

# Tipos y Biomecánica de la Instrumentación Dorsolumbar

**Dr. Gabriel Jungberg**

División Neurocirugía

Hospital General “Ignacio Pirovano”

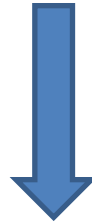
Docente Adscripto de Neurocirugía

Facultad de Medicina

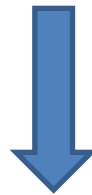
Universidad de Buenos Aires

# INTRODUCCION

- Nuevas técnicas quirúrgicas e instrumentaciones en los últimos años .



- Necesidad de entender principios de estabilización y herramientas para lograrlo.



- Indispensable comprender biomecánica espinal, sus conceptos y mecanismos.

# GLOSARIO BIOMECANICA

## **Estabilidad Biomecánica**

- Capacidad de una columna vertebral ex-vivo o modelo, de mantener parámetros fisiológicos de desplazamiento con los movimientos durante pruebas biomecánicas con cargas fisiológicas.

## **Estabilidad Clínica**

- Capacidad de la columna de mantener parámetros fisiológicos de desplazamiento como la de no dañar e irritar la medula espinal, cola de caballo ni raíces nerviosas y la de prevenir la deformidad y la génesis de dolor por cambios estructurales.

# GLOSARIO BIOMECANICA

- **Flexión (Bending)**: Cuando una carga es aplicada a una viga (beam) que no esta directamente sostenida a nivel del punto de aplicación de la misma, la estructura se deforma. A esa deformación se le llama flexión.
- **Momento Flector (Bending Moment)**: Es una cantidad que resulta de multiplicar la Fuerza aplicada por la Distancia desde el Centro Instantáneo de Rotación (Instant Axis of Rotation). Equivaldría a la fuerza de palanca.
- **Fuerza (Force)**: cualquier acción que tiende a cambiar el estado de reposo o movimiento de un cuerpo al cual es aplicada.
- **Centro Instantáneo de Rotación (Instant Axis of Rotation) o (IAR)**: es el punto hipotético y eje perpendicular en una estructura rígida durante un movimiento de rotación en un instante dado.

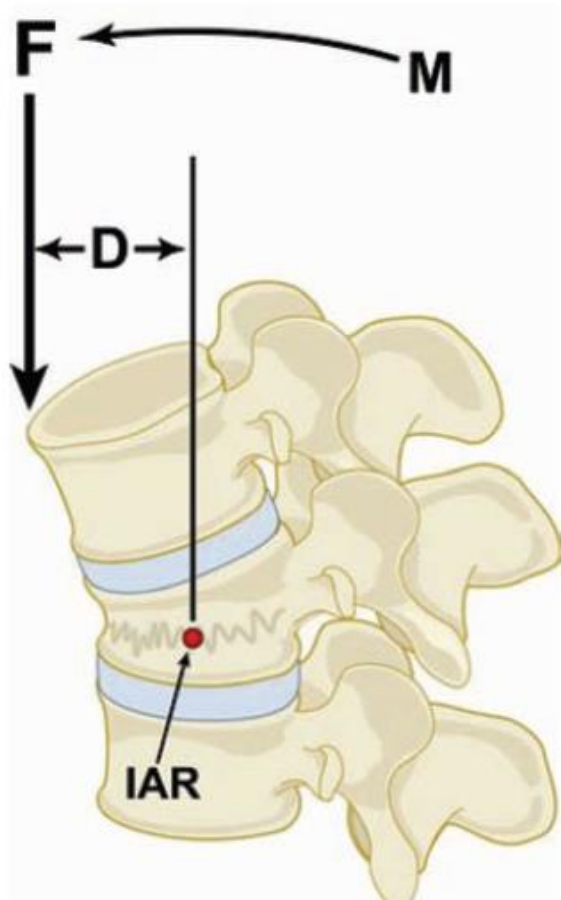
# GLOSARIO BIOMECANICA

Quizás la *más importante y fundamental de las ecuaciones* que describen las acciones y reacciones físicas en biomecánica espinal es la que describe la relación entre:

- Momento Flector (Bending Moment o Fuerza de Palanca): “M”
- Fuerza Aplicada: “F”
- Distancia desde el Centro instantáneo de Rotación(IAR): “D”

$$M = F \times D$$

$$M = F \times D$$



El sitio de máximo **Momento Flector** esta cerca de la cara ventral de la vertebra y el lugar de falla o fracaso se propaga dorsalmente.

El **Centro instantáneo de rotación** está localizado medialmente y todos los puntos anteriores al IAR se acercaron y todos los puntos posteriores a este se separaron.

**Cambios en el balance sagital:**

- Mayor Cifosis torácica
- Menor Lordosis Lumbar



**Aumentan el IAR(D)**

**Aumentan el Momento Flector (F)**



**Mayor Deformidad**

# GLOSARIO BIOMECANICA

- **Tensión:** una fuerza que tiende a elongar las fibras de un material.
- **Torsión (Torque o Moment of Arm):** es un tipo de carga aplicada por 2 fuerzas en dirección opuesta sobre un eje produciendo rotación del mismo.
- **Rigidez (Stiffness):** capacidad de un objeto o estructura para soportar cargas sin adquirir grandes deformaciones.
- **Deformación (Strain):** transformación del material según la carga.
- **Eje Neutral (Neutral Axis):** eje longitudinal donde la presión y estrés es cero en la flexión.

# TIPOS DE INESTABILIDAD CLINICA

## **INESTABILIDAD AGUDA** (Trauma – Infección – Tumores)

- Manifiesta o Grave
  - Incapacidad para soportar raquis durante actividad
  - Gralmente afección de 2 componentes
  - Gralmente quirúrgica
- Limitada
  - Afección de 1 componente
  - Gralmente no quirúrgica (ortesis)
  - Puede progresar a crónica



# TIPOS DE INESTABILIDAD CLINICA

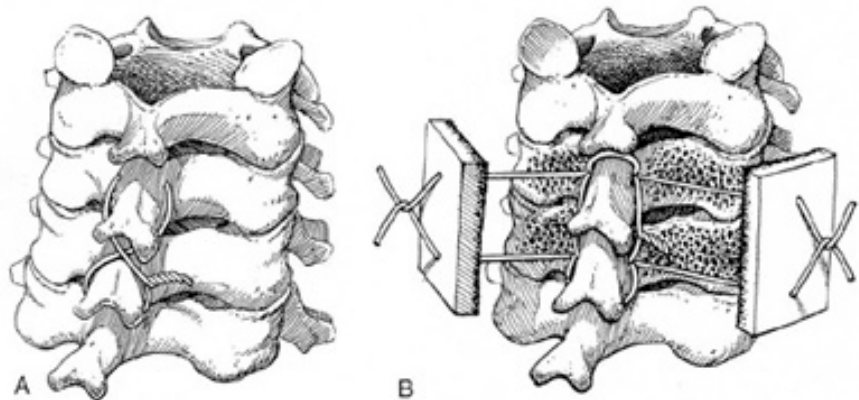
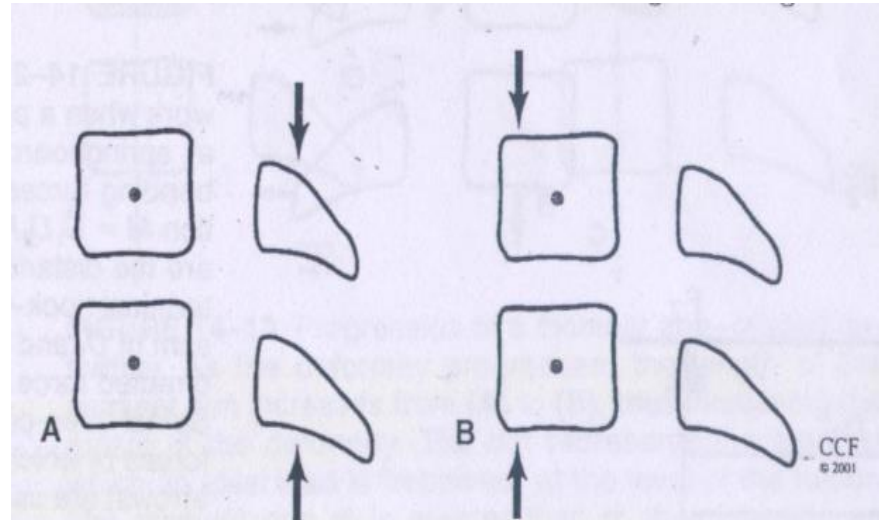
## **INESTABILIDAD CRONICA** (Degenerativa)

- Lenta:
  - Degenerativa Crónica
  - Lenta y progresiva
  - Ej Escoliosis degenerativa
- Mecánica:
  - Mas rápida
  - Asociada a Dolor
  - Ej: Degeneración discal con Modic
- Posterior a Inestabilidad Aguda

# BIOMECANICA DE LAS INSTRUMENTACIONES

## **COMPRESION** (Tension Banding)

- A) Alambrado cervical posterior
- B) Placa vía anterior en compresión



# BIOMECANICA DE LAS INSTRUMENTACIONES

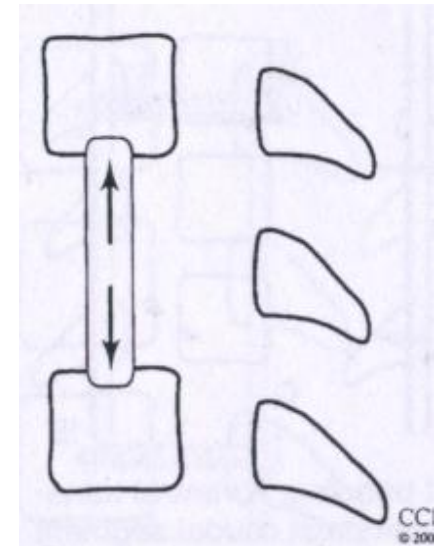
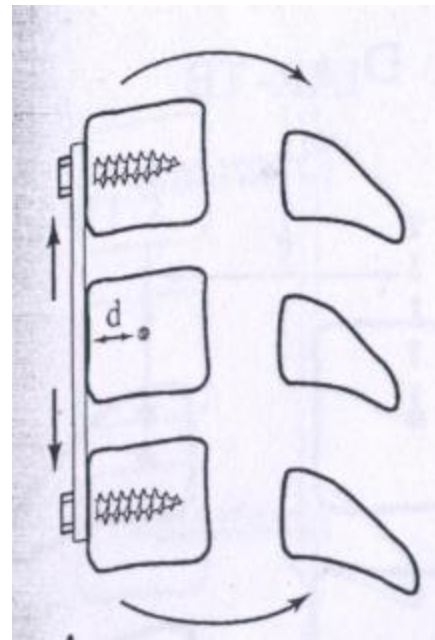
## **DISTRACCION**

- Vía Anterior: Placa o Cage anterior en distracción.

## **REFORZADO**

(Buttresing)

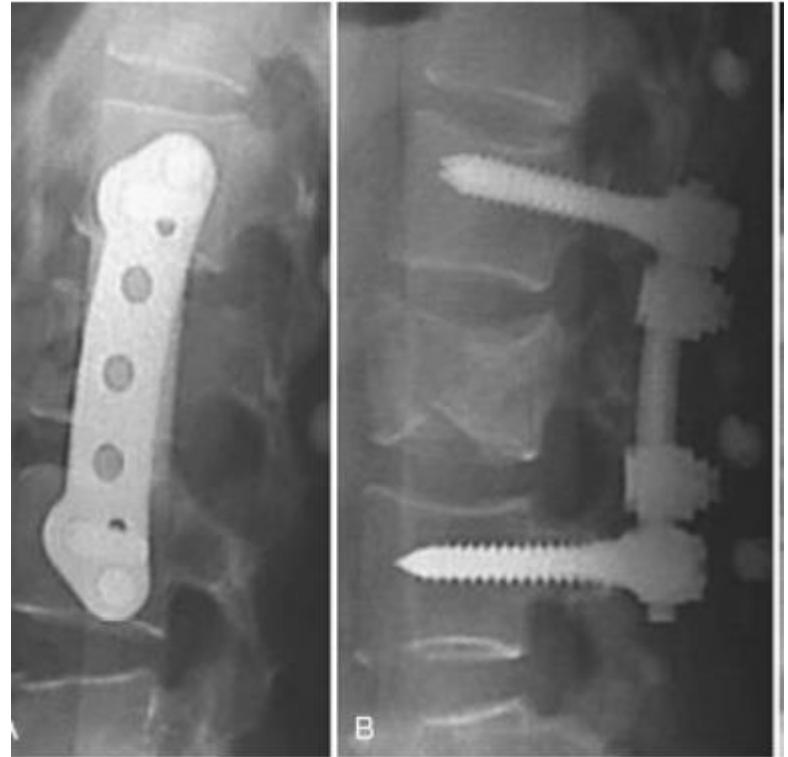
- Vía Anterior: placa anterior sin fuerza distractora o compresora reforzando.



# BIOMECANICA DE LAS INSTRUMENTACIONES

**NEUTRALIZACION** (impide todo movimiento)

- Vía posterior: Sistema transpedicular de 2 niveles
- Vía Anterior: Z-plate con múltiples tornillos

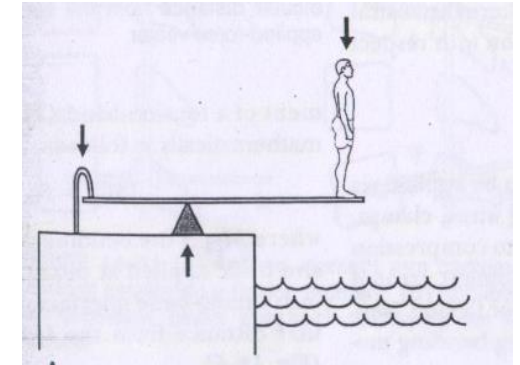
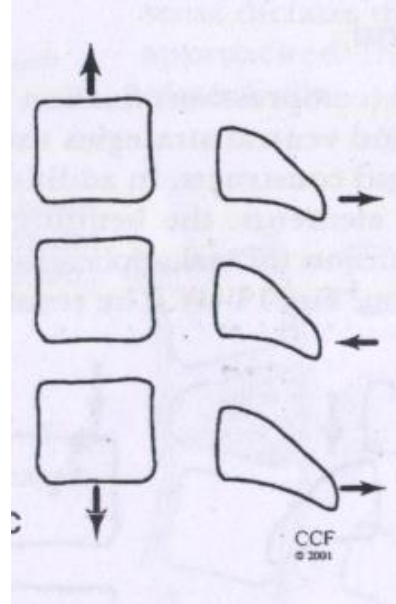


# BIOMECANICA DE LAS INSTRUMENTACIONES

## FLEXION EN 3 PUNTOS (three point bending)

### • Via posterior:

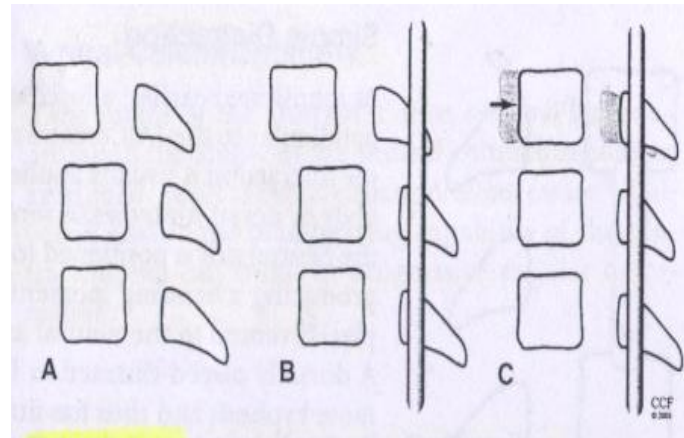
- Artrodesis TP larga para Fractura con Cifosis (Puente)
- Artrodesis TP para Espondilolistesis



## BANDA DE TENSION (Tension Band)

### • Via Posterior

- Artrodesis TP corta

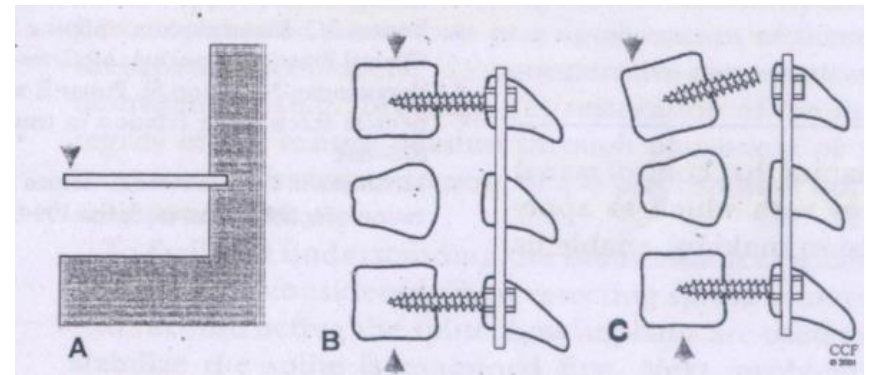


# BIOMECANICA DE LAS INSTRUMENTACIONES

## **Viga con Extremo Fijo** (Fixed Moment Arm Cantilever Beam)

En este caso de instrumentación posterior, los tornillos transpediculares estarían fijados rígidamente y en forma neutra desde su único extremo en la barra.

Un estrés suficiente en el punto de máxima fatiga puede llevar a fractura de la prótesis.

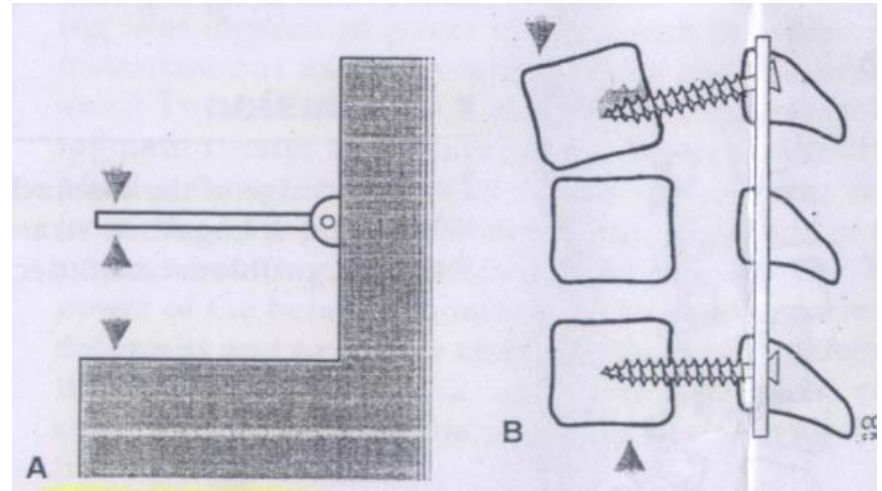


# BIOMECANICA DE LAS INSTRUMENTACIONES

## Viga con Extremo Movil

(Nonfixed Moment Arm Cantilever Beam)

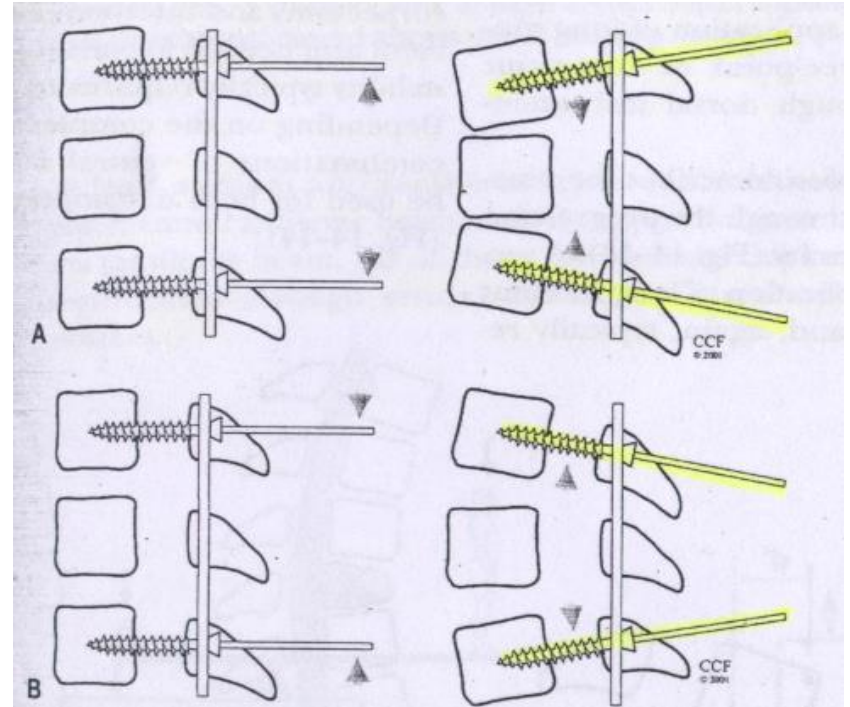
- Esta fijación por vía posterior permite que los tornillos sean móviles en el punto de máximo estrés, por lo que no generan fuerza de palanca como en el ejemplo anterior.
- Solo se usa si se compensa su falta de fijación con otro mecanismo, por ejemplo la asociación a distracción con un injerto o cage intersomático por vía anterior.



# BIOMECANICA DE LAS INSTRUMENTACIONES

## **Viga con Aplicación de Fuerza de Palanca a sus Extremos Fijos** (Applied Moment Arm Cantilever Beam)

- En el ejemplo A la Flexión espinal mediante la distracción de los extremos posteriores de los tornillos con compresión a nivel anterior.
- En el ejemplo B la Extensión mediante la compresión de los extremos posteriores de los tornillos y esto genera distracción a nivel vertebral anterior. Este es el más utilizado.





# FRACASO DEL IMPLANTE

## CAUSAS

- Subestimar el estrés
- Mal Balance Espinal
- Construcción Pobre
- Mala elección del Paciente

## FALLAS

- Implante (Ej. Tornillo roto)
- Union de Implantes (Ej. desgaste)
- Transición Implante-Hueso (Ej. Pull-out)

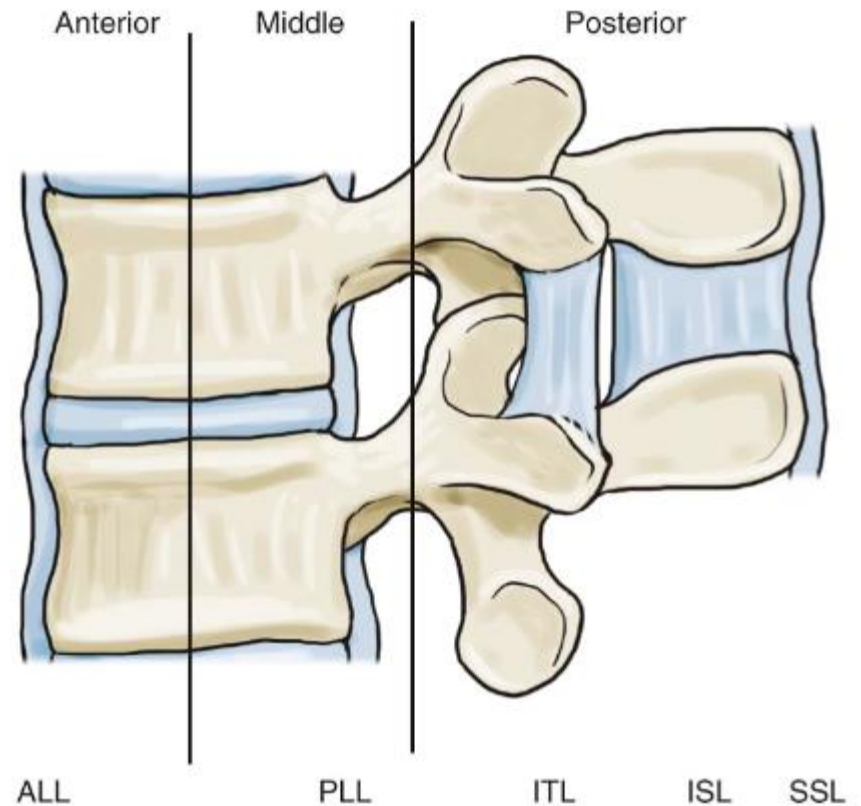
# ESTABILIDAD ESPINAL e IMAGENES

## ***DISTINTAS CLASIFICACIONES HASTA LA ACTUALIDAD***

- ***Holdsworth:*** (2 Columnas): solo RX
- ***Denis:*** (3 Columnas): RX y TC (evalúa muro posterior alterado).
- ***Magerl (AO) y TLICS:*** RX – TC – RMN (Alteración PLC)

# DENIS

- 3 COLUMNAS
- Necesidad de TC
- No contempla PLC en RMN
- 4 TIPOS DE FRACTURA:
  - Aplastamiento
  - Estallido
  - Seat-belt
  - Fractura - Luxación



# DENIS - Aplastamiento



A (16.2%)



B (62.4%)



C (6%)



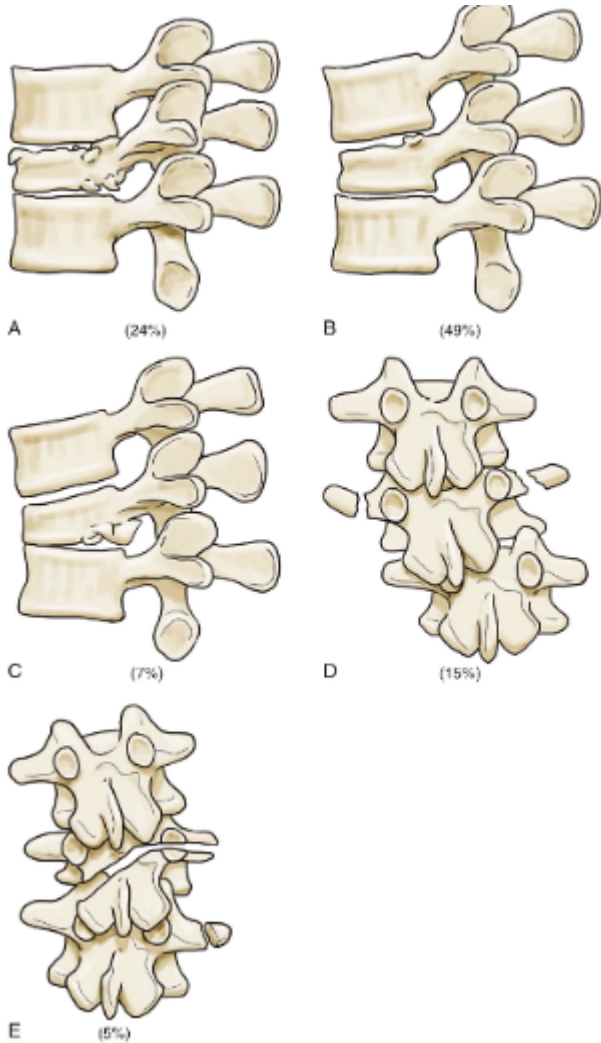
D (15%)

Four subtypes of wedge compression fractures and their relative frequency of occurrence were further defined by Denis. Type **A**, Fracture of both end plates and separation of the anterior body. Type **B**, Fracture of the superior end plate. Type **C**, Fracture of the inferior end plate. Type **D**, Fracture of the anterior vertebral body without involvement of the end plates. Note the absence of middle column involvement in all types.

Notes 0

ADD NOTE +

# DENIS - Estallido



Classification of burst fractures and their relative frequency of occurrence according to Denis. Type **A**, Fracture of both end plates. Type **B**, Fracture of the superior end plate (note the retropulsed bony fragment [*shaded*] at the level of the pedicles). Type **C**, Fracture of the inferior end plate. Type **D**, Burst rotation. Type **E**, Burst lateral flexion. Note the increased interpediculate distance seen on the anteroposterior views (types **D** and **E**).

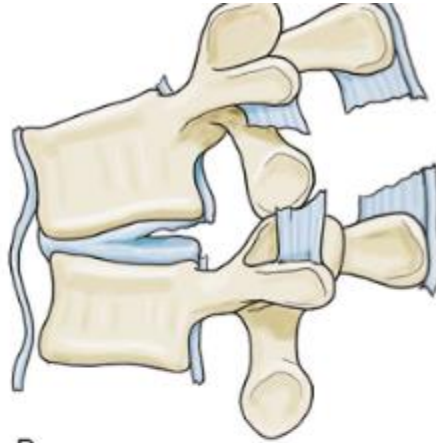
Notes 0

ADD NOTE +

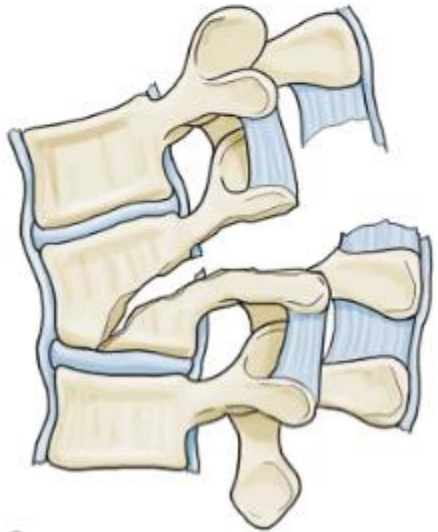
# DENIS - Seat-Belt



A



B



C



D

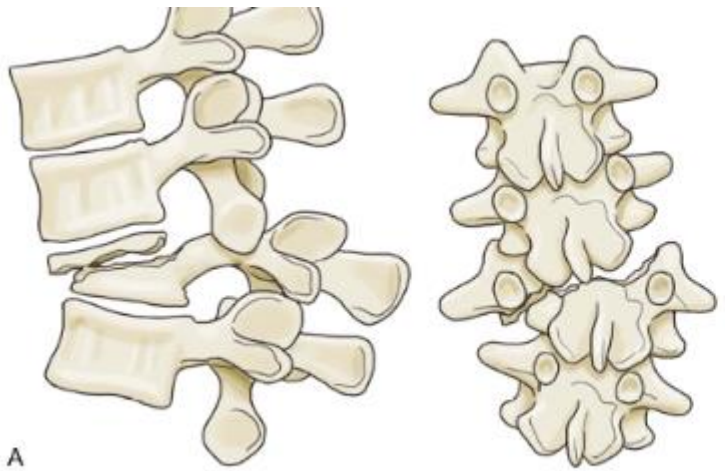
Classification of seat belt-type injuries according to Denis. **A**, One-level seat belt-type injury through bone (a Chance fracture). **B**, One-level seat belt-type injury through the ligaments. Note that only the anterior anulus and anterior longitudinal ligament are preserved. **C** and **D**, Two-level injuries. In **C**, the injury to the middle column involves bone; in **D**, it is ligamentous.

Notes 0

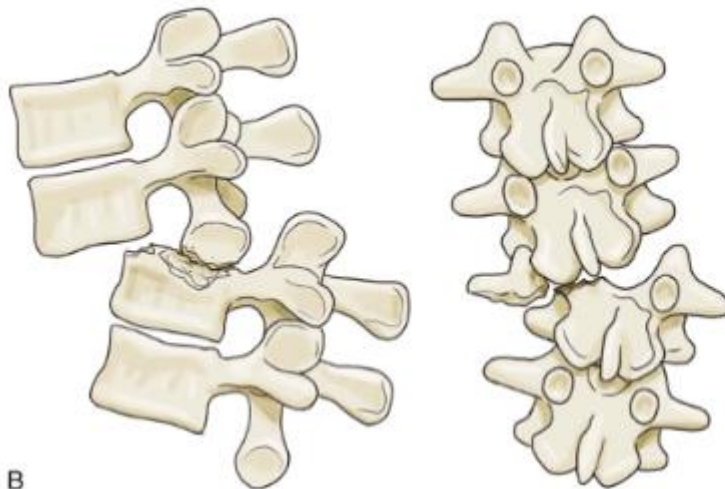
ADD NOTE +



# DENIS - Fractura-Luxacion



A



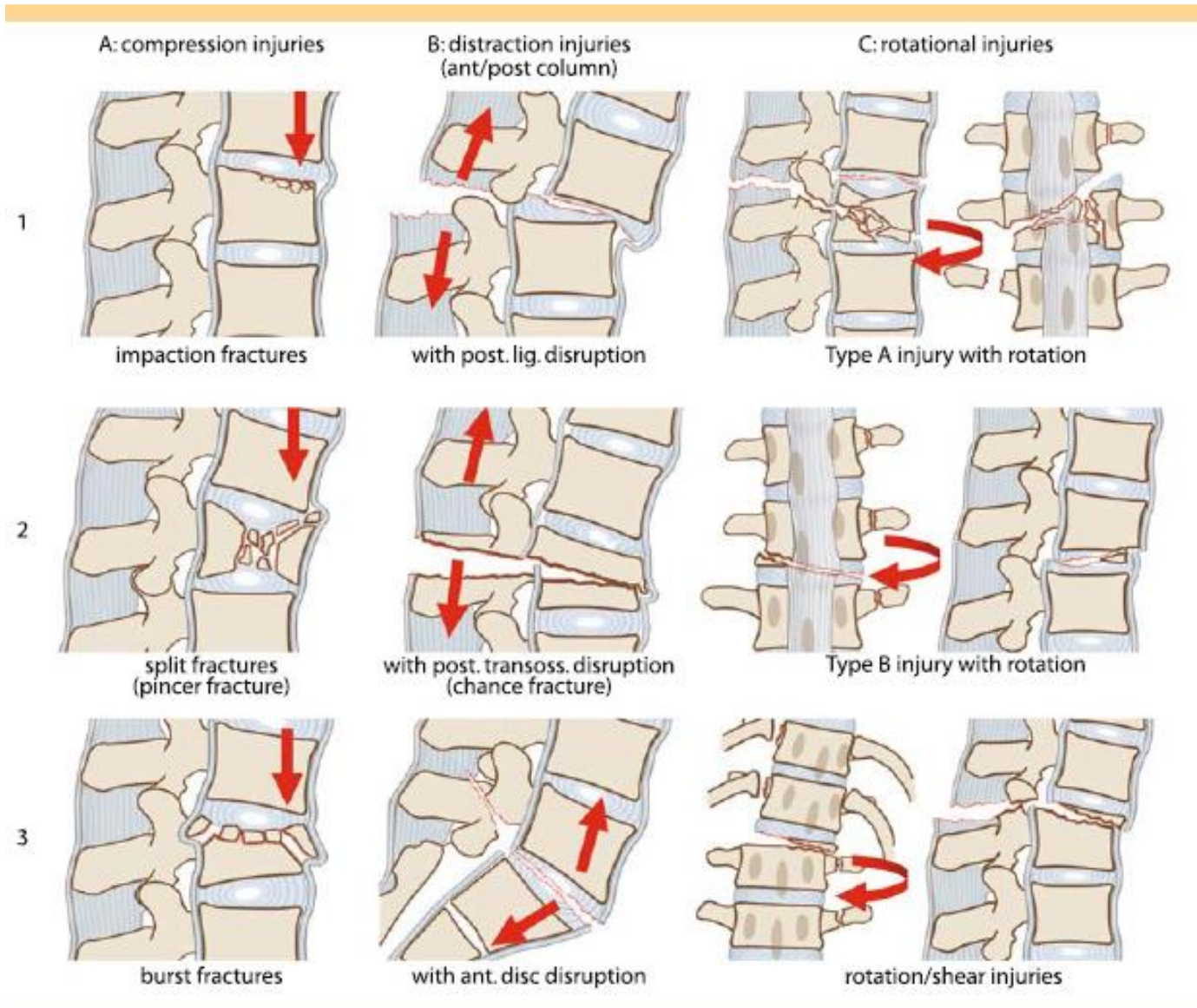
B

Common fracture-dislocation subtypes according to Denis. Flexion-rotation-type injuries through bone (slice fracture) (**A**) and through the disk (**B**) are shown. Note the difference in rotation between involved spinal segments, which is best appreciated on anteroposterior views. In **B**, the only bone fracture involves the superior articular process. Not shown are fractures of the shear (posteroanterior) subtype, in which the superior segment is sheared off forward on top of the segment below; sometimes, a floating posterior arch remains. The frequency of dural tear and complete paraplegia is very high with this type of fracture.

Notes 0

ADD NOTE +

# MAGERL - AO





# MAGERL - AO

## **A) Compresion Vertebral**

- A1: Aplastamiento
- A2: Split
- A3: Estallido

## **B) Compromiso Ant y Post con Distraccion**

- B1: Disrupción ligamentaria y Discal por Flexión Distracción
- B2: Disrupción Ósea posterior por flexion-distraccion (tipo chance)
- B3: Disrupción anterior por el disco (extensión)

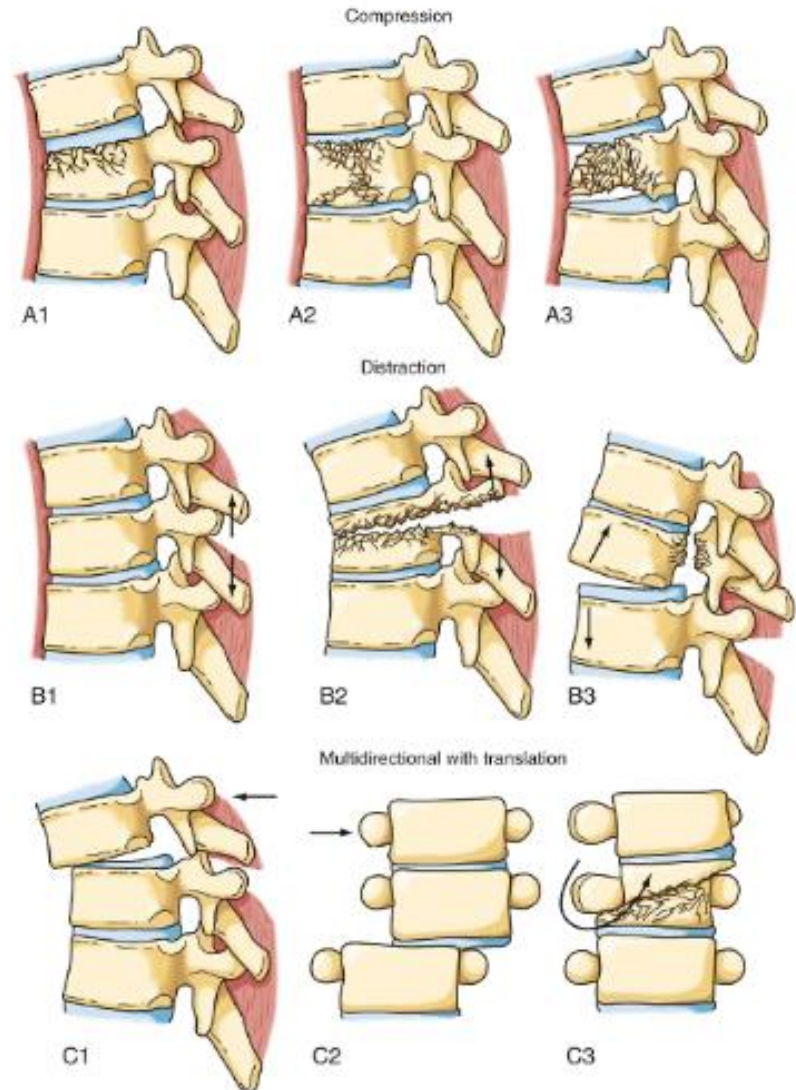
## **C) Compromiso Ant y Post por Rotacion**

- C1: Tipo A + Rotación
- C2: Tipo B + Rotación
- C3: Rotación Traslación

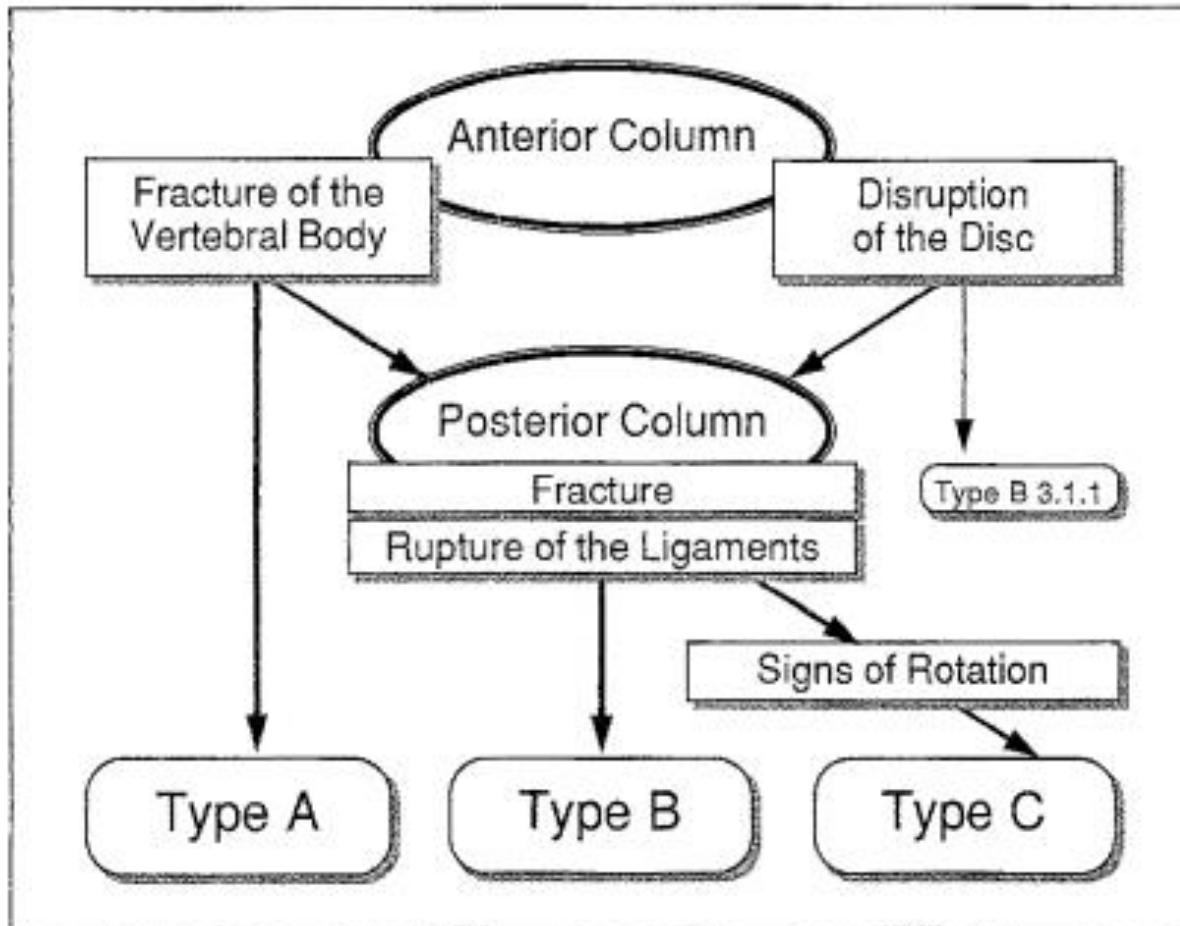
# MAGERL - AO

## Mecanismos de Injuria

- Compresión Axial: A1-A2-A3.
- Flexión: A1-A2-A3
- Flexion-Distracción: B1-B2
- Extensión: B3
- Cizallamiento: C1
- Flexion-Rotación: C3



# MAGERL - AO



**Fig.27.** Algorithm for determination of the injury types

# MAGERL - AO

	Type A	Type B	Type C
<b>Group 1</b>	functional treatment / functional bracing / thoracolumbar cast, if: kyphosis <20-25°	posterior approach <sup>2,4,5</sup> w/o anterior approach <sup>4</sup>	posterior approach <sup>4,6</sup> w/o anterior approach <sup>4</sup>
<b>Group 2</b>	functional bracing / thoracolumbar cast (A 2.1 or A2.2 lesions)	thoracolumbar cast, if: <ul style="list-style-type: none"> <li>• normal neurology</li> <li>• kyphosis &lt;20-25°)</li> <li>• purely osseous lesion (Chance fracture)</li> </ul>	posterior approach <sup>4,6</sup> w/o anterior approach <sup>4</sup>
	anterior approach <sup>1</sup> (A2.3 lesions) or posterior approach <sup>2</sup> (A2.3 lesions)	posterior approach <sup>2,3</sup> w/o anterior approach <sup>4</sup>	
<b>Group 3</b>	thoracolumbar cast, if: <ul style="list-style-type: none"> <li>• normal neurology</li> <li>• kyphosis &lt;20-25°)</li> <li>• less comminuted anterior column</li> </ul>	posterior approach <sup>2,3</sup>	posterior approach <sup>4,6</sup> w/o anterior approach <sup>4</sup>
	anterior approach <sup>1,3</sup> or posterior approach <sup>2,3,4</sup>		

# MAGERL - AO

- <sup>1</sup> Corpectomy, interbody fusion with strut graft/cage, anterior instrumentation
- <sup>2</sup> Two-level instrumentation, reduction, posterolateral fusion (optional with one-level fusion and posterior implant removal after 10–12 months to liberate the uninjured segment)
- <sup>3</sup> One-level stabilization and fusion possible in cases of monosegmental lesions (incomplete burst fractures, anterior disc disruption)
- <sup>4</sup> Additional anterior approach (corpectomy w/o decompression, interbody fusion with strut graft/cage) is indicated in cases of persistent neural compression (incomplete canal clearance) or comminuted anterior column or to enhance fusion in discoligamentous injuries
- <sup>5</sup> One-level stabilization and fusion possible in cases of discoligamentous injuries or concomitant incomplete burst fractures
- <sup>6</sup> Multilevel stabilization often required (two or three levels above/below the injury)

# TLICS – Spine Trauma Study Group

(Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score) – (Vaccaro)

INJURY MORPHOLOGY	QUALIFIER	POINTS
a. Compression	Compression fracture	1
	Burst fracture	2
b. Translational/rotational		3
c. Distraction		4
Neurological Involvement		
a. Intact		0
b. Nerve root		2
c. Complete		2
d. Incomplete		3
e. Cauda equina syndrome		3
Posterior Ligamentous Complex Integrity		
a. Intact		0
b. Suspected/indeterminate		2
c. Definite injury		3

Total score less than 4, nonoperative management; score of 4, operative or nonoperative management; and score higher than 4, operative management suggested.

## **Conducta Sugerida:**

**1 a 3:**  
Conservador

**4:** Conservador –  
Quirurgico

**5 a 10:**  
Quirurgico

# TLICS – Quirúrgico o Conservador

## Según Morfología de Fractura

### ***Aplastamiento***

- Aplastamiento > 40% o Cifosis >25°: Quirúrgico
- Resto: Conservador (TLSO-Cifoplastia)

### ***Estallido***

- Sin Alt Neurológica, Compromiso canal <40% y Cifosis <25°: Conservador (TLSO-Cifoplastia)
- Resto: Quirúrgico

### ***Flexion-Distraccion (Seat-Belt)***

- Quirúrgico

### ***Fractura Luxación***

- Quirúrgico

# TLICS – Selección Abordaje

## Según Examen Neurológico y PLC

### 1) Neuro Intacto =0 / PLC Intacto =0

- Generalmente No quirúrgico
- Si es Quirurgico:
  - Anterior 50%
  - Posterior 50%

### 2) Neuro Intacto =0 / PLC Alterado=2/3

- Si es quirurgico: Abordaje Posterior.
- Si Gran Conminucion (McCormac 7 o mas): Anterior + Posterior.



# TLICS – Selección Abordaje

## 3) Medular Incompleto o Cauda Equina =3 / PLC Intacto=0

- Quirurgico via Anterior

## 4) Medular Incompleto o Cauda Equina =3 /PLC Alterado=2/3

- Quirurgico Anterior + Posterior

## 5) Medular Completo =2 /PLC Intacto =0

- Si es Quirurgico
  - Posterior 50%
  - Anterior 50%

## 6) Medular Completo =2 /PLC Alterado =2/3

- Quirurgico
  - 70% Via Posterior
  - 30% Via Posterior + Anterior