

2




Avances en el diseño de los reposacabezas y evidencias científicas de su eficacia



FITSA

Fundación Instituto Tecnológico
para la Seguridad del Automóvil

The image shows the interior of a car, focusing on the leather seats and the dashboard area. A dark blue vertical overlay is positioned in the center, containing white text. The text is arranged in three paragraphs, each separated by a small gap. The background is slightly blurred, emphasizing the text in the foreground.

El objetivo de esta línea de actuación de Fitsa es difundir la eficacia, científicamente probada, de las tecnologías de seguridad y protección ambiental –valores positivos– presentes en el automóvil.

Con ello se pretende poner en valor social y de mercado el conocimiento de estas tecnologías, induciendo así su demanda por parte de los ciudadanos en beneficio de su seguridad y del medioambiente, que es uno de los Objetivos Directores de las actuaciones de la Fundación.

En los trabajos de investigación y análisis han colaborado diversas entidades especializadas en los ámbitos tecnológicos concretos, y a quienes Fitsa expresa su reconocimiento.

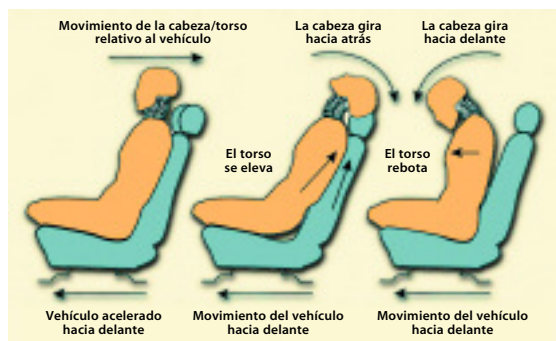
Avances en el diseño de los reposacabezas y evidencias científicas de su eficacia



- La introducción del reposacabezas ha supuesto una reducción de lesiones de cuello de entre un 9% y un 18% en los turismos y de aproximadamente un 6% en furgonetas y todoterrenos.
- El riesgo relativo de lesión es tres veces mayor con un reposacabezas **INCORRECTAMENTE AJUSTADO** que con uno en la situación óptima.
- Los nuevos sistemas activos SAHR, de Saab, y WHIPS, de Volvo, reducen las lesiones entre un 40 y un 50%.
- Antes de adquirir un vehículo, los conductores deberían comprobar si el reposacabezas se ajusta a sus características físicas.

El reposacabezas es un elemento de seguridad pasiva introducido en el automóvil hace décadas y cuya misión es evitar las lesiones producidas por el **latigazo cervical** o whiplash generado en las colisiones, sobre todo en los accidentes por alcance.

Los daños cervicales son todavía los más frecuentes en los accidentes de tráfico, a pesar del tiempo que ya llevan en el mercado los reposacabezas. Ello es principalmente debido a un mal uso (ajuste) de este dispositivo y de otras deficiencias aún hoy observadas por los especialistas en los distintos estudios de investigación.



Secuencia de movimientos durante una colisión por alcance: al estar situado excesivamente bajo, la extensión hacia atrás del cuello en la segunda fase de la colisión resulta excesiva y representa un alto riesgo de lesión cervical

En función del criterio utilizado, se pueden distinguir distintos tipos de reposacabezas. Si se considera la posibilidad de ajuste en altura y separación con respecto a la cabeza se puede diferenciar entre reposacabezas ajustables y reposacabezas fijos. La segunda clasificación considera su funcionamiento en caso de accidente: si existe algún tipo de mecanismo que se activa por efecto de la colisión se habla de reposacabezas activos y, de lo contrario, de reposacabezas pasivos.

La efectividad del sistema

La introducción del reposacabezas ha supuesto, según distintos estudios, una reducción de las lesiones de cuello de entre un 9% y un 18% en los automóviles de turismo y de aproximadamente un 6% en las furgonetas y en los vehículos todoterreno. En cualquier caso, la proporción de lesiones en el cuello es todavía elevada: entre el 24 y 37% de los conductores de los vehículos alcanzados, incluso en el caso de los automóviles con reposacabezas, todavía sufren lesiones cervicales.

Estos datos han sido recogidos por los investigadores de la **Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil (FITSA)** y el **Instituto de Investigación Sobre Reparación de Vehículos. Centro Zaragoza**, con el propósito de recopilar el conocimiento existente sobre este elemento de seguridad pasiva y sobre las evidencias sobre su efectividad.

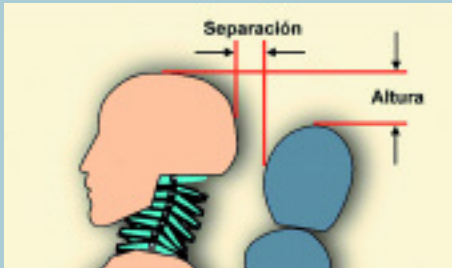
El estudio **Descripción del reposacabezas y evidencias científicas de su efectividad** cita una reciente investigación realizada en España por la **Dirección General de Tráfico** entre los años 2000 y 2004 sobre lesiones derivadas de accidentes de tráfico. Esta investigación muestra cómo las lesiones más habituales tras un accidente consistieron precisamente en esquinces cervicales, un tipo de daño que supuso el 25% del total de lesiones.



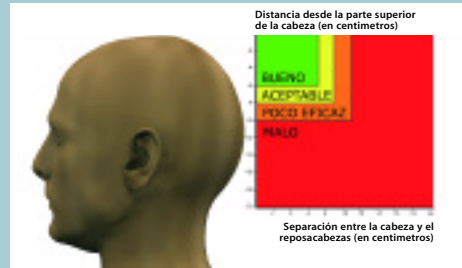
A continuación se sitúan las lesiones en las extremidades inferiores, que supusieron el 18%, y aquellas producidas en las extremidades superiores, con un 15% por ciento del total.

Estos porcentajes varían según el país, aunque por lo general son comparables entre sí, y en los Estados Unidos las reclamaciones a la aseguradores derivadas de los esguinces verticales acumulan entre el 30 y 40% del total, con un coste anual de alrededor de 7.000 millones de dólares. En Québec, Canadá, las lesiones de cuello suponen el 20 por ciento de las reclamaciones a las compañías aseguradoras, y en otras provincias canadienses las indemnizaciones pagadas por latigazo vertical acumulaban entre el 65 y 85% del total.

El mal ajuste de los reposacabezas es el principal factor en la incidencia de las lesiones por latigazo cervical. Los investigadores han detectado que en la mayoría de los casos los conductores llevan el reposacabezas ajustable colocado incorrectamente. Éste es un problema universal reflejado en la mayoría de los estudios sobre este elemento de seguridad: el reposacabezas ajustable se deja, habitualmente, en su posición más baja. Los expertos concluyen sobre este particular que el porcentaje de conductores, tanto hombres como mujeres, que sufren lesiones en el cuello aumenta a medida que el reposacabezas se sitúa más bajo con respecto al centro de gravedad de la cabeza.



Altura y separación son los dos parámetros básicos para el correcto ajuste del reposacabezas.



El IIHS evalúa la altura y la distancia de la cabeza al reposacabezas, según este protocolo.

También ponen de manifiesto que el riesgo relativo de lesión es tres veces mayor con un reposacabezas mal ajustado que con uno en la posición adecuada. La posición correcta del reposacabezas es aquella en que la parte superior del reposacabezas queda a la misma altura que la parte superior de la cabeza, y la distancia horizontal entre cabeza y reposacabezas es mínima. En general, puede decirse que la efectividad del reposacabezas mejora a medida que los conductores lo sitúan en posición más elevada y más cerca de la cabeza.

Al margen de que los conductores lo ajusten correctamente, existen otras explicaciones al deficiente ajuste de este dispositivo, como son el mal diseño del mismo o el diseño del asiento, una posición del respaldo demasiado reclinada, de forma que la cabeza quede lejos del reposacabezas, o una posición de conducción con el conductor inclinado hacia delante.

Una de las principales recomendaciones de los expertos es la incorporación de

algún sistema que impida que los reposacabezas sean extraídos de su alojamiento: todavía es posible ver en España vehículos (algunos de ellos vehículos de autoescuela o autotaxis) en donde se han quitado los reposacabezas. Los expertos también aconsejan a los compradores de vehículos nuevos y de segunda mano que se aseguren de poder conseguir un correcto ajuste de los reposacabezas antes de adquirir su próximo vehículo.

Últimos avances en el diseño de los reposacabezas

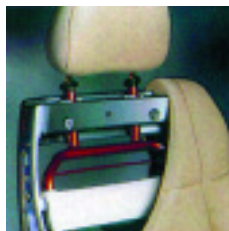
Cuando en 1969 se hizo obligatoria en Estados Unidos la implantación de reposacabezas muchos argumentaron, sin pruebas consistentes, que los reposacabezas fijos en los respaldos de los asientos aumentarían los accidentes, debido a problemas como la disminución de la visión trasera. En aquellos momentos

la norma americana no establecía una altura mínima de los reposacabezas ajustables cuando estaban situados en la posición más baja, aunque sí en la más alta.

En consecuencia, la mayoría de los reposacabezas por aquel entonces se hicieron ajustables, y los constructores americanos no prestaron mucho interés a este elemento de seguridad, por lo que los diseños de reposacabezas no eran adecuados para la mayoría de los ocupantes.

En Europa algunos constructores optaron por reposacabezas fijos (entre ellos Saab, Volvo o Porsche) cuya altura era suficiente para la gran mayoría de los ocupantes. **Saab fue el primer constructor en afrontar los conflictos planteados por la supuesta reducción de visibilidad hacia atrás y la "claustrofobia" alegada por algunos ocupantes de las plazas traseras,** al introducir a principios de los años 70 Saab reposacabezas fijos con "huecos" para mejorar la visibilidad. Posteriormente Volvo adoptó diseños similares.

Lo cierto es que en ocasiones los reposacabezas no han tenido un buen diseño, y algunos de los modelos ajustables



incluso cuando estaban ajustados en su posición más elevada no se encontraban lo suficientemente cerca de la cabeza del ocupante. Hoy en día la mayoría de los reposacabezas han mejorado su geometría.

En los últimos años varios estudios han mostrado que los sistemas de reposacabezas activos SAHR de Saab y WHIPS de Volvo reducen las lesiones aproximadamente en entre un 40 y un 50%. Estos sistemas se consideran como las referencias a seguir en cuanto al diseño de este elemento de seguridad pasiva.

El SAHR (*Saab Active Head Restraint*) es la primera aplicación activa surgida de la investigación sobre el diseño de asientos y la reducción del riesgo de lesiones en colisiones por alcance. Comparado con un asiento y un reposacabezas ajustable convencional, el reposacabezas activo recoge toda la parte superior del cuerpo de modo más efectivo durante un accidente, lo cual reduce los esfuerzos de tracción y extensión que debe soportar el cuello.

Este reposacabezas activo lo fabricó la División de Interiores del grupo Delphi, que lo puso inicialmente en el mercado bajo la denominación Pro-tech, si bien su



desarrollo se llevó a cabo conjuntamente con la marca sueca de automóviles Saab, la primera en incorporarlo a sus vehículos. **En realidad el sistema SAHR va más allá del reposacabezas, ya que también incluye determinadas características de diseño en el respaldo del asiento, las cuales ayudan a controlar y distribuir las fuerzas generadas en los impactos traseros, o también durante la fase “de rebote” o retroceso en impactos frontales.**

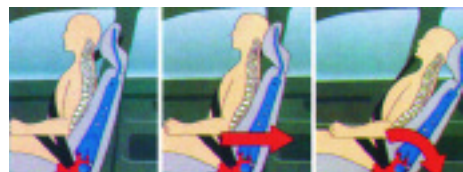
En el sistema SAHR el reposacabezas activo, como tal, va montado sobre una placa de presión situada en el respaldo del asiento y dotada de un mecanismo de unión basado en un dispositivo de muelles. Cuando el asiento, por ejemplo tras un alcance, empuja al ocupante hacia delante con más fuerza de la que el muelle puede resistir, la placa se desplaza hacia atrás dentro del asiento. Esto induce en el reposacabezas un movimiento que le fuerza a subir hacia arriba y hacia delante, sujetando así la cabeza, antes de que el movimiento relativo entre la cabeza y el torso sea importante.

El reposacabezas activo lo probó Saab en una serie de ensayos de impacto con dummies provistos de un cuello

especialmente diseñado para analizar los impactos traseros, el cuello RID (Rear Impact Dummy o Dummy para Impactos Traseros) y los resultados llevaron a los expertos a concluir y recomendar que había que desarrollar sistemas activos de reposacabezas e incorporarlos lo antes posible en todos los vehículos, y no únicamente en los de gama superior.

Otro de los proyectos de vanguardia para la protección contra el latigazo cervical es el realizado por Volvo. Un desarrollo en el que invirtió diez años de trabajo y que ha dado como resultado el diseño de un asiento especialmente ideado para reducir el riesgo de lesiones de cuello en colisiones por alcance de severidad media-baja, en las que se produce la mayoría de las lesiones por latigazo cervical. Se trata de un asiento que Volvo ha dado a conocer bajo la denominación WHIPS (*Whiplash Protection System* o Sistema de Protección frente al Latigazo Cervical).

La base de este diseño es un asiento normal en el cual se ha modificado el mecanismo que sirve para reclinar el respaldo (mecanismo reclinator). Al reclinator del nuevo asiento WHIPS se le ha añadido una función que es activada por la colisión y gracias a la cual se controla el movimiento del respaldo, lo que se hace en dos fases:





La primera fase es esencialmente un movimiento de transición hacia atrás del respaldo y tiene tres propósitos: en primer lugar, permitir que el ocupante se hunda en el respaldo, reduciendo así la distancia entre la cabeza y el reposacabezas; a continuación, iniciar un movimiento hacia atrás del respaldo sin alejar el reposacabezas de la cabeza y, por último, reducir los esfuerzos sobre el ocupante, al permitir que el respaldo se mueva hacia atrás de forma controlada.

La segunda fase consiste en una reclinación hacia atrás del respaldo del asiento, un movimiento cuyo centro de rotación está en torno al reclinator. El propósito de esta fase es seguir reduciendo la aceleración y, al mismo tiempo, absorber la energía del ocupante de forma suave y controlada, para de este

modo reducir el rebote hacia delante tras el impacto. La fuerza y la energía se logran reducir por deformación plástica (permanente) de un elemento metálico situado en el reclinator.

En la mayoría de los casos, las dos fases se solapan hasta cierto punto., dependiendo del diversos parámetros de la colisión como el peso o la postura del ocupante, además de la gravedad del accidente.

Un tercer sistema de última generación ha sido desarrollado por Winterthur Accident Research, en colaboración con la empresa alemana Autoliv, fabricante especializado en sistemas de retención. WipGARD, este es el nombre del dispositivo, se puede instalar en vehículos ya fabricados.

El sistema se activa en el caso de impacto posterior y hace que el asiento se incline y desplace hacia atrás de forma controlada, reduciendo así el movimiento del cuerpo hacia delante. WipGARD absorbe una gran parte de las fuerzas de choque. El principio de funcionamiento de dicho sistema es similar al del sistema WHIPS, pero mientras que en este último el mecanismo forma parte del asiento y el movimiento se produce en dos fases, en el caso de WipGARD el mecanismo está colocado debajo del asiento y es todo el asiento (banqueta y respaldo) el que se desplaza y gira hacia atrás.

El mecanismo, que se puede instalar rápidamente en los dos asientos delanteros, no requiere ninguna modificación para su

montaje, ni en la carrocería ni en el asiento y, al encontrarse debajo del asiento, su colocación tampoco afecta al aspecto estético del interior del vehículo.

El funcionamiento de WipGARD se puede comparar con la anilla de apertura de una lata de bebida. La pieza central del sistema es una lámina metálica deformable que, en caso de impacto posterior, se rasga, dando lugar a una inclinación y desplazamiento del asiento hacia atrás.

En las pruebas de choque realizadas se ha podido demostrar que un asiento con WipGARD reduce hasta en un tercio el riesgo de lesiones cervicales, al conseguir que el tórax y la cabeza se muevan simultáneamente y, de este modo, se reduzcan los movimientos relativos entre ambos. Este sistema ha sido ya instalado en los coches Volkswagen Golf del cuerpo de policía de Rotterdam (Holanda) y está disponible comercialmente desde mediados de 2002.

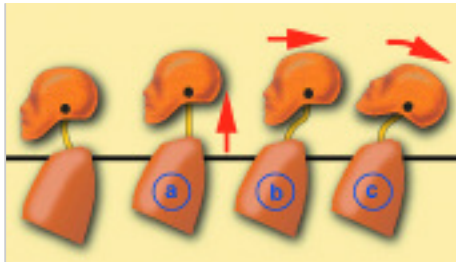
El uso del reposacabezas

Actualmente, la mayoría de los fabricantes de vehículos incorporan reposacabezas en todas las plazas de los turismos. No obstante, en los vehículos pequeños y de gama baja, generalmente utilizados en casco urbano, el reposacabezas se suele limitar a los asientos de las plazas delanteras.

Al respecto y **dado que las lesiones en el cuello asociadas al latigazo cervical suelen producirse justamente a velocidades moderadas, los expertos recomiendan que también en este tipo de vehículo se incorporen reposacabezas en todas las plazas.**

No obstante, la presencia de un reposacabezas no significa que éste sea siempre usado eficazmente. **Algunos de los estudios de observación del uso real de este sistema han concluido que hasta un 78% de los conductores tenían el reposacabezas ajustado incorrectamente.** Los estudios también descubrieron que el diseño de una buena parte de los reposacabezas ajustables, hasta un 30 por ciento, impedía que éstos pudieran ser colocados en la posición idónea.

La lesión en el cuello es uno de los daños que con mayor frecuencia conducen a la discapacidad, y por ello representan un grave problema debido al elevado coste social asociado. Por este motivo se recomienda, en consecuencia, que los compradores de vehículos, a la hora de elegir uno, se interesen y pregunten por el comportamiento y la protección contra lesiones en el cuello que les ofrece cada modelo de vehículo.



a) Trepada b) retracción c) Extensión

El latigazo cervical suele ocurrir como resultado de colisiones por alcance entre vehículos, aunque también puede ocurrir durante otro tipo de actividades o accidentes. El impacto puede provocar lesiones en los tejidos blandos en las estructuras óseas, lo que a su vez puede producir diferentes manifestaciones clínicas conocidas como "desórdenes asociados al latigazo cervical". La cinemática del ocupante de un vehículo que sufre un alcance trasero se puede descomponer en tres fases:

un movimiento del ocupante hacia arriba con respecto al respaldo del asiento; es el movimiento de "trepada" o "ramping". En esta primera fase, se inducen unas fuerzas de compresión longitudinales a lo largo de la columna vertebral, que se propagan hasta las cervicales y afectan a todo el cuello

un movimiento de traslación sin giro de la cabeza hacia atrás con respecto al torso del ocupante; es el movimiento de "retracción" del cuello. Debido al espacio que normalmente hay entre el reposacabezas y la cabeza del ocupante, y a la propia inercia de la cabeza, mientras el torso se mueve hacia delante impulsado por el respaldo la cabeza permanece quieta en su posición original, retrasándose en su posición con respecto al torso hasta que entra en contacto con el reposacabezas. Durante esta fase de retracción comienza un movimiento de extensión de las vértebras cervicales inferiores, mientras la parte superior se mantiene en flexión y retrasada respecto al torso por la inercia de la cabeza. Como consecuencia, el cuello queda doblado con una típica forma de "S", con extensión en la parte baja y flexión en la parte alta. Esta situación puede producir esguinces de los músculos y ligamentos cervicales, resultando en posibles dolores de cabeza.

un movimiento de giro puro de la cabeza hacia atrás, que coincide con un movimiento de extensión del cuello. Una vez que se alcanza el punto de máxima retracción, y si el apoyo a la cabeza se sigue retrasando porque el reposacabezas está demasiado alejado, o el apoyo es insuficiente o inadecuado porque el reposacabezas está demasiado bajo, la cabeza comienza a girar hacia detrás. Si este giro o extensión hacia detrás alcanza valores más allá de los permitidos por el movimiento voluntario del ocupante, se produce la hiperextensión del cuello.

Evolución histórica. La importancia de un dispositivo de retención para la cabeza se reconoció, por primera vez, en la armada americana en los años 20, cuando a algunos pilotos se les nublabla la vista al ser catapultados en los despegues desde portaaviones. La adición de un reposacabezas rígido en los asientos de los pilotos eliminó el problema. La aparente eficacia de esta simple medida ilustra la importancia de reducir cualquier movimiento diferencial brusco entre la cabeza y el torso.

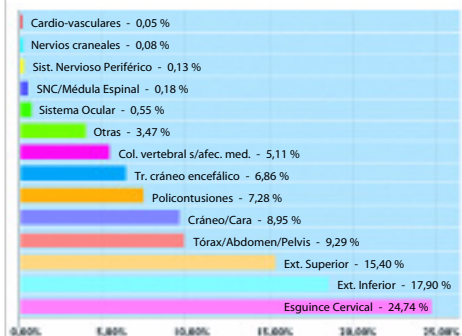
La primera vez que se utiliza el término "whiplash" o latigazo cervical para describir los síntomas de las lesiones que se producen en el cuello en colisiones por alcance, es en el año 1.928, y lo hizo el Dr. Harold E. Crowe. Aunque este tipo de lesiones se pueden producir en cualquier tipo de accidente, son más comunes en las colisiones por alcance.

A mediados de los años 50 se propusieron los primeros reposacabezas acolchados unidos a la parte alta de los respaldos de los asientos de automóvil para prevenir o reducir el riesgo de lesiones por latigazo cervical en las colisiones por alcance. En los años 60 se realizaron ensayos con voluntarios que corroboraron la ausencia de lesiones incluso a velocidades relativamente grandes cuando los sujetos se sentaban en un asiento con un respaldo rígido y sus cabezas estaban tocando un reposacabezas con una pequeña cantidad de acolchado.

Estudios realizados en los años 60 identificaron los requisitos básicos para que los reposacabezas redujesen el riesgo de lesión por latigazo cervical y la mayoría de los requisitos de diseño identificados entonces siguen estando vigentes hoy

Pero no es hasta finales del siglo pasado cuando algunos fabricantes empezaron a introducir nuevos sistemas para evitar las lesiones en el cuello. Volvo, cuyos reposacabezas ya habían recibido las mejores calificaciones en la década de los 90, introdujo el sistema de asiento WHIPS en el Volvo S80 del año 1.999 y en el Volvo S70 del año 2.000. Saab también introdujo el reposacabezas activo SAHR, primero en Europa en el Saab 9-5 del año 1998, y en Estados Unidos en el Saab 9-3 y en el Saab 9-5 del año 1999.

La distribución de lesiones sufridas en un accidente de tráfico en España, en términos porcentuales, es la siguiente:



Distribución (%) de lesiones sufridas en un accidente de tráfico (Fuente: Estudio multicéntrico sobre morbilidad derivada de accidentes de tráfico en España 2.000-2.004, a partir de fuentes sanitarias no hospitalarias. Dr. Juan Carlos González Luque. D.G.T.).

Evidencias científicas de la eficacia de las tecnologías Colección 2006

- 1.- El programa EuroNcap.
- 2.- Avance en el diseño de los reposacabezas
- 3.- Sistema de alerta de cambio involuntario de carril
- 4.- Avisa cinturones
- 5.- El control electrónico de estabilidad y el sistema de ayuda a la frenada
- 6.- Control inteligente de velocidad
- 7.- La llamada automática e-call
- 8.- Las luces de conducción diurna
- 9.- Sistemas de control de la presión de los neumáticos
- 10.- Las luces diurnas en vehículos de cuatro ruedas y la accidentalidad de ciclomotores y motocicletas
- 11.- Los sistemas de navegación
- 12.- La protección de peatones y ciclistas
- 13.- Tecnologías de propulsión híbridas

Individualmente se pueden descargar en www.fundacionfitsa.org

Patronos de la Fundación Fitsa



FITSA

Fundación Instituto Tecnológico
para la Seguridad del Automóvil

Centro colaborador



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHICULOS, S.A.

© FITSA 2007. La obra se encuentra protegida por la ley española de propiedad intelectual y/o cualesquiera otras normas resulten de aplicación. Queda prohibido cualquier uso de la obra diferente a lo autorizado bajo esta licencia o lo dispuesto en las leyes de propiedad intelectual.

Se permite la copia, distribución y reproducción de la presente obra siempre que se realice de forma individual, no lucrativa y con la indicación de sus autores, de su procedencia y de los derechos de FITSA sobre la misma.

Prohibido sublicenciar la obra. Prohibida la modificación, reducción o ampliación de la obra así como su incorporación a otras obras sin el previo y expreso consentimiento por escrito de FITSA.