

# *La Biomecánica del impacto como herramienta en la prevención en las lesiones por tráfico*

Dr. Carlos Arregui

European Center for Injury Prevention

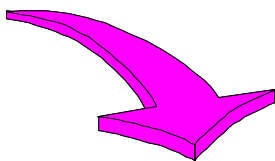


European Center for Injury Prevention

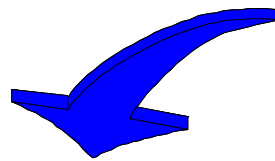
## ¿QUÉ ES LA BIOMECÁNICA?

*Deportiva, traumatológica, ergonómica, etc...*

INGENIERÍA

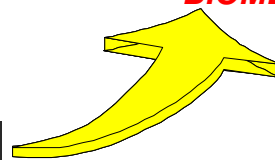


BIOLOGÍA

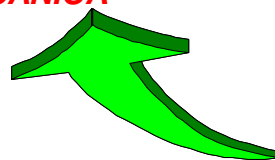


**BIOMECÁNICA**

FÍSICA



MEDICINA



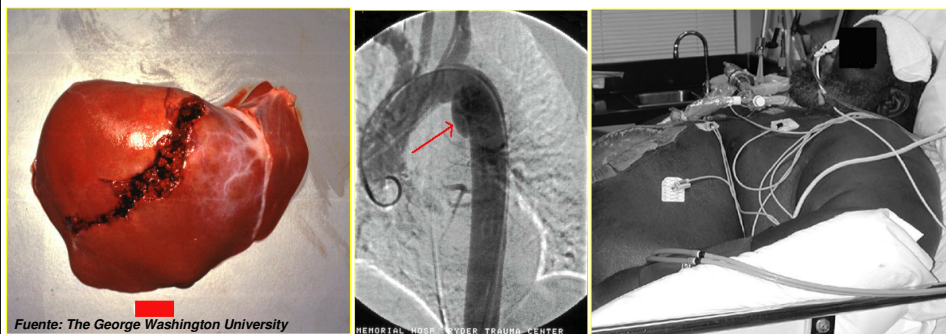
## ¿QUÉ ES LA BIOMECÁNICA DEL IMPACTO?

- De fútbol y medicina (y de la biomecánica del impacto) todo el mundo opina.
- Es la disciplina del estudio, la investigación, la humildad y la prudencia.
- El lenguaje común serán los intervalos de confianza y las curvas de probabilidad.

### ♦ **Biomecánica del impacto**

**Estudio de la respuesta del cuerpo humano frente a las fuerzas que actúan sobre él, en caso de impacto.**

- **Identificar y definir los mecanismos de daño**
- **Cuantificar las respuestas del cuerpo humano**
- **Determinar el umbral de lesión**



Fuente: The George Washington University

MEMORIAL HOSPITAL CYBER TRAUMA CENTER

•Identificar y definir los mecanismos de daño

Diversidad de patrones lesionales asociados a un mismo tipo de accidente



Fuente : Dra Angeles Sanjuan, Park Taull.

•Cuantificar las respuestas del cuerpo humano

Determinar el comportamiento del cuerpo aplicándole una sollicitación determinada.



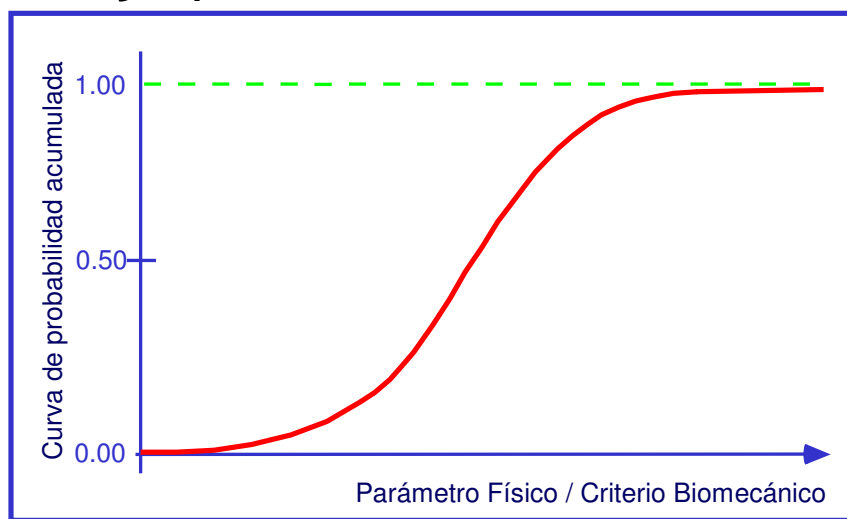


•Determinar el umbral de lesión


A qué sollicitación aplicada se produce una lesión determinada



### Injury Risk Function (curva de probabilidad de lesión)



## ¿QUÉ NO ES LA BIOMECÁNICA DEL IMPACTO?

- Diagnosticar las lesiones, *per se*.
- Curar o tratar las lesiones  Medicina
- Nada que no tenga unidades físicas, o esté asociado a un estado tensional.

### **Principales dificultades para caracterizar el cuerpo humano frente al impacto**

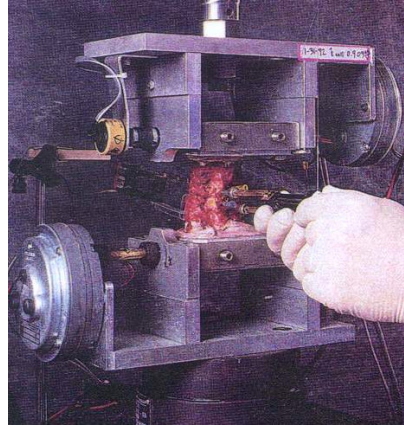
- Dificultad de obtención de muestras
- Dificil conservación de las muestras manteniendo sus propiedades mecánicas.
- Problemas para la obtención de probetas adecuadas para realización de ensayos
- Dificultad de realización de ensayos.
- Anisotropía de los materiales biológicos (diferente comportamiento mecánico dependiendo de la dirección de la carga).
- Dificultad para reproducir las condiciones de trabajo de la muestra en el interior del organismo.
- Gran dispersión de resultado entre las muestras biológicas, debido a su alta variabilidad, edad, sexo, patologías previas, etc...
- Los materiales biológicos están desprovistos de los mecanismos biológicos en los que se encuentran en el interior del organismo.
- Viscoelasticidad de los materiales biológicos.
- Dificultad de obtención de la sollicitación producida en el accidente

**Herramientas de investigación en biomecánica del impacto I**

◆ **Caracterización de materiales biológicos**



Agradecimiento: Dr. José M<sup>o</sup> Del Mazo



Fuente: MTS.

**Herramientas de investigación en biomecánica del impacto II**

◆ **Investigación de accidentes**



Fuente: J. Luzón

**Herramientas de investigación en biomecánica del impacto III**

◆ **Análisis clínicos**

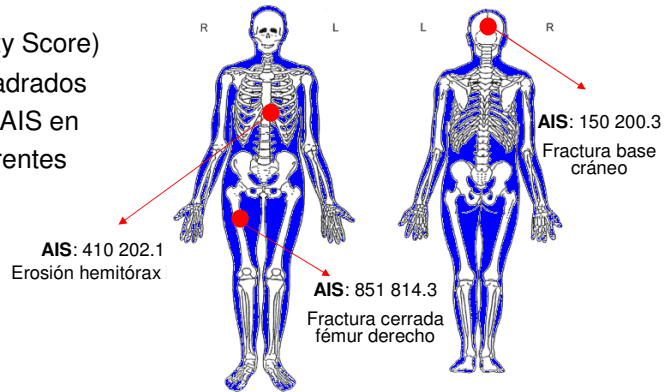
*Gravedad de las lesiones: Codificación AIS*

ISS (Injury Severity Score)  
= suma de los cuadrados del mayor código AIS en tres regiones diferentes

**MAIS** (head) = 3  
**MAIS** (thorax) = 1  
**MAIS** (low. ext.) = 3

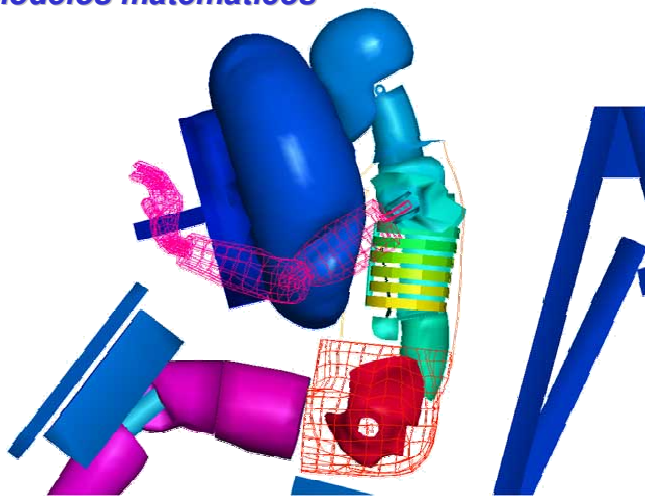
**ISS = 19**

Fuente: G. Tejera



**Herramientas de investigación en biomecánica del impacto IV**

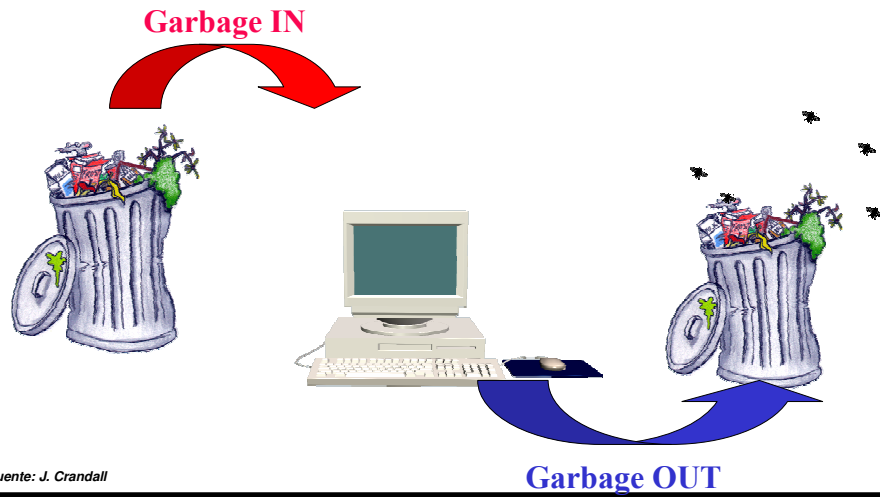
◆ **Modelos matemáticos**



Fuente: ESI Group

**Herramientas de investigación en biomecánica del impacto IV**

◆ **Modelos matemáticos**



Fuente: J. Crandall

[www.unav.es/ecip](http://www.unav.es/ecip)

15

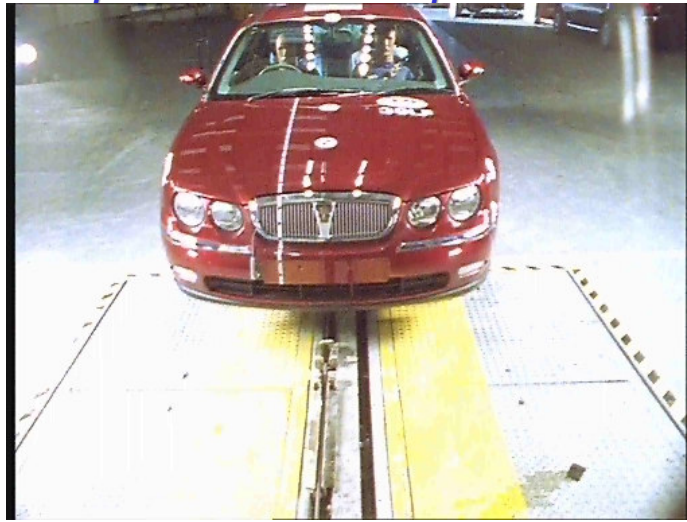
**dummies**

- ◆ **Biofidelidad**
- ◆ **Instrumentación**
- ◆ **Correlación**
- ◆ **Testing**





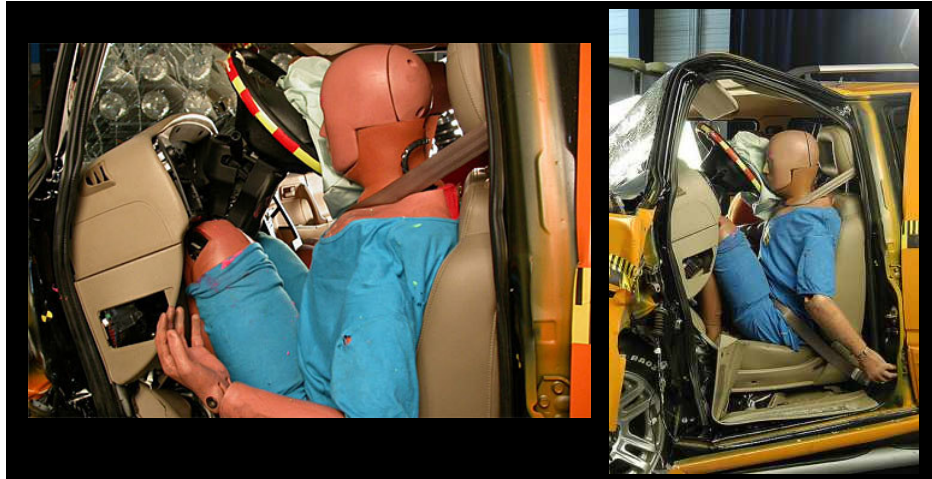
**¿Es la biomecánica del impacto una herramienta esencial para diseñar medidas preventivas?**



**¿Es la biomecánica del impacto una herramienta esencial para diseñar medidas preventivas?**

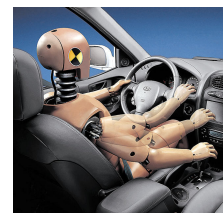
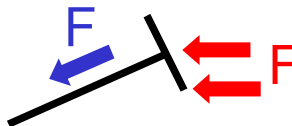
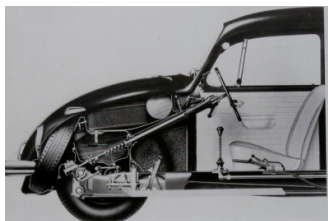
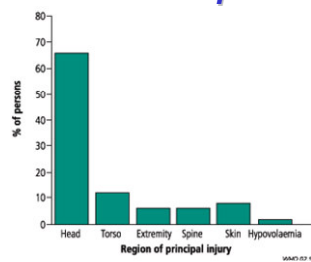


**¿Es la biomecánica del impacto una herramienta esencial para diseñar medidas preventivas?**

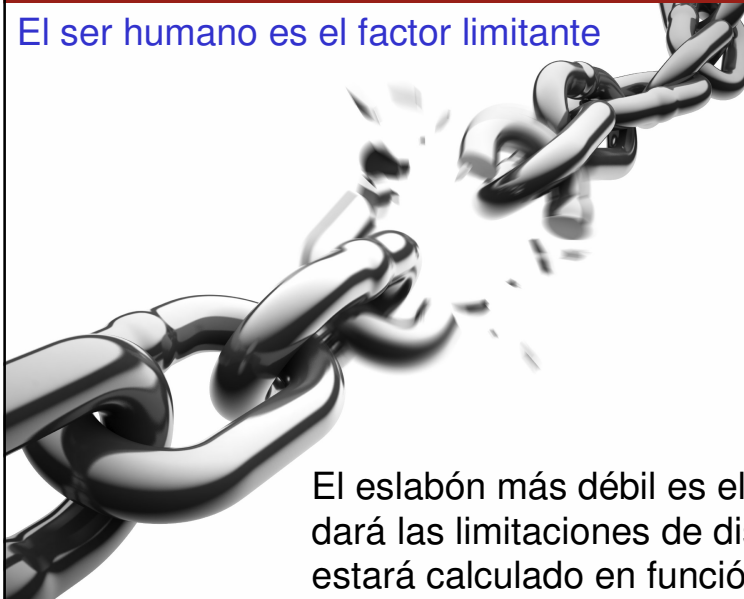


Fuente: J. Luzón

**¿Es la biomecánica del impacto una herramienta esencial para diseñar medidas preventivas?**



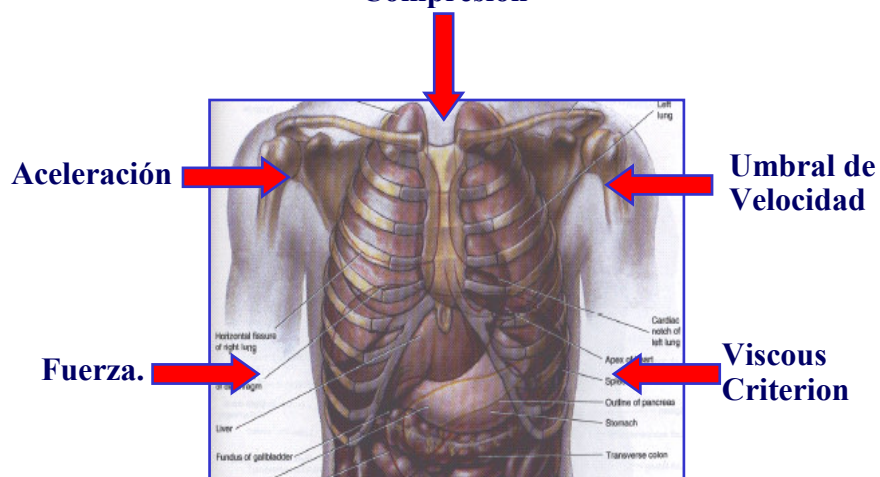
## El ser humano es el factor limitante



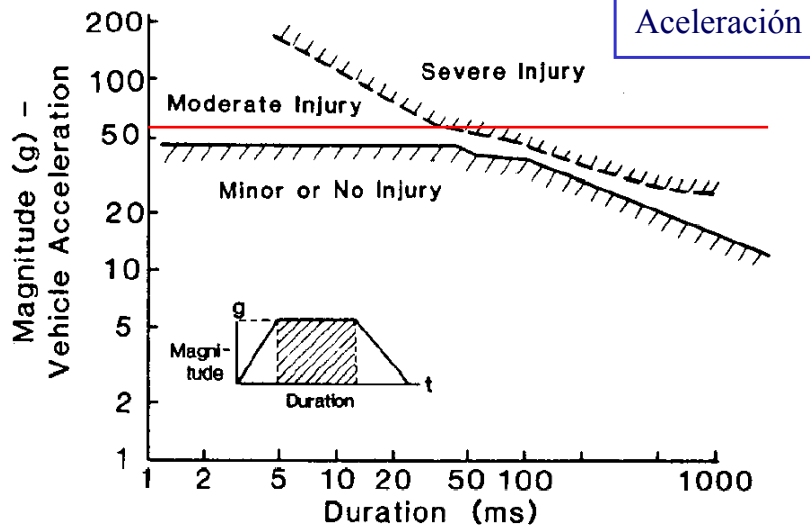
El eslabón más débil es el que nos dará las limitaciones de diseño; todo estará calculado en función del mismo

## Mecanismos de daño torácico

### Compresión

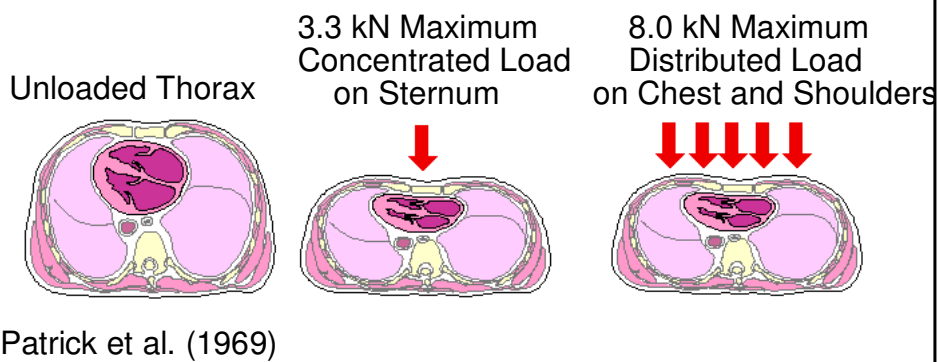


Fuente: Clinically Oriented ANATOMY. K.L. Moore, A. F. Dalley.



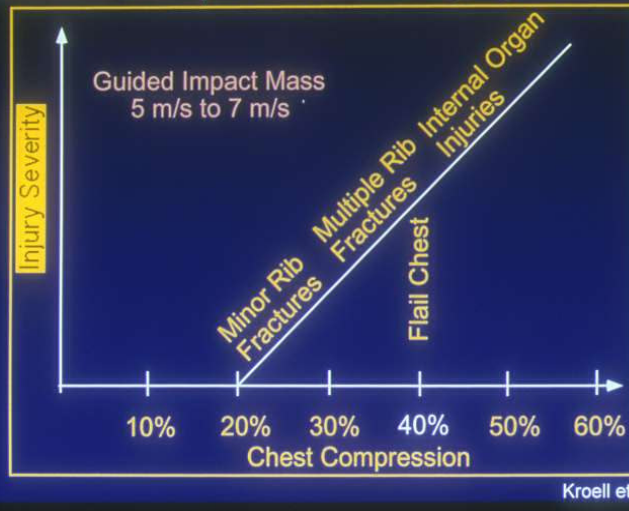
J. P. Eiband. Human tolerance to rapidly applied acceleration, NASA memo N 5-19-59E, 1959, based on Stapp experiments

Fuerza como mecanismo de lesión torácica



Fuente: Dr. Crandall

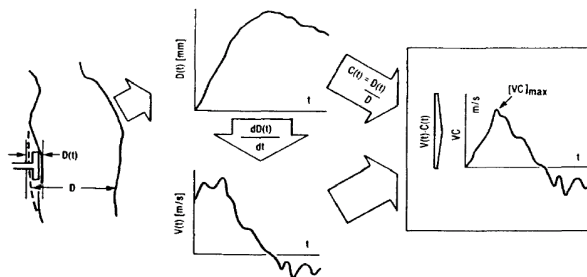
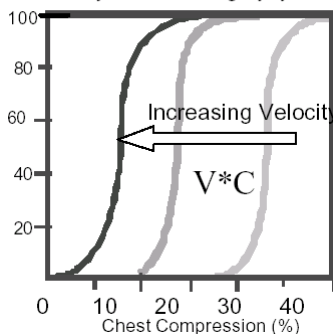
### Thoracic Compression and Injury Severity



### Viscous Criterion: Any generic biomechanical index of injury potential for soft tissue defined by rate sensitive torso compression

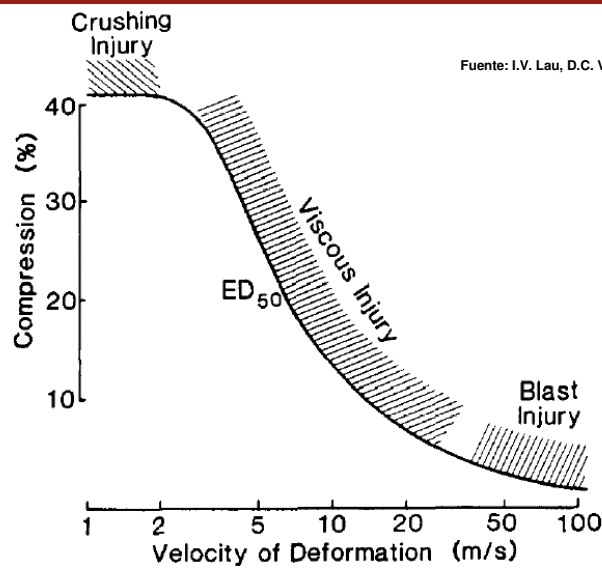
(I.V. Lau, D.C. Viano. SAE 861882)

Probability of AIS 3+ Lung Injury

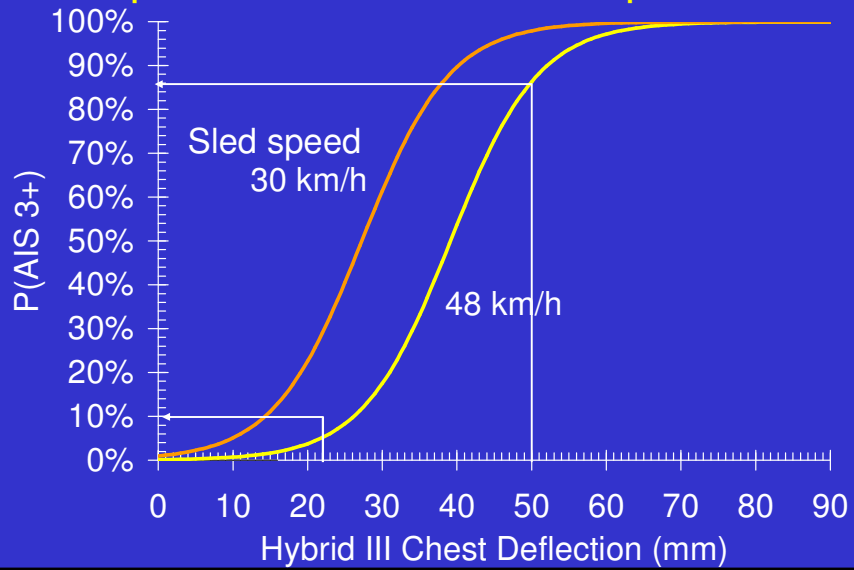


**Viscous Response VC: A time function formed by the product of the velocity of deformation,  $v(t)$ , and the instantaneous compression  $c(t)$ .**

(I.V. Lau, D.C. Viano. SAE 861882)



Curvas de probabilidad de lesión en función de parámetros medibles





Fuente: first technologies

Hybrid III 50th Male Instrumentation

Locations	Description	Channels
Head:	3 Accelerometers in a triaxial array Ax, Ay, Az(HIC)	Ax, Ay, Az (HIC)
	Up to fifteen 15 Accelerometers	5X Ax, Ay, Az Head Rotation
Neck:	Six-Axis Upper Neck Load Cell	Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz
	Six-Axis Lower Neck Load Cell	Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz
Clavicle:	Biaxial Load Cell (Left and Right)	Fx, Fz
Humerus:	Four-Axis Load Cell (Left and Right)	Fx, Fy, Mx, My
Thorax:	3 Accelerometers in a triaxial array	Ax, Ay, Az (Chest Neck)
	1st Displacement Transducer	Dx (Std. equipment)
	Rib/Spine Load Cells	2 Fx per nb (12 channels total)
	Five-Axis Thoracic Spine Load Cell	Fx, Fy, Fz, Mx, My
Lumbar Spine:	Three-Axis Lumbar Spine Load Cell	Fx, Fz, My
Pelvis:	3 Accelerometers (or triax pack)	Ax, Ay, Az
	Submarining Load bolts	Fx (3 per side)
Femur:	Uniaxial Femur Load Cell	Fx (per leg)
	or Six-Axis Upper Femur Load Cell	Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz (per leg)
Knee:	Knee Displacement	Dx (per knee)
Lower Legs:	Biaxial Knee Clevis Load Cell	Fz(per leg)
	Biaxial Upper Tibia Load Cell	Mx, My (per leg)
	Three-Axis Lower Tibia Load Cell	Fy, Fz, Mx (per leg)
	Or Biaxial Knee Clevis Load Cell	Fz (per leg)
	Four-Axis Upper Tibia Load Cell	Fx, Fz, Mx, My (per leg)
	Four -Axis Lower Tibia Load Cell	Fx, Fy, Mx, My (per leg)
Ankle:	Five-Axis Load Cell	Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz (per leg)
Toe:	Toe Load Cell	Fz (per foot)

Resumen del campo de aplicación de las herramientas de investigación en biomecánica del impacto

Tool/model	Injury mechanism	Impact response	Impact tolerance	Assessment technologies	
Crash análisis reconstruction	☆☆☆	★	☆☆	☆☆	8
Clinical study	☆☆☆	★	★	★	6
Volunteer test	★	☆☆☆	★	☆☆	7
Animals models	★★★★	☆☆☆	★★★★	☆☆	13
Human Cadaver PMHS	★★★★	★★★★	★★★★	☆☆	14
Dummy test	★	☆☆	☆☆	★★★★	9
Mathematical models	★	☆☆	☆☆☆	☆☆☆	9
	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	

Limited applicability	★
appropriate / useful	☆☆
Important / valuable	☆☆☆
Vital / necessary	★★★★

Adaptado de Viano et al. 1989

**Estado del conocimiento en biomecánica del impacto**

	Body Region	Injury mechanisms	Impact tolerance	
Head	Skull	★★★★★	★★★	7
	Face	★★★	★★	5
	Brain	★★	★	3
Spine	Vertebrae	★★	★	3
	Spinal Cord	★★	★	3
Thorax	Rib Cage	★★★★★	★★★★★	8
	Heart	★★★	★★	5
	Lungs	★★★	★	4
Abdomen	Solid Organs	★★★	★★★	6
	Hollow Organs	★★	★	3
Extremities	Femur	★★★★★	★★★★★	8
	Other long bones	★★★	★★	5
	Joints	★★★	★★	5
	Muscle	★★	★	3
Sensory Organs	Skin	★★★	★★	5
	Other	★★★	★★	5
		<b>46 (72%)</b>	<b>33 (51%)</b>	

Unknown / unavailable	★
Hypothetical / inadequate	★★
somewhat understood / useful	★★★
Well known / adequate	★★★★★

Adaptado de Viano et al. 1989

**Para saber más**

European Center for Injury Prevention

IV curso de Introducción

**Biomecánica del impacto aplicada al accidente de tráfico**

**BIAAT 09**



Programa definitivo

Pamplona, 22 –24 Abril 2009

Accreditado por la Comisión de Formación Continua con 5,25 créditos para médicos

4,5 créditos de libre elección para alumnos de la UNAV que cursen la asignatura de nueva creación: biomecánica del impacto y prevención de lesiones

Curso aprobado por: **AAM**


Universidad de Navarra  
Facultad de Medicina

COMUNICACION INTERIOR

DE Facultad de Medicina n. ref.: 429/08  
A Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública s. ref.: 14/08

Asunto:

Se comunica la creación de la asignatura "Biomecánica del impacto y prevención de lesiones" (4,5 créditos de libre elección para el plan de Medicina 1999 y optativa de 3 ECTS para el plan de Medicina 2008).



Pamplona, 20 de octubre de 2008

Fundamentos de Biomecánica en las Lesiones por Accidente de Tráfico






## Para saber mucho más: presente y futuro de esta disciplina



Fran López  
fjl2@virginia.edu  
fralop@unav.es



Eduardo Del pozo  
edelpozod@unav.es

<http://www.centerforappliedbiomechanics.org/>

## Conclusiones

- **La biomecánica del impacto es la disciplina esencial para dotar a la industria automovilística de las herramientas de desarrollo necesarias para diseñar de forma adecuada sus vehículos.**
- **Lo que no se puede medir no se puede mejorar.**
- **El comportamiento del cuerpo humano al impacto necesita de un mayor conocimiento.**
- **Es necesario afrontar esta falta de conocimiento a través de equipos y centros de investigación multidisciplinares.**

**“Lo que no se da se pierde” Hasari Pal**



[carlosarregui@unav.es](mailto:carlosarregui@unav.es)  
[carlosarregui@hotmail.com](mailto:carlosarregui@hotmail.com)