de los vehículos, lo que hace énfasis en que la orientación de la silla de seguridad debe ser en sentido contrario al de la dirección del vehículo, con el fin de distribuir la energía de posibles accidentes de tránsito en toda la región posterior del cuerpo del menor y que no se localice en zonas anatómicas como cabeza y cuello.

En el grupo de edad de 5 a 10 años las características constitucionales anatómicas son cada vez más semejantes a la de los adultos, especialmente en el sentido que la cabeza del menor es proporcionalmente de menor tamaño y el cuello es más resistente. Esto permite, según las recomendaciones de los sistemas de seguridad de menores, que estos utilicen los dispositivos de seguridad y se coloquen con la misma orientación en la viaja el vehículo, también se evidencia la dificultad y desconocimiento en el uso correcto del dispositivo de seguridad según el tamaño y edad de la persona menor, por, lo que los estudios demuestran que el uso de estos no es uniforme en esta población, lo que es congruente con los resultados de la presente investigación, demostrando el uso de silla de seguridad, asiento elevador (*booster*) y cinturón de seguridad en porcentajes semejantes; en el grupo de 11 a 12 años el único dispositivo de seguridad documentado fue el cinturón de seguridad en la mayoría de la población analizada, a pesar de que las recomendaciones para las personas menores que al acercarse a las proporciones de la constitución anatómica de los adultos como pasa en este grupo de edad, la recomendación es el uso de asientos elevadores (*booster*) y los sistemas de seguridad para adultos (cinturones de seguridad) son también funcionales para la población pediátrica de este grupo.

Como se observa en el Gráfico 11, el tipo de lesión más documentada en la población total corresponde a las contusiones simples en 60 de los casos, las lesiones óseas (fracturas) se documentaron en 8 casos, un caso en el grupo de edad de 0 a 2 años, 3 a 4 años y 11 a 12 años y 5 casos en el grupo de 5 a 10 años. Las lesiones contusiones complejas se documentaron en un caso en el grupo de edad de 5 a 10 años. No se documentaron lesiones en cuatro casos en el grupo de 0 a 2 años, dos casos en el grupo de 3 a 4 años y en el grupo de 5 a 10 años.

Tipos de lesiones en víctimas de accidente de tránsito en menores de 12 años según grupos de edad en los años 2017-2020.

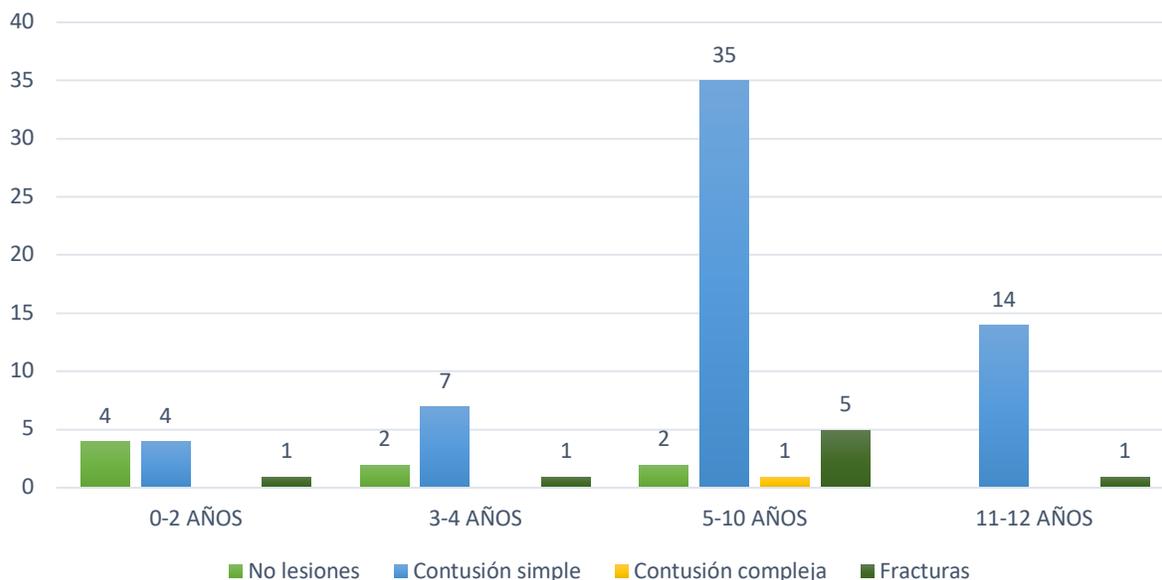


Gráfico 11

Tipos de lesiones en víctimas de accidente de tránsito en menores de 12 años según grupos de edad en los años 2017-2020

Fuente: Elaboración propia a partir de dictámenes medicolegales de la SCMF.

La severidad de las lesiones documentadas demuestra como el uso de los dispositivos de seguridad para personas menores disminuye la presencia de lesiones graves o potencialmente letales como se evidencia en estudios relacionados con la traumatología pediátrica. En la presente investigación el tipo de lesión más común fueron las contusiones simples. Se

documentó la presencia de fracturas en menor cantidad, cabe indicar que en la presencia de fracturas en este tipo de accidentes la probabilidad depende de factores como la edad, magnitud y dirección de la fuerza aplicada al hueso. Estas últimas varían con la dinámica del accidente como el tipo de colisión y posición del menor dentro del vehículo. Se documentó un caso de contusión compleja (aplastamiento) en el segmento corporal del abdomen, lo que es congruente con mecanismos de trauma descritos en la literatura, por efecto de los dispositivos de seguridad colocados en el abdomen junto con la columna vertebral que hacen un mecanismo de aplastamiento en las vísceras intraabdominales.

Este último caso se trató de un menor de 6 años que utilizaba *silla* y cinturón de seguridad de tres puntos al viajar en un automóvil que colisionó con otro vehículo tipo 4x4. Esto es compatible con las circunstancias descritas en la literatura consultada cuando las personas menores entre los 5 a 12 años, quienes pueden requerir asientos elevadores (*booster*) con o sin respaldar para evitar, como en este caso, que la banda diagonal se apoyara sobre la pared abdominal y no sobre la estructura ósea de la pelvis, lo que favorece las lesiones de vísceras intraabdominales.

El mecanismo de trauma más documentado en los grupos por edad es el mecanismo de trauma directo (Instituto de Medicina Legal del Perú “Dr. Leonidas Avendaño Ureta”, 2014, p.) para un total de 61 casos. El mecanismo de trauma indirecto (Instituto de Medicina Legal del Perú “Dr. Leonidas Avendaño Ureta”, 2014, p.) se documentó en 8 casos y en un total de 6 casos no se documentó ningún mecanismo de trauma (Gráfico 12). El mecanismo de trauma directo es el mecanismo en el que la lesión y el trauma contuso (fuerza externa) se encuentran en el mismo sitio o zona anatómica, mientras que, al referirse al mecanismo de trauma indirecto, se

hace referencia al mecanismo de trauma, donde la lesión no está relacionada directamente con el área corporal circunscrita donde se aplicó la energía externa, como ocurre en casos de latigazo cervical, flexión forzada en columna vertebral o mecanismo de golpe contragolpe.

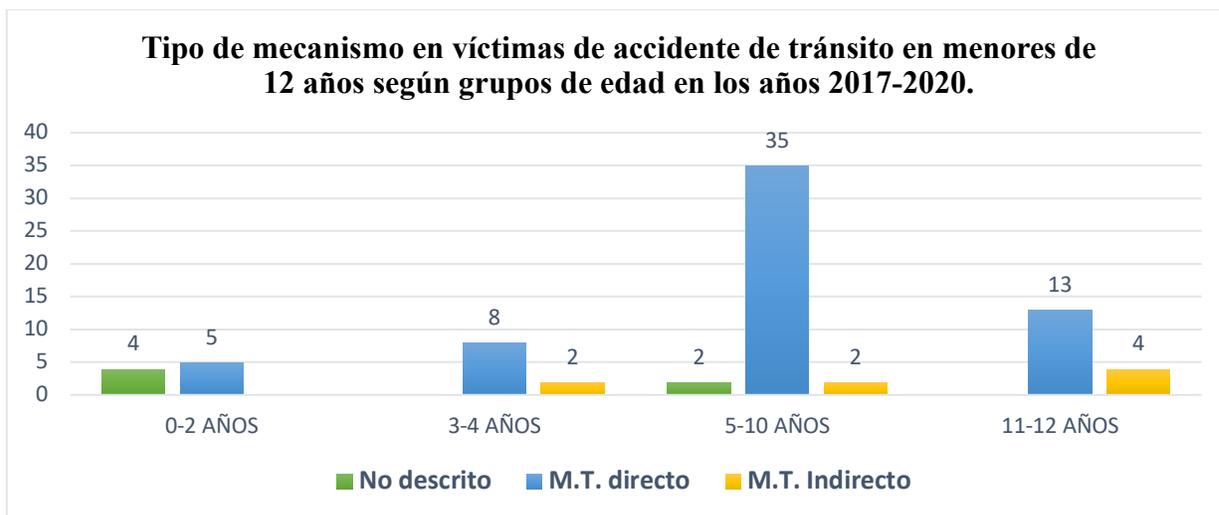


Gráfico 12

Tipo de mecanismo de trauma en víctimas de accidente de tránsito en menores de 12 años según grupos de edad en los años 2017-2020

Fuente: Elaboración propia a partir de dictámenes medicolegales de la SCMF.

El mecanismo de trauma documentado en la mayoría de los casos analizados, es congruente con los tipos de lesiones principalmente descritos en la presente investigación, correspondientes a lesiones de baja letalidad como las contusiones simples, congruente con, lo que se indica en los estudios de dispositivos de seguridad en menores, que disminuyen la probabilidad de aparición de lesiones graves, pero no descartan la presencia de lesiones menos severas como las contusiones simples caracterizadas por mecanismos de trauma directos (presión, percusión, fricción, tracción); además, la fuerza de aceleración-desaceleración (mecanismo de trauma indirecto) reflejada principalmente en el segmento corporal del cuello y

cabeza de las personas menores, fue especialmente baja en los resultados, lo que evidencia la especial protección que tienen los dispositivos de seguridad en las personas menores de cuatro años, con la recomendación de la silla de seguridad colocados en una orientación contraria a la dirección del vehículo.

De acuerdo con el Gráfico 13, la zona anatómica más lesionada en el grupo de edad de 0 a 2 años fue la cabeza y rostro, seguida de las extremidades superiores; la zona anatómica más lesionada en el grupo de edad de 3 a 4 años es la cabeza y el rostro, seguido de cuello, dorso y extremidades inferiores; la zona anatómica más lesionada en el grupo de edad de 5 a 10 años fue la cabeza y rostro, seguido de las extremidades inferiores; la zona anatómica más lesionada en el grupo de edad de 11 a 12 años fue la cabeza y rostro, seguida del dorso.

Áreas anatómicas lesionadas según grupos de edad en las víctimas de accidentes de tránsito menores de 12 años en los años 2017 a 2020.

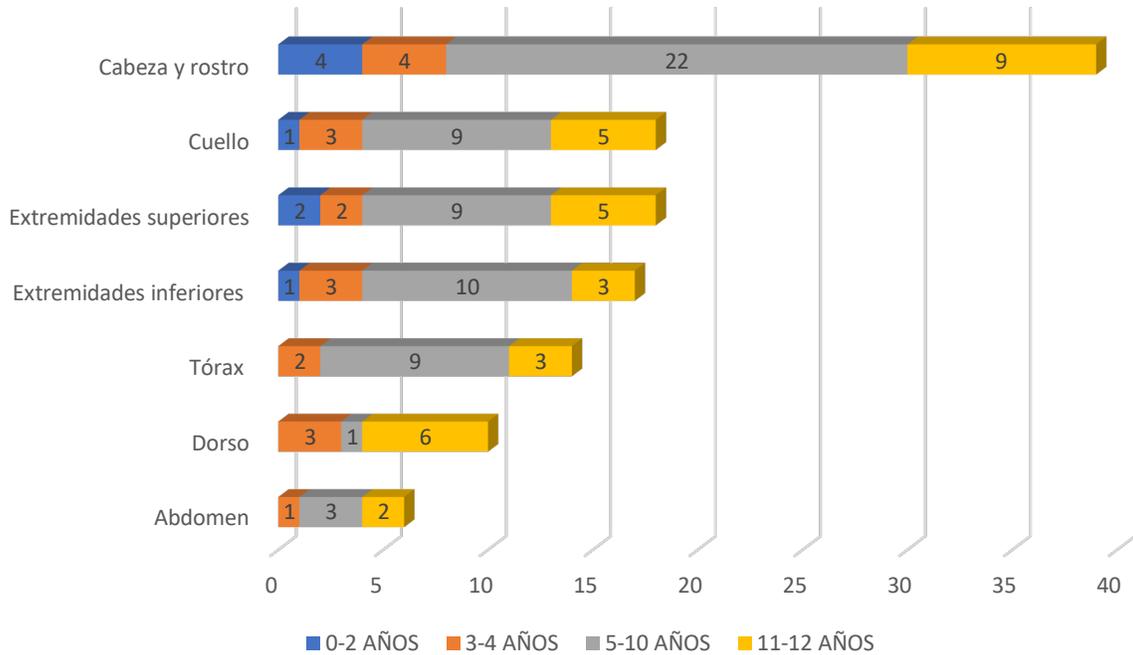


Gráfico 13

Áreas anatómicas lesionadas según grupos de edad en las víctimas de accidentes de tránsito menores de 12 años en los años 2017 a 2020

Fuente: Elaboración propia a partir de dictámenes medicolegales de la SCMF.

Como se mostró en los resultados, el segmento corporal de la cabeza y el rostro es el área corporal en, el cual se documentaron con mayor frecuencia lesiones, siendo congruente, con el objetivo en, el cual son diseñados y que se utilizan los dispositivos de seguridad en las personas menores, justamente para la protección de órganos vitales como es el encéfalo, con recomendaciones como la colocación del menor y su dispositivo de seguridad con orientación hacia atrás hasta los cuatro años, la altura del respaldar en los asientos elevadores a la altura de los conductos auditivos externos para evitar movimientos violentos en el cuello y cabeza y así las lesiones por mecanismos contusos directos, como indirectos. Cabe indicar que pesar de contar con estudios que muestran los claros objetivos en el uso de los dispositivos de seguridad,

no se cuenta con evidencia científica suficiente que demuestre cuadros lesionológicos específicos en grupos de edad en la población pediátrica para llevar a cabo una comparación consensuada con la presente investigación.

4.4. Aspectos relacionados con el dispositivo de seguridad tipo silla de seguridad en víctimas accidentes de tránsito menores de 12 años

El tipo de lesión más documentado que se asocia con el dispositivo de seguridad de silla de seguridad en los grupos de edad de 0 a 2 años, 3 a 4 años y de 5 a 10 años es contusión simple en un total de 22 casos. Se documentó un caso de lesión tipo contusión compleja en el grupo de edad de 5 a 10 años.

El dispositivo silla de seguridad analizado en los grupos de edad desde los 0 años hasta los 10 años demuestra como su uso disminuye la presencia de lesiones graves o potencialmente letales para las personas menores. En la totalidad de las personas menores analizadas hasta los 4 años y en el grupo de menores de 5 a 10 años la mayoría son contusiones simples. El caso documentado con contusión compleja se presentó en el grupo de edad de 5 a 10 años, justamente en el grupo de edad en el que los estudios describen, mayor probabilidad de uso incorrecto de dispositivos de seguridad, como su sujeción al vehículo, así como las posturas autoseleccionadas por el menor en busca de confort durante el uso de la silla de seguridad. Cabe indicar que en la actualidad no se cuenta con estudios que documenten la lesionología asociada con dispositivos de seguridad y grupos de edad para llevar a cabo una comparación con los resultados de la presente investigación.

El tipo de mecanismo de trauma más documentado que se asocia con el dispositivo de seguridad de silla de seguridad en los grupos de edad de 0 a 2 años, 3 a 4 años y de 5 a 10 años

es el mecanismo de trauma directo en un total de 24 casos. Se documentaron dos casos con mecanismo de trauma indirecto en el grupo de edad de 3 a 4 años.

El mecanismo de trauma principalmente descrito en las lesiones asociadas con el dispositivo tipo silla de seguridad ha sido el mecanismo de trauma directo, congruente con el tipo de lesiones descritas en este grupo. En una menor cantidad se describió el mecanismo de trauma indirecto, como ocurre con mecanismo de aceleración-desaceleración, principalmente en el segmento corporal del cuello y cabeza de las personas menores, lo que evidencia como los dispositivos de seguridad se centran en la disminución de lesiones letales. Estas últimas, según los estudios analizados, tienden a presentarse en las zonas anatómicas correspondientes a la cabeza, cuello y tórax, lo que sería congruente con los resultados de la presente investigación.

Como se muestra en el Gráfico 14, el área anatómica más lesionada en el grupo de edad de 0 a 2 años que se asocia con silla de seguridad es la cabeza y el rostro con cuatro casos, seguido de las extremidades superiores con dos casos documentados. El área anatómica más lesionada en el grupo de edad de 3 a 4 años que se asocia con silla de seguridad es la cabeza y el rostro con cuatro casos, seguido del cuello, dorso y extremidades inferiores con tres casos documentados en cada uno y el área anatómica más lesionada en el grupo de edad de 5 a 10 años que se asocia con silla de seguridad es el tórax con seis casos, seguido de la cabeza y el rostro con tres casos.

Áreas anatómicas lesionadas en víctimas de accidente de tránsito en menores de 12 años asociado dispositivo de seguridad tipo Silla de seguridad según grupos de edad.

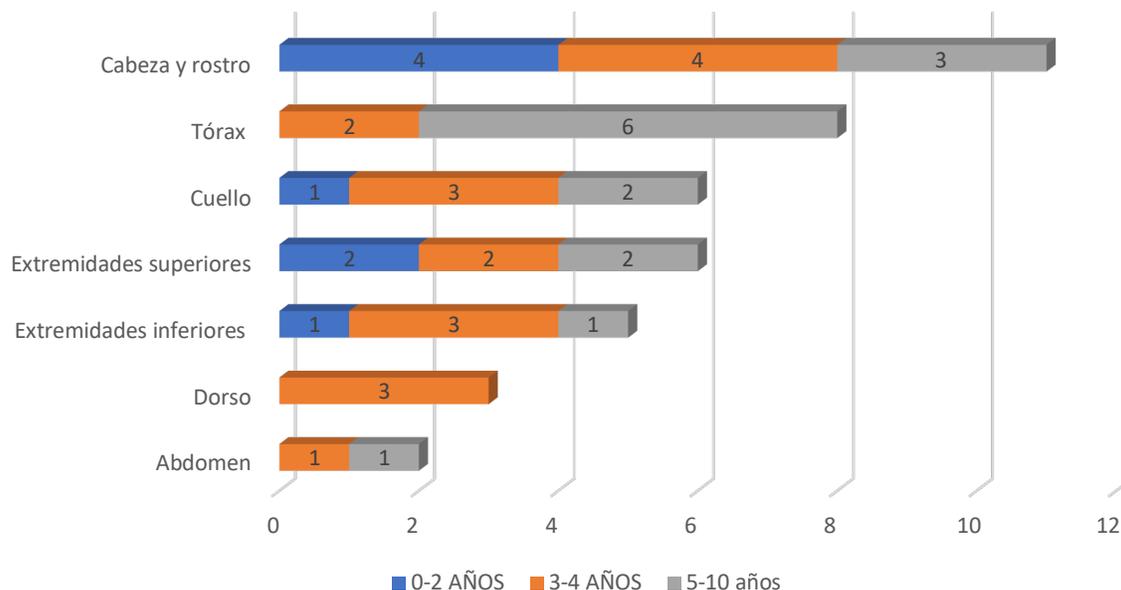


Gráfico 14

Áreas anatómicas lesionadas en víctimas de accidente de tránsito en menores de 12 años asociado dispositivo de seguridad tipo silla de seguridad según grupos de edad

Fuente: Elaboración propia a partir de dictámenes medicolegales de la SCMF.

En las personas menores desde los 0 hasta los 4 años que utilizaron el dispositivo de seguridad tipo silla de seguridad, presentaron traumatismos principalmente en la cabeza y rostro y en menor cantidad de casos en cuello, dorso y extremidades. De esto se puede intuir que, según los objetivos de los dispositivos de seguridad y las características en el desarrollo anatómico y funcional de las personas menores de 4 años, la región anatómica más vulnerable a los traumatismos es la cabeza por los efectos de cinemática del accidente y la inmadurez del menor, esto aumenta la posibilidad de aparición de lesiones severas en el sistema nervioso. En las personas menores de edad de 5 a 10 años la mayoría de los traumatismos ocurrieron en el tórax, seguido del área de la cabeza y rostro, congruente por mecanismos contusos a causa del cinturón

de la silla de seguridad en la región anterior del tórax como se describe en la literatura. Esto tiene en consideración que a mayor edad las personas menores cuentan con más control de movimientos en la columna cervical y cabeza, por lo que la frecuencia de las lesiones en estas áreas es menor. Sin embargo, en la actualidad no se cuenta con estudios que documenten la lesiónología asociada con la silla de seguridad y grupos edad para llevar a cabo una comparación en los resultados de la presente investigación.

4.5. Aspectos relacionados con el dispositivo de seguridad tipo asiento elevador (booster) en las víctimas de accidentes de tránsito menores de 12 años

El tipo de lesión más documentado asociado con el dispositivo de seguridad de asiento elevador (*booster*) en el grupo de edad de 5 a 10 años es contusión simple en un total de 5 casos (62 %). Además, se documentaron tres casos (38 %) con lesión ósea (fractura).

El grupo de edad entre los 5 a 10 años según la literatura y estudios consultados es el rango de edad donde las personas menores experimentan un ritmo de crecimiento acelerado en comparación, con esto el uso de los dispositivos de seguridad puede variar según su peso y talla y puede ser desde sillas de seguridad, asientos elevadores (*booster*) o cinturones de seguridad. Además, es frecuente la selección inadecuada por parte de los padres o responsables de las personas menores.

El dispositivo tipo asiento elevador (*booster*) se observó únicamente en el grupo de edad de 5 a 10 años en la presente investigación. Esto es congruente con la recomendación documentada en la literatura, en la cual presentó en más de la mitad de los casos lesiones contusión simple y en aproximadamente un tercio de los casos ocurrieron fracturas. Ante la interpretación de este tipo de lesiones se ha de considerar factores como la postura

autoseleccionada por la persona menor, su posición dentro del vehículo y la dinámica del accidente (tipo), lo cual puede variar la cantidad y disposición de energía de los traumatismos, suficientes para ocasionar lesiones como fracturas que, de acuerdo con la constitución del tejido óseo, ameritan mayor energía para producir una solución de continuidad. Sin embargo, actualmente no se cuenta con estudios que muestren tipos de lesiones en población pediátrica asociada con asientos elevadores, por lo que no se puede llevar a cabo una comparación consensuada con los resultados de la presente investigación.

El tipo de mecanismo de trauma más documentado que se asocia con el dispositivo de seguridad tipo *booster* en el grupo de edad de 5 a 10 años es el mecanismo de trauma directo en un total de 8 casos (80 %). Se documentaron dos casos (20 %) con mecanismo de trauma indirecto en el grupo de edad de 5 a 10 años.

El mecanismo de trauma principalmente descrito en las lesiones asociadas con el dispositivo tipo *booster* ha sido el mecanismo de trauma directo. Esto es congruente con el tipo de lesiones descritas en este grupo. En una menor cantidad se describió el mecanismo de trauma indirecto, como ocurre con el mecanismo de aceleración-desaceleración, principalmente en el segmento corporal del cuello y cabeza de las personas menores, lo que evidencia la capacidad de protección ante lesiones graves y, potencialmente, mortales en sus usuarios. Además, prevalecen las lesiones menos severas sobre las que requieren mayor energía cinética para su producción y, por ende, mayor capacidad lesiva.

Por otra parte, el área anatómica más lesionada en el grupo de edad de 5 a 10 años asociado con el asiento elevador (*booster*) son las extremidades superiores e inferiores con cinco

casos (25 %) cada uno, seguido de la cabeza y rostro, cuello y dorso con tres casos documentados (15 %) cada uno y en el abdomen con un caso documentado (5 %) (Gráfico 15).

Áreas anatómicas lesionadas en víctimas de accidente de tránsito en menores de 12 años asociado dispositivo de seguridad de tipo Booster en el grupo de 5 a 10 años de edad.

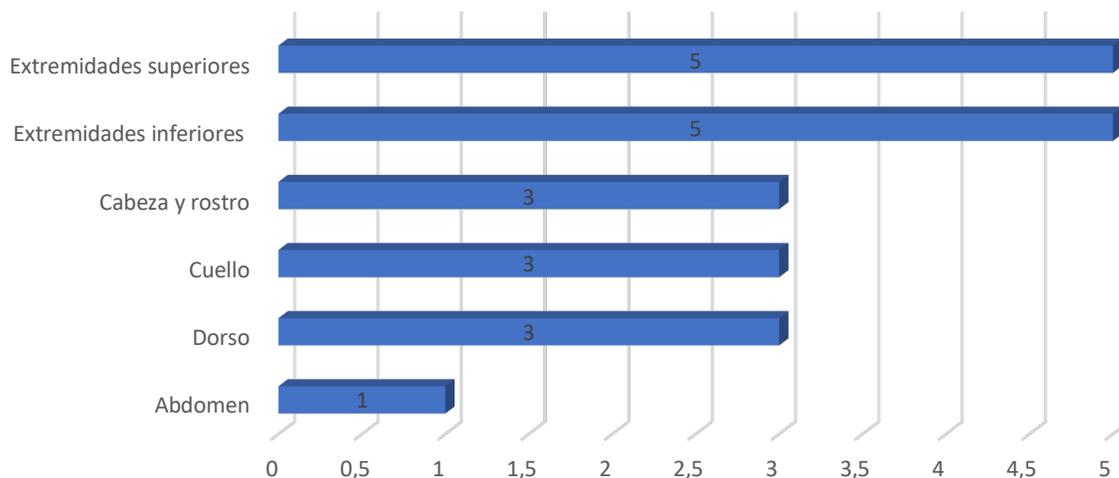


Gráfico 15

Áreas anatómicas lesionadas en víctimas de accidente de tránsito en menores de 12 años asociado dispositivo de seguridad de tipo booster en el grupo de 5 a 10 años

Fuente: Elaboración propia a partir de dictámenes medicolegales de la SCMF.

En el grupo de niños de 5 a 10 años en los casos que se documentó el uso de asientos elevadores (*booster*) las zonas corporales lesionadas principalmente fueron las extremidades superiores e inferiores. En este punto se debe resaltar lo que se indica en las referencias consultadas que sugieren que, en relación con los elevadores de asientos y los cinturones de tres puntos, la longitud de las extremidades, así como la altura del tronco del menor, al no corresponder a las dimensiones de los asientos y cinturones de seguridad del vehículo, aunado a la posibilidad de posturas autoseccionadas del menor para su confort, favorece que las extremidades superiores e inferiores experimenten traumas con las estructuras internas del vehículo en el momento del accidente y con esto posibles traumatismos. En el caso de lesiones

en la cabeza, rostro, cuello y dorso, la cantidad en los resultados fue cuantitativamente menor, esto es congruente con lo descrito en la literatura en cuanto a la protección de órganos vitales. Sin embargo, como ya se ha mencionado, en la actualidad no se cuentan con estudios que documenten la lesionología asociada específicamente con los dispositivos tipo *booster* para compararlos con los resultados de la presente investigación.

4.6. Aspectos relacionados con el dispositivo de seguridad tipo cinturón de seguridad en víctimas accidentes de tránsito menores de 12 años

El tipo de lesión más documentado que se asocia con el dispositivo de seguridad de cinturón de seguridad de tres puntos en los grupos de edad de 5 a 10 años y de 11 a 12 años es contusión simple en un total de 26 casos. Se documentaron cuatro casos de lesión ósea tipo fractura y no se documentaron lesiones de contusión compleja en los grupos de edad analizados.

El cinturón de seguridad de tres puntos es el dispositivo que utiliza la mayoría de las personas usuarias de vehículos en el medio costarricense, así como por parte de la población pediátrica cuando sus características constitucionales son semejantes a los del adulto por su edad y también para la sujeción de los dispositivos de seguridad de las personas menores. En el grupo de menores analizados en la presente investigación se documentó el uso del cinturón de seguridad entre las edades desde los 5 a los 12 años, de víctimas de accidentes de tránsito, lo que asocia con lesiones principalmente de contusión simple y, en menor medida, presencia de fracturas. Esto se da tanto en el grupo de 5 a 10 años y de 11 a 12 años y se debe considerar que, según los estudios revisados, el cinturón de seguridad se constituye por dos segmentos o bandas, una que cruza de forma diagonal el tórax y una segunda con disposición horizontal a nivel de la región anterior de la pelvis. Estos utilizan puntos de apoyo de tejido óseo para mantener el

ocupante del vehículo en su lugar de viaje en el momento de un accidente y evitar que sea proyectado hacia la estructura interna del vehículo, lo que permite que justamente en el sitio de contacto del cinturón puedan aparecer contusiones simples y, en caso de experimentar lesiones que requieren mayor energía como las fracturas, que estas ocurran en zonas corporales no vitales como extremidades o fracturas no desplazadas en el tórax. Lo anterior es congruente con los resultados de la presente investigación.

El tipo de mecanismo de trauma más documentado que se asocia con el dispositivo de seguridad tipo cinturón de seguridad de tres puntos en los grupos de edad de 5 a 10 años y de 11 a 12 años es el mecanismo de trauma directo en un total de 30 casos. Se documentaron cinco casos con mecanismo de trauma indirecto en los grupos de edad de 5 a 10 años y de 11 a 12 años.

La mayoría de las lesiones descritas en los grupos de menores en los que se documentó el uso de cinturón de seguridad fueron contusiones simples y fracturas, congruentes con el mecanismo de trauma documentado principalmente en este grupo que fue el mecanismo de trauma directo (presión, percusión, tracción y fricción) y, en menor medida, se presentó el mecanismo de trauma indirecto, a causa principalmente de cambios de movimiento rápidos y súbitos como los que ocurren en el cuello o región lumbar de la columna vertebral, lo cual es posible por la forma de viaje (al mismo sentido del vehículo) de las personas menores y la posibilidad que por la constitución de la persona menor. Como se mencionó en los estudios, las bandas o segmentos del cinturón de seguridad no tienen un apoyo óseo directo como idealmente debería ser en el hombro y las crestas ilíacas anteriores, sino que pueden apoyarse en el cuello

y abdomen, lo que permite que esas zonas corporales experimenten movimientos de flexión y extensión súbitas con mecanismos de trauma indirectos.

El área anatómica más lesionada en el grupo de edad de 5 a 10 años asociado con cinturón de seguridad de tres puntos es la cabeza y el rostro con doce casos, seguido del cuello y las extremidades superiores con cuatro casos documentados cada uno. El área anatómica más lesionada en el grupo de edad de 11 a 12 años asociado con cinturón de seguridad de tres puntos es la cabeza y el rostro con nueve casos, seguido del dorso con seis casos documentados y el cuello y las extremidades superiores con cinco casos documentados cada uno (Gráfico 16).

Áreas anatómicas lesionadas en víctimas de accidente de tránsito en menores de 12 años asociado dispositivo de seguridad tipo cinturón de seguridad según grupos de edad.

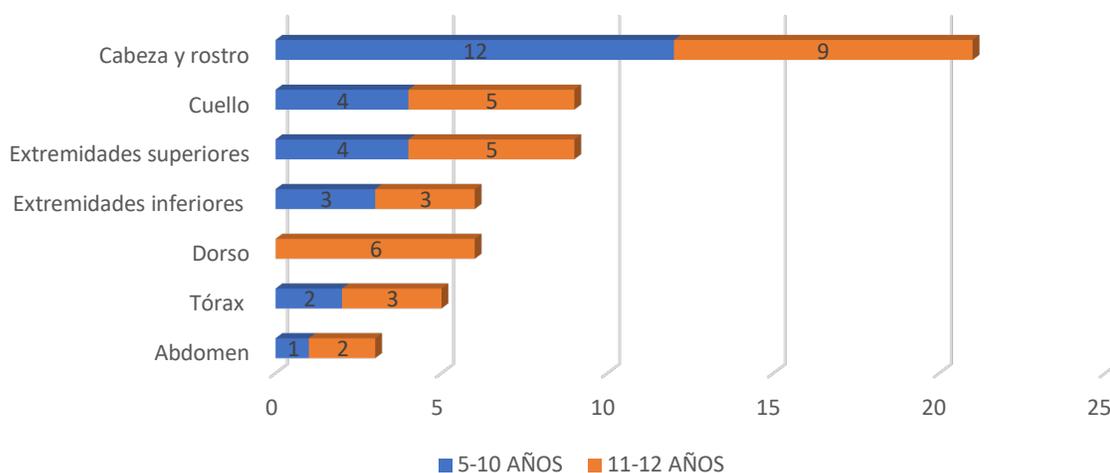


Gráfico 16

Áreas anatómicas lesionadas en víctimas de accidente de tránsito en menores de 12 años asociado dispositivo de seguridad tipo cinturón de seguridad según grupos de edad

Fuente: Elaboración propia a partir de dictámenes medicolegales de la SCMF.

La región anatómica más frecuentemente lesionada en las personas menores que documentaron el uso del cinturón de seguridad fue la cabeza y el rostro, se debe mencionar lo descrito en los estudios revisados que indican que el cinturón de seguridad y la bolsa de inflado tienen efectos sinérgicos para la seguridad de las regiones corporales superiores como cabeza, rostro y cuello. El cinturón funciona como un sistema de desaceleración y la bolsa de aire, una vez inflada, como sitio de soporte para la cabeza. En el caso de la población estudiada en la presente investigación, la mayoría se encontraba en los asientos traseros de los vehículos, libres del efecto protector o sinérgico de la bolsa de aire que se encuentra en los asientos del chofer o acompañante, por lo que eran más susceptibles de lesiones en la cabeza y el rostro, como se mostró en los resultados.

Además, las áreas corporales reportadas en orden de afectación, correspondientes a cuello, dorso y extremidades superiores, son esperables, por la posibilidad de que los cinturones de seguridad de tres puntos, no se ajustaran a los puntos de apoyo descritos en la literatura (cara anterior del hombro y región anterior de los huesos de la pelvis). Esto permite que, ante cambios bruscos de movimientos de aceleración-desaceleración, como accidentes de tránsito, aparezcan lesiones en regiones como cuello, dorso y extremidades superiores. Sin embargo, aunque en la actualidad se cuenta con estudios traumatológicos por efecto de cinturones de seguridad en personas adultas, estos no existen para poblaciones pediátricas por grupos de edad que permitan hacer una comparación con los resultados de la presente investigación.

4.7. Generalidades de incapacidades temporal y permanente desde el punto de vista medicolegal en víctimas de accidentes de tránsito en menores de 12 años

En el grupo de edad de 0 a 2 años se documentó que seis casos (67 %) no ameritaron incapacidad temporal, dos casos (22 %) ameritaron una incapacidad temporal entre cinco a treinta días y un caso (11 %) requirió una incapacidad temporal menor de cinco días. En el grupo de edad de 3 a 4 años se documentaron seis casos (60 %) que no ameritaron incapacidad temporal, dos casos (20 %) que ameritaron una incapacidad temporal menor de cinco días, un caso (10 %) ameritó una incapacidad temporal entre cinco a treinta días y un caso (10 %) ameritó una incapacidad temporal mayor a treinta días.

En el grupo de edad de 5 a 10 años se documentaron catorce casos (39 %) que no ameritaron incapacidad temporal, diez casos (28 %) ameritaron una incapacidad temporal menor de cinco días, ocho casos (22 %) ameritaron una incapacidad temporal entre cinco a treinta días y cuatro casos (11 %) ameritaron una incapacidad temporal mayor a treinta días. En el grupo de edad de 11 a 12 años se documentaron siete casos (50 %) que ameritaron una incapacidad temporal entre cinco a treinta días, cuatro casos (29 %) ameritaron una incapacidad temporal menor de cinco días y tres casos (21 %) no ameritaron incapacidad temporal (Gráfico 17).

Periodos de Incapacidad Temporal documentados en las víctimas de accidente de tránsito en los menores de 12 años en los años 2017 al 2020 según grupos de edad.

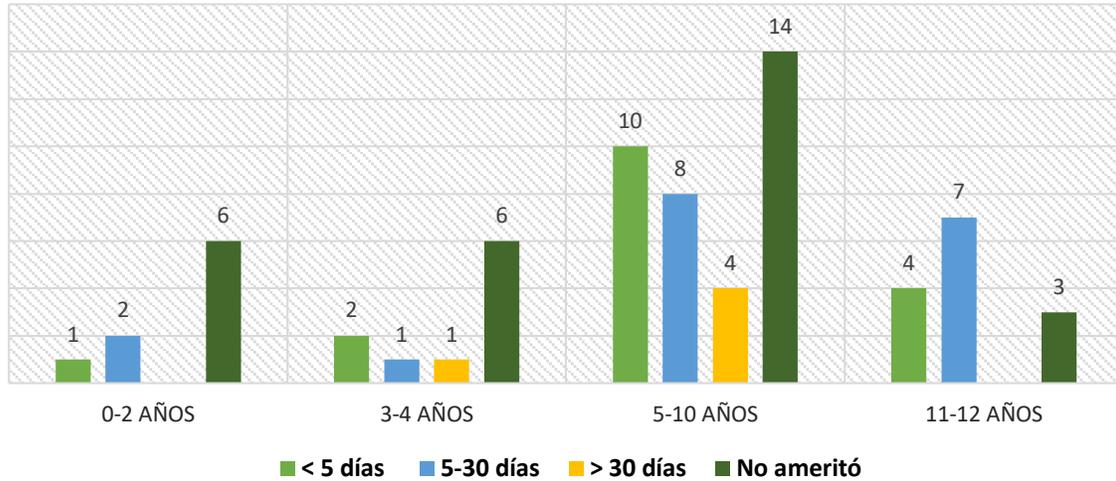


Gráfico 17

Periodos de incapacidad temporal documentados en las víctimas de accidente de tránsito en los menores de 12 años en los años 2017 al 2020 según grupos de edad

Fuente: Elaboración propia a partir de dictámenes medicolegales de la SCMF.

En los grupos de edad de 0 a 2 años y de 3 a 4 años de los casos analizados, en más del 50 % de estos no ameritaron incapacidad temporal, lo que es congruente con lo descrito en la literatura, donde se indica que hasta los cuatro años el menor viaja en el vehículo usando su silla de seguridad colocada en una disposición contraria a la que viaja el vehículo. Estas recomendaciones disminuyen la probabilidad de lesiones en el menor y cuando existen lesiones que no sean severas como el caso de las contusiones simples que pueden ameritar incapacidades temporales por un periodo menor de 30 días, como se observó en los resultados de este análisis. En el grupo de menores de 5 a 10 años, la cuarta parte de estos no ameritó incapacidad temporal, sin embargo, los porcentajes de incapacidad temporal de periodos menor y mayor de treinta días ha incrementado con respecto a otros grupos de edad, lo que puede estar relacionado con factores como la variabilidad de uso de dispositivos de seguridad y con esto el desconocimiento por parte

de las personas responsables o padres de menores de la selección inadecuada de los dispositivos de seguridad para la talla y peso de la persona menor, lo que favorece la aparición de lesiones, además, del factor de posturas autoseleccionadas de la persona infante que pueden disminuir la capacidad de protección de los dispositivos que se utilizan. Esto puede propiciar la aparición de lesiones como fracturas o contusiones simples de mayor extensión que ameritarían incapacidades temporales más extensas, como se evidenció en los resultados de la investigación.

En el grupo de edad de 11 a 12 años en quienes se demostró el uso de únicamente cinturón de seguridad, los resultados fueron significativamente diferentes en comparación con otros grupos de edad analizados. Por lo que se puede intuir que el uso único del cinturón de seguridad en una persona menor con características similares a la constitución anatómica del adulto no es suficiente para equiparar los porcentajes de seguridad de los otros dispositivos de seguridad que han sido diseñados para la población pediátrica. La mayoría de los casos analizados de este grupo requirió incapacidades temporales de menos de cinco días y de cinco hasta treinta días.

Más del 90 % de los casos analizados (55 casos, 92 %) no ameritó porcentajes de incapacidad permanente, lo que es congruente con los estudios realizados. El uso de dispositivos de seguridad en las personas menores de doce años tiene un efecto de protección ante lesiones severas que puedan evolucionar con alteraciones anatómicas o funcionales de forma permanente, lo que justifica el uso de estos dispositivos en favor de la mejor evolución funcional para el menor.

En el grupo de 0 a 2 años no se documentaron casos con incapacidades permanentes; en el grupo de 3 a 4 años se documentó un caso con incapacidad permanente osteomuscular. En el

grupo de 5 a 10 años se documentó un caso con incapacidad permanente osteomuscular y un caso dolor residual; en el grupo de 11 a 12 años se documentó un caso de incapacidad permanente dolor residual.

El principal tipo de incapacidad permanente documentado en los resultados de la presente investigación es osteomuscular, a diferencia de las principales consecuencias descritas en la literatura en menores por accidentes de tránsito, las cuales están orientadas principalmente a la discapacidad neurológica a causa de traumatismo craneo encefálico. Además, se debe aclarar que en la actualidad no se cuenta con estudios científicos que analicen las consecuencias lesivas asociadas con diferentes tipos de dispositivos de seguridad ni en grupos por edad de la población pediátrica en accidentes de tránsito. No obstante, hay que tomar en cuenta que, de acuerdo con la Ley (9078), el uso de los dispositivos de seguridad en ocupantes de vehículos menores de 12 años es obligatorio en Costa Rica y su no uso expone a la persona que conduce a sanción.

CAPÍTULO V. PROPUESTA DE ASPECTOS QUE DEBE TOMAR EN CUENTA EL PERITO MÉDICO FORENSE EN LA HISTORIA MEDICOLEGAL, CON RELACIÓN AL USO Y TIPO DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

La pericia medicolegal es un acto médico donde se lleva a cabo el análisis de determinadas circunstancias para resolver determinados objetivos periciales principales e incluso aspectos particulares a hechos denunciados que pueden consultarse por las autoridades judiciales. La valoración traumatológica de víctimas de accidentes de tránsito amerita no solo la descripción específica de las lesiones al examen físico de la persona valorada, sino también, de la correcta recolección de datos en el momento de la historia medicolegal y a partir de esta información llevar a cabo la descripción y análisis del accidente de tránsito denunciado, aclarando el mecanismo de trauma, nexo de causalidad e incapacidades temporal y permanente desde el punto de vista medicolegal.

El razonamiento medicolegal deberá hacerse, en la medida de lo posible, con la mayor cantidad de elementos objetivos recolectados durante la pericia, entendiéndose elementos objetivos al análisis de documentos médicos disponibles, historia médica, examen físico y exámenes complementarios solicitados de forma dirigida por el perito y, posteriormente, esta información se utiliza en la fundamentación del perito y así la determinación de conclusiones razonadas, fundadas y de solidez científica. Este último punto requiere de una meticulosa actuación pericial asociada con el respaldo científico y bibliográfico de los sucesos traumáticos analizados y más específicamente del grupo poblacional estudiado.

Durante esta investigación se ha evidenciado la falta de investigación científica relacionada con la lesionología en población infantil en accidentes de tránsito y su relación con

los dispositivos de seguridad en los menores de doce años, por lo que una vez analizados los resultados se proponen las siguientes consideraciones en las pericias medicolegales en los casos de accidentes de tránsito en las personas menores de doce años. Estas debe tomarlas en cuenta el perito médico forense en la historia medicolegal para que contribuyan con establecer o descartar nexos causales:

- Se debe documentar en los dictámenes medicolegales el estado de desarrollo del crecimiento del infante en el momento de la valoración pericial. Es necesario que se anoten los datos antropométricos (peso y talla) por parte del personal de enfermería o por el médico perito, según el lugar de su valoración (Sección Clínica Médico Forense, Unidad Médico Legal) para correlacionar estos datos con el dispositivo de seguridad que se utiliza y verificar la correcta selección del dispositivo según las características del menor.
- Se debe consignar en la historia medicolegal la información del tipo de dispositivo de seguridad específico que utiliza la persona menor en el momento del accidente de tránsito denunciado y enfatizar aspectos como el estado de sujeción de este en el asiento del vehículo y la disposición en el momento del viaje, en sentido contrario (viendo hacia atrás) o no.
- Es conveniente que las personas profesionales en Medicina Forense consignent, de forma estricta y constante la posición que tenía la persona menor dentro del vehículo, así como la dinámica del accidente, de forma específica (colisión frontal, trasera, laterales o vuelco), para comprender la cinemática de las fuerzas ejercidas sobre el

cuerpo del menor valorado, como la aclaración de la biomecánica forense de las lesiones que pudieron haberse producido.

- En caso de llevar a cabo una valoración física del menor evaluado, cercana al momento de los hechos denunciados y se evidencien lesiones en diferentes regiones corporales, es necesario consignar datos relevantes en cuanto su mecanismo de trauma, asociado con estructuras internas del vehículo, deformación de la cabina/carrocería del vehículo o por los componentes del dispositivo de seguridad.
- Las valoraciones que se hacen temporalmente alejadas del momento del accidente de tránsito, como revaloraciones (secuelas de accidentes de tránsito) con dictámenes periciales preliminares realizados por datos, se deben consignar en la historia medicolegal, los aspectos sintomatológicos aquejados en las áreas anatómicas lesionadas, tanto contusiones, como síntomas (dolor o alteración en la sensibilidad) o datos de inflamación aguda (edema, rubor y calor). Esta información se puede comparar con datos médicos aportados y fundamentar el mecanismo de trauma descrito por el peritado o sus acompañantes.

Es importante mencionar que la falta de información en los dictámenes médico legales no se subsana leyendo la denuncia, pues muchas veces es incompleta e imprecisa en datos de interés médico legal.

Para cumplir con la descripción de los aspectos mencionados en los dictámenes medicolegales de una forma práctica y uniforme entre los peritos forenses encargados de la valoración de casos de víctimas de accidentes de tránsito menores de doce años, se propone el uso del siguiente instrumento o diagrama para uso de los peritos forenses:

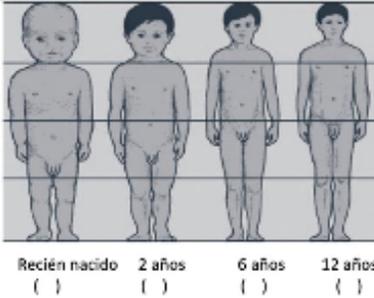
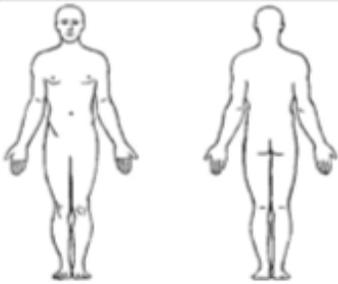
Nombre: _____

ID: _____

Fecha: _____

DIAGRAMA PARA VÍCTIMAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO MENORES DE 12 AÑOS

1. Edad: _____, Peso: _____ Kg, Talla: _____ cm.

2. Proporción corporal aproximada según su crecimiento:	3. Áreas corporales lesionadas (Señalar con una "X"):
 <p>Recién nacido () 2 años () 6 años () 12 años ()</p>	

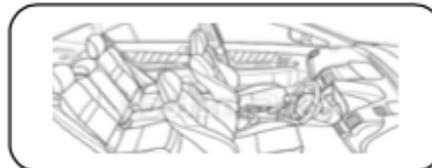
4. Dispositivo de seguridad:

Portabebé ()	Silla ()	Asiento (booster) con respaldo ()	Asiento (booster) sin respaldo ()	Cinturón de tres puntos ()	Ninguno ()
					
					

5. Estado del dispositivo de seguridad: Bien sujetado () Mal sujetado ().

6. Ubicación del menor en el interior del vehículo al momento del accidente:

- () Al centro del asiento trasero
- () A la derecha del asiento trasero
- () A la izquierda del asiento trasero
- () Asiento de acompañante



7. Tipo de colisión:

() Frontal () Trasera () Lateral derecha () Lateral izquierda () Vuelco () Colisión múltiple

Valorado por: _____

El llenado correcto y completo del diagrama o instrumento descrito en la página anterior permitirá mejorar la recolección de datos indispensables para establecer o descartar la relación de causalidad de un cuadro lesionológico y un tipo de dispositivo de seguridad que se utilizan en personas menores de 12 años en el momento de un accidente de tránsito. Como parte de los beneficios del instrumento propuesto se encuentra:

En el ámbito de la valoración pericial permitirá un mejor intercambio de información entre el peritado o su acompañante y el perito a cargo en el momento de la historia medicolegal. El apoyo visual de las imágenes ayudará a la comprensión entre lo preguntado y lo referido por los usuarios.

En el momento de la valoración pericial, este instrumento apoyará al dictamen del perito, en el sentido que evitará el olvido por parte del perito, de información útil para cumplir los objetivos periciales en este tipo de valoraciones.

En el ámbito científico será de utilidad para futuras investigaciones, sus datos permitirán llevar a cabo investigaciones específicas según grupos de edad, tipo de dispositivo de seguridad, tipo de colisión o posición del ocupante dentro del vehículo. Esto significaría un valioso aporte al conocimiento forense en un ámbito pericial de alta frecuencia e importancia como los accidentes de tránsito.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

La mayor cantidad de víctimas de accidentes de tránsito menores de 12 años valorados en la Sección de Clínica Médico Forense del Departamento de Medicina Legal de Costa Rica entre los años 2017 al 2020 corresponden al sexo masculino, cuyo tipo de lesiones predominante fueron las contusiones simples, con mecanismo de trauma directo (es decir en el sitio de impacto según la definición utilizada en este trabajo) y que ameritaron tratamiento de tipo conservador en las instituciones de seguro social (CCSS) y la aseguradora (INS).

En cuanto a las lesiones y mecanismos de traumas según tipo de los dispositivos de seguridad y grupos de edad, en la población estudiada se observó:

- La contusión simple y el mecanismo de trauma directo son más frecuentes con el uso de la silla de seguridad, con traumatismos principalmente en la cabeza y rostro y en menor cantidad de casos en cuello, dorso y extremidades en edades desde los 0 hasta los 4 años y en el grupo de edad de 5 a 10 años la mayoría de los traumatismos se localizaron en el tórax, seguido del área de la cabeza y rostro.
- La contusión simple y el mecanismo de trauma directo son más frecuentes con el uso de asientos elevadores (*booster*), con traumatismos principalmente en las extremidades superiores e inferiores y en menor cantidad en cabeza, rostro, cuello y dorso, según el grupo de edad de 5 a 10 años en el que se documentó el uso de este tipo de dispositivo.

- La contusión simple y el mecanismo de trauma directo son más frecuentes con el uso de cinturón de seguridad, con traumatismos principalmente en cabeza y rostro y en menores cantidades se registró lesiones en el cuello extremidades superiores en grupos de edad entre 5 a 12 años y en el dorso en el grupo de edad de 11 a 12 años.

El uso de los dispositivos de seguridad documentados en la presente investigación es decir la silla de seguridad, asiento elevadora (booster) y cinturón de tres puntos, utilizados en los respectivos grupos de edad de la población pediatría analizada, evidenció que su uso se relaciona principalmente con lesiones de baja letalidad tipo contusiones simples y por tanto, demostrando su efecto protector en las personas menores usuarias al momento de los accidentes de tránsito en que se ven involucradas. No se documentan investigaciones previas sobre esta temática que permitan comparar la traumatología asociada o la consecuencia negativa del uso de dispositivos de seguridad en población pediátrica por grupos de edad.

Los aspectos que se consideran deben ser tomados en cuenta por parte del perito médico forense al momento de la historia médico legal, con relación al uso y tipo de dispositivos de seguridad y que contribuyan a establecer o descartar relaciones de causalidad desde el punto de vista médico legal, corresponden a determinar de forma específica el tipo de dispositivo de seguridad como su estado de sujeción, orientación del mismo y colocación dentro del vehículo, los datos antropométricos (peso y talla) de la persona menor para determinar la elección correcta del tipo de dispositivo de seguridad, determinar la posición que tenía la persona menor dentro del vehículo, tipo de colisión (frontal, trasera, laterales o vuelco). Al respecto, las denuncias judiciales no incluyen obligatoriamente estos aspectos.

6.2. Recomendaciones

Sensibilizar la recolección de información objetiva en sus pericias, mediante el reconocimiento y descripción de las aristas, como el mecanismo de trauma involucrado, la dinámica y fuerza cinética de los accidentes de tránsito, las características anatomofisiológicas en los diferentes grupos de edad de la población pediátrica, sistemas de sujeción que se utilizan y el tipo de tratamiento requerido en las diferentes intervenciones medicolegales (historia medicolegal, análisis de documentos y examen físico) para esclarecer, de forma concisa, el tipo de lesiones, mecanismo de trauma y tipo de atención médica, información indispensable para las conclusiones de los dictámenes medicolegales en este tipo de casos.

La lesionología de menores asociada con dispositivos de seguridad en accidentes de tránsito requiere que el perito profesional documente en su dictamen de forma clara, los diferentes tipos de dispositivos de seguridad disponibles según el estado de desarrollo y crecimiento de la persona menor, así como las consideraciones en las indicaciones de cada uno. El reconocimiento de datos antropométricos del menor es indispensable, así como las referencias anatómicas del menor según el dispositivo de seguridad, además de la seguridad en la sujeción del dispositivo y su ubicación y disposición en el vehículo.

Como se mencionó en la literatura, el uso de un dispositivo de seguridad no garantiza la seguridad completa del mismo, se deben aclarar aspectos como el nivel del respaldar de las sillas en relación con la altura del menor, los puntos de apoyo de los cinturones en la región anterior del cuerpo (cuello, hombros, tórax o abdomen), posturas autoseleccionadas de la persona menor en el momento del accidente de tránsito. Lo anterior permite delimitar más claramente la

causalidad de las lesiones que haya presentado la persona quien utiliza un dispositivo de seguridad en el momento de un accidente de tránsito.

El uso del instrumento o diagrama para la recolección de datos propuesto como parte de las conclusiones en la presente investigación simplificará la forma de recolección de datos durante la entrevista medicolegal. Además, en caso de futuras investigaciones científicas relacionadas con los dispositivos de seguridad vehicular de personas menores, la recolección de datos de interés será más sencilla, lo que facilita su metodología y análisis.

Ante la carencia de evidencia científica en relación con traumatología asociada o como consecuencia del uso de dispositivos de seguridad en población pediátrica, se recomienda el desarrollo de nuevas investigaciones, donde se incluyan las variables mencionadas en el instrumento o diagrama para la recolección de datos propuesto en grupos de población de interés. Con esto se puede aprovechar el recurso científico que es el ejercicio laboral diario de los peritos forenses y lograr resultados de interés mediante medicina basada en la evidencia que será especialmente necesaria en el conocimiento medicolegal del Departamento de Medicina Legal y para las bases objetivas y científicas de sus pericias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvis, N. y Valenzuela, M. T. (2010). Los QALYs y DALYs como indicadores sintéticos de salud. *Revista médica de Chile*, 138, 83-87.
- Arcaute-Velazquez, F., García-Núñez, L., Noyola-Villalobos, H., Espinoza-Mercado, F. y Rodríguez-Vega, C. (2016). Mecanismos de lesión en actos de violencia extrema. *Cirugía y Cirujanos*. 84(3) :257---262. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.circir.2015.12.008>
- Arregui-Dalmases, C., Combalía, A., Velázquez-Ameijide, J., Sánchez-Molina, D. y Teijeira, R. (2013). Biomecánica del latigazo cervical: conceptos cinemáticos y dinámicos. *Revista Española de Medicina Legal*, 39(3), 99-105. doi: 10.1016/j.reml.2012.10.005
- Bascuñana-Ambrós, H. Martitegui-Jiménez, E. y Santana-Báez, A. (2008). Síndrome de embolismo graso con demencia como secuela. *Rehabilitación (Madr.)* 2008, 42(2), 96-100.
- Benavides-Lara, A. y Vargas-Salas, M. (2008). Mortalidad por causas accidentales en niños menores de 5 años en el Hospital Nacional de Niños Dr. Carlos Sáenz Herrera, 2002-2004. *Acta Médica Costarricense*, 50(1), 22-28.
- Boscá-Ramon, A., Dualde-Beltrán, D., Marqués-Mateo, M. and Nersesyan, N. (2019). Tomografía computarizada multidetector en el traumatismo facial: informe estructurado y observaciones clave para un abordaje sistemático. *Radiología*, 61(6), 439-452.

Brolin, K., Stockman, I., Andersson, M., Bohman, K., Gras, L. y Jakobsson, L. (2015). Safety of children in cars: A review of biomechanical aspects and human body models. *IATSS Research*, 38(2), 92-102. doi: 10.1016/j.iatssr.2014.09.001

Bustos Córdova, E., Cabrales Martínez R. G., Cerón Rodríguez, M. y Naranjo López, M. Y. (2014). Epidemiología de lesiones no intencionales en niños: revisión de estadísticas internacionales y nacionales. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2014; 71(2), 68-75.

Children Injured in Motor Vehicle Traffic Crashes. (2010). 56(6), 687-688.

<https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2010.0>

Cosevi. (s. f.a). *Área de investigación y estadística. Cantidad de víctimas en accidentes de tránsito según tipo de lesión*. <https://datosabiertos.csv.go.cr>

Cosevi. (s. f.b). *Área de investigación y estadística. Estadísticas de muertos en sitio provisionales en accidentes de tránsito 2020*.

https://www.csv.go.cr/documents/20126/50694/5_Estadisticas+muertos+en+sitio+provisionales+2020-mayo+2021.pdf/94685582-f585-50b8-047b-224d9676073d?t=1624041892864

Criado, M. T. (2010). *Valoración medicolegal del daño a la persona. Valoración del daño corporal*. Editorial Colex.

Decreto No. 40556–S. (2012). *Reglamento de Vigilancia de la Salud*.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTCynValor1=1ynValor2=84661ynValor3=109322ystrTipM=TC

- Delgado Bueno, S., Montes de Oca Hernández, D. y Pérez Mallada, N. (2012). *Biomecánica en la valoración medicolegal de las lesiones*. Ademas Comunicación S. L.
- Evans-Meza, R. (2015). Carga Global de la Enfermedad: breve revisión de los aspectos más importantes. *Revista Hispanoamericana de Ciencias de la Salud*, 1(2), 107-116.
- García-Blázquez Pérez, M. García-Blázquez Pérez, C. M. (2011). *Nuevo Manual de Valoración y Baremización del Daño Corporal (18 Edición)*. Editorial Comares.
- Garre-Olmo, J. Vilalta-Franch. J. y López-Pousa, S. (2008). Conducción de vehículos a motor y deterioro cognitivo en mayores de 74 años. *Med Clin (Barc)*. 2008, 130(17), 657-60.
- Goitia, O. (2016). Fractura-luxación de cadera tras traumatismo en paciente joven. *FMC - Formación Médica Continuada en Atención Primaria*, 23(3), e52-e53.
- Gómez, A. y Araya, R. (2018). Estimación de los años de vida potencialmente por accidentes de tránsito donde está involucrado una motocicleta.
https://odd.ucr.ac.cr/sites/default/files/comportamientomotocicletas/avpp_pib_motos_informe-final-2017.pdf
- Hernández Cueto, C. (2001). *Valoración médica del daño corporal Guía práctica para la exploración y evaluación de lesiones*. Masson.
- Howard, A. (2000). Children, automobile restraints and injuries. *Paediatrics y Child Health*, 5(1), 24-29. <https://doi.org/10.1093/pch/5.1.24>
- Instituto de Medicina Legal del Peru "Dr. Leonidas Avendaño Ureta"(2014). Guía Médico Legal De Valoración Integral de Lesiones Corporales. Ministerio Público: Perú.

Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica. (2019). *Defunciones*.

<https://www.inec.cr/poblacion/defunciones>

Isaksson-Hellman, I., Jakobsson, L., Gustafsson, C. y Norin, H. (1997). *Trends and Effects of Child Restraint Systems Based on Volvo's Swedish Accident Database*. SAE Technical Paper Series. doi: 10.4271/973299

Jodra Sánchez, S., García Luján, R. y Miguel Poch, E. (2011). Rotura bronquial distal secundaria a caída accidental. *Archivos de Bronconeumología*, 47(5), 267.

Ley 7331. (2008). *Ley de tránsito por vías públicas terrestres*.

<https://www.ucr.ac.cr/medios/documentos/2015/LEY-7331.pdf>

Ley 9078. (2012). *Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres y Seguridad Vial*.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTCynValor1=1ynValor2=73504ynValor3=90232ystrTipM=TC

Ley 9078. (2012). *Ley de tránsito por vías públicas terrestres y seguridad vial*.

<http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3664/L.-9078.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

López Olmedo, J. (2019). Fracturas infantiles más frecuentes. Esguinces y epifisiolisis. *Pediatr Integral 2019; XXIII(4)*, 221.e1–221.e14.

López-Quiles, J. y Martínez-González, J. (2010). Traumatismos faciales en la infancia (I). Exploración y tratamiento inicial. *Anales de Pediatría Continuada*, 8(2), 104-107.

Marín González, A. L. (2017). Trauma en pediatría. *Anestesia en Trauma*, 51, S52-S54.

Márquez, B., Veloso Duran, M., Girbau Moreno, A. y Escudero Cisneros, B. (2020). Patología traumatólogica pediátrica. *FMC. 2020, 27*(Extraordin 2), 1-18.

Martín Berrocal, A., Pedro Pascual, A., Martín Baranera, M., Tinoco González, J. y Mateo Lozano, S. (2018). Relación entre síndrome de disfunción temporomandibular y síndrome de latigazo cervical tras un accidente de tráfico. Estudio de cohortes. *Fisioterapia, 40*(5), 232-240.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Consejo de Seguridad Vial. (2020). *Anuario Estadístico de accidentes de tránsito con víctimas en Costa Rica 2018*.
<http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/handle/123456789/4390>

Ministerio de Salud. (2019). *Análisis de Situación Integral de Salud de Costa Rica*.
<https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/vigilancia-de-la-salud/analisis-de-situacion-de-salud>

Pastor Tendero, C., Garrido-Lestache López-Belmonte, E., Peydró de Moya, M., Vicente Mendoza, M. y Vivas Broseta, M. (2014). Valoración funcional mediante técnicas biomecánicas en un caso de cervicalgia postraumática atípica. *Revista Española De Medicina Legal, 40*(3), 108-111. doi: 10.1016/j.reml.2013.11.001

Peden, M., Scurfield, R., Sleet, D., Mohan, D., Hyder, A., Jarawan, E. y Mathers, C. (2004). *Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito*.
<https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/726/92%2075%2031599%20X.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Pleguezuelos, E., Pérez, M. E., Guirao, L., Palomera, E., Moreno y Samitier, B. (2008). Factores relacionados con la evolución clínica del síndrome del latigazo cervical. *Med Clin (Barc)*. 2008; 131(6), 211-5.
- Posuniak, P., Jaskiewicz, M., Kowalski, K. y Dabrowski, F. (2018). *Child restraint systems: Problems related to the safety of children transported in booster seats (without integral safety belts)*. 2018 XI International Science-Technical Conference Automotive Safety. doi: 10.1109/autosafe.2018.8373352
- Rapsang, A. y Shyam, D. (2021). Compendio de las escalas de evaluación de riesgo en el paciente politraumatizado. *Cir Esp*. 2015; 93(4), 213–221.
- Represas Vázquez, C. y Vivas Broseta. (2019). *Accidentes de tráfico, Gisbert Calabuig*. Medicina legal y toxicológica. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-84-9113-096-3.00029-X>.
- Rosero Bixby, L. y Jiménez Fontana, P. (2012). *Retos y oportunidades del cambio demográfico para la política fiscal de Costa Rica*. Centro Centroamericano de Población de la Universidad de Costa Rica.
- Stewart, C., Moscariello, M., Hansen, K. y Moulton, S. (2021). *Infant car safety seats and risk of head injury*.
- Suárez, E. y Serrano, A. (2013). Atención inicial al traumatismo pediátrico. *Anales de Pediatría Continuada*, 11(1), 11-22.
- Vallès Mas, J. M. y Forrellad Vives, J. (2020). *El SRI, un sistema de seguridad pasiva vital*

para disminuir las lesiones de los menores en accidentes de tráfico. Congreso de Actualización Pediatría 2020. Lúa Ediciones 3.0.

Vargas Alvarado, E. (2009). *Medicina y Ciencias Forenses para médicos y abogados Traumatología Forense*. Editorial Trillas.