

El pronóstico médico legal en los accidentes de tráfico. Estado actual y nuevas exigencias (Solvencia II, Ley 35/2015)

Carlos Represas Vázquez

Antonio Estrada Gromaz

Lucía Ordóñez Mayán

Estrada y Represas Asociados. Asesoría de Medicina Legal y Forense

1. Introducción

Aunque si rastreamos en la historia de la humanidad podemos identificar indicios muy remotos de lo que pueda denominarse la valoración del daño corporal, la actividad médico pericial como la conocemos hoy en día es relativamente reciente y muy vinculada al mundo de los seguros de responsabilidad civil. La publicación de los primeros sistemas de valoración del daño corporal (Orden Ministerial de marzo de 1991) y sobre todo la Ley 30/1995 de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados, sin duda han sido los impulsores de la necesidad de recurrir a médicos expertos en Valoración del Daño Corporal (VDC). A partir de la década de los 90 del pasado siglo se inició la formación universitaria post-grado en VDC, comenzando a integrarse los peritos médicos en el proceso de valoración de los daños resultantes de los accidentes de circulación. No sólo fueron requeridos para valorar las consecuencias del accidente una vez finalizada la curación, sino que cada vez fue más frecuente la necesidad de valoraciones pronósticas iniciales para el manejo de las provisiones técnicas (reservas en el lenguaje actuarial) de las aseguradoras.

Esta actividad se fue consolidando con las sucesivas revisiones legislativas de los sistemas legales de valoración de los daños corporales resultantes de un accidente de circulación, culminando con la actual Ley 35/2015 que amplía notablemente la necesidad de estos informes médicos con respecto a sus predecesoras.

Mientras que los modelos legales de VDC orientan a los peritos en el marco de un modelo definido de actuación post-curación, la actividad pericial pronóstica ha tenido menos desarrollo, tanto formativo como doctrinal, y podemos afirmar que es perito-dependiente. No existe un modelo definido ni un patrón de actuación uniforme, siendo la experiencia del propio perito la orientación para emitir un pronóstico médico-legal basado en la información inicial, inmediatamente posterior al accidente. La VDC ha polarizado su atención hacia la utilización de baremos, en menor medida hacia la metodología para el estudio de la causalidad y de forma irrelevante hacia la construcción de modelos pronósticos, salvadas algunas excepciones escasamente significativas.



Debemos distinguir entre pronóstico médico y pronóstico médico-legal. *El pronóstico médico* en los accidentes de tráfico se relaciona con la supervivencia a corto plazo, mientras que el *pronóstico médico-legal* se relaciona con las consecuencias a largo plazo.

Cuando un perito médico realiza una valoración inicial de un accidentado hace un pronóstico médico-legal (días de curación previstos, secuelas previsibles, etc.), en la mayoría de los casos en base a su experiencia, ajustando las provisiones a las circunstancias concretas observadas (edad, antecedentes, etc.), y en base a la información facilitada. Podemos afirmar que la mayoría de las valoraciones realizadas son perito-dependientes o subjetivas.

Desde el mundo asegurador se demanda a los médicos expertos en VDC una valoración pronóstica inicial lo más estable posible, tratando de evitar oscilaciones significativas a lo largo de la vida de un siniestro de daños corporales. Sin embargo, y en general, la creciente complejidad de las obligaciones impuestas a las aseguradoras en cuanto a las provisiones técnicas es poco conocida por el colectivo médico. Actualmente las provisiones técnicas de las aseguradoras están basadas en complejos modelos estadísticos desarrollados por la ciencia actuarial, sobre todo en los siniestros ocurridos pero no declarados (*Incurred But Not Reported* – IBNR -), y aunque en menor medida también en los siniestros de no-vida declarados pendientes (*Reported But Not Settled claims* – RBNS). Aunque la valoración individualizada del caso es de vital importancia en este proceso, sobre todo en los casos graves, el recurso a estos modelos estadísticos parece que mejora la precisión en la estimación de las reservas en todas las etapas, en comparación con la valoración subjetiva tradicional realizada por los peritos médicos. La implementación de estos métodos estadísticos actuariales para el cálculo de las reservas en los RBNS está contemplada en Solvencia II (Directrices sobre la valoración de las provisiones técnicas y sobre el uso de modelos internos de EIOPA – *European Insurance and Occupational Pensions Authority* -). A modo de resumen, las provisiones técnicas en los accidentes de automóvil de los casos conocidos y declarados, en curso (RBNS), se puede hacer de forma individualizada (caso a caso) o mediante métodos estadísticos. Actualmente, en las provisiones caso a caso la filosofía de la aseguradora podrá optar por una política pesimista, realista u optimista.

De manera más o menos pacífica esta colaboración ha ido evolucionando para facilitar el escenario actual, en donde, de forma mayoritaria, los accidentados son indemnizados sin recurrir a procesos judiciales. A este escenario se unen en la actualidad un sistema renovado de valoración de los daños personales (Ley 35/2015) y un sistema de control y supervisión de las provisiones técnicas de las aseguradoras (Solvencia II) que hacen más visibles las limitaciones antes avanzadas. La Ley 35/2015 supone un gran salto cualitativo y cuantitativo muy distante de los anteriores sistemas de valoración del daño y exige una mayor preparación técnica a todos los actores. Una consecuencia de ello es la posibilidad de valoraciones más distantes para un mismo caso, sobre todo en los lesionados moderados y/o graves. En un reciente trabajo de investigación, publicado en el año 2015 en el *Journal of Forensic and Legal Medicine* [33], se evidenciaron variaciones significativas en días de curación y puntos de secuelas para un mismo caso valorado por distintos peritos médicos de acuerdo con el anterior sistema de valoración (RD 8/2004). Los resultados fueron medidos mediante un indicador estadístico que cuantifica la consistencia interobservador (Kappa de Fleiss), obteniéndose un valor muy pobre (0,37). Esto significa, entre otras cosas, que el modelo de valoración era excesivamente interpretable por el propio perito. Aunque, en términos relativos (días, puntos), el comportamiento podría ser similar con la Ley 35/2015, si hiciésemos un estudio en términos absolutos sobre las repercusiones económicas finales, probablemente aumentaría el grado de inconsistencia interobservador. La arquitectura del nuevo baremo permite oscilaciones mucho más amplias al vincular perjuicios de carácter médico y/o jurídico al resultado de las puntuaciones. Recordemos que en el nuevo sistema existen perjuicios (Tablas 2.B y 2.C, por ejemplo) que se aplican prácticamente de forma automática mediante umbrales de puntuación.

Esta incertidumbre relativa en las valoraciones no solo tiene su repercusión en las provisiones técnicas de las aseguradoras, sino que también tiene relevancia cuando surgen las obligaciones derivadas de la Ley 35/2015 en materia de Oferta Motivada o, sobre todo, cuando se realizan pagos a cuenta durante el proceso de curación antes de la estabilización de las lesiones, basados en la predicción realizada por los peritos médicos.

Otra cuestión no resuelta es la definición de lesionado grave. Desde la perspectiva aseguradora la definición se basa en términos de coste, mientras que desde la perspectiva médica no existe a día de hoy un criterio uniforme en nuestro medio para definir a un lesionado grave. Es otra de las cuestiones que abordaremos, teniendo en cuenta las directivas comunitarias en materia de transporte, y que es necesario armonizar. La unificación de criterios es imprescindible para abordar estudios epidemiológicos de accidentes de tráfico, estudios de costes, etc.

2. El pronóstico médico

Debemos distinguir entre pronóstico médico y pronóstico médico-legal. El *pronóstico médico* en los accidentes de tráfico se relaciona con la supervivencia a corto plazo, mientras que el *pronóstico médico-legal* se relaciona con las consecuencias a largo plazo. Cuando un perito médico realiza una valoración inicial de un accidentado hace un pronóstico médico-legal (días de curación previstos, secuelas previsibles, etc.), en la mayoría de los casos en base a su experiencia, ajustando las previsiones a las circunstancias concretas observadas (edad, antecedentes, etc.), y en base a la información facilitada. Podemos afirmar que la mayoría de las valoraciones realizadas son peritodependientes o subjetivas.

Partiendo de la necesidad de este método pericial, sería recomendable complementar esta valoración subjetiva con un modelo predictivo objetivo, diseñado a partir de indicadores métricos clínicos iniciales y desarrollado bioestadísticamente. Para ello es necesario, en primer lugar, identificar el sistema o escala clínica para cuantificar la gravedad y, en segundo lugar, identificar las variables que tienen significación estadística en el resultado final. Es evidente que este modelo necesita, además de lo anterior, un gran número de casos para ser representativo, para lo que sería deseable la colaboración del sector asegurador.

La mayor dificultad para el objetivo que se plantea es que apenas existen modelos comparativos para relacionar los indicadores métricos clínicos iniciales (escalas de gravedad) con las consecuencias médico-legales de un accidente de circulación o, al menos, no se han publicado en la literatura científica, pudiendo existir como investigación propia, interna, de alguna aseguradora. Una excepción serían las publicaciones de la aseguradora sueca Folksam y la reciente publicación de nuestro grupo de trabajo de la Universidad de Santiago de Compostela (USC) al que luego nos referiremos [32]. Se han publicado trabajos similares en nuestro país desde el campo de la ciencia actuarial, destacando el grupo de trabajo de la Universidad de Barcelona (Mercedes Ayuso, Miguel Santolino, Ramón Alemany, entre otros). Aunque de gran interés en la ciencia actuarial relacionada con los siniestros de automóviles, no están enfocados al objeto de este trabajo, que es la utilización de una escala médica pronóstica basada en la medida de la gravedad inicial para el desarrollo de un modelo predictivo.

Otros trabajos relacionan la gravedad inicial de los accidentados con el coste final del siniestro, pero contextualizado al país del estudio y no comparable con nuestro sistema de valoración de daños personales. Otra dificultad añadida es la inexistencia de datos oficiales publicados por las aseguradoras de las consecuencias económicas de los accidentes de tráfico en nuestro medio, relacionando las lesiones sufridas con el coste final del proceso, al contrario de lo que sucede en otros países como EE.UU., Inglaterra, Alemania, Suecia, Japón, etc.

En este artículo pretendemos iniciar al lector en un lenguaje que será cada vez más visible y necesario en el mundo asegurador, sobre todo en el mundo de los siniestros de automóviles. Este lenguaje está relacionado con las escalas médicas de gravedad de las lesiones, las mismas que vamos a utilizar en la investigación científica en el desarrollo de los modelos predictivos, y sobre todo con la escala AIS (*Abbreviated Injury Scale*) que, como veremos, ya está presente desde hace años en el mundo de los accidentes de circulación y será obligatoria como referencia para declarar siniestros graves en la Unión Europea.

Sería muy extenso y complejo traer aquí todas las escalas médicas, tanto las que empleamos para estimar la probabilidad de supervivencia a corto plazo (Escala de coma de Glasgow, escala ASIA (*American Spinal Injury Association*) medular, Escala AIS (*Abbreviated Injury Scale*), etc.; como las que se utilizan para medir el resultado a largo plazo de pacientes que han sufrido un traumatismo. De éstas, las más aceptadas y difundidas valoran, sobre todo, la percepción en la pérdida de calidad de vida y la incapacidad para el trabajo a largo plazo. También las hay específicas para niños y ancianos. Las escalas más conocidas, como la de la OMS (*World Health Organization Quality of Life survey* - WHO-QoL), la *Glasgow Outcome Scale - Extended* (GOS-E), la *European Quality of Life 5D* (EQ-5D), *Rehabilitation Complexity Scale* (RCS), *Functional Independence Measure* (FIM), *Spinal Cord Independence Measure* (SCIM), *Paediatric Quality of Life measure* (Peds-QL), tienen en común el peso de los aspectos subjetivos en sus resultados.

Desde hace aproximadamente medio siglo se ha tratado de buscar un método fiable, no muy complejo, para relacionar los datos iniciales de un traumatizado con el pronóstico vital y, a la vez, con resultados de naturaleza económica (días de hospitalización, costes asistenciales, necesidad de recursos futuros, etc.). A este planteamiento responde la *Abbreviated Injury Scale* (AIS). Desarrollada desde mediados de la década de los 70 es hoy en día, sin ninguna duda, la escala de referencia mundial para medir la gravedad de un paciente traumatizado. En sus últimas revisiones (posteriores al año 1998) ha incorporado además una escala de medición del resultado funcional esperable a 1 año para cada lesión codificada, el *Functional Capacity Index* (FCI).

3. La escala AIS (Abbreviated Injury Scale) y sus derivados

La escala abreviada de lesiones o AIS (*Abbreviated Injury Scale*) fue descrita por la *American Medical Association (AMA), Committee on Medical Aspects of Automotive Safety* como un método para clasificar la gravedad de las lesiones producidas en accidentes de circulación. Desde que se introdujo por primera vez en el año 1971, esta escala ha sufrido sucesivas actualizaciones, la última en el año 2015. La primera versión de esta escala incluía únicamente 75 traumatismos cerrados, a los cuales se les asignaba un valor. La última versión de esta escala contiene más de 1.300 códigos, que incluyen traumatismos cerrados y heridas penetrantes.

La escala AIS es un sistema estandarizado para clasificar el tipo y la gravedad de las lesiones según la región anatómica. Contiene nueve capítulos que comprenden: cabeza (cráneo y cerebro); cara (incluye ojo y oído); cuello; tórax; abdomen; columna (cervical, torácica y lumbar); extremidad superior; extremidad inferior, pelvis y nalgas; heridas externas (piel) y quemaduras y otros traumatismos. La escala localiza cada lesión en la región corporal correspondiente y le asigna a cada una un código numérico de siete dígitos, seis dígitos a la izquierda de un punto decimal que permiten el manejo informático de la escala y un dígito inmediatamente después del punto decimal, que nos indica el valor de la gravedad de la AIS, de acuerdo con la siguiente graduación:

Código AIS	Descripción
1	menor
2	moderada
3	seria
4	grave
5	crítica
6	máxima (actualmente sin tratamiento)

Esta puntuación es válida como referente de medida de mortalidad, aunque ésta última no es el único determinante de la gravedad de la AIS, ya que la gravedad de la lesión está consensuada en base a varias dimensiones (entre las que se encuentra la mortalidad) como son el peligro para la vida, el daño en los tejidos, el coste y complejidad del tratamiento, el tiempo de hospitalización, la discapacidad temporal o permanente, la invalidez permanente, la calidad de vida, etc.

Esta escala permite, además, identificar la localización anatómica de ciertas lesiones o incluso el mecanismo lesivo, incorporando al código de gravedad varios localizadores o códigos numéricos. Tanto los localizadores como los descriptores de la causa de las lesiones vienen recogidos en tablas dentro de la propia AIS. De este modo el código AIS para una lesión puede estar compuesto por quince números, aunque usualmente sólo se emplea la cifra que representa la gravedad.

Para asignar un valor AIS recurrimos a un catálogo (*AIS CODE BOOK*) en el que, en primer lugar, identificamos la región anatómica y, en segundo lugar, identificamos la lesión objeto de valoración. Son necesarios conocimientos cualificados (taxonomía lesional, anatomía, traumatología, neurotraumatología, etc.) y un entrenamiento adecuado para una correcta codificación. La aparente sencillez de la escala AIS, únicamente 6 niveles de gravedad para todas las lesiones posibles,

no debe confundirse con la complejidad intrínseca de su construcción, lo que justifica la necesidad de ser manejada por profesionales de la salud.

Otro de los datos aportados por la AIS es el "índice de capacidad funcional predictivo" (pFCI). Este descriptor se basa en el índice de capacidad funcional (FCI), definido como una medida de salud desarrollada para caracterizar la limitación funcional que sigue a las lesiones no mortales a nivel individual y poblacional (Mackenzie 1996) en las siguientes 10 dimensiones: alimentación, excreción, función sexual, marcha, prensión, flexión e incorporación, visión, audición, habla y cognición. El pFCI, basado en la AIS, indica el estado funcional más probable pasado un año desde el evento lesivo de un individuo de entre 18 y 65 años que sufriera una única lesión, no mortal, y que recibiera una asistencia médica y rehabilitación adecuada. El resultado del pFCI varía de 1 (el peor estado posible) a 5 (perfecto estado) en relación inversa a la puntuación AIS, es decir, a todos los valores AIS = 6 se le asigna un pFCI = 1.

Como hemos visto, el valor asignado a la lesión en la escala AIS nos va a dar una medida de la gravedad de dicha lesión; pero, ¿qué sucede cuando un mismo paciente tiene varias lesiones? La escala AIS indica la gravedad de cada lesión por separado, pero no refleja el efecto combinado de varios traumatismos. Cuando en un mismo paciente tenemos varias lesiones debemos utilizar otros derivados del AIS. Para ello se crearon el MAIS, el *Injury Severity Score* (ISS) y, derivado de éste, el *New Injury Severity Score* (NISS).

3.1. *Maximum AIS* (MAIS)

Una primera escala derivada del AIS es el *Maximum AIS* o MAIS, escala que permite valorar a un enfermo con varias lesiones. El MAIS representa la lesión más grave del evaluado, esto es, el valor más alto de la escala AIS asignado a cada una de las lesiones. Por consenso, se acepta que un lesionado con un MAIS ≥ 3 es un lesionado grave.

3.2. *Injury Severity Score* (ISS)

Esta escala se emplea para la valoración del efecto combinado de múltiples lesiones en un mismo lesionado, es decir, se emplea en politraumatizados. Para su cálculo, se divide el cuerpo en seis regiones (cabeza y cuello, cara, pecho, abdomen, pelvis y extremidades y región externa). Primero se asigna el valor AIS para cada una de las lesiones sufridas en cada una de las 6 regiones anatómicas. El segundo paso es seleccionar los 3 valores AIS más elevados, pero han de ser de diferentes regiones. En tercer lugar, estos tres valores AIS los elevamos al cuadrado y, en último lugar, el resultado de la suma de estos tres valores elevados al cuadrado es el valor ISS.

El mínimo ISS posible es 1 y el máximo 75. Por consenso un lesionado cuyo ISS ≥ 15 es un lesionado grave. Si a un lesionado se le ha asignado un valor AIS de 6 para alguna de sus lesiones, automáticamente se le asigna un ISS = 75, independientemente del resto de sus lesiones.

3.3. *New Injury Severity Score* (NISS)

El NISS es una modificación del ISS y surge para corregir algunas de las limitaciones observadas en este. Este nuevo marcador de gravedad está basado, al igual que el ISS, en la escala AIS. La diferencia con el ISS es que se suman los cuadrados de los tres valores más elevados del AIS, independientemente de la región anatómica. Se ha podido observar que la capacidad de predicción de la mortalidad es más exacta.

En la siguiente tabla vemos un ejemplo del AIS, MAIS, ISS Y NISS:

Región	Lesión	AIS	MAIS	ISS	NISS
Cabeza	TCE hematoma subdural moderado	4	4	29	34
Cabeza	TCE Fractura bóveda craneal, cerrada, no desplazada	2			
Tórax	Fractura 2 costillas	2			
Extremidad inferior	Fractura cerrada de diáfisis femoral	3			
Extremidad inferior	Fractura abierta distal de tibia, extra-articular	3			

Nota: ISS = $4^2 + 3^2 + 2^2 = 29$ / NISS = $4^2 + 3^2 + 3^2 = 34$

4. Aplicaciones de la escala AIS

Ahora que ya conocemos la escala AIS y sus diferentes usos (AIS, MAIS, ISS, NISS) vamos a explorar sus aplicaciones actuales en el mundo del automóvil y en los accidentes de circulación, lo que, sin duda, sorprenderá a una buena parte de los lectores.

4.1. Graduación de las lesiones. Recomendaciones de la Unión Europea

El término herido grave en accidente de tráfico tiene diferentes significaciones (asistencial, administrativa, aseguradora, etc.). La Dirección General de Tráfico (DGT), desde el año 2014 lo considera como aquel herido con hospitalización superior a veinticuatro horas, excluyendo las personas fallecidas en los 30 días posteriores al accidente. Para una aseguradora será aquel caso que tenga un coste determinado, prefijado por el departamento de siniestros, y para el médico dependerá de la localización anatómica protagonista de las lesiones y sus escalas de referencia.

Dada la disparidad de definiciones de herido grave en los diferentes países de la Unión Europea, uno de los objetivos prioritarios desde el año 2011 en el área de transporte fue unificar estas definiciones, basadas casi todas ellas en alguno de los siguientes criterios:

1. Atendiendo a los días de hospitalización.
2. Según la tipología de la lesión, gravedad y zona afectada.
3. Si se genera incapacidad temporal para el trabajo.
4. Atendiendo al tiempo de recuperación.
5. En los supuestos de la persistencia de secuelas.

Finalmente, en enero de 2013 el *High Level Group on Road Safety* unifica la definición de herido grave como aquel con lesiones MAIS ≥ 3 , recomendando a los países miembros adoptar esta definición en las estadísticas del registro CARE (*Community Road Accident Database*) a partir del año 2015.

Recientemente (marzo de 2017), en la reunión de los ministros de transporte en La Valeta (Malta), se aprobó la *Valletta Declaration on Road Safety*, en la cual se incluye, entre otras, la recomendación de continuar con el esfuerzo de notificar los heridos graves en accidentes de tráfico en base a la escala AIS (MAIS ≥ 3) desde 2018, con el horizonte 2020.

Es evidente que estas recomendaciones acabarán siendo la norma, la exigencia, para catalogar a los heridos en los accidentes de circulación en el entorno europeo, al igual que se hace en otras regiones del mundo desde hace años (Estados Unidos, Australia, etc.). Esto favorecerá el diseño de programas de prevención y la unificación de criterios a la hora de la investigación epidemiológica. Por tanto, deberíamos hacer el esfuerzo de implementar esta escala (AIS) en la medición de la gravedad de los accidentados de tráfico, empleándola de forma rutinaria asociada a los diagnósticos médicos, tanto desde la Medicina Asistencial como de la Medicina Pericial y desde el mundo asegurador.

Aunque la Unión Europea únicamente recomienda el valor AIS para la calificación de lesiones graves, sería aconsejable extender la clasificación para categorizar a los lesionados leves y moderados, de acuerdo con la siguiente clasificación recomendada por diferentes publicaciones y expertos médicos:

Tipo de lesión	AIS (MAIS)	ISS
Leve	1	≤ 3
Moderado	2	4 - 15
Grave	≥ 3	> 15

4.2. El eCall

En nuestro país, desde el 31 de marzo de 2018, todos los turismos y furgonetas de nueva homologación deberán equipar obligatoriamente el sistema de llamada de emergencia automática eCall. Básicamente es un dispositivo incorporado en el vehículo que, cuando se produce un accidente, y se dan determinadas circunstancias, activa automáticamente una llamada de emergencia al 112, aunque la llamada también se puede hacer desde el propio vehículo accionando el botón SOS que incorpora. El dispositivo informa a la centralita de la posición del vehículo (geo-localización mediante GPS) y se activan los avisos a los diferentes servicios de emergencias (ambulancias, bomberos, DGT, etc.)



Figura 1. Esquema de funcionamiento de los dispositivos eCall.

Fuente: <http://revista.dgt.es/es/reportajes/2018/04ABRIL/0404ecall-obligatorio-a-partir-del-31-de-marzo.shtml#.WsdOa0xuY0>

Esta tecnología no es nueva, y aunque se incorpora de forma obligatoria en nuestro país, es operativa desde hace años en otros países (Estados Unidos, Japón, Australia, Suecia, etc.). Gracias a ello ya disponemos de numerosos estudios científicos que han evaluado su rendimiento y su aplicabilidad en el triaje de lesionados, incluso antes de que accedan los servicios de emergencias al lugar del accidente. Nuevamente veremos que la escala AIS es relevante en su funcionamiento.

En Estados Unidos es operativo desde hace años el *Advanced Automatic Crash Notification* (AACN). El dispositivo instalado en el vehículo puede detectar, además de la geo-localización del vehículo, la dirección de la fuerza principal de la colisión, el cambio instantáneo de velocidad (delta v), el número de ocupantes, la utilización de los dispositivos de seguridad y la existencia de múltiples impactos. El análisis de la telemetría del vehículo comparada con la información disponible en sus bases de datos (*National Automotive Sampling System / Crashworthiness Data System – NASS/CDS*) genera un algoritmo que permite la activación de diferentes protocolos de triaje y disposición de recursos en función de la gravedad potencial de la lesión. Actualmente se considera elevado riesgo de una lesión potencialmente grave cuando existe más de un 20% de probabilidad de que el valor ISS sea superior a 15, según acuerdo de la CDC americana (*Centers for Disease Control and Prevention, Division of Injury Response*).

Recientemente en Japón, utilizando dispositivos EDR (*Event Data Recorder*) y el protocolo *Toyota-Niho University AACN algorithm*, sobre una muestra de cerca de 3 millones de accidentes analizados, se recomendó ajustar el umbral americano al 10% de probabilidad. En la Figura 2 podemos ver un ejemplo del algoritmo *Toyota-Niho University AACN*. Aunque la mayoría del texto está en japonés, podemos identificar a la izquierda los datos del vehículo y la geo-localización del accidente, a la derecha la posición del ocupante, la dirección principal de la fuerza (colisión frontal), el delta v (59 km/h) y la probabilidad de lesiones graves (88%) en los ocupantes delanteros:



Figura 2. Ejemplo de utilización del algoritmo Toyota-Niho University.

Fuente: <https://pdfs.semanticscholar.org/687-f/626e33b604e950f2bf2b6b9bf84999026578.pdf>

Nuevamente podemos ver la importancia de la escala AIS en la implementación de los dispositivos de notificación automática de una colisión, *eCall* en nuestro medio, de forma que los resultados de la telemetría del vehículo nos permiten predecir la gravedad de las lesiones, lo cual se ha demostrado relevante a la hora de mejorar la supervivencia y la morbilidad de los accidentados, sobre todo en casos de lesiones graves.

4.3. Seguridad activa y pasiva de los vehículos

En las últimas décadas (unos 20 años) se han generalizado las pruebas de choque de vehículos nuevos en escenarios parametrizados. Estas pruebas de choque son útiles para evaluar el riesgo de lesión y/o muerte en colisiones tipo. Su difusión ha sido tal que hoy en día casi cualquier potencial comprador de un vehículo se interesa por la seguridad pasiva como opción prioritaria. Se han generalizado términos como las “estrellas” EuroNCAP que tiene un determinado vehículo, por ejemplo.

En Europa estas pruebas las realiza fundamentalmente EuroNCAP (*Euro New Car Assessment Program*), y aunque es un referente mundial, existen otros similares: NHTSA (*National Highway Traffic Safety Administration*) e IIHS (*Insurance Institute for Highway Safety*) en Estados Unidos, LatinNCAP en América Latina y Caribe, ANCAP (*Australasian New Car Assessment Program*) en Australia y Nueva Zelanda o C-NCAP (*China New Car Assessment Program*) en China.

Cuando vemos el resultado de una prueba de choque (Figura 3), observamos que los resultados se representan, entre otros, con gráficos de los *dummies* (conductor, ocupante -delantero/trasero-, peatón, adulto, niño, etc.), en donde las diferentes partes del cuerpo pueden tener varios colores (verde, amarillo, naranja, marrón, rojo). Este color se relaciona con la mayor o menor probabilidad de lesión de dicha área anatómica en la colisión estudiada (frontal, lateral, atropello, etc.).

La información que suministran los *dummies* permite establecer la probabilidad de lesión y su gravedad, medida mediante la escala AIS. De tal forma, los protocolos del programa EuroNCAP fijan el riesgo de lesión, que expresarán en diferentes colores (verde, amarillo, naranja, marrón o rojo) en función de la probabilidad de sufrir una lesión de un AIS determinado para cada región anatómica y para cada tipo de colisión. Han sido múltiples los trabajos de investigación que se han llevado a cabo para correlacionar las predicciones de los protocolos EuroNCAP con colisiones en la vida real, teniendo siempre como referencia la escala AIS para evaluar la gravedad de las lesiones en la vida real.

Estas pruebas de choque se realizan con vehículos nuevos, pero previamente durante las fases de diseño, homologación de componentes, etc.; también está presente la escala AIS para medir la gravedad potencial de las lesiones en las pruebas de laboratorio.



Figura 3. Ejemplo de la valoración de un automóvil.
Fuente: <https://www.euroncap.com/es>

4.4. Reconstrucción de los accidentes

Vendría a ser el recorrido inverso al anterior apartado y hoy en día se conoce como Biomecánica Forense, concepto similar a los de biomecánica del impacto o de las lesiones. De forma muy concisa, los objetivos de la biomecánica del impacto son el estudio de la lesión, el mecanismo de lesión y la tolerancia humana. Como resultado de la investigación en el desarrollo de medidas de seguridad activa y pasiva en los vehículos hemos podido identificar parámetros físicos que se relacionan con el riesgo de lesión. El delta v (cambio instantáneo de velocidad), la aceleración, la fuerza, la energía, etc., son variables físicas generadas en un accidente.

Tras décadas de investigación podemos relacionar adecuadamente un parámetro físico con una determinada lesión, tanto en el umbral poblacional de riesgo de lesión como en el mecanismo de la lesión. Por ejemplo, hoy en día conocemos bastante bien que dirección y magnitud de fuerzas son necesarias para producir una fractura ósea, lo que nos permitiría mediante un trabajo multidisciplinar (ingenieros, médicos, etc.) reconstruir la secuencia de un accidente partiendo de las lesiones óseas.

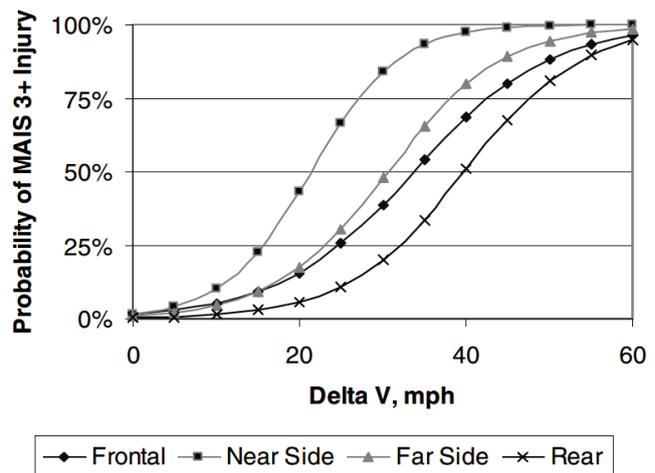


Figura 4. Relaciones entre localización dentro del vehículo, cambio de velocidad brusco y probabilidad de sufrir una lesión grave.
Fuente: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3217552/pdf/aam47_p561.pdf

Lo importante aquí es que desde hace décadas cualquier investigación, con el fin de determinar el riesgo de lesión de un accidente, se va a referir a la potencial gravedad de la misma en función de la escala AIS. Como muestra reproducimos la Figura 4, porque viene a resumir, de forma sencilla pero a la vez muy completa, las relaciones que se pueden establecer entre diferentes tipos de colisión, el cambio de velocidad del vehículo y la probabilidad de sufrir una lesión grave un ocupante según su ubicación en el vehículo.

Podemos observar un incremento exponencial del riesgo de lesiones graves (MAIS ≥ 3) conforme se incrementa el delta v, siendo más lesivas las colisiones laterales en la zona del ocupante (*Near Side*), similares las colisiones laterales en el lado opuesto (*Far Side*) y las colisiones frontales (*Frontal*) y menores las colisiones posteriores (*Rear*).

4.5. Otras aplicaciones relacionadas con los accidentes de circulación

Podríamos traer aquí numerosos estudios de investigación que relacionan los accidentes de circulación con sus consecuencias económicas, tanto directas como indirectas, tomando como referencia la escala AIS para cuantificar la gravedad de las lesiones. Aunque tienen relevancia desde el punto de vista de la investigación, por su posible reproducibilidad en nuestro medio, la mayoría de la producción científica es de otros países. Por tanto las relaciones que se establecen entre los valores AIS y las consecuencias económicas (gastos de hospitalización, costes sociales, indemnizaciones, etc.) dependen de las circunstancias de cada uno de los países en donde se ha desarrollado la investigación (entorno asistencial, sistemas de protección social, modelos indemnizatorios, etc.) y no son reproducibles aquí. La mayor parte de estos estudios relacionan la escala AIS con las siguientes consecuencias de los accidentes de tráfico:

- Gastos de hospitalización.
- Otros costes directos: necesidades de cuidados, gastos de farmacia, falta de productividad laboral.
- Pérdida de días/años de calidad de vida, discapacidad residual.
- Compensación económica.

En la Figura 5 podemos observar el coste medio tras un accidente de circulación de acuerdo con el máximo AIS (MAIS). Lo exponemos aquí por ser un trabajo reciente realizado en Portugal, país vecino y similar el nuestro en cuanto al coste de los recursos asistenciales en los accidentes de circulación. (Nota HCC: *Health Care Costs*)

En el campo de la Medicina Forense, recientemente se ha publicado un trabajo de investigación realizado por la USC (Universidad de Santiago de Compostela) (<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/20961790.2017.1379122>), en el que se propone un modelo estadístico predictivo para los puntos de secuelas de acuerdo con el RD 8/2004, tomando como referencia la escala AIS. Sin duda es buen punto de partida para continuar desarrollando un modelo predictivo acorde a nuestro entorno, para lo que sería recomendable adoptar la escala AIS como medida de gravedad universal de las lesiones producidas en accidentes de circulación en España.

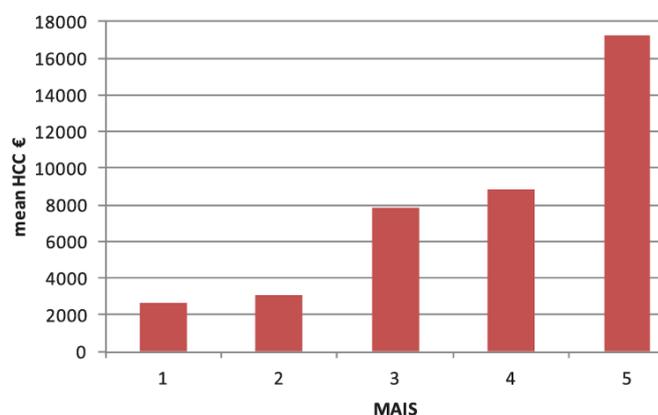


Figura 5. Coste medio tras un accidente de circulación según el MAIS.

Fuente: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17457300.2017.1341936>

5. Recomendaciones

Sin perjuicio de que la pericia médica como la entendemos en la actualidad, la VDC de los daños resultantes de un accidente de circulación (*ex post*), es una actividad reforzada por las últimas disposiciones legales y normalizada, no es menos cierto que en su vertiente *ex ante*, predictiva o pronóstica, debería actualizarse mediante la utilización de modelos predictivos basados en escalas objetivas de referencia. En este trabajo hemos traído como referencia la escala AIS (*Abbreviated Injury Scale*), no de forma arbitraria, sino por su íntima relación con la investigación en múltiples vertientes de los accidentes de circulación, por su relación taxonómica con las directivas comunitarias en materia de notificación de lesiones y porque se ha mostrado válida en los primeros estudios médico legales de modelos predictivos. Podemos afirmar que la escala AIS es una herramienta médica vinculada estrechamente al mundo del automóvil y que progresivamente extiende su influencia más allá del laboratorio de investigación.

Aunque hemos hablado indistintamente de modelos pronósticos y modelos predictivos, no significan lo mismo. Los modelos pronósticos se refieren a la necesidad de armonizar la taxonomía de los lesionados mediante la adopción de una escala validada y objetiva, universal. Los modelos predictivos son complejas construcciones estadísticas que parten de un elemento nuclear, la escala que se adopte para el pronóstico. Son etapas consecutivas y de diferente naturaleza, del modelo pronóstico que se adopte se desarrollará el modelo predictivo. Mientras que la primera de ellas es médica, la segunda entra además dentro del terreno de la estadística, por lo que sería multidisciplinar.

La actualización de los modelos pronósticos / predictivos debería tener como objetivos prioritarios:

1. Identificar y clasificar la gravedad de las lesiones en función de criterios objetivos.
2. Cumplir con las normativas comunitarias de nomenclatura para la tipificación de la gravedad de las lesiones en los accidentes de tráfico.
3. Adecuar las provisiones técnicas a índices médicos de gravedad asignados a las lesiones.
4. Justificar ante las autoridades administrativas (Dirección General de Seguros - Solvencia II) y otras (Reaseguro) las decisiones adoptadas en el cálculo y movimientos de las provisiones técnicas individualizadas en siniestros RBNS.

Otros objetivos, de carácter secundario, podrían ser:

1. Uso como guía orientativa para fijar los costes de los procesos asistenciales dentro de los Convenios de Asistencia Sanitaria derivada de accidentes de tráfico.
2. Identificar factores ajenos a la gravedad intrínseca de la lesión, médicos y no médicos, y que influyen en el resultado final esperable en un modelo a priori determinista. Por ejemplo: una fractura diafisaria de tibia, cerrada, sin factores de riesgo, tiene un comportamiento predecible en cuanto a su evolución, con riesgo estadístico conocido de complicaciones. Este comportamiento determinista sería predecible mediante el valor AIS inicial asignado a esta lesión.
3. Servir de guía de referencia orientativa de la gravedad/discapacidad previsible en las relaciones perjudicado/aseguradora de la Ley 35/2015 (Artículos 7 y 37).

Bibliografía

1. Alberdi F, García I, et al, Grupo de trabajo de Trauma y Neurointensivismo de SEMICYUC. Epidemiología del trauma grave. Medicina Intensiva. 2014; 38(9):580-588.
2. Alemany R, Ayuso M, Guillén M. Impact of road traffic injuries on disability rates and long-term care costs in Spain. Accid Anal Prev. 2013 Nov;60:95-102.
3. Ardolino A, Sleat G, Willett K. Outcome measurements in major trauma--results of a consensus meeting. Injury. 2012 Oct;43(10):1662-6.
4. Augenstein J, Perdeck E, Stratton J, Digges K, Bahouth G. Characteristics of crashes that increase the risk of serious injuries. Annu Proc Assoc Adv Automot Med. 2003;47:561-76.
5. Auñón I, Caba P, Mora A, Guimera V, Yuste P, Resines C. Análisis del coste del tratamiento del paciente politraumatizado en un hospital de referencia en España. Cirsc Esp. 2012; 90 (9): 564-568.
6. Ayuso M, Bermúdez L, Santolino M. Copula-based regression modeling of bivariate severity of temporary disability and permanent motor injuries. Acid Anal Prev. 2016;89:142-50.
7. Ayuso M.M, Santolino M.A. Prediction of individual automobile reported but not settled claim reserves for bodily injuries in the context of Solvency II. Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa. 2008;8:23-41.
8. Bambach M. R, Mitchell R.J. Estimating the human recovery costs of seriously injured road crash casualties. Accid Anal Prev. 2015;85:177-85.
9. Buendia R, Candefjord S, Fagerlind H, Bálint A, Sjöqvist B.A. On scene injury severity prediction (OSISP) algorithm for car occupants. Accid Anal Prev. 2015;81:211-7.
10. Dirección General de Seguros. Solvencia II: Normativa básica. <http://www.dgsfp.mineco.es/solvencia%20II/Normativa%20basica.asp>
11. Dirección General de Seguros. Solvencia II: Directrices EIOPA. <http://www.dgsfp.mineco.es/Solvencia%20II/Directrices%20EIOPA%20fase%20definitiva.asp> EuroNCAP. Assesment protocol, adult occupant protection. Version 8.0.2. Nov 2017.
12. European Commission (2013). Commission Staff Working Document. On the implementation of objective 6 of the European Commission's policy orientations on road safety 2011-2020 – First milestone towards an injury strategy [http://ec.europa.eu/archives/commission_2010-2014/kallas/headlines/news/2013/03/doc/swd\(2013\)94.pdf](http://ec.europa.eu/archives/commission_2010-2014/kallas/headlines/news/2013/03/doc/swd(2013)94.pdf)
13. European Commision (2015). Serious Injuries. (https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/ersosynthesis2015-seriousinjuries25_en.pdf)
14. European Commision (2017). Valletta declaration on road safety. https://www.eu2017.mt/en/Documents/Valletta_-_Declaration_on_Improving_Road_Safety.pdf
15. Gennarelli TA, Wodzin E, editor. The Abbreviated injury Scale 2005- Update 2008. Barrington: IL: Association for the Advancement of Automotive Medicine; 2008.
16. López M. El eCall obligatorio ya está en marcha. Tráfico y Seguridad Vial (Revista DGT). 2018(245):24-25.

17. MacKenzie EJ, Damiano A, et al. The Development of the Functional Capacity Index. *J Trauma*. 1996; 41(5):799-807.
18. Mitchell RJ, Curtis K, et al. Acute costs and predictors of higher treatment costs for major paediatric trauma in New South Wales, Australia. *J Paediatr Child Health*. 2013 Jul;49(7):557-63. doi: 10.1111/jpc.12280. Epub 2013 Jun 12.
19. Ferreira S, Amorim M, et al. Exploring clinical metrics to assess the health impact of traffic injuries. *Int J Inj Contr Saf Protot*. 2017;4:1-9.
20. Fisnar S. Reserving for severe bodily injury – Methods and practice in liability insurance. Swiss Re Publishing: Zurich. 1999.
21. Gopinath B, Jagnoor J, Harris I. A, Nicholas M, Casey P, Blyth F, Maher C. G, Cameron I. D. Prognostic indicators of social outcomes in persons who sustained an injury in a road traffic crash. *Injury*. 2015;46(5):909-17.
22. Haagsma, J. A, Polinder S, et al. Improved and standardized method for assessing years lived with disability after injury. *Bulletin of the World Health Organisation*. 2012;90(7):513-21.
23. Kiuchi T, Motomura Y, et al. Pilot study on advanced automatic collision notification and helicopter emergency medical service system in japan. 2015. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/687f/626e33b604e950f2bf2b6b9bf84999026578.pdf>
24. Kononenka D. W, Flannagan A. C, et al. Identification and validation of a logistic regression model for predicting serious injuries associated with motor vehicle crashes. 2011;43(1):112-22.
25. Lie A, Tingvall C. G. How Do Euro NCAP Results Correlate with Real-Life Injury Risks? A Paired Comparison Study of Car-to-Car Crashes. *Traffic Injury Prevention* December 2002;3(4):288-93.
26. Lubbe N, Kiuchi T. Injury estimation for advanced automatic collision notification (AACN) in Germany. 2018. Disponible en: http://bast.opus.hbz-nrw.de/volltexte/2015/1425/pdf/25_Lubbe_Injury_Estimation_for_Advanced_Automatic_Collision.pdf.
27. Malm S, Krafft M et al. Risk of Permanent Medical Impairment (RPMI) in Road Traffic Accidents. *Ann Adv Automot Med*. 2008; 52: 93–100.
28. Manneringa F. L, Bhat R, B. Analytic methods in accident research: Methodological frontier and future directions. 2014;1:1-22
29. McMurry T. L, Poplin G. S. Functional recovery patterns in seriously injured automotive crash victims. *Traffic Injury prevention*. 2016;17(S1):21-6.
30. Metzger K. B, Gruschow S, et al. Association Between NCAP Ratings and Real-World Rear Seat Occupant Risk of Injury. *Traffic Inj Prev*. 2015;16(S2):S146-52.
31. Nishimoto T, Mukaigawa K, et al. Serious injury prediction algorithm based on large-scale data and under-triage control. *Accid Anal Prev*. 2017 Jan;98:266-276.
32. Ordóñez-Mayán L, Martínez-Silva I, et al. Predictive models for the assessment of bodily harm. *Forensic Science Research*. 2017;2: 185-191
33. Ordóñez-Mayán L, Represas C, et al. How reliable is the Spanish bodily harm assessment scale? *J Forensic Leg Med*. 2015;32:16-20.

34. Osler T, Baker SP, Long W. A modification of the injury severity score that both improves accuracy and simplifies scoring. *J Trauma*. 1997;43(6):922-5.
35. Osler T, Glance L, et al. A trauma mortality prediction model based on the anatomic injury scale. *Ann Surg*. 2008;247(6):1041-8.
36. Page Y, Cuny, et al. A Comprehensive Overview of the Frequency and the Severity of Injuries Sustained by Car Occupants and Subsequent Implications in Terms of Injury Prevention. *Ann Adv Automot Med*. 2012; 56: 165–174.
37. Palmer C. S, Gabbe B. J, et al. Defining major trauma using the 2008 Abbreviated Injury Scale. *Injury*. 2016;47(1): 109-15.
38. Pérez K, Seguí-Gómez M, et al. Definición de alta hospitalaria, lesión grave y muerte por lesiones por tráfico. *Gac Sanit*. 2014;28(3):242-245
39. Polinder S, Haagsma J. Burden of road traffic injuries: Disability-adjusted life years in relation to hospitalization and the maximum abbreviated injury scale. *Accident Analysis and Prevention*. 2015;80:93-200.
40. Represas C, Muñoz-Barús J. I, et al. Importancia de la biomecánica del impacto en la valoración pericial del síndrome del latigazo cervical. *Rev Esp Med Legal*. 2016;42(2):72-80.
41. Segui-Gomez M, Lopez-Valdes F. J, et al. An evaluation of the EuroNCAP crash test safety ratings in the real world. *Annu Proc Assoc Adv Automot Med*. 2007;51:282-98.
42. Shannon D, Murphy F, et al. Applying crash data to injury claims - an investigation of determinant factors in severe motor vehicle accidents. *Accid Anal Prev*. 2018;113:244-256.
43. Stitzel J.D, Weaver A.A, et al. An Injury Severity-, Time Sensitivity-, and Predictability-Based Advanced Automatic Crash Notification Algorithm Improves Motor Vehicle Crash Occupant Triage. *J Am Coll Surg*. 2016;222(6):1211-19.
44. Tsoi AH, Gabler HC. Evaluation of Vehicle-Based Crash Severity Metrics. *Traffic Inj Prev*. 2015;16(S2):S132-9.
45. Wang S. C, Kohoyda-Ingles C. J, et al. Results of first field test of telemetry based injury severity prediction. 2015. Disponible en: <http://www.aacnems.com/wp-content/uploads/2015/08/Wang2015-ISPstudy.pdf>. Fecha de acceso: 09 abr. 2018.
46. Wijnen W, Stipdonk H. Social costs of road crashes: An international analysis. *Accid Anal Prev*. 2016;94:97-106.
47. Willenberg L, Curtis K. The variation of acute treatment costs of trauma in high-income countries. *BMC Health Serv Res*. 2012;12:267.
48. Wyatt J. P, Beard D, et al. Quantifying injury and predicting outcome after trauma. *Forensic Sci Int*. 1998;95(1):57-66.
49. Zhang Y, Dukic V. Predicting Multivariate Insurance Loss Payments Under the Bayesian Copula Framework. *Journal of Risk & Insurance*. 2012;0:1-29.
50. Zhao X. B, Zhou X. Applying copula models to individual claim loss reserving methods. 2010: 46(2):290-99.