

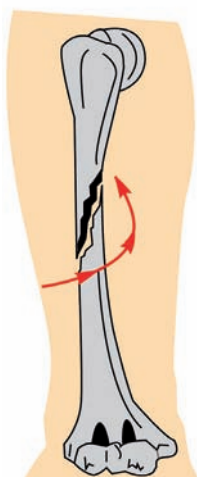
Reconstrucción de accidentes de tráfico basados en Análisis Biomecánicos

La biomecánica del impacto o biomecánica de las lesiones (traducción del inglés Injury Biomechanics) se define como la parte de la ciencia que estudia los efectos de las sollicitaciones mecánicas (fuerzas, momentos, etc.) aplicadas sobre el material biológico, centrándose en el daño producido en dichos tejidos.

Gemma Pequerul

¿En qué consiste la biomecánica?

La biomecánica del impacto trata de identificar y definir los mecanismos de daño, es decir, para una lesión dada, trata de determinar el mecanismo que la ha producido (por ejemplo, la fractura espiroidea de tibia tiene como mecanismo productor una torsión). Por otro lado, esta ciencia también trata de predecir el comportamiento del material biológico para una fuerza o momento determinado, así como determinar y cuantificar el umbral de lesión (prever cuando un material biológico va a llegar a su límite de resistencia mecánica).



La biomecánica del impacto trata de identificar y definir los mecanismos de daño, es decir, para una lesión dada, trata de determinar el mecanismo que la ha producido.

Fractura espiroidea de tibia. Tipo de fractura y mecanismo lesional.

Los objetivos de la biomecánica del impacto o de las lesiones son desarrollar y diseñar materiales y estructuras que reduzcan y gestionen el nivel de impacto y de energía transferida al cuerpo humano, así como desarrollar herramientas biomecánicas eficientes para dotar a la industria de la automoción y a la administración de los instrumentos adecuados, con el objeto de evaluar los diferentes vehículos en fase de desarrollo. Entre las principales herramientas de desarrollo de un vehículo destacan los maniqués antropomórficos (Dummies) y los modelos matemáticos que simulan el comportamiento del cuerpo humano.

Aplicación de la biomecánica en el análisis de los accidentes de tráfico

Para llevar a cabo los distintos análisis biomecánicos, el equipo de reconstrucción de accidentes de Centro Zaragoza cuenta con avanzado software especializado, el cual permite estudiar el comportamiento dinámico de los sistemas físicos, analizando las colisiones entre los vehículos y evaluando las sollicitaciones experimentadas por sus ocupantes. Asimismo, estos programas permiten analizar el comportamiento de los diferentes sistemas de retención (cinturones, airbags, reposacabezas,... y su interacción con los ocupantes).



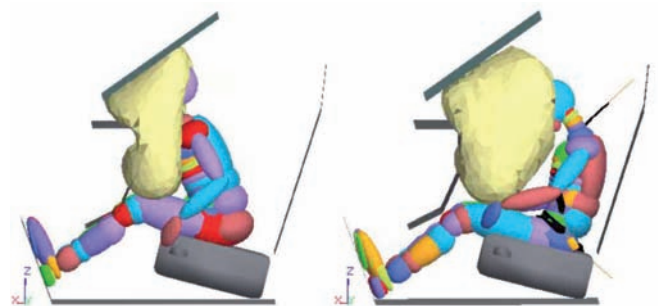
Un análisis biomecánico de una colisión frontal permite analizar, entre otros aspectos, la eficacia del cinturón de seguridad en el momento del impacto.

uso, o no, del cinturón de seguridad en el momento del impacto, tratando de compatibilizar el movimiento experimentado de dicho ocupante tanto con las lesiones sufridas por el mismo, como con los daños en el vehículo.

A continuación se va a analizar la biomecánica de los accidentes de tráfico más frecuentes:

Colisión frontal. En caso de que un vehículo experimentase una colisión frontal, los ocupantes se desplazarían hacia delante, a la misma velocidad a la que circulaba el vehículo antes de la colisión. Si los ocupantes viajan SIN cinturón de seguridad, éstos tienden a seguir su trayectoria hasta que colisionan con algún obstáculo (salpicadero, cristal,...) o, incluso, pueden salir eyectados hacia el exterior del vehículo. Por el contrario, si lo ocupantes viajan con el cinturón de seguridad correctamente abrochado, éstos se mantienen en sus asientos, evitándose impactos contra los elementos frontales del vehículo y, por supuesto, la probabilidad de salir proyectados es prácticamente nula.

Un análisis biomecánico de una colisión frontal permitiría dilucidar, por ejemplo, si un ocupante hacía



Análisis biomecánico de una colisión frontal con y sin cinturón de seguridad.

Un análisis paramétrico de las solicitaciones (aceleraciones, esfuerzos y momentos) de una colisión por alcance, permite determinar la probabilidad de que un ocupante sufriera lesiones cervicales como consecuencia de dicha colisión.

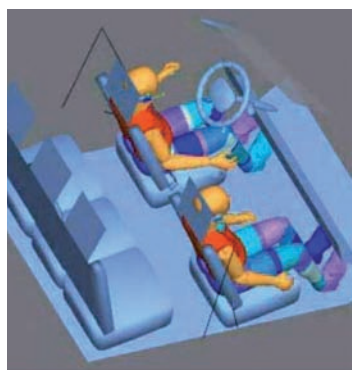
Colisión por alcance. La cinemática de un ocupante de un vehículo que sufre una colisión por alcance se puede descomponer en tres tipos de movimiento:

- un movimiento del ocupante hacia arriba con respecto al respaldo del asiento, denominado “trepada” o “ramping”.
- un movimiento de traslación sin giro de la cabeza hacia atrás con respecto al torso del ocupante, denominado “retracción” del cuello.
- un movimiento de giro puro de la cabeza hacia atrás, que coincide con un movimiento de extensión del cuello.

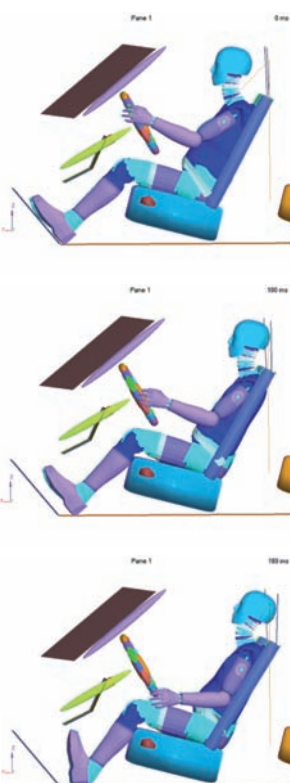
Existen distintos criterios para medir los esfuerzos en cuello, por ejemplo el NIC mide la carga en el cuello antes de que se produzca el contacto con el reposacabezas mientras que el Nkm mide la carga en el cuello durante el contacto con el reposacabezas, existiendo una correlación entre los valores NIC, Nkm y el riesgo de sufrir lesión.

Un análisis paramétrico de las sollicitaciones (aceleraciones, esfuerzos y momentos), es decir, un análisis biomecánico de una colisión por alcance, permitiría determinar la probabilidad de que un ocupante sufriera lesiones cervicales como consecuencia de dicha colisión.

Análisis biomecánico de una colisión por alcance.



En los fotogramas de la derecha se puede observar una secuencia en detalle del movimiento que experimenta un conductor tras sufrir una colisión por alcance.



Atropellos. La cinemática de un peatón que sufre un atropello se puede descomponer en las siguientes fases:

- Fase de choque o de contacto. En esta fase se produce el contacto del paragolpes del turismo contra las extremidades inferiores del peatón. Según la violencia del impacto, las lesiones asociadas a esta fase son contusiones o roturas de fémur, de peroné y/o de tibia.
- Fase de desequilibrio o pivotación. Esta fase comienza en el momento en el que el peatón atropellado se inclina sobre el capó del turismo. Las lesiones asociadas a esta fase son luxaciones o fracturas en la rodillas y en la pelvis.
- Fase de semivolteo o volteo. Cuando la velocidad que lleva el vehículo supera unos ciertos límites, el cuerpo del peatón se desplaza sobre el capó. En esta fase, el tronco y, especialmente, la cabeza pueden sufrir lesiones al golpearse contra la luna parabrisas o contra el marco de ésta.
- Fase de proyección y caída. Tras el contacto de la cabeza contra el vehículo, generalmente el peatón sale proyectado según el sentido de avance del vehículo, describiendo un tiro parabólico, hasta caer sobre el pavimento. Las lesiones asociadas a esta fase de caída son heridas en las partes más prominentes del cuerpo (manos, codos, nariz y rodillas), así como en la cabeza por ser la parte del cuerpo más pesada.
- Fase de arrastre. Tras caer al suelo, el peatón suele arrastrar durante unos metros por el pavimento, en función de la velocidad del turismo en el momento del atropello.

Un análisis biomecánico de un atropello permite determinar aspectos tan relevantes para la investigación de accidentes como son la velocidad a la que circulaba el vehículo en el momento del atropello.

Un análisis biomecánico de un atropello, en el que se compatibilice las lesiones sufridas por el peatón con los daños que presentó el turismo, permite determinar aspectos tan relevantes para la investigación de accidentes como son tanto la velocidad a la que circulaba el vehículo en el momento del atropello como la del peatón, así como la dirección y sentido de avance de éste.

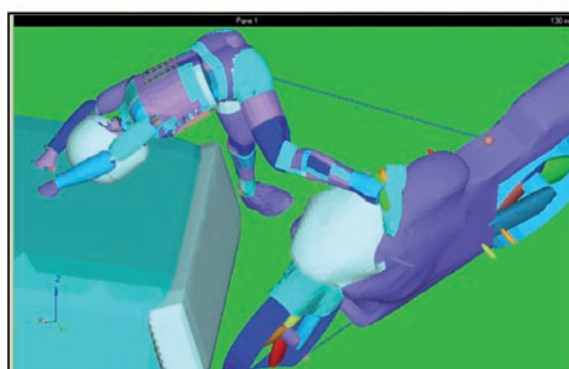
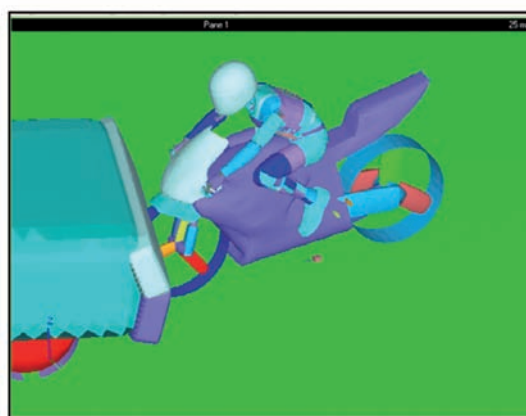


Análisis biomecánico de un atropello a un peatón a 35 km/h.

Accidentes de tráfico con motocicletas. La cinemática de un motorista que sufre una colisión contra un turismo se puede descomponer en las siguientes:

- En la primera fase, tras el contacto con el coche, se produce la compresión del neumático delantero de la motocicleta, y posteriormente comienza la deformación de la horquilla.
- La siguiente secuencia es el contacto rueda/motor, siempre que la velocidad de impacto sea de 50 km/h o mayor y que la rueda delantera quede atrapada entre el vehículo y el motor de la motocicleta.
- La horquilla y el faro comienzan a cargar el vehículo con un área de contacto creciente, y la rueda trasera comienza a elevarse tras el comienzo de la colisión.
- Cuando la horquilla y el faro golpean al vehículo, la velocidad relativa del motorista aumenta debido a la mayor deceleración de la motocicleta. Los pies del motorista se desprenden de su apoyo y éste golpea el depósito de gasolina.

Un análisis biomecánico de un accidente de tráfico en el que se ha visto implicada una motocicleta, o un vehículo de dos ruedas en general, permite determinar tanto las velocidades de los vehículos implicados en el accidente como la evolución más probable del mismo, compatibilizando las lesiones sufridas por el motorista con los daños que presentaron los vehículos.



Análisis biomecánico de una colisión frontal entre una motocicleta y un turismo.

Conclusión

La biomecánica, ciencia que trata de describir los mecanismos lesivos explicando las lesiones producidas en el organismo humano, mediante la integración de diferentes disciplinas: epidemiología, física, ingeniería, matemáticas, medicina y biología entre otras, aplicada al análisis de accidentes de tráfico permite determinar parámetros físicos como la velocidad de los vehículos implicados y aspectos relativos al uso correcto o no de determinados sistemas de seguridad de los vehículos, así como establecer la probabilidad de lesión que una persona puede tener tras sufrir un accidente de tráfico, en función de las sollicitaciones a la que se ha visto expuesta durante el impacto. ○