

## Agradecimientos

Al Dr. Josep Giné i Gomà, Jefe del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Universitari de Tarragona Joan XXIII, director de la presente Tesis Doctoral. Su carácter y su forma de trabajar han sido una educación para mí durante el período de residencia. Del mismo modo, su apoyo ha sido fundamental para la realización de esta Tesis.

Al Dr. Ramón Huguet i Comelles, Jefe Clínico del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Universitari de Tarragona Joan XXIII, gracias a su constancia y dedicación por el trabajo bien hecho ha sido posible efectuar esta Tesis.

Al Dr. Josep Abanco i Sors, Adjunto del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Centre Hospitalari i Cardiològic de Manresa y al Dr. David Moreta Munujos, Jefe Clínico del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología de la Ciutat Sanitaria i Universitària de Bellvitge de L'Hospitalet del Llobregat (Barcelona), gracias a su trabajo ha sido posible realizar esta Tesis.

A la Dra. Monstserrat Olona i Cabases, del Servicio de Medicina Preventiva del Hospital Universitari de Tarragona Joan XXIII, por su colaboración en la realización del estudio estadístico y supervisión de este trabajo.

A la Dra. Anna Marsol i Puig, Adjunto del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Universitari de Tarragona Joan XXIII, gracias por su inestimable y desinteresada colaboración.

A todos los adjuntos y compañeros de residencia del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Universitari de Tarragona Joan XXIII, por sus enseñanzas y su apoyo.

Al Dr. Santos Pérez Tierno, Jefe del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Santiago Apóstol de Vitoria-Gasteiz, y a todos los miembros del Servicio, donde trabajé los dos primeros y difíciles años tras concluir el período de residencia. Gracias por vuestro trato y apoyo desde el principio como a uno más del Servicio.

A todos los compañeros del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital de Tortosa Verge de la Cinta, por el tiempo que he estado con vosotros.

A la Dra. Ana Hernández de Documentación Clínica y Archivos de la Ciutat Sanitaria i Universitària de Bellvitge de L'Hospitalet del Llobregat (Barcelona), por su paciencia y ayuda en la búsqueda de las historias clínicas.

A todas aquellas personas que me han apoyado y ayudado en la realización de este trabajo en algún momento, y me han hecho seguir adelante. Aunque no os nombre siempre os lo agradeceré.

---

**Anexo 1.** Acrónimos y diferentes abreviaturas utilizadas en el texto.

---

<b>Acrónimos</b>	
<b>LLVCA</b>	Ligamento longitudinal vertebral común anterior
<b>LLVCP</b>	Ligamento longitudinal vertebral común posterior
<b>CLP</b>	Complejo ligamentoso posterior
<b>LIS</b>	Ligamento interespinoso
<b>AP</b>	Antero-posterior
<b>L</b>	Lateral ó perfil
<b>PVBA</b>	Ángulo del cuerpo vertebral posterior
<b>TAC</b>	Tomografía axial computerizada
<b>RMN</b>	Resonancia magnética nuclear
<b>TLS</b>	Tóraco-lumbo-sacra
<b>OTLS</b>	Ortesis tóraco- lumbo- sacra
<b>IC 95%</b>	Intervalo de confianza al 95%
<b>PMMA</b>	Polimetil-metacrilato
<b>VSP</b>	Tornillos pediculares de ángulo variable
<b>DTT</b>	Dispositivos de tracción transversal

---

---

<b>Mediciones radiológicas</b>	
<b>CR1</b>	Cifosis regional tipo 1
<b>CR2</b>	Cifosis regional tipo 2
<b>CR3</b>	Cifosis regional tipo 3
<b>CR4</b>	Cifosis regional tipo 4
<b>CR5</b>	Cifosis regional tipo 5
<b>CR6</b>	Cifosis regional tipo 6
<b>CV</b>	Cifosis vertebral
<b>IS</b>	Índice sagital
<b>ART</b>	Angulación regional traumática
<b>APP</b>	Angulación de la pared posterior
<b>% AVA</b>	Porcentaje de compresión de la altura vertebral anterior
<b>% AVP</b>	Porcentaje de compresión de la altura vertebral posterior
<b>AVA/AVP</b>	Cociente de la altura vertebral anterior / altura vertebral posterior de la vértebra fracturada
<b>AUVA/AUVP</b>	Cociente de la altura de la unidad vertebral anterior / altura de la unidad vertebral posterior
<b>AL</b>	Angulación lateral
<b>% DP</b>	Porcentaje de ensanchamiento interpedicular
<b>% CC</b>	Porcentaje de compromiso del canal vertebral
<b>% DMS</b>	Porcentaje del diámetro medio sagital del canal vertebral
<b>% DT</b>	Porcentaje del diámetro transversal del canal vertebral

---

## 8. Anexos

**Anexo 2.** Valores de la Media, IC 95%, Número, Porcentaje y Significación Estadística de las diferentes variables continuas y categóricas.

### Anexo 2.1. Variables descriptivas continuas

Variable	A		B		P
	Media	IC 95 %	Media	IC 95 %	
<b>Edad</b>	40,77	47,10 / 34,40	36,57	42,30 / 30,70	0,32
<b>Tiempo hasta IQ</b>	8,45	10,56 / 6,35	6,62	9,14 / 4,10	0,25
<b>Estancia hospitalaria</b>	21,54	27,00 / 16,12	22,76	32,84 / 12,69	0,82
<b>Deambulación /Sedestación</b>	7,41	11,87 / 2,95	8,62	11,19 / 6,05	0,63
<b>Seguimiento</b>	17,77	19,86 / 15,68	23,81	34,19 / 13,43	0,2

### Anexo 2.2. Variables descriptivas categóricas

Variable	A		B		P	
	Nº	%	Nº	%		
<b>Sexo</b>	Varones	15	68,2	15	71,4	1,00
	Hembras	7	31,8	6	28,6	
<b>Mecanismo lesional</b>	Acc. tráfico	6	27,3	6	28,6	0,99
	Precipitación	15	68,2	14	66,7	
	Acc. deportivo	1	4,5	1	4,8	
<b>Lesiones asociadas</b>	Si	8	36,4	9	42,9	0,76
	No	14	63,6	12	57,1	
<b>Cuales</b>	TCE	2	9,1	1	4,8	0,82
	T. abdominal	0	0	1	4,8	
	T.torácico + abdominal	1	4,5	1	4,8	
	EESS	2	9,1	3	14,3	
	EEII	2	9,1	2	9,5	
	EESS+EEII+vertebral	0	0	1	4,8	
	Policontusiones	1	4,5	0	0	
<b>Nivel de fractura</b>	T11	1	4,5	0	0	0,50
	T12	5	22,7	5	23,8	
	L1	10	45,5	13	61,9	
	L2	6	27,3	3	14,3	
<b>Afectación neurológica</b>	Si	3	13,6	3	14,3	1,00
	No	19	86,4	18	85,7	
<b>Frankel<sup>99</sup></b>	A	0	0	0	0	0,34
	B	1	4,5	0	0	
	C	2	9,1	1	4,8	
	D	0	0	2	9,5	
	E	19	86,4	18	85,7	
<b>Frankel<sup>99</sup> evolución</b>	A	0	0	0	0	0,55
	B	0	0	0	0	
	C	1	4,5	0	0	
	D	2	9,1	3	14,3	
	E	19	86,4	18	85,7	

Variable	A		B		p	
	Nº	%	Nº	%		
<b>Denis<sup>66</sup></b>	A	5	22,7	2	9,5	0,68
	B	14	63,6	15	71,4	
	C	0	0	0	0	
	D	1	4,5	1	4,8	
	E	2	9,1	3	14,3	
<b>Magerl<sup>173</sup></b>	A3.1.1	2	9,1	5	23,8	0,41
	A3.1.2	1	4,5	1	4,8	
	A3.1.3	0	0	0	0	
	A3.2.1	8	36,4	9	42,9	
	A3.2.2	0	0	1	4,8	
	A3.2.3	0	0	0	0	
	A3.3.1	3	13,6	0	0	
	A3.3.2	4	18,2	3	14,3	
A3.3.3	4	18,2	2	9,5		
<b>Tornillo vértebra fracturada</b>	Si	22	100	0	0	0,000*
	No	0	0	21	100	
<b>Tipo instrumentación</b>	USS	0	0	9	42,9	0,000*
	Synergy	21	95,5	0	0	
	PSF de Ollerud	0	0	3	14,3	
	Diapasón	1	4,5	1	4,8	
	CD	0	0	8	38,1	
<b>Número de tornillos</b>	4	0	0	21	100	0,000*
	6	22	100	0	0	
<b>Injerto transpedicular</b>	Si	22	100	21	100	1
	No	0	0	0	0	
<b>Injerto pósterio-lateral</b>	Si	22	100	21	100	1
	No	0	0	0	0	
<b>Origen injerto</b>	Hueso autólogo	22	100	13	61,9	0,016*
	Hueso autólogo + hidroxiapatita	0	0	3	14,3	
	Hueso homólogo	0	0	4	19	
	Hueso autólogo + homólogo	0	0	1	4,8	
<b>Descompresión canal</b>	Si	0	0	1	4,8	0,49
	No	22	100	20	95,2	
<b>Vía</b>	Anterior	0	0	0	0	0,49
	Posterior	0	0	1	4,8	
<b>Complicaciones intraoperatorias</b>	Si	0	0	1	4,8	0,49
	No	22	100	20	95,2	
<b>Cuales</b>	Desgarro dural	0	0	1	4,8	0,49
<b>Complicaciones inmediatas</b>	Si	8	36,4	9	42,9	0,76
	No	14	63,6	12	57,1	

## 8. Anexos

Variable	A		B		p	
	Nº	%	Nº	%		
Cuales	Íleo paralítico	1	4,5	1	4,8	0,42
	Retención urinaria	0	0	2	9,5	
	Infección urinaria	3	13,6	1	4,8	
	TEP	1	4,5	0	0	
	Seroma herida quirúrgica	0	0	1	4,8	
	Infección subcutánea	1	4,5	3	14,3	
	Infección herida quirúrgica	0	0	1	4,8	
	Infección herida quirúrgica + urinaria	1	4,5	0	0	
	Infección respiratoria + urinaria + delirium	1	4,5	0	0	
Corsé	Si	22	100	21	100	1,00
	No	0	0	0	0	
Tipo de corsé	Jewett	22	100	17	81	0,048*
	Málaga	0	0	4	19	
Reintervenciones	Si	0	0	8	38,1	0,001*
	No	22	100	13	61,9	
Cuál	Retirada del material de osteosíntesis	0	0	8	38,1	0,001*
Fallo del montaje	Si	1	4,5	6	28,57	0,04*
	No	21	95,45	15	71,43	

### Anexo 2.3. Comparación pre-operatoria de las mediciones radiológicas.

Variable	A		B		p
	Media	IC 95 %	Media	IC 95 %	
CR1	13,45	17,32 / 9,59	11,86	15,59 / 8,12	0,52
CR2	7,50	10,84 / 4,16	7,76	10,36 / 5,17	0,93
CR3	16,73	19,64 / 13,82	17,57	20,42 / 14,72	0,61
CR4	12,73	15,18 / 10,27	12,62	15,10 / 10,13	0,95
CR5	13,77	16,97 / 10,58	11,28	14,00 / 8,57	0,23
CR6	11,73	14,47 / 8,99	11,62	13,58 / 9,66	0,95
CV	17,00	19,60 / 14,40	16,67	18,60 / 14,73	0,83
IS	15,23	17,43 / 13,02	14,05	16,07 / 12,02	0,42
ART	13,18	16,12 / 10,24	10,71	13,36 / 8,06	0,25
APP	7,59	11,53 / 3,65	8,62	11,67 / 5,57	0,64
% AVA	42,94	48,27 / 37,61	37,86	42,15 / 33,57	0,13
% AVP	8,02	12,40 / 3,64	6,30	9,79 / 2,81	0,53
AVA/AVP	0,55	0,61 / 0,49	0,59	0,64 / 0,55	0,26
AUVA/AUVP	0,90	0,95 / 0,85	0,93	0,97 / 0,88	0,41
AL	2,18	3,41 / 0,95	1,67	2,88 / 0,45	0,54
% DP	-16,39	-11,84 / -20,93	-12,54	-8,18 / -16,90	0,21
% CC	27,64	32,48 / 22,81	33,96	40,00 / 27,92	0,09
% DMS	43,67	50,29 / 37,06	34,65	40,05 / 29,25	0,03*
% DT	-13,32	-7,74 / -18,76	-6,15	-1,74 / -10,41	0,05*

**Anexo 2.4.** Comparación post-operatoria de las mediciones radiológicas.

Variable	A		B		p
	Media	IC 95 %	Media	IC 95 %	
CR1	-0,59	2,74 / -3,93	4,62	9,00 / 0,23	0,07
CR2	-6,73	-4,84 / -8,61	-0,48	3,25 / -4,20	<b>0,005*</b>
CR3	5,95	8,08 / 3,83	9,62	13,01 / 6,22	0,07
CR4	0,91	2,54 / -0,73	5,52	8,48 / 2,57	<b>0,005*</b>
CR5	0,86	3,29 / -1,57	5,00	8,61 / 1,39	<b>0,05*</b>
CR6	-0,36	1,91 / -2,64	4,05	7,04 / 1,05	<b>0,004*</b>
CV	7,41	9,80 / 5,02	9,95	12,72 / 7,18	0,10
IS	3,41	5,45 / 1,37	6,95	10,02 / 3,89	<b>0,03*</b>
ART	-0,86	2,21 / -3,93	3,48	6,72 / 0,23	<b>0,05*</b>
APP	-4,18	-1,39 / -6,97	1,28	5,18 / -2,61	0,07
% AVA	14,24	18,12 / 10,36	18,98	26,14 / 11,82	0,23
% AVP	5,46	7,95 / 2,98	3,86	6,67 / 1,05	0,37
AVA/AVP	0,79	0,84 / 0,75	0,74	0,81 / 0,68	0,36
AUVA/AUVP	1,14	1,17 / 1,10	1,00	1,07 / 0,94	<b>0,001*</b>
AL	1,50	2,22 / 0,78	0,86	1,19 / 0,53	0,46

**Anexo 2.5.** Comparación en el seguimiento de las mediciones radiológicas.

Variable	A		B		P
	Media	IC 95 %	Media	IC 95 %	
CR1	2,36	5,69 / -0,96	8,62	13,11 / 4,12	<b>0,02*</b>
CR2	-2,54	-0,57 / -4,52	5,48	8,57 / 2,38	<b>0,0001*</b>
CR3	7,50	10,22 / 4,77	12,33	15,71 / 8,96	<b>0,04*</b>
CR4	3,32	4,93 / 1,70	9,05	11,70 / 6,39	<b>0,001*</b>
CR5	1,45	3,67 / -0,76	6,71	10,57 / 2,86	<b>0,02*</b>
CR6	0,50	2,16 / -1,16	6,57	9,71 / 3,43	<b>0,001*</b>
CV	6,41	8,04 / 4,78	10,19	13,00 / 7,38	<b>0,04*</b>
IS	5,82	7,98 / 3,65	10,57	13,16 / 7,98	<b>0,01*</b>
ART	2,09	5,41 / -1,23	7,57	11,17 / 3,97	<b>0,02*</b>
APP	0,36	3,69 / -2,96	7,00	11,21 / 2,79	<b>0,05*</b>
% AVA	16,52	20,98 / 12,06	22,33	29,33 / 15,33	0,14
% AVP	5,31	7,49 / 3,12	4,51	7,09 / 1,93	0,62
AVA/AVP	0,78	0,83 / 0,74	0,74	0,80 / 0,67	0,48
AUVA/AUVP	1,07	1,11 / 1,04	0,93	0,99 / 0,88	<b>0,0001*</b>
AL	1,27	1,92 / 0,63	0,81	1,18 / 0,44	0,20

## 8. Anexos

---

### Anexo 3. Correlación entre el grado de ocupación del canal medular en el TAC y la lesión neurológica.

Variable	Lesión neurológica				p
	Sí (6 / 13,95%)		No (37 / 86,05%)		
	Media	IC 95 %	Media	IC 95 %	
% CC	27,2	35,4 / 19,1	31,3	35,6 / 26,9	0,4
% DMS	39,4	48,4 / 30,5	39,2	44,2 / 34,2	0,9
%DT	-13,9	-2,8 / -24,9	-9,1	-5,2 / -13	0,3

**Anexo 4.** Análisis de la evolución de las diferentes mediciones radiológicas efectuado mediante el análisis MANOVA.

Variable	A						B						p
	Pre		Post		Evol		Pre		Post		Evol		
	Media	IC 95%	Media	IC 95%	Media	IC 95%	Media	IC 95%	Media	IC 95%	Media	IC 95%	
<b>CR1</b>	13,45	17,32 / 9,59	-0,59	2,74 / -3,93	2,36	5,69 / -0,96	11,86	15,59 / 8,12	4,62	9,00 / 0,23	8,62	13,11 / 4,12	<b>0,003*</b>
<b>CR2</b>	7,50	10,84 / 4,16	-6,73	-4,84 / -8,61	-2,54	-0,57 / -4,52	7,76	10,36 / 5,17	-0,48	3,25 / -4,20	5,48	8,57 / 2,38	<b>0,002*</b>
<b>CR3</b>	16,73	19,64 / 13,82	5,95	8,08 / 3,83	7,50	10,22 / 4,77	17,57	20,42 / 14,72	9,62	13,01 / 6,22	12,33	15,71 / 8,96	0,06
<b>CR4</b>	12,73	15,18 / 10,27	0,91	2,54 / -0,73	3,32	4,93 / 1,70	12,62	15,10 / 10,13	5,52	8,48 / 2,57	9,05	11,70 / 6,39	<b>0,009*</b>
<b>CR5</b>	13,77	16,97 / 10,58	0,86	3,29 / -1,57	1,45	3,67 / -0,76	11,28	14,00 / 8,57	5,00	8,61 / 1,39	6,71	10,57 / 2,86	<b>0,001*</b>
<b>CR6</b>	11,73	14,47 / 8,99	-0,36	1,91 / -2,64	0,50	2,16 / -1,16	11,62	13,58 / 9,66	4,05	7,04 / 1,05	6,57	9,71 / 3,43	<b>0,002*</b>
<b>CV</b>	17,00	19,60 / 14,40	7,41	9,80 / 5,02	6,41	8,04 / 4,78	16,67	18,60 / 14,73	9,95	12,72 / 7,18	10,19	13,00 / 7,38	<b>0,02*</b>
<b>IS</b>	15,23	17,43 / 13,02	3,41	5,45 / 1,37	5,82	7,98 / 3,65	14,05	16,07 / 12,02	6,95	10,02 / 3,89	10,57	13,16 / 7,98	<b>0,004*</b>
<b>ART</b>	13,18	16,12 / 10,24	-0,86	2,21 / -3,93	2,09	5,41 / -1,23	10,71	13,36 / 8,06	3,48	6,72 / 0,23	7,57	11,17 / 3,97	<b>0,001*</b>
<b>APP</b>	7,59	11,53 / 3,65	-4,18	-1,39 / -6,97	0,36	3,69 / -2,96	8,62	11,67 / 5,57	1,28	5,18 / -2,61	7,00	11,21 / 2,79	<b>0,03*</b>
<b>%AVA</b>	42,94	48,27 / 37,61	14,24	18,12 / 10,36	16,52	20,98 / 12,06	37,86	42,15 / 33,57	18,98	26,14 / 11,82	22,33	29,33 / 15,33	<b>0,009*</b>
<b>%AVP</b>	8,02	12,40 / 3,64	5,46	7,95 / 2,98	5,31	7,49 / 3,12	6,30	9,79 / 2,81	3,86	6,67 / 1,05	4,51	7,09 / 1,93	0,9
<b>AVA/AVP</b>	0,55	0,61 / 0,49	0,79	0,84 / 0,75	0,78	0,83 / 0,74	0,59	0,64 / 0,55	0,74	0,81 / 0,68	0,74	0,80 / 0,67	<b>0,04*</b>
<b>AUVA/AUVP</b>	0,90	0,95 / 0,85	1,14	1,17 / 1,10	1,07	1,11 / 1,04	0,93	0,97 / 0,88	1,00	1,07 / 0,94	0,93	0,99 / 0,88	<b>0,00*</b>
<b>AL</b>	2,18	3,41 / 0,95	1,50	2,22 / 0,78	1,27	1,92 / 0,63	1,67	2,88 / 0,45	0,86	1,19 / 0,53	0,81	1,18 / 0,44	0,96

1. **Abe, E; Sato, K; Shimada, Y; Mizutani, Y; Chiba, M; Okuyama, K.** Thoracolumbar burst fracture with horizontal fracture of the posterior column. *Spine*. 1997; 22(1): 83-87.
2. **Acosta, FL; Aryan, HE; Taylor, WR; Ames, CP.** Kyphoplasty-augmented short-segment pedicle screw fixation of traumatic lumbar burst fractures: initial clinical experience and literature review. *Neurosurg Focus*. 2005 15; 18(3): e9.
3. **Aebi, M; Etter, C; Kehl, T; Thalgott, J.** Stabilization of the lower thoracic and lumbar spine with the internal spinal skeletal fixation system. Indications, techniques and first results of treatment. *Spine*. 1987; 12: 544-551.
4. **Aebi, M; Etter, CHR; Kehl, TH; Thalgott, J.** The internal skeletal fixation system: a new treatment of thoracolumbar fractures and other spinal disorders. *Clin Orthop*. 1988; 227: 30-43.
5. **Aglietti, P; DiMuria, GV; Taylor, T.** Conservative treatment of thoracic and lumbar vertebral fractures. *Ital J Orthop Traumatol (suppl)*. 1983; 83.
6. **Agus, H; Kayali, C; Arslantas, M.** Nonoperative treatment of burst-type thoracolumbar vertebra fractures: clinical and radiological results of 29 patients. *Eur Spine J*. 2004; 28.
7. **Akbarnia, BA; Crandall, DG; Burkus, K; Matthews, T.** Use of long rods and a short arthrodesis for burst fractures of the thoracolumbar spine. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg*. 1994; 76: 1629-1635.
8. **Alanay, A; Acaroglu, E; Yazici, M; Oznur, A; Surat, A.** Short-segment pedicle instrumentation of thoracolumbar burst fracture. Does transpedicular intracorporeal grafting prevent early failure?. *Spine*. 2001; 26(2): 213-217.
9. **Alvine, GF; Swain, JM; Asher, MA.** The safety and efficacy of variable screw placement (VSP) and Isola spinal implant systems for the surgical treatment of thoracolumbar burst fractures. *J Bone Joint Surg (Br)*. 1997; 79 (S): 306.
10. **Alvine, GF; Swain, JM; Asher, MA; Burton, DC.** Treatment of thoracolumbar burst fractures with variable screw placement or Isola instrumentation and arthrodesis: case series and literature review. *J Spinal Disord Tech*. 2004; 17:251-264.
11. **Al-Khalifa, FK; Adjei, N; Yee, AJ; Finkelstein, JA.** Patterns of collapse in thoracolumbar burst fractures. *J Spinal Disord Tech*. 2005; 18: 410-412.

## 7. Bibliografía

---

12. **Argenson, C; Lassale, B.** Les fractures récentes du rachis thoracique et lombaire avec et sans troubles neurologiques. *Rev Chir Orthop.* 1996; 82(suppl I): 63-117.
13. **Atlas, SW; Regenbogen, V; Rogers, LF; Kim, KS.** The radiographic characterisation of burst fractures of the spine. *AJR.* 1986; 147: 575-582.
14. **Aydinli, U; Ozturk, C; Saba, D; Ersozlu, S.** Neglected major vessel injury after anterior spinal surgery. *Spine.* 2004; 29: E318-E320.
15. **Ballock, RT; Mackersie, R; Abitbol, JJ; Cervilla, V; Resnick, D; Garfin, SR.** Can burst fractures be predicted from plain radiographs?. *J Bone Joint Surg(Br).* 1992; 74: 147-150.
16. **Bayley, JC; Yuan, HA; Fredrickson, BE.** The Syracuse I-plate. *Spine.* 1991; 16(suppl): 120-124.
17. **Bedbrook, GM.** Treatment of thoracolumbar dislocation and fractures with paraplegia. *Clin Ortho Rel Res.* 1975; 112: 27-43.
18. **Bedbrook, GM.** A balanced viewpoint in the early management of patients with spinal injuries who have neurological damage. *Paraplegia.* 1985; 23: 8-15.
19. **Been, HD.** Anterior decompression and stabilization of thoracolumbar burst fractures by the use of the Slot-Zielke device. *Spine.* 1991; 16:70-77.
20. **Been HD; Bouma, GJ.** Comparison of two types of surgery for thoracolumbar burst fractures: combined anterior and posterior stabilisation vs posterior instrumentation only. *Acta Neurochir (Wien).* 1999; 141: 349-357.
21. **Beggs, I; Addison, J.** Posterior vertebral rim fractures. *Br J Radiol.* 1998; 71: 567-572.
22. **Benson, DR; Burkus, JK; Montesano, PX; Sutherland, TB; McLarin, RF.** Unstable thoracolumbar and lumbar burst fractures treated with the AO Fixateur Interne. *J Spinal Disord.* 1992; 5:335-343.
23. **Blumenkopf, B; Juneau, PA.** Magnetic resonance imaging (MRI) of thoracolumbar fractures. *J Spinal Disord.* 1988; 1: 144-150.
24. **Böhler, L.** *Technique du traitement des fractures de la colonne dorsale et lombaire.* Masson, Paris. 1944.
25. **Boerger, TO; Limb, D; Dickson, A.** Does `canal clearance´ affect neurological outcome after thoracolumbar burst fractures? *J Boint Joint Surg Br.* 2000; 82(5): 629-635.

26. **Bohlman HH.** Current concepts review: Treatment of fractures and dislocations of the thoracic and lumbar spine. *J Bone Joint Surg (Am)*. 1985; 67: 165-169.
27. **Bone, LB; Johnston, CE; Ashman, RB; Roach, JW.** Mechanical comparison of anterior spinal instrumentation in a burst fracture model. *J Orthop Trauma*. 1988; 2(3): 195-201.
28. **Bracken, MB; Shepard, MJ; Collins, WF; Holford, TR; Young, W; Baskin, DS; Eisenberg, HM; Flamm, E; Leo-Summers, L; Maroon, J; Marshall, LF; Perot, PL; Piepnieier, J; Sonntag, VK; Wagner, FC; Willberger, JE; Winn, HR.** A randomised, controlled trial of methylprednisolone or naloxone in the treatment of acute spinal-cord injury. Results of the Second National Acute Spinal Cord Injury Study. *N Engl J Med*. 1990; 322: 1405-1411.
29. **Bracken, MB; Shepard, MJ; Holford, TR; Leo-Summers, L; Aldrich, EF; Fazi, M; Fehlings, M; Herr, DL; Hitchon, PW; Marshall, LF; Nockels, RP; Pascale, V; Perot, PL; Piepnieier, J; Sonntag, VK; Wagner, FC; Willberger, JE; Winn, HR; Young, W.** Administration of methylprednisolone for 24 or 48 hours or tirilazad mesylate for 48 hours in the treatment of acute spinal cord injury. Results of the Third National Acute Spinal Cord Injury Study. *JAMA*. 1997; 277: 1597-1604.
30. **Bradford, DS; Akbarnia, BA; Winter, RB.** Surgical stabilization of fracture and fracture dislocations of the thoracic spine. *Spine*. 1977; 2: 185.
31. **Bradford, D; McBride, G.** Surgical management of thoracolumbar spine fractures with incomplete neurologic deficits. *Clin Orthop*. 1987; 218: 201-216.
32. **Brant-Zawadzki, M; Jeffrey, RB; Minagi, H; Pitts, LH.** High resolution CT of thoracolumbar fractures. *AJR*. 1982; 138: 699-704.
33. **Briem, D; Lehmann, W; Ruecker, AH; Windolf, J; Rueger, JM; Linhart, W.** Factors influencing the quality of life after burst fractures of the thoracolumbar transition. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2004; 124: 461-468.
34. **Brightman, RP; Miller, CA; Rea, GL; Chakeres, DW; Hunt, WE.** Magnetic resonance imaging of trauma to the thoracic and lumbar spine. *Spine*. 1992; 17: 541-550.
35. **Brown, LP; Bridwell, KH; Holt, RT.** Aortic erosions and lacerations associated with the Dunn anterior spinal instrumentation. *Orthop Trans*. 1986; 10: 16.

## 7. Bibliografía

---

36. **Cain, JE; DeJong, JT; Dinenberg, AS; Stefko, RM; Platenburg, RC; Lauerman, WC.** Pathomechanical analysis of thoracolumbar burst fracture reduction. A calf spine model. *Spine*. 1993; 18(12): 1647-1654.
37. **Cammisa, FP; Eismont, FJ; Green, BA.** Dural laceration occurring with burst fractures and associated laminar fractures. *J Bone Joint Surg (Am)*. 1989; 71: 1044.
38. **Cantor, JB; Lebwohl, NH; Garvey, T; Eismont, FJ.** Non operative management of stable thoracolumbar burst fractures with early ambulation and bracing. *Spine*. 1993; 18: 971-976.
39. **Carl, AL; Tromanhauser, SG; Roger, DJ.** Pedicle screw instrumentation for thoracolumbar burst fractures and fracture-dislocations. *Spine*. 1992; 17 : S317-324.
40. **Carman, DL; Browne, RH; Birch ,JG.** Measurement of scoliosis and kyphosis radiographs: intraobserver and interobserver variation. *J Bone Joint Surg (Am)*. 1990; 72: 328-333.
41. **Carmel, A; Drescher, MJ; Leitner, Y; Gepstein, R.** Thoracolumbar fractures associated with the use of personal watercraft. *J Trauma*. 2004; 57: 1308-1310.
42. **Chakera, TMH; Bedbrook, G; Bradley, CM.** Spontaneous resolution of spinal canal deformity after burst dispersion fracture. *AJNR*. 1988; 9: 779-785.
43. **Chang, KW.** A reduction fixation system for unstable thoracolumbar burst fractures. *Spine*. 1992; 17: 879-886.
44. **Chen, JF; Lee ST.** Percutaneous vertebroplasty for treatment of thoracolumbar spine bursting fracture. *Surg Neurol*. 2004; 62: 494-500.
45. **Chen, WJ; Niu, CC; Chen, LH; Chen, JY; Shih, CH; Chu, LY.** Back pain after thoracolumbar fracture treated with long instrumentation and short fusion. *J Spinal Disord*. 1995; 8: 474-478.
46. **Cheung, J; Wever, DJ; Veldhuizen, AG; Klein, JP; Verdonck, D; Nijlunsing, R; Cool, JC; Van Horn, JR.** The reliability of quantitative analysis on digital images of the scoliotic spine. *Eur Spine J*. 2002; 11: 535-542.
47. **Chiba, M; McLain, RF; Yerby, SA; Moseley, TA; Smith, TS; Benson, DR.** Short segment pedicle instrumentation. Biomechanical analysis of supplemental hook fixation. *Spine*. 1996; 21: 288-294.
48. **Cho, DY; Lee, WY; Sheu, PC.** Treatment of thoracolumbar burst fractures with polymethyl methacrylate vertebroplasty and short segment pedicle screw fixation. *Neurosurgery*. 2003; 53: 1354-1360.

49. **Chow, GH; Nelson, BJ; Gebhard, JS; Brugman, JL; Brown, CW; Donaldson, DH.** Functional outcome of thoracolumbar burst fractures managed with hyperextension casting or bracing and early mobilization. *Spine*. 1996; 21(18): 2170-2175.
50. **Christodoulou, A; Ploumis, A; Terzidis, I; Pournaras, I.** Vertebral body reconstruction with injectable hydroxyapatite cement for the management of unstable thoracolumbar burst fractures : a preliminary report. *Acta Orthop Belg*. 2005; 71: 597-603.
51. **Chung, JY.** Short segment transpedicular CD instrumentation including involved vertebra for fractures of thoracic and lumbar spine. In *CD instrumentation, GICG París*. 1993,67.
52. **Crawford, RJ; Askin, GN.** Fixation of thoracolumbar fractures with the Dick fixator: the influence of transpedicular bone grafting. *Eur Spine J*. 1994; 3: 45-51.
53. **Cresswell, TR; Marshall, PD; Smith, RB.** Mechanical stability of the AO internal spinal fixation system compared with that of the Hartshill rectangle and sublaminar wiring in the management of unstable burst fractures of the thoracic and lumbar spine. *Spine*. 1998; 23(1): 111-115.
54. **Crossman, PT; Scott, JM.** Does `canal clearance` affect neurological outcome after thoracolumbar burst fractures?. *J Bone Joint Surg Br*. 2001; 83(1): 151-152.
55. **Crutcher, JJ; Anderson, PA; King, HA; Montesano, PX.** Indirect spinal canal decompression in patients with thoracolumbar burst fractures treated by posterior distraction rods. *J Spinal Disord*. 1991; 4: 39-48.
56. **Daffner, RH; Deeb, ZL; Rothfus, WE.** The posterior vertebral body line: importance in the detection of burst fractures. *AJR*. 1987; 148: 93-96.
57. **Dai, LY.** Remodeling of the spinal canal after thoracolumbar burst fractures. *Clin Orthop*. 2001; 382: 119-123.
58. **Dai,L.** Mechanism of thoracolumbar burst fractures: a biomechanical study. *Chin Med J (Engl)*. 2002; 115(3): 336-338.
59. **Dai, LY; Jin WJ.** Interobserver and intraobserver reliability in the load sharing classification of the assessment of thoracolumbar burst fractures. *Spine*. 2005; 30: 354-358.
60. **Dall, BE; Stauffer, ES.** Neurological injury and recovery patterns in burst fractures at the T12 or L1 motion segment. *Clin Orthop*. 1988; 233: 171-176.

## 7. Bibliografía

---

61. **Daniaux, H.** Technik und erste Ergebnisse der transpedikulären Spongiosaplastik bei Kompressionsbrüchen im Lendenwirbelsäulenbereich. *Acta Chirurgica Austriaca*. 1982; supplement, 43:79.
62. **Daniaux, H.** Transpedikuläre reposition und spongiosaplastik bei wirbelbrüchen der unteren burst-und lendenwirbelsäule. *Unfallchirurg*. 1986; 89: 197-213.
63. **Daniaux, H; Seykora, P; Genelin, A.** Application of posterior plating and modifications in thoracolumbar spine injuries. *Spine*. 1991; 16(S): S125-133.
64. **Davies, WE; Morris, JH; Hill, V.** An analysis of conservative (nonsurgical) management of thoracolumbar fractures and fracture dislocations with neural damage. *J Bone Joint Surg (Am)*. 1980; 62: 1324-1328.
65. **De la Torre, GD; Góngora, LJ.** Fracturas vertebrales toracolumbares. Diagnóstico y tratamiento. *Trauma*. 2003; 6(2):44-48.
66. **Denis, F.** The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine*. 1983; 8: 817-831.
67. **Denis, F.** Spinal instability as defined by the three-column spine concept in acute spinal trauma. *Clin Orthop*. 1984; 189: 65-76.
68. **Denis, F; Armstrong, GWD; Searls, K.** Acute thoracolumbar burst fractures in the absence of neurologic deficit. A comparison between operative and nonoperative treatment. *Clin Orthop*. 1984; 189: 142-149.
69. **Denis, F; Ruiz, H; Searls, K.** Comparison between squareended distraction rods and standard round-ended distraction rods in the treatment of thoracolumbar spinal injuries. *Clin Orthop*. 1984; 189: 162-167.
70. **Denis, F; Burkus, JK.** Diagnosis and treatment of cauda equina entrapment in the vertical laminar fracture of lumbar burst fracture. *Spine*. 1991; 16(8S): S433-439.
71. **Dewald, RL.** Burst fractures of the thoracic and lumbar spine. *Clin Orthop*. 1984; 189: 150-161.
72. **De Klerk, LWL; Fontijne, WPJ; Stijnen, T; Braakman, R; Tanghe, H.** Spontaneous remodeling of the spinal canal after conservative management of thoracolumbar burst fractures. *Spine*. 1998; 23(9): 1057-1060.
73. **De Peretti, F; Hovorka, I; Cambas, PM; Nasr, JM; Argenson, C.** Short device fixation and early mobilization for burst fractures of the thoracolumbar junction. *Eur Spine J*. 1996; 5: 112-120.

74. **Dick, W; Kluger, P; Magerl, F; Zach, G.** A new device for internal fixation of thoracolumbar and lumbar spine fractures: le fixateur interne. *Paraplegia*. 1985; 23: 225-232.
75. **Dick, W.** The “fixateur interne” as a versatile implant for spine surgery. *Spine*. 1987; 12: 882-900.
76. **Dick, JC; Jones, MP; Zdeblick, TA.** A biomechanical comparison evaluating the use of intermediate screws and cross-linkage in lumbar pedicle fixation. *J Spinal Disord*. 1994; 7: 402-407.
77. **Dickman, CA; Yahiro, MA; Lu, HTC; Melkerson, MN.** Surgical treatment alternatives for fixation for unstable fractures of the thoracic and lumbar spine: a meta analysis. *Spine*. 1994; 19(suppl): 2266S-2273S.
78. **Dimar, JR; Wilde, PH; Glassman, SD; Puno, RM; Johnson, JR.** Thoracolumbar burst fractures treated with combined anterior and posterior surgery. *Am J Orthop*. 1996; 25: 159-165.
79. **Doerr, TE; Montesano, PX; Burkus, JK; Benson, DR.** Spinal canal decompression in traumatic thoracolumbar burst fractures: posterior distraction rods versus transpedicular screw fixation. *J Orthop Trauma*. 1991; 5: 403-411.
80. **Domenicucci, M; Preite, R; Ramieri, A.** Thoracolumbar fractures without neurosurgical involvement: surgical or conservative treatment? *J Neurosurg Sci*. 1996. 40: 1-10.
81. **Dunn, H.** Anterior stabilitation of thoracolumbar injuries. *Clin Orthop*. 1984; 189: 116-124.
82. **Dunn, HK.** Anterior spine stabilization and decompression for thoracolumbar injuries. *Orthop Clin North Am*. 1986; 17:113-119.
83. **Dutton, KE; Jones, TJ; Slinger, BS; Scull, ER; O'Connor, J.** Reliability of the Cobb angle index derived by traditional and computer assisted methods. *Australas Phys Eng Sci Med*. 1989; 12: 16-23.
84. **Edwards, CC; Levine, AM.** Early rod-sleeve stabilization of the injured thoracic and lumbar spine. *Orthop Clin North Am*. 1986; 17:121-145.
85. **El Masry, W; Tsubo, M; Katoh, S; El Miligui,Y; Khan, A.** Validation of the American Spinal Injury Association (ASIA) Motor Score and the National Acute Spinal Cord Injury Study (NACIS) Motor Score. *Spine*. 1996; 21: 614-619.

## 7. Bibliografía

---

86. **Emery, SE; Pathria, MN; Wilber, RG; Masaryk, T; Bohlman, HH.** Magnetic resonance imaging of posttraumatic spinal ligament injury. *J Spinal Disord.* 1989; 2: 229-233.
87. **Escriba, IR; Bonete, DJ; Mudarra, JG; Pérez, LAM.** Tratamiento quirúrgico de las fracturas toracolumbares. Osteosíntesis de la vértebra fracturada. *Rev Ortop Traumatol.* 2000; 6: 513-518.
88. **Esses, SI.** The AO spinal internal fixator. *Spine.* 1989; 14: 373-378.
89. **Esses, SI; Bostford, DJ; Kostuik, JP.** Evaluation of surgical treatment for burst fractures. *Spine.* 1990; 15: 667-673.
90. **Esses, SI; Bostford, DJ; Wright, T; Bednar, D; Bailey, S.** Operative treatment of spinal fractures with the AO internal fixator. *Spine.* 1991; 16 (suppl 3): S146-S150.
91. **Fan, KF; Tu, YK; Hsu, RW.** The high fixation failure rate of short segment pedicle instrumentation for unstable thoracolumbar burst fractures. *Orthop Trans.* 1997; 21: 267.
92. **Farber, DC; Deorio, JK; Steel, MW.** Goniometric versus computerized angle measurement in assessing hallux valgus. *Foot Ankle Int.* 2005; 26: 234-238.
93. **Farcy, J-PC; Weidenbaum, M; Glassman, S.** Sagittal index in management of thoracolumbar burst fractures. *Spine.* 1990; 15: 958-965.
94. **Ferguson, RL; Allen, BL.** A mechanistic classification of thoracolumbar spine fractures. *Clin Orthop.* 1984; 189: 77-88.
95. **Ferguson, RL; Allen, BL.** An algorithm for the treatment of unstable thoracolumbar fractures. *Orthop Clin North Am.* 1986; 17:105-112.
96. **Fidler, MW.** Remodeling of the spinal canal after burst fracture: A prospective study of two cases. *J Bone Joint Surg (Br).* 1988; 70: 730-732.
97. **Floman, Y; Fast, A; Pollack, D; Yosipovitch, Z; Robin, GC.** The simultaneous application of an interspinous compressive wire and Harrington distraction roads in the treatment of fracture-dislocation of the thoracic and lumbar spine. *Clin Orthop.* 1986; 203:18-25.
98. **Fontijne, WP; De Klerk, LWL; Braakman, R; Stijnen, T; Tanghe, HLJ; Steenbeek, R; Van Linge, B.** CT scan prediction of neurological deficit in thoracolumbar burst fractures. *J Bone Joint Surg(Br).* 1992; 74: 683-685.

99. **Frankel, H; Hancock, DO; Hyslop, G.** The value of postural reduction in initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia: comprehensive management and research. *Paraplegia*. 1969; 7: 179-192.
100. **Fredrickson, BE; Mann, KA; Yuan, HA; Lubicky, JP.** Reduction of the intracranial fragment in experimental burst fractures. *Spine*. 1988; 13: 267-271.
101. **Fredrickson, BE; Edwards, WT; Rauschnig, W; Bayley, JC; Yuan, HA.** 1992 Volvo Award in experimental study. Vertebral burst fractures: an experimental, morphologic and radiographic study.. *Spine*. 1992; 17: 1012-1021.
102. **Fredrickson, BE.** Short-segment pedicle instrumentation of thoracolumbar burst fracture. Does transpedicular intracorporeal grafting prevent early failure?. Point of view. *Spine*. 2001; 26(2): 217.
103. **Frobin, W; Brinckmann, P; Biggemann, M; Tillotson, M; Burton, K.** Precision measurement of disc height, vertebral height and sagittal plane displacement from lateral radiographic views of the lumbar spine. *Clin Biomech*. 1997; 12(Suppl): S1-S63.
104. **Gaines, RW; Humphreys, WG.** A plea for judgment in management of thoracolumbar fractures and fracture dislocations: A reassessment of surgical indications. *Clin Orthop Rel Res*. 1984; 189:36-42.
105. **Gaines, RW; Carson, WL.** Experimental evaluation of seven different spinal fracture internal fixation using nonfailure stability testing –the load-sharing and unstable mechanism concepts. *Spine*. 1991; 16: 902-909.
106. **Garfin, SR; Mowery, CA; Guerra, J; Marshall, LF.** Confirmation of the posterolateral technique to decompress and fuse thoracolumbar spine burst fractures. *Spine*. 1985; 10: 218-223.
107. **Geisler, F; Coleman, W; Grieco, G; Poonian, D; the Sygen Study Group.** Measurements and recovery patterns in a multicenter study of acute spinal cord injury. *Spine*. 2001; 26(24S): S68-S86.
108. **Gertzbein, SD; Court-Brown, CM; Marks, P; Martin, C; Fazl, M; Schwartz, M; Jacobs, RR.** The neurological outcome following surgery for spinal fractures. *Spine*. 1988; 13: 641-644.
109. **Gertzbein, SD.** Scoliosis research society. Multicenter spine fracture study. *Spine*. 1992; 17: 528-540.

## 7. Bibliografía

---

110. **Gertzbein, SD; Crowe, PJ; Fazi, M; Schwartz, M; Rowed, D.** Canal clearance in burst fractures using the AO internal fixator. *Spine*. 1992; 17: 558-560.
111. **Gertzbein, SD.** Spine update. Classification of thoracic and lumbar fractures. *Spine*. 1994; 19(5): 626-628.
112. **Gertzbein, SD.** Neurologic deterioration in patients with thoracic and lumbar fractures after admisión to the hospital. *Spine*. 1994; 19(15): 1723-1725.
113. **Ghanayem, A; Zdeblick, T.** Anterior instrumentation in the management of thoracolumbar burst fractures. *Clin Orthop*. 1997; 335: 89-100.
114. **Gómez Luzuriaga, MA; Iza Beldarrain, J.** Fracturas toraco-lumbares. Cursos de actualización. 38º Congreso Nacional SECOT. 2001; 5-17.
115. **Grenier, N; Greselle, J-F; Vidal, J-M; Klen, P; Baulny, D; Broussin, J; Senegar, J; Caille, J-M.** Normal and disrupted lumbar longitudinal ligaments: correlative MR and anatomic study. *Radiology*. 1989; 171: 197-205.
116. **Guerra, J Jr; Garfin, SR; Resnick, D.** Vertebral burst fractures: CT analysis of the retropulsed fragment. *Radiology*. 1984; 153: 769-772.
117. **Guigui, P; Lassale, B; Deburge, A.** Fractures et luxations récentes du rachis dorsal et lombaire de l'adulte. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris-France), Appareil locomoteur*. 1998; 15-829-A-10.
118. **Gurwitz, GS; Dawson, JM; McNamara, MJ; Federspiel, CF; Spengler, DM.** Biomechanical analysis of three surgical approaches for lumbar burst fractures using short-segment instrumentation. *Spine*. 1993; 18(8): 977-982.
119. **Harrington, PR.** Instrumentation in spine instability other than scoliosis. *S Afr Surg*. 1967; 5: 7.
120. **Harrington, RM; Budorick, T; Hoyt, J; Anderson, PA; Tencer, AF.** Biomechanics of indirect reduction of bone retropulsed into the spinal canal in vertebral fracture. *Spine*. 1993; 18(6): 692-699.
121. **Hartman, MB; Chrin, AM; Rehtine, GR.** Non operative treatment of thoracolumbar fractures. *Paraplegia*. 1995; 33: 73-76.
122. **Hashimoto, T; Kaneda, K; Abumi, K.** Relationship between traumatic spinal canal stenosis and neurological deficits in thoracolumbar burst fractures. *Spine*. 1988; 13: 1268-1272.
123. **Hazel, WA; Jones, RA; Morrey, BF.** Vertebral fractures without neurological deficit: A long term follow up study. *J Bone Joint Surg (Am)*. 1988; 70: 1319-1321.

124. **Heggeness, M; Doherty, BJ.** The trabecular anatomy of thoracolumbar vertebrae: implications for burst fractures. *J Anat.* 1997; 191: 309-312.
125. **Holdsworth, FW.** Fractures, dislocations and fracture-dislocations of the spine. *J Bone Joint Surg(Br).* 1963; 45: 6-20.
126. **Holdsworth, FW.** Fractures, dislocations and fracture-dislocations of the spine. *J Bone Joint Surg(A).* 1970; 52: 1534-1551.
127. **Hongo, M; Abe, E; Shimada, Y; Murai, H; Ishikawa, N; Sato, K.** Surface strain distribution on thoracic and lumbar vertebrae under axial compresión. *Spine.* 1999; 24(12): 1197-1202.
128. **Isomi, T; Panjabi, MM; Kato, Y.** Radiographic parameters for evaluating the neurological spaces in experimental thoracolumbar burst fractures. *J Spinal Disord.* 2000; 13(5): 404-411.
129. **Jacobs, RR; Asher, MA; Snider, RK.** Thoracolumbar spinal injuries. A comparative study of recumbent and operative treatment in 100 patients. *Spine.* 1980; 5: 463-477.
130. **Jacobs, RR; Casey, MP.** Surgical management of thoracolumbar spinal injuries. *Clin Ortho Rel Res.* 1984; 189: 22-35.
131. **James, KS; Wenger, KH; Schiegel, JD; Dunn, HK.** Biomechanical evaluation of the stability of thoracolumbar burst fractures. *Spine.* 1994; 19: 1731-1740.
132. **Jeanneret, B; Ho, PK; Magerl, F.** Burst shear flexion-distraction injuries of the lumbar spine. *J Spinal Disord.* 1993; 6: 473-481.
133. **Johnsson, R; Herrlin, K; Hagglund, G; Stromquist, B.** Spinal canal remodelling after thoracolumbar fractures with intraspinal bone fragments. *Acta Orthop Scand.* 1991; 62: 125-127.
134. **Kahanovitz, N; Arnoczky, SP; Levine, DB; Otis, JP.** The effects of internal fixation of the articular cartilage of unfused canine facet joint cartilage. *Spine.* 1984; 9: 268-272.
135. **Kaneda, K; Abumi, K; Fujiya, M.** Burst fractures with neurologic deficits of the thoracolumbar spine: Results of anterior descompression and stabilization with anterior instrumentation. *Spine.* 1984; 9:788-795.
136. **Kaneda, K; Taneichi, H; Abumi, K.** Anterior decompression and stabilitation with the Kaneda device for thoracolumbar burst fractures associated with neurological deficits. *J Bone Joint Surg (Am).* 1997; 1: 69-83.

## 7. Bibliografía

---

137. **Katonis, PG; Kontakis, GM; Loupasis, GA.** Treatment of unstable thoracolumbar and lumbar spine injuries using Cotrel-Dubousset instrumentation. *Spine*. 1999; 24: 2352-2357.
138. **Keene, JS.** Radiographic evaluation of thoracolumbar fractures. *Clin Orthop*. 1984; 189: 58-64.
139. **Kelly, RP; Whitesides, TE Jr.** Treatment of lumbodorsal fracture dislocations. *Ann Surg*. 1968; 167: 705-717.
140. **Kerslake, RW; Jaspan, T; Worthington, BS.** Magnetic resonance imaging of spinal trauma. *Br J Radiol*. 1991; 64: 386-402.
141. **Kifune, M; Panjabi, MM; Liu, W; Arand, M; Vasavada, A; Oxland, T.** Functional morphology of the spinal canal after endplate, wedge and burst fractures. *J Spinal Disord*. 1997; 10(6): 457-466.
142. **Kim, NH; Lee, HM; Chun, IM.** Neurologic injury and recovery in patients with burst fracture of the thoracolumbar spine. *Spine*. 1999; 24: 290-293.
143. **Knight, RQ; Stornelli, DP; Chan, DP; Devanny, JR; Jackson, KV.** Comparison of operative versus nonoperative treatment of lumbar burst fractures. *Clin Orthop*. 1993; 293: 112-121.
144. **Knop, C; Fabian, HF; Bastian, L; Blauth, M.** Late results of thoracolumbar fractures after posterior instrumentation and transpedicular bone grafting. *Spine*. 2001; 26: 88-99.
145. **Kostuik, JP.** Anterior fixation for fractures of the thoracic and lumbar spine with or without neurologic involvement. *Clin Orthop Rel Res*. 1984; 189: 103-115.
146. **Kraemer, WJ; Schemitsch, EH; Lever, J.** Functional outcome of thoracolumbar burst fractures without neurological deficit. *J Orthop Trauma*. 1996; 10:541-544.
147. **Krag, MH; Beynon, BD; Pope, MH; Frymoyer, JW; Haugh, LD; Weaver, DL.** An internal fixator for posterior application to short segments of the thoracic, lumbar or lumbosacral spine. Design and testing. *Clin Orthop*. 1986; 203: 75-98.
148. **Krag, MH.** Biomechanics of thoracolumbar spinal fixation: a review. *Spine*. 1991; 16(suppl): 84-99.
149. **Kramer, DL; Rodgers, WB; Mansfield, FL.** Transpedicular instrumentation and short-segment fusion of thoracolumbar fractures: a prospective study using a single instrumentation system. *J Orthop Trauma*. 1995; 9: 499-506.

150. **Krompinger, WJ; Frederickson, BE; Mino, DE; Yuan, HA.** Conservative treatment of fractures of the thoracic and lumbar spine. *Orthop Clin North Am.* 1986; 17: 161-170.
151. **Kuklo, TR; Polly, DW; Owens, BD; Zeidman, SM.** Measurement of thoracic and lumbar fracture kyphosis: evaluation of intraobserver, interobserver and technique variability. *Spine.* 2001; 26(1): 61-65; discussion 66.
152. **Kulkarni, MV; McArdle, CB; Koparicky, D; Miner, M ; Cotler, HB; Lee, KF; Harris, JH.** Acute spinal cord injury: MR imaging at 1.5 T. *Radiology.* 1987; 164: 837-843.
153. **Kuner, EH; Kuner, A; Schlickewei, W; Mullaji, AB.** Ligamentotaxis with an internal spinal fixator for thoracolumbar fractures. *J Bone Joint Surg (Br).* 1994; 76: 107-112.
154. **Langrana,NA; Harten,RD; Lin,DC.** Acute thoracolumbar burst fractures: a new view of loading mechanisms. *Spine.* 2002; 27(5): 498-508.
155. **Leferink, VJ; Nijboer, JM; Zimmerman, KW; Veldhuis, EF; Ten Vergert, EM; Ten Duis, HJ.** Burst fractures of the thoracolumbar spine: changes of the spinal canal during operative treatment and follow up. *Eur Spine J.* 2003; 12: 255-260.
156. **Leferink, VJ; Keizer, HJ; Oosterhuis, JK; Van der Sluis, CK; Ten Duis , HJ.** Functional outcome in patients with thoracolumbar burst fractures treated with dorsal instrumentation and transpedicular cancellous bone grafting. *Eur Spine J.* 2003; 12: 261-267.
157. **Leivseth, G; Brinckmann P; Frobin, W.** Assessment of sagittal plane segmental motion in the lumbar spine. A comparison between distortion-compensated and stereophotogrammetric roentgen analysis. *Spine.* 1998; 23(23): 2648-2655.
158. **Leivseth, G; Salvesen, R; Hemminghytt, S; Brinckmann, P; Frobin, W.** Do human lumbar disc reconstitute after chemonucleolysis?. A 7 year follow up study. *Spine.* 1999; 24(4): 342-347.
159. **Li, KC; Hsieh, CH; Lee, CY; Chen, TH.** Transpedicular body augmenter: a further step in treating burst fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2005; Jul(436): 119-125.
160. **Limb, D; Shaw, DL; Dickson, RA.** Neurological injury in thoracolumbar burst fractures. *J Bone Joint Surg.* 1995; 77: 774-777.

## 7. Bibliografía

---

161. **Lin, RM; Panjabi, MM; Oxland, TR.** Functional radiographs of acute thoracolumbar burst fractures. A biomechanical study. *Spine*. 1993; 18(16): 2431-2437.
162. **Lin, RM; Panjabi, MM; Oxland, TR.** Significant roentgenographic parameters for evaluating the flexibility of acute thoracolumbar burst fracture. An in vitro study. *Int Orthop*. 1997. 21(2): 109-114.
163. **Lindahl, S; Willen, J; Irstam, L.** Computed tomography of bone fragments in the spinal canal. *Spine*. 1983; 8: 181-186.
164. **Lindahl, S; Willen, J; Norwall, A; Irstam, L.** The crush-cleavage fracture. A new thoracolumbar unstable fracture. *Spine*. 1983; 8: 559-569.
165. **Lindsey, RW; Dick, W.** The fixateur interne in the reduction and stabilization of thoracolumbar spine fractures in patients with neurologic deficit. *Spine*. 1991; 16 (suppl 3): 140-145.
166. **Lonstein, JE; Carlson, JM.** The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *J Bone Joint Surg (Am)*. 1984; 66: 1061-1071.
167. **López Oliva, FM; León, CS; Cebrián, JLP; Carsi, BLL; López-Duran, LS.** Tratamiento de las fracturas toraco-lumbares y lumbares con el fijador AO. *Rev Ortop Traumatol*. 1996; 28: 240-245.
168. **Louis, R.** Spinal stability as defined by the three column concept. *Anat Clin*. 1985; 7: 33.
169. **Louis, CA; Gauthier, VY; Louis, RP.** Posterior approach with Louis Plates for fractures of the thoraco-lumbar and lumbar spine with and without neurologic deficits. *Spine*. 1998; 23(18): 2030-2039.
170. **Lu, WW; Cheung, KMC; Li, YW; Luk, KDK; Holmes, AD; Zhu, QA; Leong, JCY.** Bioactive bone cement as a principal fixture for spinal burst fracture. *Spine*. 2001; 26(24): 2684-2691.
171. **Luque, ER; Rapp, GF.** A new semirigid method for intrapedicular fixation of the spine. *Orthopedics*. 1988; 11: 1445.
172. **Magerl, FP.** Stabilization of the lower thoracic and lumbar spine with external skeletal fixation. *Clin Orthop*. 1984; 189: 125-141.
173. **Magerl, F; Aebi, M; Gertzbein, SD; Harms, J; Nazarian, S.** A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J*. 1994; 3: 184-201.

174. **Malcolm, BW; Bradford, DS; Winter, RB; Chou, SN.** Post-traumatic kyphosis. *J Bone Joint Surg.* 1981; 63: 891-899.
175. **Martijn, A; Veldhuis, EFM.** The diagnostic value of interpediculate distance assessment on plain films in thoracic and lumbar spine injuries. *J Trauma.* 1991; 31: 1393-1395.
176. **Matsuzaki, H; Tokuhashi, Y; Wakabayashi, K; Ishihara, K; Shirasaki, Y; Tateishi, T.** Rigix plate system for anterior fixation of thoracolumbar vertebrae. *J Spinal Disord.* 1997; 10: 339-347.
177. **McAfee, PC; Yuan, HA; Lasda, NA.** The unstable burst fracture. *Spine.* 1982; 7: 365.
178. **McAfee, PC; Yuan, HA; Fredrickson, BE; Lubicky, JP.** The value of computed tomography in thoracolumbar fractures. An analysis of one hundred consecutive cases and a new classification. *J Bone Joint Surg(Am).* 1983; 65: 461-473.
179. **McAfee, PC; Werner, FW; Gibson, RR.** A biomechanical analysis of spinal instrumentation systems in thoracolumbar fractures. Comparison of traditional Harrington distraction instrumentation with segmental spinal instrumentation. *Spine.* 1985; 10(3): 204-217.
180. **McAfee, PC; Bohlman, HH; Yuan, HA.** Anterior decompression of traumatic thoracolumbar fractures with incomplete neurological deficit using a retroperitoneal approach. *J Bone Joint Surg (Am).* 1985; 67: 89-104.
181. **McCormack, T; Karaikovic, E; Gaines, RW.** The load sharing classification of spine fractures. *Spine.* 1994; 19: 1741-1744.
182. **McCullen, G; Vaccaro, A; Garfin, S.** Thoracic and lumbar trauma. Rationale for selecting the appropriate fusion technique. *Orthop Clin of North Am.* 1998; 29(4): 813-828.
183. **McDonough, PW; Davis, R; Tribus, C; Zdeblick, TA.** The management of acute thoracolumbar burst fractures with anterior corpectomy and Z-plate fixation. *Spine.* 2004; 29:1901-1908.
184. **McEvoy, RD; Bradford, DS.** The management of burst fractures of the thoracic and lumbar spine: Experience in 53 patients. *Spine.* 1985; 10: 631-637.
185. **McGrory, BJ; VanderWilde, RS; Currier, BL; Eismont, FJ.** Diagnosis of subtle thoracolumbar burst fractures. A new radiographic sign. *Spine.* 1993; 18: 2282-2285.

## 7. Bibliografía

---

186. **McLain, RF; Sparling, E; Benson, DR.** Early failure of short segment pedicle instrumentation for thoracolumbar fractures. A preliminary report. *J Bone Joint Surg Am.* 1993; 75: 162-167.
187. **McLain, RF.** Pedicular fixation. In: Bradford DS, ed. *Master Techniques in Orthopaedic Surgery: The Spine.* Philadelphia: Lippincott-Raven, 1997: 435-452.
188. **McNamara, MJ; Stephens, GC; Spengler, DM.** Transpedicular short segment fusions for treatment of lumbar burst fractures. *J Spinal Disord.* 1992; 5: 183-187.
189. **Mermelstein, LE; McLain, RF; Yerby, SA.** Reinforcement of thoracolumbar burst fractures with calcium phosphate cement: A biomechanical study. *Spine.* 1998; 23: 664 – 671.
190. **Meves, R; Avanzi, O.** Correlation between neurological déficit and spinal canal compromise in 198 patients with thoracolumbar and lumbar fractures. *Spine.* 2005; 30: 787-791.
191. **Mikles, MR; Stchur, RP; Graziano, GP.** Posterior instrumentation for thoracolumbar fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2004; 12:424-435.
192. **Miyakoshi, N; Abe, E; Shimada, Y; Hongo, M; Chiba, M; Sato, K.** Anterior decompression with single segment spinal interbody fusion for lumbar burst fracture. *Spine.* 1999; 24: 67-73.
193. **Morrissy, RT; Goldsmith, GS; Hall, EC.** Measurement of the Cobb angle on radiographs of patients who have scoliosis: evaluation of intrinsic error. *J Bone Joint Surg (Am).* 1990; 72: 320-327.
194. **Müller, ME; Allgöwer, M; Schneider,R; Willenegger, H.** *Manual de Osteosíntesis. Técnicas recomendadas por el grupo de la AO.* 1993. 3ª edición. Springer-Verlag Ibérica.
195. **Müller, U; Berlemann, U; Sledge, J.** Treatment of thoracolumbar burst fractures without neurologic déficit by indirect reduction and posterior instrumentation: bisegmental stabilization with monosegmental fusion. *Eur Spine J.* 1999; 8: 284-289.
196. **Mumford, J; Weinstein, JN; Spratt, KF.** Thoracolumbar burst fractures: the clinical efficacy and outcome of nonoperative management. *Spine.* 1993; 8: 955-970.
197. **Nicoll, EA.** Fractures of the dorsolumbar spine. *J Bone Joint Surg (Br).* 1949; 31:376-394.

198. **Nykamp, PW; Levy, JM; Christensen, F; Dunn, R; Hubbard, J.** Computed tomography for a bursting fracture of the lumbar spine. *J Bone Joint Surg(Am)*. 1978; 60: 1108-1109.
199. **Ochia, RS; Ching, RP.** Internal pressure measurements during burst fracture formation in human lumbar vertebrae. *Spine*. 2002; 27(11): 1160-1167.
200. **Oda,T; Panjabi,MM; Kato,Y.** The effects of pedicle screw adjustments on the anatomical reduction of thoracolumbar burst fractures. *Eur Spine J*. 2001; 10(6): 505-511.
201. **Oda, T; Panjabi, MM.** Pedicle screw adjustments affect stability of thoracolumbar burst fracture. *Spine*. 2001; 26(21): 2328-2333.
202. **Okuyama, K; Abe, E; Chiba, M; Ishikawa, N; Sato, K.** Outcome of anterior decompression and stabilization for thoracolumbar unstable burst fractures in the absence of neurologic deficits. *Spine*. 1996; 21: 620-625.
203. **Olerud, S; Karlstrom, G; Sjostrom, L.** Transpedicular fixation of thoracolumbar vertebral fractures. *Clin Orthop*. 1988; 227: 44-51.
204. **Oner, FC; Van der Rijt, RR; Ramos, LMP.** Changes in disc space after fractures of the thoracolumbar spine. *J Bone Joint Surg (Br)*. 1998; 80: 833-839.
205. **Ortiz, JAG; López-Sastre, AN; Moreno, JJT.** Análisis comparativo de cuatro métodos de fijación posterior de las fracturas toraco-lumbares. *Rev Ortop Traumatol*. 1997; 341: 106-111.
206. **Panchbhavi, VK; Trevino, S.** Comparison between manual and computer-assisted measurements of hallux valgus parameters. *Foot Ankle Int*. 2004; 25: 708-711.
207. **Panjabi, MM; Oxland, TR; Lin, RM; McGowen, TW.** Thoracolumbar burst fracture. A biomechanical investigation of its multidirectional flexibility. *Spine*. 1994; 19: 578-585.
208. **Panjabi, MM; Oxland, TR; Kifune, M; Arand, M; Wen, L; Chen, A.** Validity of the three column theory of thoracolumbar fractures. A biomechanic investigation. *Spine*. 1995; 20: 1122-1127.
209. **Panjabi, MM; Kifune, M; Wen, L; Arand, M; Oxland, TR; No-Lin, R; Yoon, W-SS; Vasavada, A.** Dynamic canal encroachment during thoracolumbar burst fractures. *J Spinal Disord*. 1995; 8: 39-48.
210. **Panjabi, MM; Oda, T; Wang, JL.** The effects of pedicle screw adjustments on neural spaces in burst fracture surgery. *Spine*. 2000; 25(13): 1637-1643.

## 7. Bibliografía

---

211. **Panjabi,MM; Kato,Y; Hoffman,H; Cholewicki,J; Krag, M.** A study of stiffness protocol as exemplified by testing of a burst fracture model in sagittal plane. *Spine*. 2000; 25(21): 2748-2754.
212. **Panjabi,MM; Kato,Y; Hoffman,H; Cholewicki,J.** Canal and intervertebral foramen encroachments of a burst fracture: effects from the center of rotation. *Spine*. 2001; 26(11): 1231-1237.
213. **Parker, JW; Lane, JR; Karaikovic, EE; Gaines, RW.** Successful short segment instrumentation and fusion for thoracolumbar spine fractures. *Spine*. 2000; 25(9): 1157-1169.
214. **Perey, O.** Fracture of the vertebral end plate in the lumbar spine: an experimental biomechanical investigation. *Acta Orthop Scand*. 1957; 25(suppl): 5.
215. **Petersilge, CA; Pathria, MN; Emery, SE; Masaryk, JJ.** Thoracolumbar burst fractures: evaluation with MR imaging. *Radiology*. 1995; 194: 49-54.
216. **Purcell, GA; Markolf, KL; Dawson, EG.** Twelfth thoracic first lumbar vertebral mechanical stability of fractures after Harrington rod instrumentation. *J Bone Joint Surg (Am)*. 1981; 63: 71-78.
217. **Ramieri, A; Villani, C; Nocente, M; Belli, P; Costanzo, G.** Vertebral instability in non-neurologic thoracolumbar fractures: the predictive value of methods of measurement. *Chir Organi Mov*. 2000; 85(2): 121-127.
218. **Ramos Galea, R ; Sánchez López, JM ; Valverde García, JA ; García Alonso, M.** Instrumentación transpedicular corta para el tratamiento de las fracturas tóracolumbares. *Avances Traumatol*. 2002; 32(4) : 275-278.
219. **Reid, DC; Hu, RI; Davis, LA; Saboe, LA.** The nonoperative treatment of burst fractures of the thoracolumbar junction. *J Trauma*. 1988; 28: 1188-1194.
220. **Reyes Sanchez,A; Rosales,LM; Miramontes,VP.** Treatment of thoracolumbar burst fractures by vertebral shortening. *Eur Spine J*. 2002; 11(1): 8-12.
221. **Riebel, G; Yoo, J; Fredickson, B; Yuan, H.** Review of Harrington rod treatment of spinal trauma. *Spine*. 1993; 18(4): 479-491.
222. **Roaf, R.** Study of the mechanics of spinal injuries. *J Bone Joint Surg (Br)*. 1960; 42: 810.

223. **Roy-Camille, R; Demeulenaere, C.** Osteosynthese du rachis dorsal, lombaire et lombosacre par plaques metalliques vises dans les pedicles vertebraux et les apophyses articulaires. *Presse Med.* 1970; 78: 1447-1448.
224. **Roy-Camille, R; Saillant, G.** Les traumatismes du rachis sans complication neurologique. *Int Orthop.* 1984; 8:155-162.
225. **Roy-Camille, R; Saillant, G; Mazel, C.** Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plate. *Clin Orthop.* 1986; 203: 7-17.
226. **Roy-Camille, R; Saillant, G; Mazel, C.** Plating of thoracic, thoracolumbar and lumbar injuries with pedicle screw plates. *Orthop Clin North Am.* 1986; 17: 147-159.
227. **Ruan, DK; Shen, GB; Chui, HX.** Shen instrumentation for the management of unstable thoracolumbar fractures. *Spine.* 1998; 23: 1324-1332.
228. **Rudig, L; Seidel, T; Duber, C; Runkel, M; Rommens, PM.** Efficacy of ultrasound controlled direct reposition of fragments of the posterior vertebral body facet. *Unfallchirurg.* 1998; 101(4): 259-264.
229. **Saifuddin, A; Noordeen, H; Taylor, BA; Bayley, I.** The role of imaging in the diagnosis and management of thoracolumbar burst fractures: current concepts and review of the literature. *Skeletal Radiol.* 1996; 25(7): 603-613. Review article.
230. **Sanderson, PL; Fraser, RD; Hall, DJ; Cain, CM; Osti, OL.** Short segment fixation of thoracolumbar burst fractures without fusion. *Eur Spine J.* 1999; 8(6): 495-500.
231. **Sanzana Salamanca, ES; Mansilla Saavedra, MG; Mansilla Espinosa, JA.** Fracturas del raquis tóracolumbar tratadas mediante instrumentación pedicular. *Mapfre Medicina.* 1999; 10(4):261-270.
232. **Sasso, RC; Cotler, HB; Reuben, JD.** Posterior fixation of thoracic and lumbar spine fractures using DC plates and pedicle screws. *Spine.* 1991; 16(S): S134-139.
233. **Sasso, RC; Cotler, HB.** Posterior instrumentation and fusion for unstable fractures and fracture-dislocations of the thoracic and lumbar spine. A comparative study of three fixation devices in 70 patients. *Spine.* 1993; 18: 45-60.
234. **Scheffer, MM; Bradford, LC.** Thoracolumbar burst fractures. *Spine Trauma.* Levine; Eismont; Garfin; Ziyler. Ed. W.B. Saunders Company. 1998.
235. **Schnee, CL; Ansell, LV.** Selection criteria and outcome of operative approaches for thoracolumbar burst fractures with and without neurological deficit. *J Neurosurg.* 1997; 86: 48-55.

## 7. Bibliografía

---

236. **Schuler, TC; Subach, BR; Branch, CL; Foley, KT; Burkus, JK; Lumbar Spine Study Group.** Segmental lumbar lordosis: manual versus computer-assisted measurement using seven different techniques. *J Spinal Disord Tech.* 2004; 17: 372-379.
237. **Seybold, EA; Sweeney, CA; Fredrickson, BE; Warhold, LG; Bernini, PM.** Functional outcome of low lumbar burst fractures. A multicenter review of operative and nonoperative treatment of L3-L5. *Spine.* 1999; 24(20): 2154-2161.
238. **Shea, KG; Stevens, PM; Nelson, M; Smith, JT; Masters, KS; Yandow, S.** A comparison of manual versus computer-assisted radiographic measurement. Intraobserver measurement variability for Cobb angles. *Spine.* 1998; 23: 551-555.
239. **Shen, WJ; Shen, YS.** Nonsurgical treatment of three column thoracolumbar junction burst fractures without neurologic deficit. *Spine.* 1999; 24(4): 412-415.
240. **Shen, WJ; Liu, TJ; Shen, YS.** Nonoperative treatment versus posterior fixation for thoracolumbar junction burst fractures without neurologic deficit. *Spine.* 2001; 26(9): 1038-1045.
241. **Shiba, K; Katsuki, M; Ueta, T; Ohta, H; Rikimaru, H.** Transpedicular fixation with Zielke instrumentation in the treatment of thoraco-lumbar and lumbar injuries. *Spine.* 1994; 19: 1940-1949.
242. **Shirado, O; Kaneda, K; Tadano, S; Ishikawa, H; McAfee, PC; Warden, KE.** Influence of disc degeneration on mechanism of thoracolumbar burst fractures. *Spine.* 1992; 17: 286-292.
243. **Shono, Y; McAfee, PC; Cunningham, BW.** Experimental study of thoracolumbar burst fractures. A radiographic and biomechanical analysis of anterior and posterior instrumentation systems. *Spine.* 1994; 19(15): 1711-1722.
244. **Shuman, WP; Rogers, JV; Sickler, ME et al.** Thoracolumbar burst fractures: CT dimensions of the spinal canal relative to postsurgical improvement. *Am J Roentgenol.* 1985; 145: 337-341.
245. **Singh, K; Vaccaro, AR; Eichenbaum, MD; Fitzhenry, LN.** The surgical management of thoracolumbar injuries. *J Spinal Cord Med.* 2004; 27: 95-101.
246. **Singh, K; Heller, JG; Samartzis, D; Price, JS; An HS; Yoon, ST; Rhee, J; Ledlie, JT; Phillips, FM.** Open vertebral cement augmentation combined with lumbar decompression for the operative management of thoracolumbar stenosis secondary to osteoporotic burst fractures. *J Spinal Disord Tech.* 2005; 18: 413-419.

247. **Sjöström, L; Jacobsson, O; Karlström, G; Pech, P; Rauschnig, W.** Spinal canal remodelling after stabilization of thoracolumbar burst fractures. *Eur Spine J.* 1994; 3: 312-317.
248. **Sjöström, L; Karlström, G; Pech, P; Rauschnig, W.** Indirect spinal canal decompression in burst fractures treated with pedicle screw instrumentation. *Spine.* 1996; 21: 113-123.
249. **Sledge, J; Allred, CD.** Does 'canal clearance' affect neurological outcome after thoracolumbar burst fractures?. *J Bone Joint Surg Br.* 2001; 83(4): 620-621.
250. **Speth, MJ; Oner, FC; Kadic, MA.** Recurrent kyphosis after posterior stabilization of thoracolumbar fractures: 24 cases treated with a Dick internal fixator followed for 1.5-4 years. *Acta Orthop Scand.* 1995; 66(5): 406-410.
251. **SPSS Inc.** Base system user's guide. SPSS® 6.1 software. Chicago, Illinois. 1994.
252. **Stagnara, P; Demauroy, JC; Dran, G et al.** Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis. *Spine.* 1982; 7: 335-342.
253. **Stanislas, MJC et al.** A high risk group for thoracolumbar fractures. *Injury.* 1998; 29: 15-18.
254. **Starr, JK; Hanley, EN.** Junctional burst fractures. *Spine.* 1992; 17:551-557.
255. **Stauffer, ES.** Current concepts review: internal fixation of fractures of the thoracolumbar spine. *J Bone Joint Surg (Am).* 1984; 66: 1113-1114.
256. **Steffee, AD; Biscup, RS; Sitkowski, DJ.** Segmental spine plates with pedicle screw fixation. A new internal fixation device for disorders of the lumbar and thoracolumbar spine. *Clin Orthop* 1986; 203:45-53.
257. **Stephens, GC; Devito, DP; McNamara, MJ.** Segmental fixation of lumbar burst fractures with Cotrel-Dubouset instrumentation. *J Spinal Disord.* 1992; 5:344-348.
258. **Sullivan, JA.** Sublaminar wiring of Harrington distraction rods for unstable thoracolumbar spine fractures. *Clin Orthop.* 1984; 189: 178-185.
259. **Sutherland, CJ; Miller, F; Wang, GJ.** Early progressive kyphosis following compression fractures. *Clin Orthop.* 1983; 173: 216-220.
260. **Tasdemiroglu, E; Tibbs, PA.** Long term follow-up results of thoraco-lumbar fractures after posterior instrumentation. *Spine.* 1995; 20: 1704-1708.
261. **Tezer, M; Erturer, RE; Ozturk, C; Ozturk, I; Kuzgun, U.** Conservative treatment of fractures of the thoracolumbar spine. *Int Orthop.* 2005; 29: 78-82.

## 7. Bibliografía

---

262. **Tezeren, G; Kuru, I.** Posterior fixation of thoracolumbar burst fracture: short-segment pedicle fixation versus long-segment instrumentation. *J Spinal Disord Tech.* 2005; 18: 485-488.
263. **Thomas, KC; Lalonde, F; O'Neil, J; Letts, RM.** Multiple level thoracolumbar burst fractures in teenaged patients. *J Pediatr Orthop.* 2003; 23: 119-123.
264. **Tracy, PT; Wright, RM; Hanigan, WC.** Magnetic resonance imaging of spinal injury. *Spine.* 1989; 14: 292-301.
265. **Trafton, PG; Boyd, CA.** Computed tomography of thoracic and lumbar spine injuries. *J Trauma.* 1984; 24: 506-515.
266. **Tropiano, P; Huang, RC; Louis, CA; Poitout, DG; Louis, RP.** Functional and radiographic outcome of thoracolumbar and lumbar burst fractures managed by closed orthopaedic reduction and casting. *Spine.* 2003; 28: 2459-2465.
267. **Vaccaro, AR; An, HA; Lin, S; Sun, S; Balderston, RA; Cotler, JM.** Non-contiguous injuries of the spine. *J Spinal Disord.* 1992; 5:320-329.
268. **Vaccaro, AR; Nachwalter, RS; Klein, GR; Sowards, JM; Albert, TJ; Garfin, SR.** The significance of thoracolumbar spinal canal size in spinal cord injury patients. *Spine.* 2001; 26: 371-376.
269. **Vaccaro, AR; Kim, DH; Brodke, DS; Harris, M; Chapman J; Schildhauer, T; Routt, C; Sasso, RC.** Diagnosis and management of thoracolumbar spine fractures. *J Bone Joint Surg (Am).* 2003; 85: 2456-2470.
270. **Verlaan, JJ; Van Helden, WH; Oner, FC; Verbout, AJ; Dhert, WJA.** Balloon vertebroplasty with calcium phosphate cement augmentation for direct restoration of traumatic thoracolumbar vertebral fractures. *Spine.* 2002; 27(5): 543-548.
271. **Verlaan, JJ; Van de Kraats, EB; Oner, C; Walsum TV; Niessen, WJ; Dhert, WJA.** The reduction of endplate fractures during balloon vertebroplasty. A detailed radiological analysis of the treatment of burst fractures using pedicle screws, balloon vertebroplasty, and calcium phosphate cement. *Spine.* 2005; 30: 1840-1845.
272. **Verlaan, JJ; Van de Kraats, EB; Oner, C; Walsum TV; Niessen, WJ; Dhert, WJA.** The reduction of endplate fractures during balloon vertebroplasty. Bone displacement and the role of longitudinal ligaments during balloon vertebroplasty in traumatic thoracolumbar fractures. *Spine.* 2005; 30: 1832-1839.

273. **Verlaan, JJ; Dhert, WJA; Verbout, AJ; Oner, C.** Balloon vertebroplasty in combination with pedicle screw instrumentation. A novel technique to treat thoracic and lumbar burst fractures. *Spine*. 2005; 30: E73-E79.
274. **Wang, SC; Grattan-Smith, A.** Thoracolumbar burst fractures: two new plain film signs with CT correlation. *Australas Radiol*. 1987; 31: 404-413.
275. **Wang, JL; Panjabi, MM; Kato, Y; Nguyen, C.** Radiography cannot examine disc injuries secondary to burst fracture: quantitative discomanometry validation. *Spine*. 2002; 27(3): 235-240.
276. **Weinstein, JN; Collalto, P; Lehmann, TR.** Thoracolumbar burst fractures treated conservatively: a long term follow-up. *Spine*. 1988; 13: 33-38.
277. **Weitzman, G.** Treatment of stable thoracolumbar spine compression fractures by early ambulation. *Clin Ortho Rel Res*. 1971; 76: 116-122.
278. **Wessberg, P; Wang, Y; Irtam, L; Nordwall, A.** The effect of surgery and remodelling on spinal canal measurements after thoracolumbar burst fractures. *Eur Spine J*. 2001; 10: 55-63.
279. **West, JL; Ogilvie, JW; Bradford, DS.** Complications of the variable screw plate pedicle screw fixation. *Spine*. 1991; 16:576-579.
280. **White, AA III; Panjabi, MM.** The problem of clinical instability in the human spine: a systematic approach. In: White AA III, Panjabi MM, (eds). *Clinical biomechanics of the spine*, 2<sup>nd</sup> edn. Philadelphia: JB Lippincott, 1990: 277-378.
281. **Whitesides, TE.** Traumatic kyphosis of the thoracolumbar spine. *Clin Orthop*. 1977; 128: 78-92.
282. **Willen, J; Lindahl, S; Nordwall, A.** Unstable thoracolumbar fractures – A comparative clinical study of conservative treatment and Harrington instrumentation. *Spine*. 1985; 10: 111-122.
283. **Willen, JA; Gaekwad, UH; Kakulas, BA.** Burst fractures in the thoracic and lumbar spine. A clinico-neuropathologic analysis. *Spine*. 1989; 14: 1316-1323.
284. **Willen, J; Anderson, J; Toomoka, K; Singer, K.** The natural history of burst fractures at the thoracolumbar junction. *J Spinal Disord*. 1990; 3: 39-46.
285. **Wilcox,RK; Boerger,TO; Hall,RM.** Measurement of canal occlusion during the thoracolumbar burst fracture process. *J Biomech*. 2002; 35(3): 381-384.

## 7. Bibliografía

---

286. **Wilcox,RK; Boerger,TO; Allen, DJ; Barton, DC; Limb, D; Dickson, RA; Hall, RM.** A diynamic study of thoracolumbar burst fractures. *J Bone Joint Surg (Am)*. 2003; 85: 2184-2189.
287. **Wood, K; Butterman, G; Mehbod, A; Garvey, T; Jhanjee, R; Sechriest, V.** Operative compared with nonoperative treatment of a thoracolumbar burst fracture without neurological deficit. A prospective study. *J Bone Joint Surg Am*. 2003; 85(5): 773-781.
288. **Wood, KB; Bohn, D; Mehbod, A.** Anterior versus posterior treatment of stable thoracolumbar burst fractures without neurologic deficit: a prospective, rabdomized study. *J Spinal Disord Tech*. 2005; 18:S15-S23.
289. **Wood, KB; Khanna G; Vaccaro, A; Arnold, P; Harris, M; Mehbod, A.** Assessment of two thoracolumbar fracture classification system as used by multiple surgeons. *J Bone Joint Surg*. 2005; 87-A(7):1423-1429.
290. **Yazici, M; Atilla, B; Tepe, S; Calisir,A.** Spinal canal remodeling in burst fractures of the thoracolumbar spine: a computerized tomographic comparison between operative and nonoperative treatment. *J Spinal Disord*. 1996; 9(5): 409-413.
291. **Yerby, SA; Ehteshami, JR; McLain, RF.** Offset laminar hooks decrease bending moments of pedicle screws during in situ contouring. *Spine*. 1997; 22: 376-385.
292. **Yue, JJ; Sossan, A; Selgrath, C; Deutsch, L.** The treatment of unstable thoracic spine fractures with transpedicular screw instrumentation: a 3 year consecutive series. *Spine*. 2002; 27: 2782-2787.
293. **Zou, D; Yoo, JU; Edwards, WT et al.** Mechanics of anatomic reduction of thoracolumbar burst fractures. Comparison of distraction versus distraction plus lordosis in the anatomic reduction of the thoracolumbar burst fracture. *Spine*. 1993; 18: 195-203.

- 1) Los pacientes con instrumentación de la vértebra fracturada presentan un mejor resultado radiológico post-operatorio que los pacientes sin instrumentación de la vértebra fracturada, en las cifosis regionales: CR2, CR4, CR5, CR6, IS ,ART y en el cociente AUVA/AUVP.
- 2) Los pacientes con instrumentación de la vértebra fracturada presentan un mejor resultado radiológico en el seguimiento que los pacientes sin instrumentación de la vértebra fracturada, en las cifosis regionales: CR1, CR2, CR3, CR4, CR5, CR6, IS, ART, APP, en la CV y en el cociente AUVA/AUVP.
- 3) En la medición de la cifosis regional, según los diferentes métodos, la inclusión de los cuerpos vertebrales adyacentes a la vértebra fracturada (CR1, CR3 y CR5), muestra valores de deformidad superiores, respecto a los realizados sobre la vértebra fracturada y sus discos adyacentes (CR2, CR4 y CR6), en los tres períodos del estudio.
- 4) La corrección inicial de la deformidad raquídea traumática que se consigue mediante la cirugía, se produce principalmente a nivel del componente óseo de la unidad funcional vertebral (cuerpo vertebral), según el análisis en conjunto de los cocientes AVA/AVP y AUVA/AUVP.
- 5) Las pérdidas de corrección en la evolución se producen principalmente a nivel del componente disco-ligamentoso de la unidad funcional vertebral (fundamentalmente el espacio discal superior), según el análisis en conjunto de los cocientes AVA/AVP y AUVA/AUVP.
- 6) Los pacientes con instrumentación de la vértebra fracturada presentan una mejor corrección inicial, menor pérdida de corrección y mantienen en la evolución la altura anterior del cuerpo vertebral, mejor que en los pacientes sin instrumentación de la vértebra fracturada (según los valores de la CV, porcentaje de la AVA y el cociente AVA/AVP).

## **6. Conclusiones**

---

- 7)** Los pacientes con instrumentación de la vértebra fracturada tienen una mejor evolución radiológica que los pacientes sin instrumentación de la vértebra fracturada en la mayoría de las mediciones radiológicas analizadas, según el análisis de la varianza (MANOVA).
  
- 8)** Los pacientes con instrumentación de la vértebra fracturada presentan una tasa de fallos del montaje vertebral prácticamente nula en comparación a los pacientes sin instrumentación de la vértebra fracturada.

### 3.1. TIPO DE ESTUDIO

Se ha realizado un estudio retrospectivo de dos grupos (grupo **A** y grupo **B**).

### 3.2. POBLACIÓN Y ÁMBITO DE ESTUDIO

A partir de los archivos del Hospital Universitari de Tarragona Joan XXIII, Ciutat Sanitaria i Universitària de Bellvitge de L'Hospitalet del Llobregat (Barcelona) y Centre Hospitalari i Cardiològic de Manresa se han revisado las historias clínicas de los pacientes afectos de **fractura estallido a nivel del raquis tóraco-lumbar** e intervenidos quirúrgicamente mediante **montaje corto con barras y tornillos transpediculares por vía posterior**.

Los pacientes del Hospital Universitari de Tarragona Joan XXIII han sido tratados **con** tornillo en la vértebra fracturada, asociado con **injerto** transpedicular y postero-lateral para la artrodesis.

Los pacientes de la Ciutat Sanitaria i Universitària de Bellvitge de L'Hospitalet del Llobregat (Barcelona) y Centre Hospitalari i Cardiològic de Manresa han sido tratados **sin** tornillo en la vértebra fracturada, asociado con **injerto** transpedicular y postero-lateral para la artrodesis.

### 3.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN EN EL ESTUDIO

Los pacientes incluidos en el estudio han sido los que han cumplido los criterios enumerados en la Tabla 3.1.

- 
- 
- Fractura vertebral tipo **estallido** (tipo II de Denis o A3 de Magerl)
  - Localizada en el área tóraco-lumbar (**T11 – L2**)
  - Secundaria a un **traumatismo**
  - **No secundaria** a una fractura patológica, osteoporótica, espondilitis anquilopoyética u otras metabolopatías
  - Lesión **cerrada**
  - **Única** fractura vertebral a nivel dorsal y lumbar
  - **Con o sin** afectación neurológica
  - Cumplimiento de los **criterios radiológicas** de fractura estallido
  - Radiología **pre-operatoria**:
    - radiografías simples antero-posterior y lateral
    - TAC con cortes a nivel del pedículo de la vértebra fracturada, superior e inferior
  - Instrumentación vertebral **posterior** de **dos unidades** funcionales mediante barras y **tornillos transpediculares con o sin** instrumentación de la vértebra fracturada
  - Colocación de **injerto transpedicular**
  - Colocación de **injerto postero-lateral** para la artrodesis
  - Radiología **post-operatoria** y al **año**:
    - radiografías simples antero-posterior y lateral
  - **No retirada** de la instrumentación vertebral en el seguimiento
  - Seguimiento mínimo de **12 meses**
- 

Tabla 3.1. Criterios de inclusión.

### 3.4. CASUÍSTICA

Hemos definido dos grupos de estudio, un **grupo A** y un **grupo B**.

#### 3.4.1. Grupo A

Corresponde a los pacientes tratados en el Hospital Universitari de Tarragona Joan XXIII, en el período comprendido entre Enero de 1997 y Diciembre de 2002. Han sido revisadas 56 historias clínicas. Han cumplido los criterios de inclusión en el estudio citados anteriormente, con iconografía y seguimiento suficiente un total de **22** historias (Figura 3.1).

#### 3.4.2. Grupo B

Corresponde a los pacientes tratados en la Ciutat Sanitaria i Universitària de Bellvitge de L'Hospitalet del Llobregat (Barcelona) y Centre Hospitalari i Cardiològic de Manresa, en el período comprendido entre Enero de 1989 y Diciembre de 2002. Han sido revisadas 66 historias clínicas de la Ciutat Sanitaria i Universitària de Bellvitge y 28 del Centre Hospitalari i Cardiològic de Manresa. Han cumplido los criterios de inclusión **8** historias clínicas de la Ciutat Sanitaria i Universitària de Bellvitge y **13** del Centre Hospitalari i Cardiològic de Manresa (Figura 3.1).

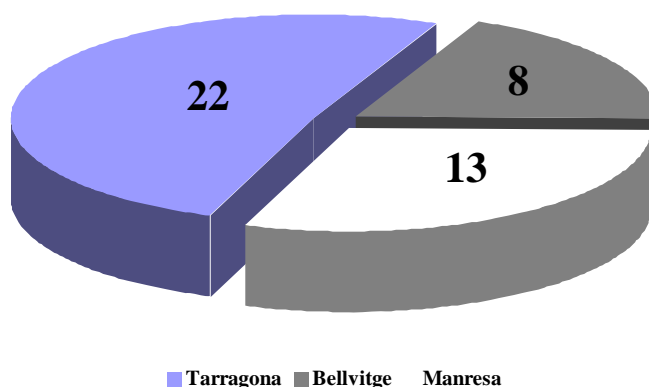


Fig. 3.1. Distribución según Hospitales.

Se ha observado una distribución uniforme de las historias clínicas en el grupo A y grupo B según los años (Figura 3.2).

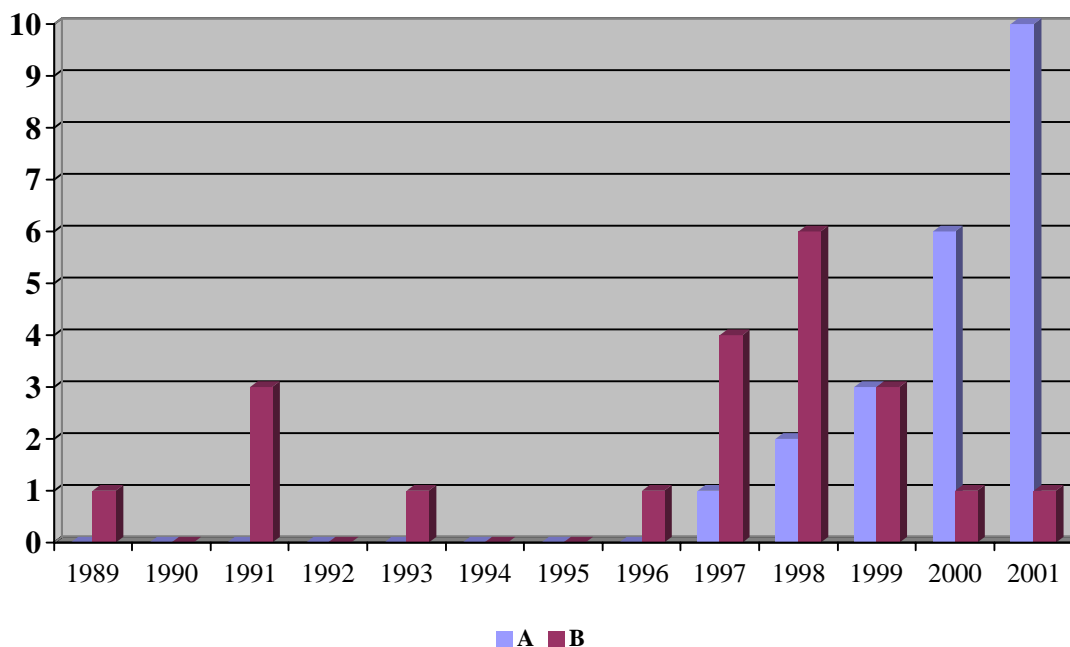


Fig. 3.2. Casuística según los años.

### 3.5. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

#### 3.5.1. Sexo

La distribución en el grupo A ha sido de 15 hombres y 7 mujeres; en el grupo B de 15 hombres y 6 mujeres.

#### 3.5.2. Edad

En el grupo A la media ha sido 40,77 años (IC 95%: 34,4 / 47,1), y en el grupo B de 36,57 años (IC 95%: 30,7 / 42,3).

#### 3.5.3. Mecanismo lesional

Los hemos dividido en tres apartados: la precipitación, incluyendo las caídas de altura, accidentes de parapente; los accidentes de tráfico y los accidentes deportivos.

#### 3.5.4. Lesiones asociadas

Las hemos dividido en 7 apartados: traumatismo craneoencefálico (TCE); traumatismo abdominal; traumatismo abdominal asociado a traumatismo torácico; traumatismo de las extremidades superiores (EESS); traumatismo de las extremidades inferiores (EEII); traumatismo de las EESS asociado a traumatismo de las EEII y fractura vertebral a nivel cervical; y policontusiones.

#### 3.5.5. Nivel de fractura

Hemos definido la unión tóraco-lumbar, como la región anatómica comprendida entre los cuerpos vertebrales de la undécima vértebra torácica (T11) a la segunda vértebra lumbar (L2).

#### 3.5.6. Lesión neurológica

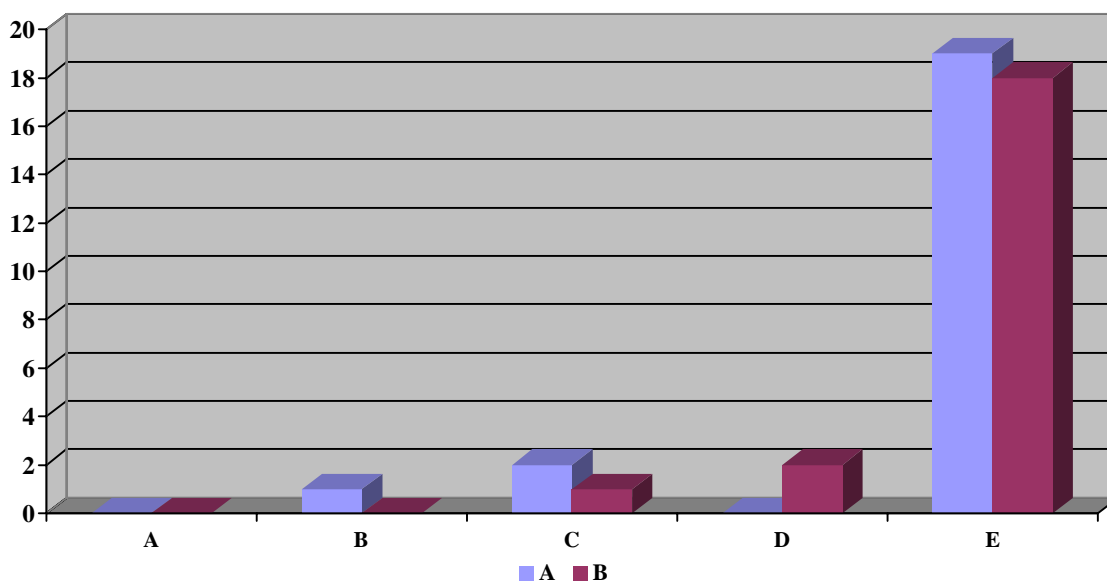
Han existido pacientes que han presentado afectación neurológica en ambos grupos; 3 en el grupo A (13,6%) y 3 en el grupo B (14,3%). Los pacientes que **no** han presentado lesión neurológica se han distribuido de la siguiente forma, 19 (86,4%) en el grupo A y 18 (85,7%) en el grupo B;  $p = 1$ .

La lesión neurológica la hemos clasificado según la Escala de Frankel y cols.<sup>99</sup> El estadio más frecuente con lesión ha sido el C, con 2 pacientes en el grupo A (9,1%) y 1 en el grupo B (4,8%); el resto de la distribución lo hemos observado en la Tabla 3.2 y Figura 3.3;  $p = 0,34$ .

### 3. Material y Método

Variable		A		B		p
		Nº	%	Nº	%	
<b>Afectación neurológica</b>	Si	3	13,6	3	14,3	1,00
	No	19	86,4	18	85,7	
<b>Frankel<sup>99</sup></b>	A	0	0	0	0	0,34
	B	1	4,5	0	0	
	C	2	9,1	1	4,8	
	D	0	0	2	9,5	
	E	19	86,4	18	85,7	

**Tabla 3.2.** Lesión neurológica pre-operatoria según la escala de Frankel y cols.<sup>99</sup>



**Fig. 3.3.** Clasificación de la lesión neurológica pre-operatoria según la escala de Frankel y cols.<sup>99</sup>

#### 3.5.7. Clasificación de la fractura estallido tóraco-lumbar

Hemos utilizado dos clasificaciones reconocidas a nivel internacional para etiquetar la fractura estallido vertebral.

### 3.5.7.1. Clasificación de Denis<sup>66</sup>

La fractura estallido ha sido clasificada como la tipo **II**. Ha sido producida por una fuerza de compresión axial afectando la columna anterior y media, con retropulsión de un fragmento de hueso en el canal medular y sin afectación de la columna posterior. Este tipo (II) se ha subdividido, a su vez, en 5 subtipos:

- Tipo II-A: fractura de los dos platillos vertebrales
- Tipo II-B: fractura del platillo vertebral superior
- Tipo II-C: fractura del platillo vertebral inferior
- Tipo II-D: estallido rotacional
- Tipo II-E: estallido con flexión

### 3.5.7.2. Clasificación de Magerl y cols.<sup>173</sup>

La fractura estallido ha sido clasificada como la tipo **A**, grupo **3**. Ha sido producida por un mecanismo de compresión axial con o sin flexión y afectación del cuerpo vertebral, exclusivamente. La continuidad vertical de la pared posterior del cuerpo vertebral ha sido perdida, con retropulsión de los fragmentos en el canal medular. El tipo A.3. ha sido subdividido en diferentes subgrupos, a su vez:

- A3.1.: fractura estallido incompleta
  - .1: fractura estallido incompleta superior
  - .2: fractura estallido incompleta lateral
  - .3: fractura estallido incompleta inferior
- A3.2.: fractura estallido con hendidura
  - .1: fractura estallido superior con hendidura
  - .2: fractura estallido lateral con hendidura
  - .3: fractura estallido inferior con hendidura
- A3.3.: fractura estallido completa
  - .1: fractura estallido completa en pinza o tenaza
  - .2: fractura estallido completa en flexión
  - .3: fractura estallido completa axial

### **3.5.8. Tiempo de espera hasta la intervención quirúrgica**

Ha sido definido como los días transcurridos desde el momento del traumatismo hasta el día de la intervención quirúrgica.

### **3.5.9. Técnica quirúrgica**

#### **3.5.9.1. Posición y vía de abordaje**

En ambos grupos se ha colocado al paciente en posición de decúbito prono, con elevadores bajo la cintura pélvica y escapular. Esto ha sido necesario para reducir la cifosis de la columna tóraco-lumbar por efecto de la gravedad y dejar libre el abdomen, evitando la excesiva pérdida sanguínea secundaria al aumento de la presión intraabdominal.

La vía de abordaje ha sido posterior según el nivel afecto, previo control radioscópico.

#### **3.5.9.2. Instrumentación**

Se ha realizado una fijación posterior corta de dos niveles funcionales, el superior e inferior a la vértebra fracturada. La diferencia entre ambos grupos reside en la instrumentación o no de la vértebra fracturada y en el número de tornillos utilizados. En el grupo A la vértebra fracturada ha sido instrumentada y el número de tornillos pediculares utilizados en el montaje han sido 6; en el grupo B no se ha instrumentado la vértebra y el número de tornillos pediculares han sido 4; **p = 0,00**.

##### **3.5.9.2.1. Tipo de instrumentación**

En ambos grupos se han utilizado tornillos / pines de Schanz transpediculares conectados a dos barras longitudinales posteriores. El tipo de instrumentación utilizada ha variado en función del hospital de referencia. Hemos analizado los diferentes tipos de instrumentaciones utilizadas.

##### **3.5.9.3. Injerto transpedicular**

Ha sido utilizado en todos los pacientes del grupo A y grupo B, con la finalidad de realizar una vertebroplastia, para recuperar la forma y altura anterior del cuerpo vertebral fracturado según la técnica descrita por Daniaux;<sup>61</sup> p = 1. Hemos analizado el origen del injerto transpedicular.

#### **3.5.9.4. Injerto postero-lateral**

Se ha utilizado en todos los pacientes del grupo A y B, asociado a la instrumentación vertebral para conseguir una artrodesis postero-lateral y evitar la pérdida de corrección en el tiempo, a partir del estudio de Lindsey y Dick;<sup>165</sup>  $p = 1$ . Hemos analizado el origen del injerto para la artrodesis postero-lateral.

#### **3.5.9.5. Gestos quirúrgicos asociados**

Hemos analizado la realización o no de gesto quirúrgicos adicionales a la técnica quirúrgica habitual.

#### **3.5.10. Complicaciones quirúrgicas**

##### **3.5.10.1. Complicaciones intra-operatorias**

Han sido definidas como las producidas durante el acto quirúrgico.

##### **3.5.10.2. Complicaciones peri-operatorias o inmediatas**

Han sido definidas como las producidas tras la terminación del acto quirúrgico y durante el ingreso del paciente en el Hospital.

#### **3.5.11. Estancia hospitalaria**

Ha sido definida como los días transcurridos desde la fecha de ingreso en el Hospital a la fecha de alta.

#### **3.5.12. Deambulación ó sedestación**

Ha sido definida como los días transcurridos desde la intervención quirúrgica al inicio de la deambulación o sedestación.

#### **3.5.13. Corsé**

Ha sido analizado la utilización o no de corsé tras iniciarse la deambulación o sedestación, así como el tipo de corsé utilizado.

#### **3.5.14. Reintervenciones**

Han sido analizadas las reintervenciones secundarias a la fractura estallido producidas durante el período de seguimiento.

### 3.5.15. Seguimiento

Ha sido definido como los meses transcurridos desde el momento del alta hospitalaria hasta la última fecha de revisión registrada en las consultas externas.

### 3.5.16. Fallo del montaje vertebral

El fallo ha sido definido como el **aumento mayor o igual a 10°** en el ángulo entre el platillo superior de la vértebra un nivel por encima y el platillo inferior de la vértebra un nivel por debajo a la vértebra fracturada medido mediante el método de Cobb (**CR1**) en el seguimiento comparado con la medida radiológica en el post-operatorio inmediato **y/o** el **fallo de la instrumentación vertebral** (ruptura, inclinación de los tornillos pediculares o el desajuste de los sistemas de conexión).<sup>8,9,59,149,181,186</sup>

### 3.6. MÉTODO DE TRABAJO

#### 3.6.1. Recogida de datos

Han sido recogidos y analizados los datos y la iconografía de las 43 historias clínicas del grupo A y el grupo B de forma detallada por un único observador.

De todos los pacientes se ha recogido de forma pre-operatoria, las radiografías simples de la columna dorso-lumbar -en proyección antero-posterior y lateral- y la tomografía axial computerizada -en cortes axiales y reconstrucciones sagitales-, de la vértebra fracturada y la inmediatamente superior e inferior.

Se han analizado las radiografías simples -en proyección antero-posterior y lateral- de la zona afecta en el postoperatorio inmediato y al cumplir como mínimo el año de evolución del proceso en la revisión en la consulta externa. En todos los pacientes del grupo B en el análisis de las radiografías en el seguimiento se ha mantenido la instrumentación vertebral.

#### 3.6.2. Método de digitalización de las imágenes y realización de las mediciones

Todas las imágenes han sido digitalizadas utilizando el scanner marca: **Epson GT-12000**<sup>®</sup>, disponible en el Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Universitari de Tarragona Joan XXIII, mediante el driver **Epson Twain Pro-32 (versión 1.01)**<sup>®</sup>. Se han utilizado los siguientes parámetros de digitalización para obtener todas las imágenes:

- Origen del documento: TPU film positivo.
- Tipo imagen: 256 escala de grises.
- Resolución: 150.
- Formato gráfico: .jpg.

Estas imágenes se han ido guardando de forma progresiva en dos carpetas diferentes, una del grupo A y otra del grupo B, identificando cada paciente mediante número de orden, nombre y apellidos.

Mediante la utilización del programa informático **Micrografx Picture Publisher 8.0**<sup>®</sup>, se han procesado las diferentes imágenes para mejorar la calidad de las mismas, mediante la utilización de la opción de contrastes y brillos, que nos proporciona el programa.

En tercer lugar hemos utilizado el programa informático **AutoCAD 2000 en castellano**<sup>®</sup>, mediante el cual hemos determinado una serie de ángulos y medidas adimensionales, que nos han permitido realizar la medición de diferentes ángulos y aplicar el método de las proporciones para realizar las diferentes mediciones radiológicas, sobre la iconografía de los pacientes.

Todos los datos y mediciones radiológicas obtenidas se han almacenado en una tabla de datos diseñada para el estudio según el programa informático **Microsoft Access 2000**<sup>®</sup>.

Estos datos nos han permitido comparar el grupo A con el grupo B en el pre-operatorio, post-operatorio y en el seguimiento (mínimo un año de evolución) y ver la evolución de los datos en el tiempo, habiéndose establecido o no significaciones estadísticas.

### **3.6.3. Método de realización de las mediciones radiológicas**

#### **3.6.3.1. Mediciones en la radiografía simple en el plano sagital**

Han medido la deformación en el plano sagital producida por el traumatismo.

##### **3.6.3.1.1. Cifosis regional 1 –CR 1-**

Definida como el ángulo entre el platillo superior de la vértebra un nivel por encima y el platillo inferior de la vértebra un nivel por debajo a la vértebra fracturada medido mediante el método de Cobb (Figura 3.4). Llamada cifosis local<sup>69</sup> y cifosis regional.<sup>117</sup>

El **ángulo de Cobb** se ha definido para calcular los grados de deformidad en las escoliosis. Este ángulo se ha calculado a través de una línea paralela al platillo superior de una vértebra y otra línea paralela al platillo inferior de otra vértebra. El ángulo de Cobb ha sido definido como el ángulo formado por la intersección de la perpendicular de cada línea paralela. Este sistema de medición se ha extrapolado a otros sistemas conociéndose como método de Cobb.

Los valores angulares **positivos** han sido considerados como una deformidad en **cifosis**. Mientras que los valores angulares **negativos** han sido considerados como una deformidad en **lordosis**.

### 3.6.3.1.2. Cifosis regional 2 –CR 2-

Definida como el ángulo entre el platillo inferior de la vértebra un nivel por encima y el platillo superior de la vértebra un nivel por debajo a la vértebra fracturada medido mediante el método de Cobb (Figura 3.5).<sup>250</sup>

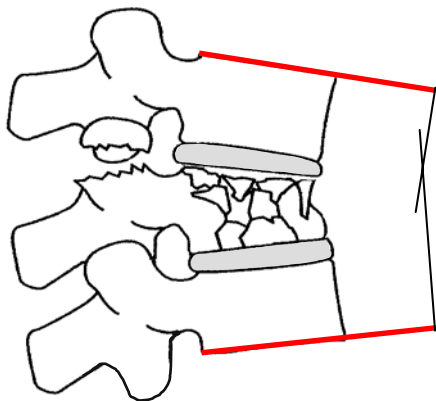


Fig.3.4. CR 1.

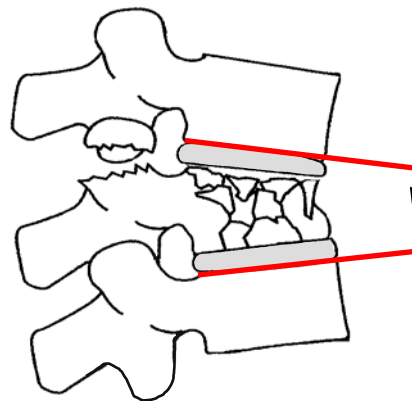


Fig.3.5. CR 2.

### 3.6.3.1.3. Cifosis regional 3 –CR 3-

Definida como el ángulo entre el platillo superior de la vértebra un nivel por encima a la fracturada y el platillo inferior de la vértebra fracturada medido mediante el método de Cobb (Figura 3.6). Llamada deformidad segmentaria de Gardner.<sup>137</sup>

### 3.6.3.1.4. Cifosis regional 4 –CR 4-

Definida como el ángulo entre el platillo inferior de la vértebra un nivel por encima a la fracturada y el platillo inferior de la vértebra fracturada medido mediante el método de Cobb (Figura 3.7).<sup>143</sup>

### 3. Material y Método

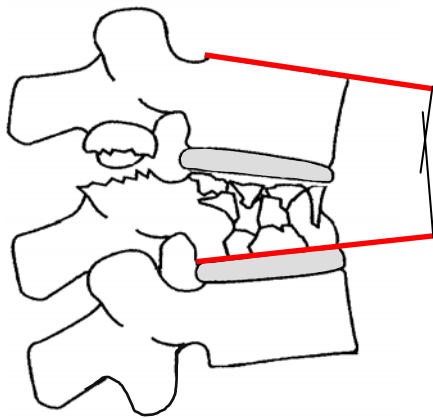


Fig. 3.6. CR 3.

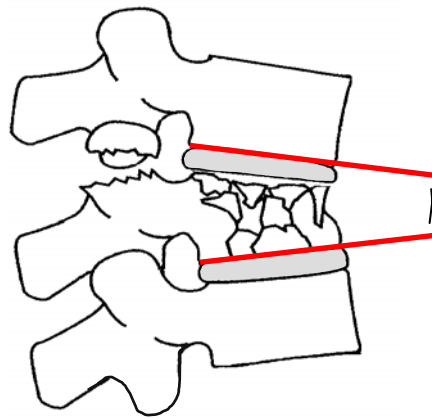


Fig. 3.7. CR 4.

#### 3.6.3.1.5. Cifosis regional 5 –CR 5-

Definida como el ángulo entre el platillo inferior de la vértebra un nivel por debajo a la fracturada y el platillo superior de la vértebra fracturada medido mediante el método de Cobb (Figura 3.8).

#### 3.6.3.1.6. Cifosis regional 6 –CR 6-

Definida como el ángulo entre el platillo superior de la vértebra un nivel por debajo a la fracturada y el platillo superior de la vértebra fracturada medido mediante el método de Cobb (Figura 3.9).

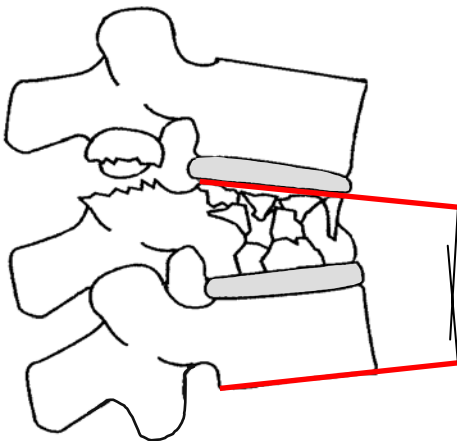


Fig. 3.8. CR 5.

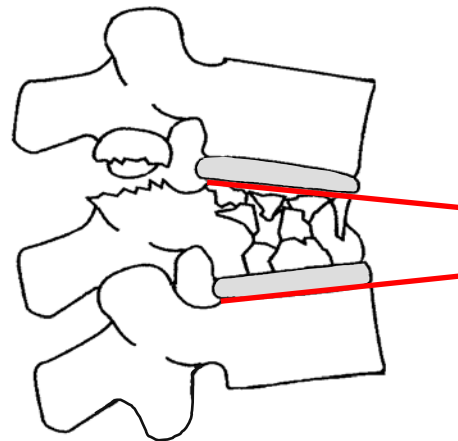


Fig. 3.9. CR 6.

### 3.6.3.1.7. Cifosis vertebral –CV-

Definida como el ángulo entre el platillo superior y el platillo inferior de la vértebra fracturada medido mediante el método de Cobb (Figura 3.10). Llamada ángulo de compresión anterior<sup>69</sup> y ángulo de acuñamiento.<sup>165</sup>

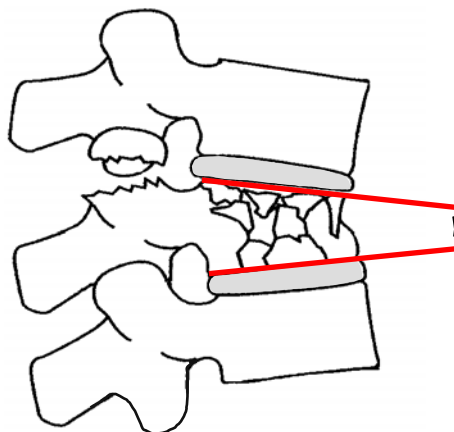


Fig. 3.10. CV.

### 3.6.3.1.8. Índice sagital –IS-

Definido por Farcy y cols.<sup>93</sup> Ha sido la cifosis segmentaria de un segmento móvil –una vértebra + un disco-; ha medido el ángulo formado por el platillo inferior de la vértebra fracturada y el platillo inferior de la vértebra superior mediante el método de Cobb, ajustado al contorno sagital basal fisiológico del nivel afecto (Figura 3.11 y Figura 3.12). La deformidad cifótica fue definida como una medida positiva.

Índice Sagital = deformidad cifótica segmentaria – curva sagital basal del nivel de la  
fractura (T11= +5° / T12-L1= 0° / L2= -10°)

Como estimación de la curva basal sagital fisiológica, se seleccionaron 5° en los segmentos torácicos, 0° en la unión tóraco-lumbar y -10° en los segmentos lumbares.

### 3. Material y Método

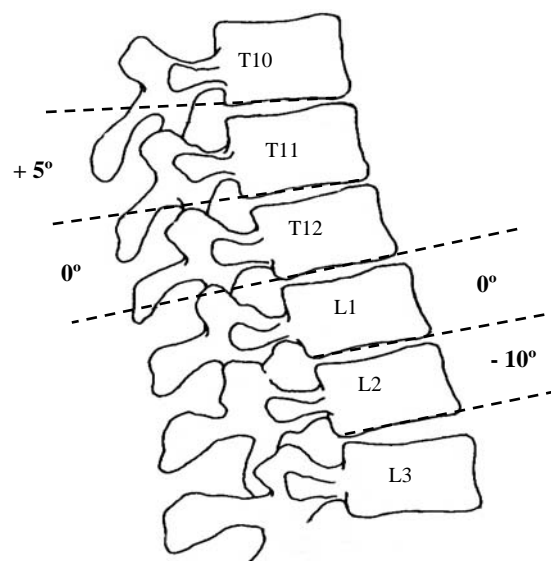


Fig.3.11. Contorno sagital fisiológico según Farcy y cols.<sup>93</sup>

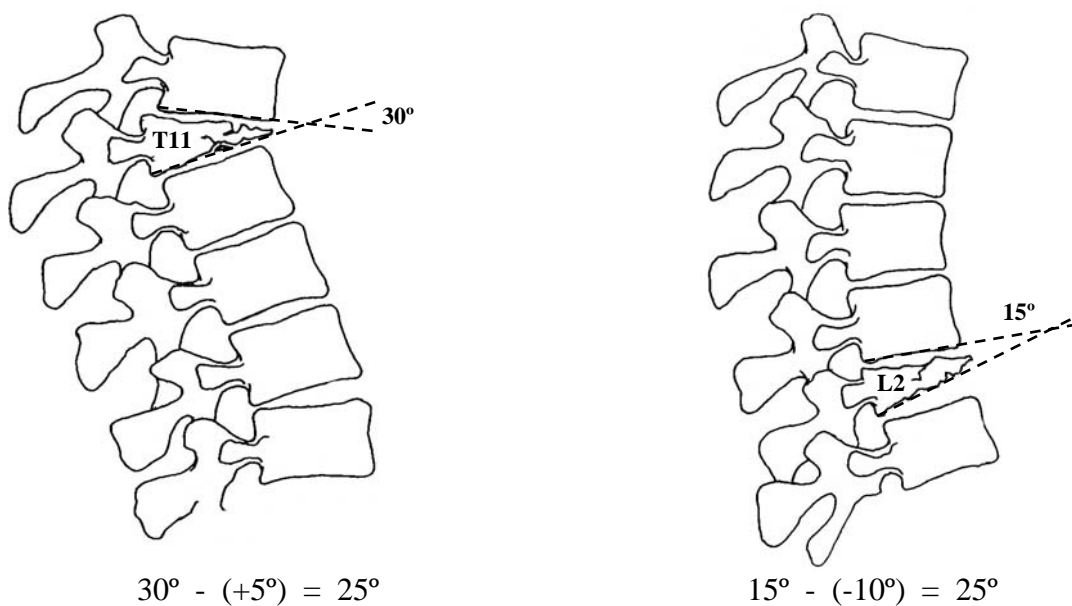


Fig. 3.12. IS según el nivel de fractura.

#### 3.6.3.1.9. Angulación regional traumática –ART-

Definido por Argenson y Lassale.<sup>12</sup> Este índice ha estudiado la deformación regional no en valores absolutos sino en relación con un perfil fisiológico, al igual que el Índice Sagital. Ha sido el ángulo medido entre el platillo superior de la vértebra un nivel por encima y el platillo inferior de la vértebra un nivel por debajo a la vértebra fracturada medido según el método de Cobb y ajustado al contorno sagital basal fisiológico del nivel afecto. Ha sido positiva para una deformación en flexión y negativa para una deformación en extensión.

ART = cifosis regional – angulación fisiológica para el nivel (T11 +9° / T12 +7° / L1 +1° / L2 -8°)

Al no haber podido conocer el estado prefractural, ha sido necesario aceptar, a pesar de las variaciones individuales de la curvatura del rquis, valores de referencia y tolerar una cierta diferencia en estos valores. Se han seleccionado los valores fisiológicos medidos por Stagnara y cols. (Figura 3.13 y Figura 3.14).<sup>252</sup>

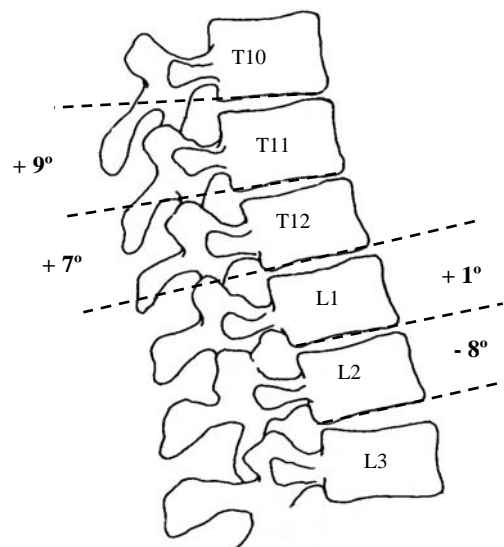


Fig. 3.13. Contorno sagital fisiológico según Stagnara y cols.<sup>252</sup>

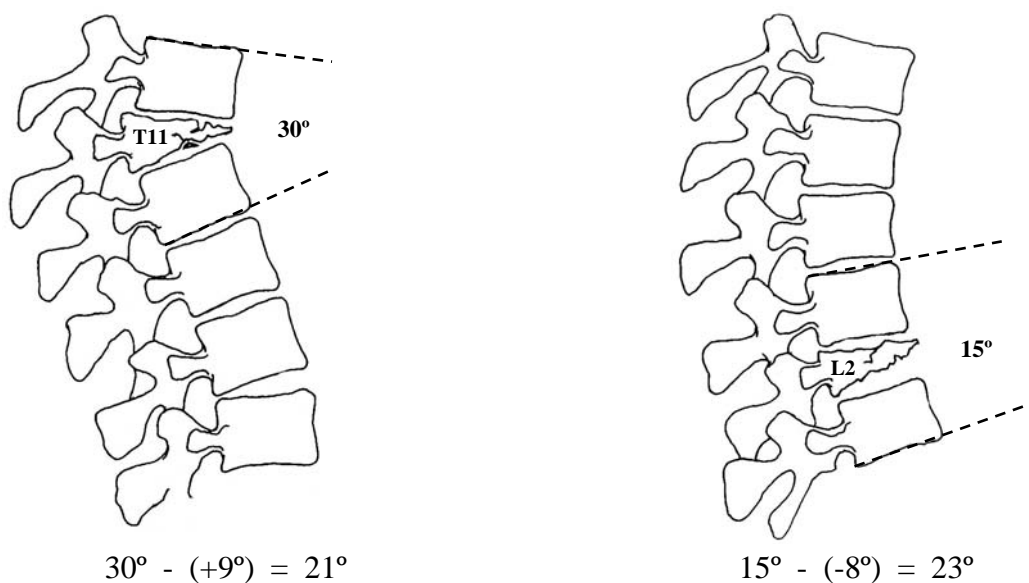


Fig. 3.14. ART según el nivel de fractura.

### 3.6.3.1.10. Ángulo de la pared posterior –APP-

Medida del ángulo entre una línea que pasaba por la pared posterior de la vértebra superior y otra por la pared posterior de la vértebra inferior a la vértebra fracturada (Figura 3.15).<sup>151</sup>

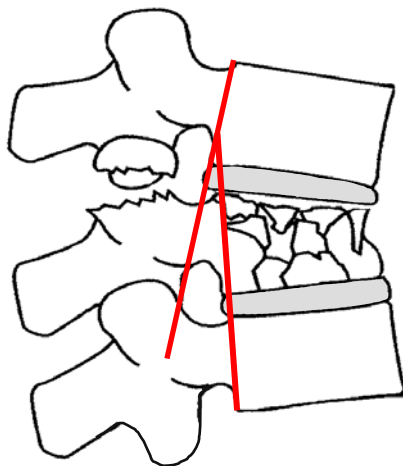


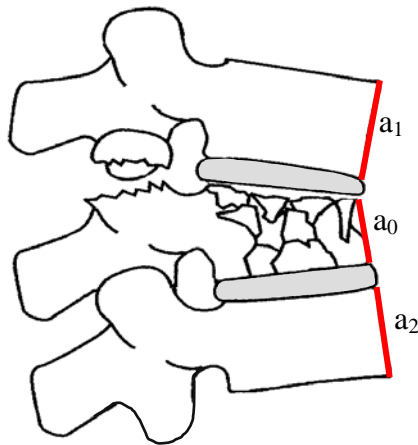
Fig. 3.15. APP.

### 3.6.3.1.11. Porcentaje de compresión de la altura vertebral anterior -% AVA-

Hemos definido la altura vertebral anterior como la distancia perpendicular entre la esquina antero-superior y la línea paralela al platillo vertebral inferior de la vértebra afecta (AVA).<sup>162</sup>

El porcentaje de compresión lo hemos calculado con la fórmula de Willen.<sup>196,282</sup> Esta fórmula ha estimado el valor pre-lesional de la altura vertebral de la vértebra fracturada a partir de una media de un valor similar obtenido desde la vértebra superior e inferior al nivel de la lesión (Figura 3.16).

Los porcentajes positivos han indicado una pérdida de altura del cuerpo vertebral.



$$\% \text{AVA} = \frac{\frac{a_1 + a_2}{2} - a_0}{\frac{a_1 + a_2}{2}} \times 100$$

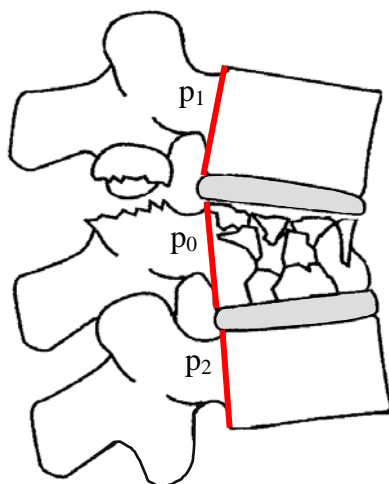
Fig. 3.16. % AVA.

### 3.6.3.1.12. Porcentaje de compresión de la altura vertebral posterior -% AVP-

Hemos definido la altura vertebral posterior como la distancia perpendicular entre la esquina postero-superior y la línea paralela al platillo vertebral inferior de la vértebra afecta (AVP).<sup>162</sup>

El porcentaje de compresión lo hemos calculado con la fórmula de Willen<sup>196,282</sup> Esta fórmula ha estimado el valor pre-lesional de la altura vertebral de la vértebra fracturada a partir de una media de un valor similar obtenido desde la vértebra superior e inferior al nivel de la lesión (Figura 3.17).

Los porcentajes positivos han indicado una pérdida de altura del cuerpo vertebral.

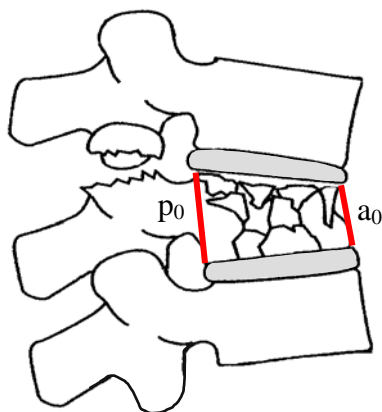


$$\% \text{AVP} = \frac{\frac{p_1 + p_2}{2} - p_0}{\frac{p_1 + p_2}{2}} \times 100$$

Fig. 3.17. % AVP.

### 3.6.3.1.13. Cociente de la altura vertebral anterior / altura vertebral posterior de la vértebra fracturada -AVA/AVP-

Ha sido el cociente entre la altura vertebral anterior y la altura vertebral posterior de la vértebra fracturada. Las alturas vertebrales han sido calculadas como se han definido previamente (Figura 3.18). Llamado índice de acuñamiento<sup>39,165</sup> o índice de Beck.<sup>195</sup>



$$\frac{AVA}{AVP} = \frac{a_0}{p_0}$$

### 3.6.3.1.14. Cociente de la altura de la unidad vertebral anterior / altura de la unidad vertebral posterior -AUVA/AUVP-

Hemos definido la altura de la unidad vertebral anterior como la distancia perpendicular entre la esquina antero-inferior de la vértebra superior y la línea paralela al platillo vertebral superior de la vertebral inferior, incluyendo los espacios discales superior e inferior, respecto a la vértebra fracturada (AUVA).<sup>162</sup>

La altura de la unidad vertebral posterior la hemos definido como la distancia perpendicular entre la esquina postero-inferior de la vértebra superior y la línea paralela al platillo vertebral superior de la vertebral inferior, incluyendo los espacios discales superior e inferior, respecto a la vértebra fracturada (AUVP).<sup>162</sup>

Esta medida ha sido obtenida mediante el cociente AUVA / AUVP (Figura 3.19).

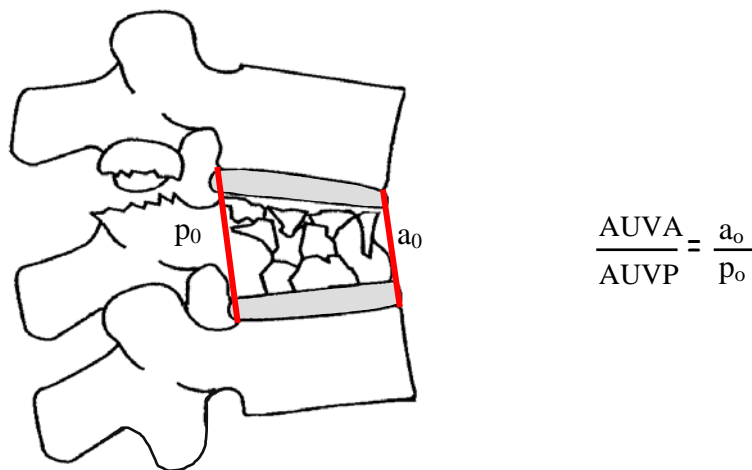


Fig. 3.19. AUVA/AUVP.

### 3.6.3.2. Mediciones en la radiografía simple en el plano antero-posterior

Han medido la deformación en el plano coronal producida por el traumatismo.

#### 3.6.3.2.1. Angulación vertebral lateral –AL–

Ha sido la medida del ángulo entre el platillo superior o la línea que ha unido los pedículos en su porción superior de la vértebra suprayacente y el platillo inferior o la línea que ha unido los pedículos en su porción inferior de la vértebra subyacente a la fracturada medida por el método de Cobb (Figura 3.20).<sup>282</sup>

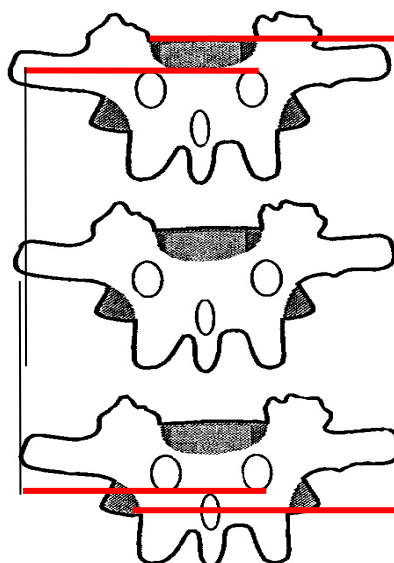
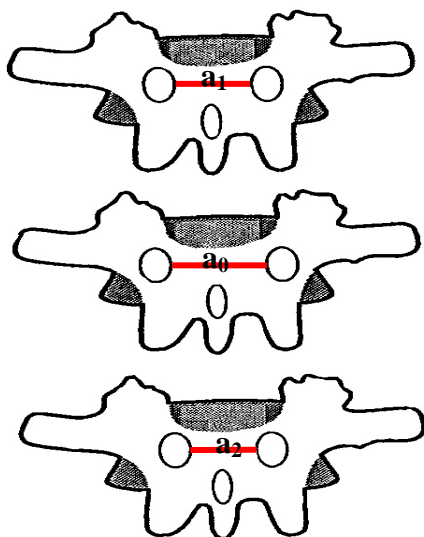


Fig. 3.20. AL.

### 3.6.3.2.2. Porcentaje de ensanchamiento interpedicular -% DP-

Hemos definido la distancia inter-pedicular como la distancia más pequeña existente entre la porción interna de ambos pedículos.<sup>175,185</sup>

Calculado con la fórmula de Willen.<sup>196,282</sup> Esta fórmula ha estimado el valor pre-lesional de la distancia inter-pedicular del segmento lesionado desde una media de un valor similar obtenido desde la vértebra superior e inferior al nivel de la lesión. La obtención de porcentajes negativos nos han indicado la existencia de un ensanchamiento pedicular; los porcentajes positivos nos han indicado un estrechamiento pedicular (Figura 3.21).



$$\% DP = \frac{\frac{a_1 + a_2}{2} - a_0}{\frac{a_1 + a_2}{2}} \times 100$$

Fig. 3.21. % DP.

### 3.6.3.3. Mediciones en el TAC en el corte axial

Han informado sobre el grado de ocupación del canal neural tras el estallido vertebral. Hemos utilizado el método de las proporciones para realizar las mediciones radiológicas.<sup>282</sup>

Los cortes que hemos utilizado tanto en la vértebra fracturada como en la superior e inferior han sido los realizados a través de la mitad de los pedículos vertebrales, debido a su facilidad de reproductibilidad. Permittiéndonos haber realizado comparaciones y minimizando los errores debidos a las variaciones en el ángulo de ataque y grosor de los cortes realizados.<sup>196,247</sup>

### 3.6.3.3.1. Porcentaje de compromiso del canal vertebral -% CC-

El compromiso del canal vertebral ha sido definido como el área del canal vertebral ocupada por el fragmento/s retro-pulsado tras producirse el estallido vertebral observado en el scanner.

Calculado con la fórmula de Willen.<sup>196,282</sup> Esta fórmula ha estimado el valor pre-lesional del área del canal del segmento lesionado desde una media de un valor similar obtenido desde la vértebra superior e inferior al nivel de la lesión. La obtención de porcentajes positivos nos han indicado la cantidad de compromiso de canal producido. Los porcentajes negativos nos han indicado mayor área de canal que el esperado respecto a los segmentos adyacentes (Figura 3.22).

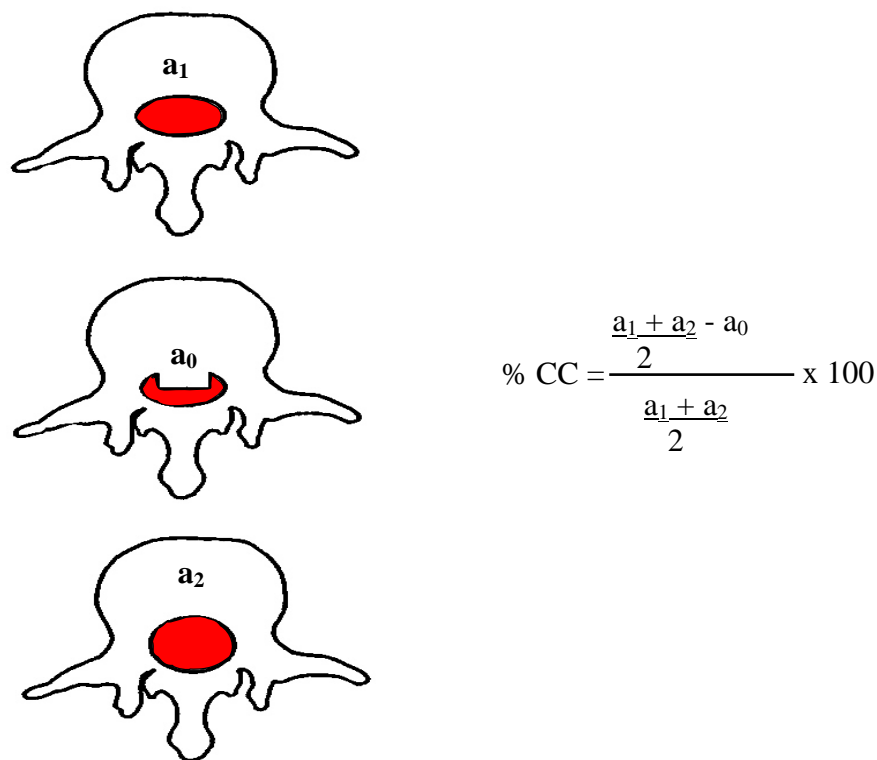


Fig. 3.22. % CC.

### 3.6.3.3.2. Porcentaje del diámetro medio sagital del canal vertebral -% DMS-

El diámetro medio sagital del canal vertebral ha sido definido como la línea que une el punto óseo más prominente posterior de la mitad del cuerpo vertebral, de los fragmentos retro-pulsados, con la convergencia de los márgenes superiores de ambas láminas en la mitad del proceso espinoso para el borde posterior del canal.<sup>268</sup>

Calculado con la fórmula de Willen.<sup>196,282</sup> Esta fórmula estima el valor pre-lesional del diámetro medio sagital del segmento lesionado desde una media de un valor similar obtenido desde la vértebra superior e inferior al nivel de la lesión. La obtención de porcentajes positivos nos han indicado la cantidad de reducción del diámetro de canal producido; los porcentajes negativos nos han indicado mayor diámetro sagital que el esperado, respecto a los diámetros sagitales de los segmentos adyacentes (Figura 3.23).

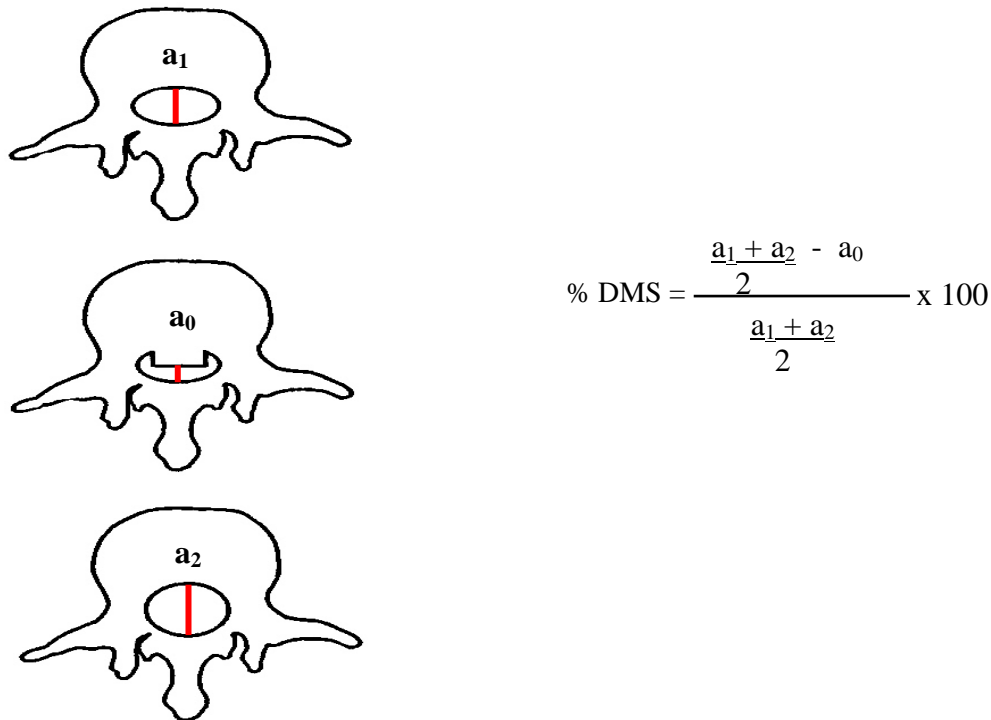


Fig. 3.23. % DMS.

### 3.6.3.3.3. Porcentaje del diámetro transversal del canal vertebral -% DT-

El diámetro transversal del canal vertebral ha sido definido como la línea que une ambos pedículos en la pared interna del canal.<sup>268</sup>

Calculado con la fórmula de Willen.<sup>196,282</sup> Esta fórmula estima el valor pre-lesional del diámetro transversal del segmento lesionado desde una media de un valor similar obtenido desde la vértebra superior e inferior al nivel de la lesión. La obtención de porcentajes positivos nos han indicado la cantidad de reducción del diámetro de canal producido; los porcentajes negativos nos han indicado mayor diámetro transversal que el esperado, respecto a los diámetros transversales de los segmentos adyacentes (Figura 3.24).

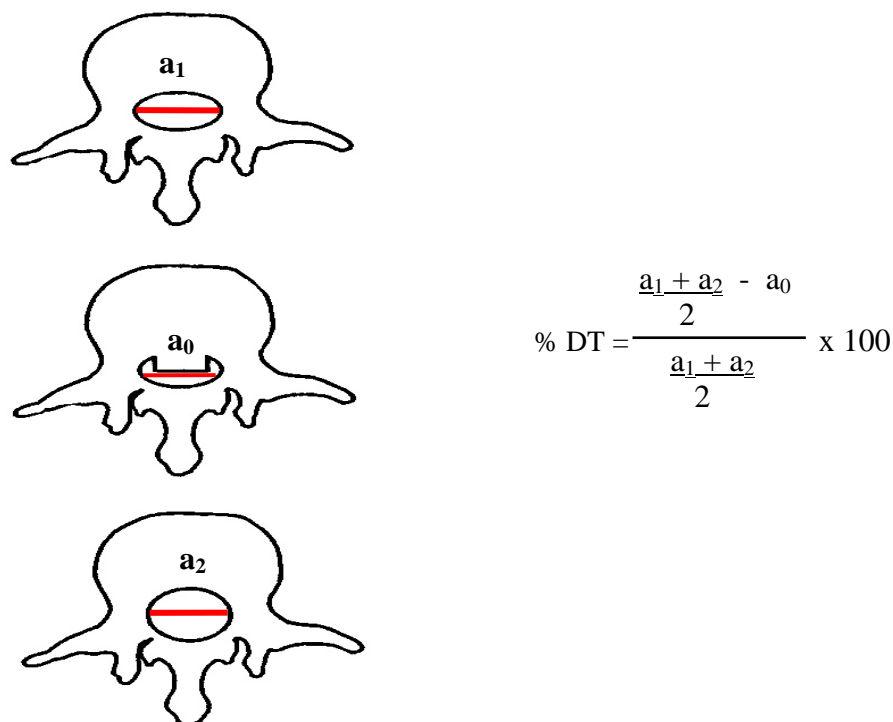


Fig. 3.24. % DT.

#### 3.6.3.3.4. Correlación entre el grado de ocupación del canal medular y la lesión neurológica

Se ha intentado establecer una correlación entre el grado de ocupación del canal medular, medido en el TAC (%CC, %DMS y %DT), y la existencia o no de lesión neurológica.

Ambos grupos (A + B = 43) han sido unificados para intentar establecer esta correlación. Hemos definido dos grupos de pacientes. Pacientes con lesión neurológica (6 pacientes - 13,95%-) y pacientes sin lesión neurológica (37 pacientes -86,05%-). En el apartado 3.5.6 se han detallado los diferentes grados de lesión neurológica.

### **3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

#### **3.7.1. Descriptivo**

Las variables cuantitativas se han descrito mediante media y su intervalo de confianza al 95 % (IC 95 %).

Las variables categóricas se han descrito mediante frecuencias absolutas y relativas.

#### **3.7.2. Análisis univariable**

La comparación de grupos se ha efectuado utilizando la prueba de la  $\chi^2$  al cuadrado para variables categóricas.

Para las variables continuas, la comparación de grupos se ha efectuado mediante la prueba t de Student o la prueba no paramétrica de U de Mann - Whitney, en función si los datos seguían una distribución normal o no.

#### **3.7.3. Análisis univariable de medidas repetidas**

El análisis de la evolución de las medidas se ha efectuado mediante análisis MANOVA (análisis de la Varianza para medidas repetidas de 2 factores).

El nivel de significación estadística aceptado ha sido  **$p \leq 0,05$** .

Para el análisis de los datos se ha utilizado el programa estadístico SPSS versión 6.1.<sup>251</sup>

## 4.1. COMPARACIÓN DE LAS VARIABLES DESCRIPTIVAS CONTINUAS Y CATEGÓRICAS ENTRE EL GRUPO A Y EL GRUPO B

### 4.1.1. Seguimiento

En el grupo A la media ha sido 17,77 meses (IC 95%: 19,86 / 15,68) y en el grupo B de 23,81 meses (IC 95%: 34,19 / 13,43),  $p = 0,2$ .

### 4.1.2. Sexo

La distribución en el grupo A ha sido de 15 hombres (68,2%) y 7 mujeres (31,8%); en el grupo B de 15 hombres (71,4%) y 6 mujeres (28,6%),  $p = 1$  (Figura 4.1).

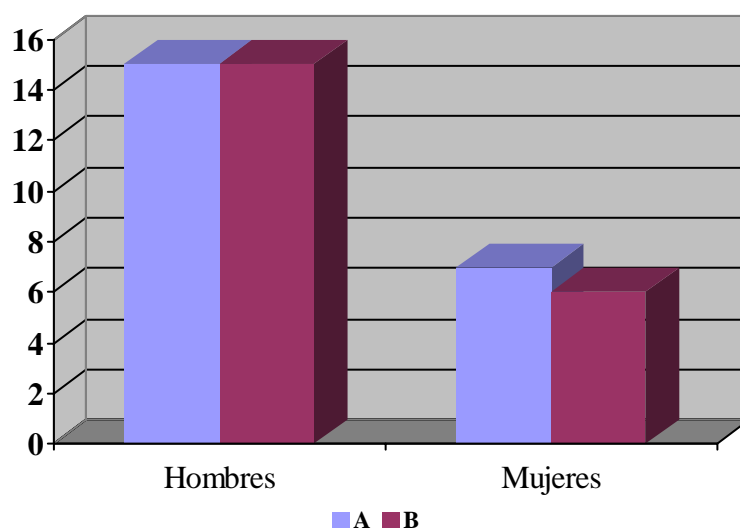


Fig. 4.1. Distribución según sexos.

### 4.1.3. Edad

En el grupo A la media ha sido 40,77 años (IC 95%: 47,10 / 34,40), y en el grupo B de 36,57 años (IC 95%: 42,30 / 30,70),  $p = 0,32$ . En ambos grupos hemos observado un claro predominio entre la tercera y quinta década de la vida. El 76,74% de la muestra se ha situado entre estas décadas (Figura 4.2).

## 4. Resultados

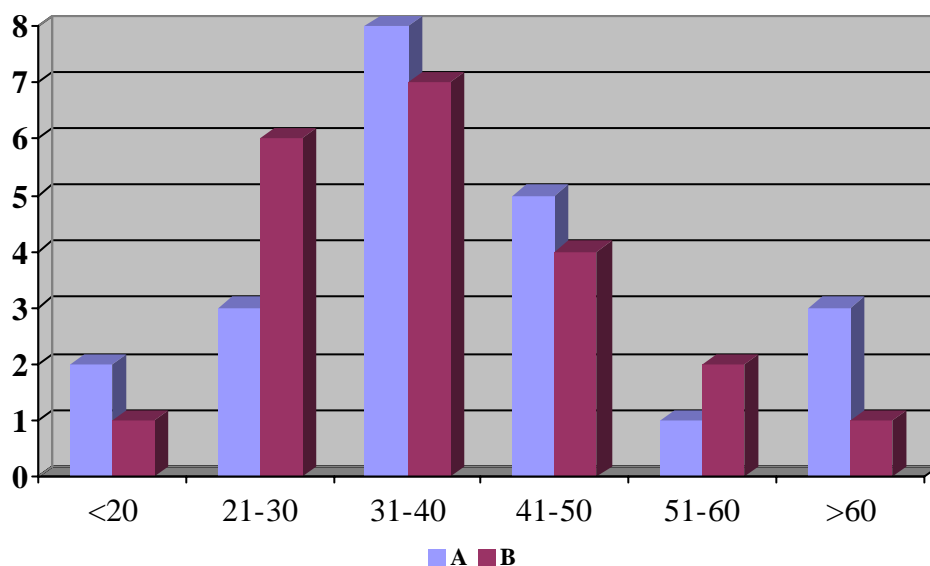


Fig. 4.2. Distribución según edades.

### 4.1.4. Mecanismo lesional

El más frecuente en ambos grupos ha sido la precipitación, 15 en el grupo A (68,2%) y 14 en el grupo B (66,7%), incluyendo en este apartado caídas de altura, accidentes de parapente, etc. El segundo en frecuencia han sido los accidentes de tráfico, 6 en el grupo A (27,3%) y 6 en el grupo B (28,6%). En último lugar los accidentes deportivos, con la distribución de 1 paciente en el grupo A (4,5%) y 1 en el grupo B (4,8%);  $p = 0,99$ .

### 4.1.5. Lesiones asociadas

Se han observado en ambos grupos; en el grupo A el número ha sido de 8 (36,4%) y en el grupo B de 9 (42,9%),  $p = 0,76$ . (Tabla 4.1)

Variable		A		B		p
		Nº	%	Nº	%	
<b>Lesiones asociadas</b>	Si	8	36,4	9	42,9	0,76
	No	14	63,6	12	57,1	
<b>Cuales</b>	TCE	2	9,1	1	4,8	0,82
	T. abdominal	0	0	1	4,8	
	T. torácico + abdominal	1	4,5	1	4,8	
	EESS	2	9,1	3	14,3	
	EEII	2	9,1	2	9,5	
	EESS + EEII + vertebral	0	0	1	4,8	
	Policontusiones	1	4,5	0	0	

**Tabla 4.1.** Distribución de las lesiones asociadas.

#### 4.1.6. Nivel de fractura

La vértebra más frecuentemente afectada en ambos grupos ha sido la primera lumbar (**L1**), 10 en el grupo A (45,5%) y 13 en el grupo B (61,9%). La frecuencia de la duodécima vértebra (**T12**) en el grupo A ha sido 5 (22,7%) y en grupo B 5 (23,8%). Hemos podido observar un predominio de la lesión en la zona central de la unión tóraco-lumbar (Figura 4.3). En los extremos de la región anatómica definida la distribución ha sido la siguiente, **T11**: grupo A 1 (4,5%); **L2**: grupo A 6 (27,3%) y grupo B 3 (14,3%);  $p = 0,50$ .

#### 4. Resultados

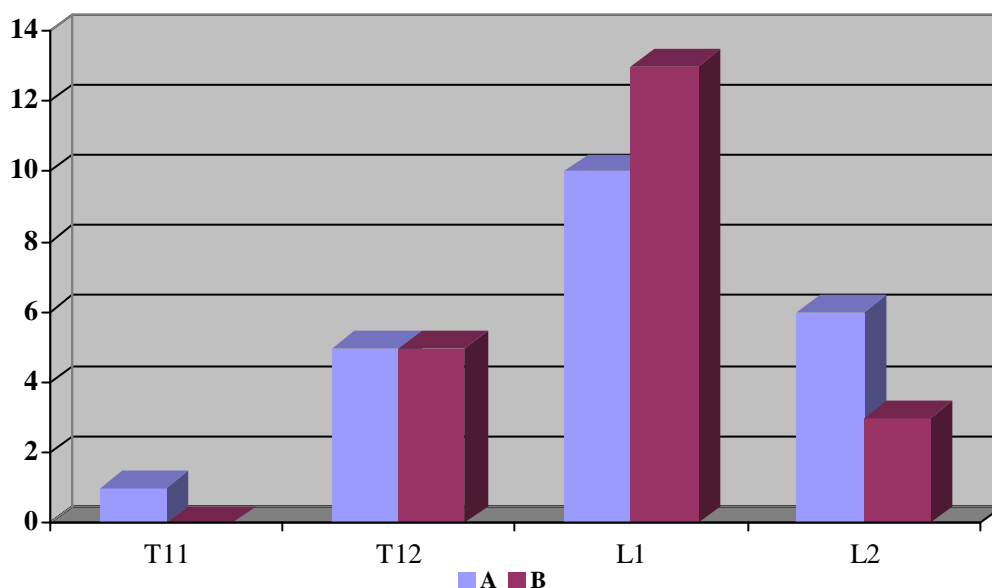


Fig. 4.3. Distribución según el nivel de fractura.

#### 4.1.7. Evolución de la lesión neurológica

En el seguimiento hemos utilizado, al igual que en la valoración inicial, la Escala de Frankel y cols.<sup>99</sup>

El estadio más frecuente ha sido el **D** con 2 pacientes en el grupo A (9,1%) y 3 en el grupo B (14,3%). El resto de los estadios se ha distribuido según la Tabla 4.2. La *p* ha sido igual a 0,55.

Variable	A		B		p	
	Nº	%	Nº	%		
Frankel y cols. <sup>99</sup>	A	0	0	0	0,55	
	B	0	0	0		
	C	1	4,5	0		0
	D	2	9,1	3		14,3
	E	19	86,4	18		85,7

Tabla 4.2. Seguimiento evolutivo de la lesión neurológica.<sup>99</sup>

Comparando los datos iniciales con los evolutivos, hemos observado una mejoría del estado neurológico en los pacientes, pasando del estadio inferior al inmediatamente superior. Un paciente del estadio B ha pasado al C en su evolución y tres pacientes del estadio C han pasado al estadio D. Hemos observado un estancamiento en la evolución de los dos pacientes del estadio D. No han existido cambios en el estadio E (Figura 4.4).

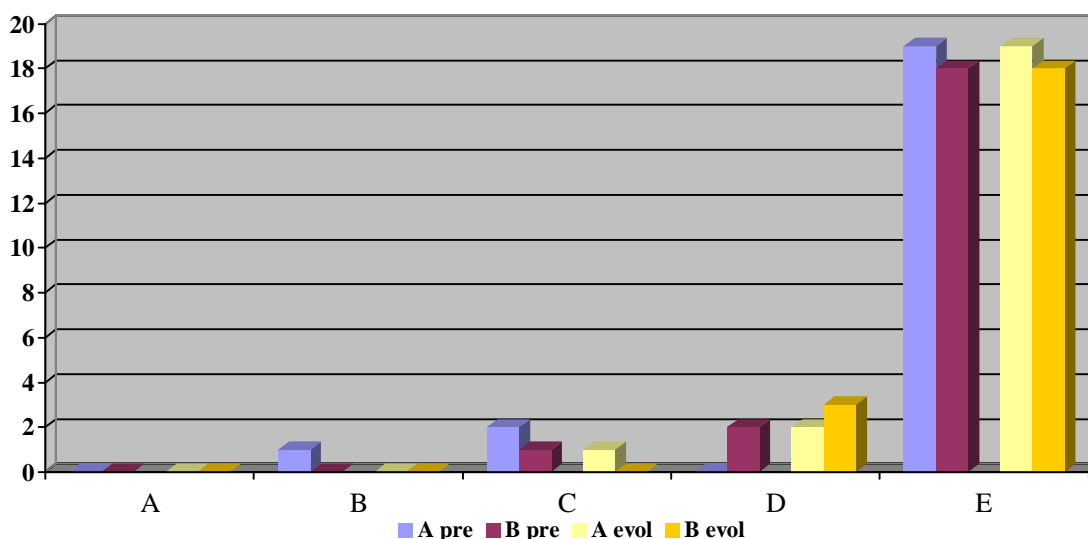


Fig. 4.4. Comparación de la Escala de Frankel y cols.<sup>99</sup> pre-operatoria con la evolutiva.

#### 4.1.8. Clasificación de la fractura estallido tóraco-lumbar

##### 4.1.8.1. Clasificación de Denis<sup>66</sup>

El tipo más frecuente ha sido el II-B (Figura 4.5) con 14 pacientes en el grupo A (63,6%) y 15 en el grupo B (71,4%); seguido por el tipo II-A con 5 pacientes en el grupo A (22,7%) y 2 pacientes en el grupo B (9,5%). El resto de la distribución lo podemos observar en la Figura 4.6 y Tabla 4.3;  $p = 0,68$ .



Fig. 4.5. Fractura de L1 tipo II-B.<sup>66</sup>

## 4. Resultados

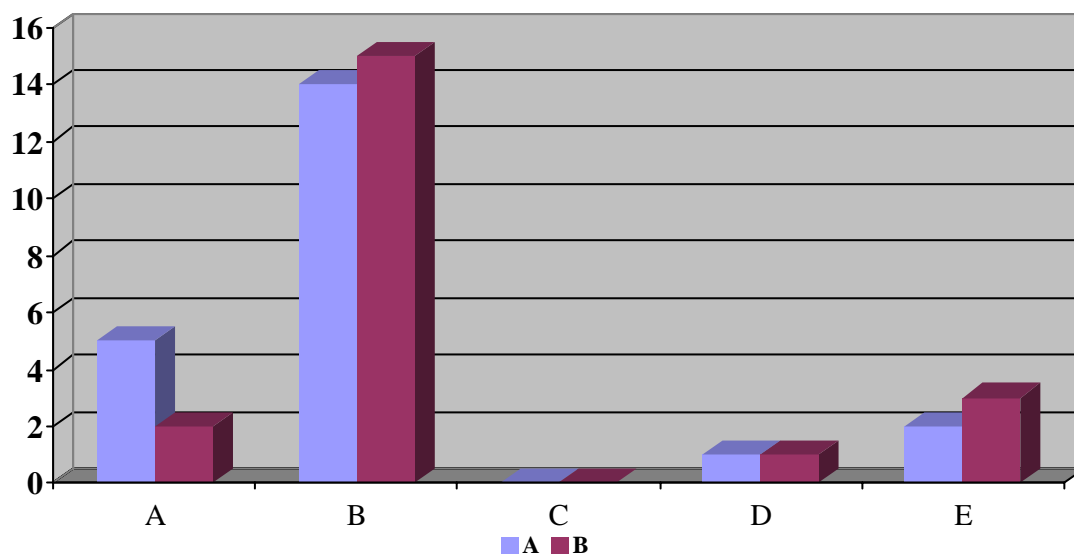


Fig. 4.6. Clasificación de Denis (Tipo II-).<sup>66</sup>

### 4.1.8.2. Clasificación de Magerl y cols.<sup>173</sup>

El tipo más frecuente ha sido el A3.2.1 (Figura 4.7), con 8 pacientes en el grupo A (36,4%) y 9 pacientes en el grupo B (42,9%). El tipo A3.3.2 ha sido el segundo en frecuencia con 4 pacientes en el grupo A (18,2%) y 3 en el grupo B (14,3%). El tercer tipo en frecuencia ha sido la A3.1.1 con 2 pacientes en el grupo A (9,1%) y 5 pacientes en el grupo B (23,8%). El resto de los tipos y su distribución los observamos en la Figura 4.8 y Tabla 4.3;  $p = 0,41$ .

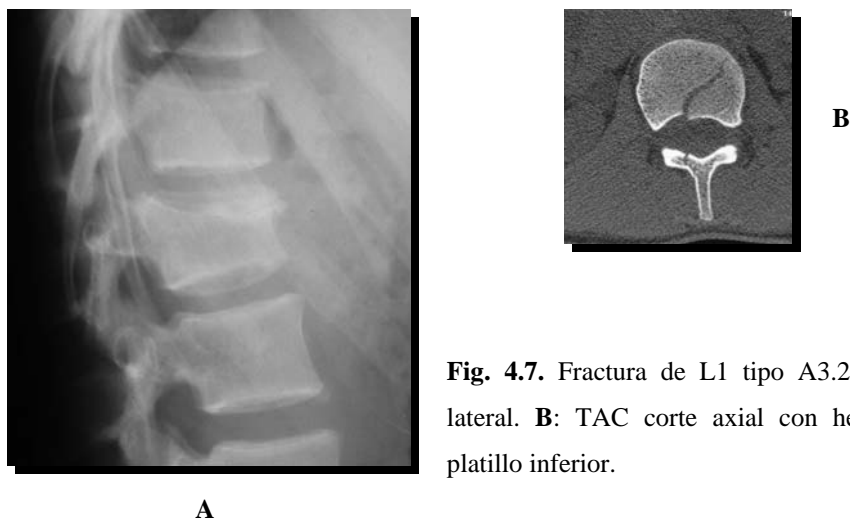


Fig. 4.7. Fractura de L1 tipo A3.2.1.<sup>173</sup> A: radiografía lateral. B: TAC corte axial con hendidura sagital del platillo inferior.

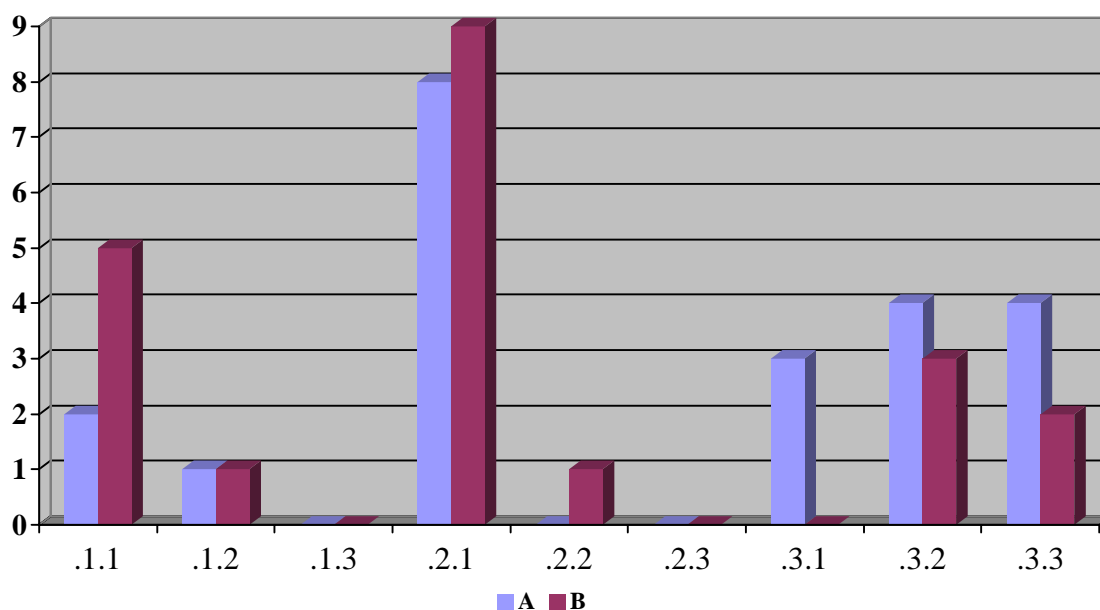


Fig. 4.8. Clasificación de Magerl y cols. (Tipo A.3.).<sup>173</sup>

Variable	A		B		p	
	Nº	%	Nº	%		
Denis <sup>66</sup>	II-A	5	22,7	2	9,5	0,68
	II-B	14	63,6	15	71,4	
	II-C	0	0	0	0	
	II-D	1	4,5	1	4,8	
	II-E	2	9,1	3	14,3	
Magerl y cols. <sup>173</sup>	A3.1.1	2	9,1	5	23,8	0,41
	A3.1.2	1	4,5	1	4,8	
	A3.1.3	0	0	0	0	
	A3.2.1	8	36,4	9	42,9	
	A3.2.2	0	0	1	4,8	
	A3.2.3	0	0	0	0	
	A3.3.1	3	13,6	0	0	
	A3.3.2	4	18,2	3	14,3	
	A3.3.3	4	18,2	2	9,5	

Tabla 4.3. Clasificación de la fractura estallido tóraco-lumbar.

## 4. Resultados

### 4.1.9. Tiempo de espera hasta la intervención quirúrgica

En el grupo A la media ha sido de 8,45 días (IC 95%: 10,56 / 6,35) y en el grupo B de 6,62 días (IC 95%: 9,14 / 4,10),  $p = 0,25$ .

### 4.1.10. Técnica quirúrgica

#### 4.1.10.1. Tipo de instrumentación

En el grupo A en 21 pacientes (95,5%), el instrumental utilizado ha sido el Synergy<sup>®</sup> (M.B.A.), y en un solo paciente (4,5%) se ha utilizado el instrumental Diapasón<sup>®</sup> (Stryker-Howmedica).

En el grupo B han sido utilizados diferentes instrumentales en función del hospital de referencia. En los pacientes procedentes de la Ciutat Sanitaria i Universitària de Bellvitge el instrumental utilizado en 8 pacientes (38,1 %) ha sido el Cotrel-Dubousset<sup>®</sup> (Sofamor); mientras que en el Centre Hospitalari i Cardiològic de Manresa en 9 pacientes (42,9%) se ha utilizado el Sistema Universal de Columna AO<sup>®</sup> (USS, Synthes-Stratec), en 3 pacientes (14,3 %) el Fijador Posterior Segmentario de Olerud<sup>®</sup> (PSF; ACE Medical Co., Los Angeles, CA, U.S.A.) y en un caso (4,8%) el Diapasón<sup>®</sup> (Stryker-Howmedica);  $p = 0,00$ . (Figura 4.9)

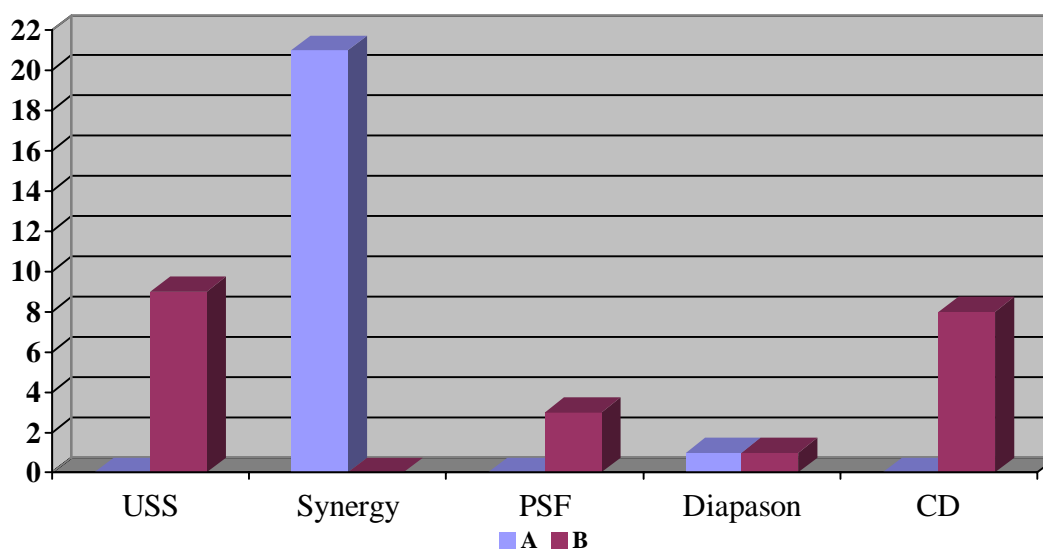


Fig. 4.9. Tipos de instrumentales utilizados en los dos grupos.

#### 4.1.10.2. Injerto transpedicular

Ha sido utilizado en todos los pacientes del grupo A y B. El origen del injerto ha sido diferente en ambos grupos. En los 22 pacientes del grupo A (100%) ha sido obtenido de la cresta ilíaca autóloga. En el grupo B el origen del injerto ha sido distribuido de la siguiente forma: 13 pacientes de cresta ilíaca autóloga (61,9 %); 4 de hueso homólogo (19 %); 3 hueso autólogo con hidroxiapatita (14,3 %) y 1 hueso autólogo con hueso homólogo (4,8 %) (Tabla 4.4); **p = 0,016**.

#### 4.1.10.3. Injerto postero-lateral

Ha sido utilizado en todos los pacientes del grupo A y B para conseguir la artrodesis asociado a la instrumentación. El origen del injerto y su distribución ha sido el mismo que el reseñado para el injerto transpedicular (Tabla 4.4).

Variable		A		B		p
		Nº	%	Nº	%	
<b>Injerto transpedicular</b>	Si	22	100	21	100	1
	No	0	0	0	0	
<b>Injerto postero-lateral</b>	Si	22	100	21	100	1
	No	0	0	0	0	
<b>Origen del injerto</b>	Hueso autólogo	22	100	13	61,9	<b>0,016*</b>
	Hueso autólogo + hidroxiapatita	0	0	3	14,3	
	Hueso homólogo	0	0	4	19	
	Hueso autólogo + homólogo	0	0	1	4,8	

Tabla 4.4. Utilización del injerto transpedicular, postero-lateral y su origen.

#### 4.1.10.4. Gestos quirúrgicos asociados

Ninguno en el grupo A. Por un paciente en el grupo B, que ha sido una descompresión del canal vía posterior por clínica neurológica asociada (4,8 %), p = 0,49.

## 4. Resultados

### 4.1.11. Complicaciones quirúrgicas

#### 4.1.11.1. Complicaciones intra-operatorias

En el grupo A no ha habido pacientes con complicaciones intra-operatorias y en el grupo B un paciente (4,8%),  $p = 0,49$ . (Figura 4.10 y 4.11)

La complicación intra-operatoria ha sido un desgarro dural, que se soluciono mediante sutura del saco dural, refuerzo de la sutura con Tisucol<sup>®</sup> y reposo en cama durante 7 días.

#### 4.1.11.2. Complicaciones peri-operatorias o inmediatas

En el grupo A ha habido 8 pacientes que han presentado alguna complicación (36,4%) y en el grupo B 9 pacientes (42,9%),  $p = 0,76$ . (Figura 4.10 y 4.11)

La más frecuente ha sido la infección urinaria, 3 pacientes en el grupo A (13,6 %) y 1 en el grupo B (4,8 %); seguido por la infección subcutánea de la herida quirúrgica, 1 en el grupo A (4,5 %) y 3 pacientes en el grupo B (14,3 %). El resto de complicaciones inmediatas y su distribución se han observado en la tabla anexa (Anexo 2).

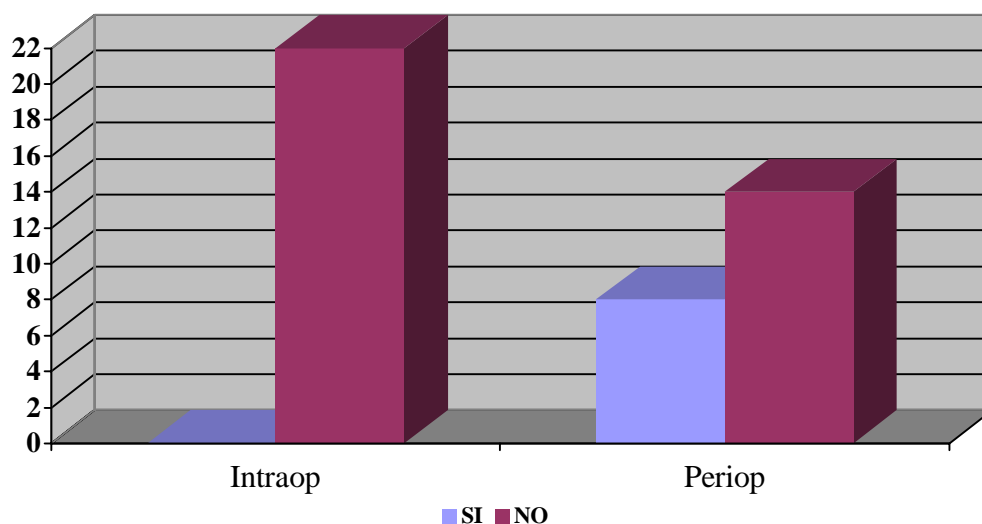


Fig. 4.10. Complicaciones en el grupo A.

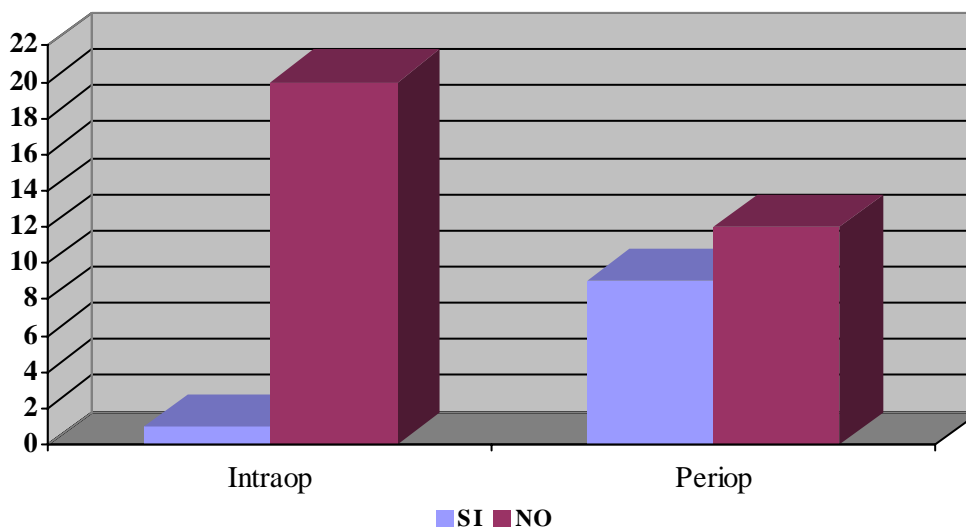


Fig. 4.11. Complicaciones en el grupo B.

#### 4.1.12. Estancia hospitalaria

La media en el grupo A ha sido 21,54 días (IC 95%: 27,00 / 16,12) y en el grupo B de 22,76 (IC 95%: 32,84 / 12,69),  $p = 0,82$  (Tabla 4.5).

#### 4.1.13. Deambulación o sedestación

En el grupo A la deambulación o sedestación se ha iniciado con una media de 7,41 días (IC 95%: 11,87 / 2,95) y en el grupo B de 8,62 días (IC 95%: 11,19 / 6,05),  $p = 0,63$  (Tabla 4.5).

Variable	A		B		p
	Media	IC 95 %	Media	IC 95 %	
<b>Estancia hospitalaria</b>	21,54	27,00 / 16,12	22,76	32,84 / 12,69	0,82
<b>Deambulación / Sedestación</b>	7,41	11,87 / 2,95	8,62	11,19 / 6,05	0,63

Tabla 4.5. Estancia hospitalaria y deambulación / sedestación en ambos grupos.

#### 4. Resultados

##### 4.1.14. Corsé

Todos los pacientes, en ambos grupos al iniciar la deambulaci3n o sedestaci3n, han sido tratados mediante la colocaci3n de un corsé de triple apoyo durante un per3odo total de tres meses,  $p = 1,00$ . El tipo de corsé utilizado en los 22 pacientes del grupo A ha sido el tipo Jewett (100%) y en el grupo B en 17 pacientes se ha utilizado el tipo Jewett (81%) y en 4 pacientes el tipo Málaga (19%),  $p = 0,048$ .

##### 4.1.15. Reintervenciones

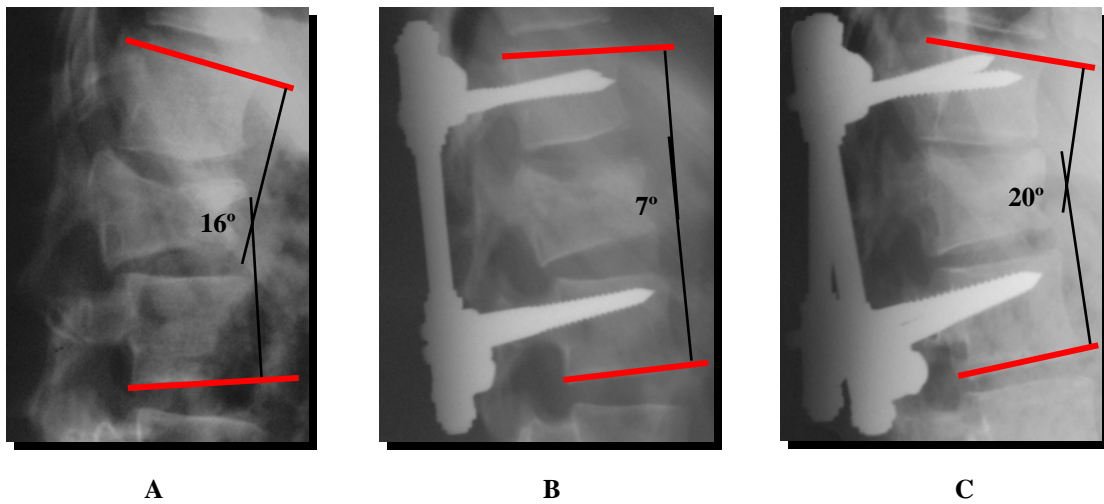
En el grupo A ning3n paciente ha sido reintervenido y en el grupo B 8 pacientes (38,1%),  $p = 0,001$  (Tabla 4.6). La operaci3n realizada ha sido la retirada del material de osteos3ntesis tras más de un a3o de evoluci3n de la fractura y habiéndose observado su consolidaci3n.

##### 4.1.16. Fallo del montaje vertebral

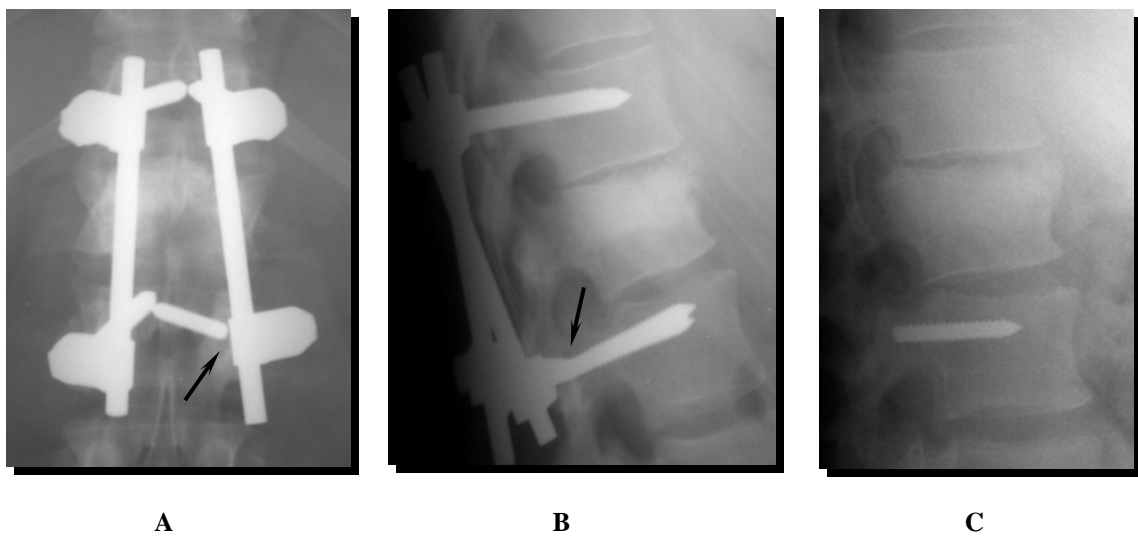
En el grupo A ha habido 1 paciente que ha presentado un aumento de la cifosis mayor de  $10^\circ$  (4,5%). En el grupo B 5 pacientes han presentado un aumento de la cifosis igual o mayor a  $10^\circ$  y en 1 paciente ha habido una ruptura de un tornillo pedicular (28,57%),  $p = 0,04$  (Tabla 4.6, Figura 4.12 y Figura 4.13). En el paciente del grupo B que presentaba una ruptura del tornillo pedicular el aumento de la cifosis fue inferior a los  $10^\circ$  ( $5^\circ$ ).

Variable		A		B		p
		Nº	%	Nº	%	
Retirada material osteos3ntesis	Si	0	0	8	38,1	<b>0,001*</b>
	No	22	100	13	61,9	
Fallo del montaje	Si	1	4,5	6	28,57	<b>0,04*</b>
	No	21	95,45	15	71,43	

**Tabla 4.6.** Retirada del material de osteos3ntesis y fallo del montaje vertebral en ambos grupos.



**Fig. 4.12.** Fallo del montaje vertebral por aumento de la cifosis regional  $>10^\circ$ . **A:** fractura estallido de L1. Radiografía lateral inicial. **B:** radiografía en el post-operatorio inmediato. **C:** radiografía a los 15 meses de evolución.



**Fig. 4.13.** Fallo del montaje vertebral por ruptura de un tornillo pedicular. **A:** radiografía antero-posterior donde se observa la ruptura del tornillo pedicular inferior izquierdo (flecha). **B:** radiografía lateral (flecha). **C:** resto del tornillo pedicular roto tras la retirada de la instrumentación.

## **4. Resultados**

---

### **4.2. COMPARACIÓN PRE-OPERATORIA DE LAS MEDICIONES RADIOLÓGICAS ENTRE EL GRUPO A Y EL GRUPO B**

Hemos analizado los datos pre-operatorios radiológicos recogidos del grupo A y grupo B, estableciendo la existencia o no de significación estadística. Para la descripción de los datos hemos seguido el mismo esquema que en la descripción inicial de las mediciones radiológicas.

#### **4.2.1. Radiografía simple en el plano sagital**

##### **4.2.1.1. Cifosis regional 1 –CR 1-**

En el grupo A la media ha sido  $13,45^\circ$  (IC 95%: 17,32 / 9,59) y en el grupo B  $11,86^\circ$  (IC 95%: 15,59 / 8,12),  $p = 0,52$  (Figura 4.14 y Tabla 4.7).

##### **4.2.1.2. Cifosis regional 2 –CR 2-**

En el grupo A la media ha sido  $7,50^\circ$  (IC 95%: 10,84 / 4,16) y en el grupo B  $7,76^\circ$  (IC 95%: 10,36 / 5,17),  $p = 0,93$  (Figura 4.14 y Tabla 4.7).

##### **4.2.1.3. Cifosis regional 3 –CR 3-**

En el grupo A la media ha sido  $16,73^\circ$  (IC 95%: 19,64 / 13,82) y en el grupo B  $17,57^\circ$  (IC 95%: 20,42 / 14,72),  $p = 0,61$  (Figura 4.14 y Tabla 4.7).

##### **4.2.1.4. Cifosis regional 4 –CR 4-**

En el grupo A la media ha sido  $12,73^\circ$  (IC 95%: 15,18 / 10,27) y en el grupo B  $12,62^\circ$  (IC 95%: 15,10 / 10,13),  $p = 0,95$  (Figura 4.14 y Tabla 4.7).

##### **4.2.1.5. Cifosis regional 5 –CR 5-**

En el grupo A la media ha sido  $13,77^\circ$  (IC 95%: 16,97 / 10,58) y en el grupo B  $11,28^\circ$  (IC 95%: 14,00 / 8,57),  $p = 0,23$  (Figura 4.14 y Tabla 4.7).

##### **4.2.1.6. Cifosis regional 6 –CR 6-**

En el grupo A la media ha sido  $11,73^\circ$  (IC 95%: 14,47 / 8,99) y en el grupo B  $11,62^\circ$  (IC 95%: 13,58 / 9,66),  $p = 0,95$  (Figura 4.14 y Tabla 4.7).

#### 4.2.1.7. Cifosis vertebral –CV–

En el grupo A la media ha sido 17,00° (IC 95%: 19,60 / 14,40) y en el grupo B 16,67° (IC 95%: 18,60 / 14,73),  $p = 0,83$  (Figura 4.14 y Tabla 4.7).

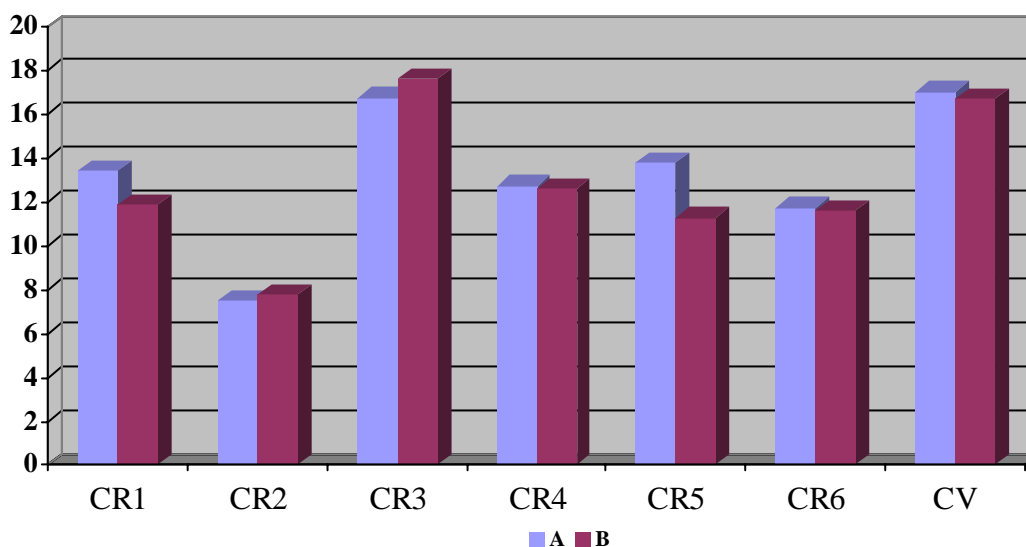


Fig. 4.14. Comparativa de las cifosis regionales y la cifosis vertebral pre-operatorias entre ambos grupos.

Variable	A		B		p
	Media	IC 95 %	Media	IC 95 %	
CR 1	13,45	17,32 / 9,59	11,86	15,59 / 8,12	0,52
CR 2	7,50	10,84 / 4,16	7,76	10,36 / 5,17	0,93
CR 3	16,73	19,64 / 13,82	17,57	20,42 / 14,72	0,61
CR 4	12,73	15,18 / 10,27	12,62	15,10 / 10,13	0,95
CR 5	13,77	16,97 / 10,58	11,28	14,00 / 8,57	0,23
CR 6	11,73	14,47 / 8,99	11,62	13,58 / 9,66	0,95
CV	17,00	19,60 / 14,40	16,67	18,60 / 14,73	0,83

Tabla 4.7. Cifosis regionales y cifosis vertebral pre-operatorias.

#### 4. Resultados

---

Los mayores grados de deformidad en ambos grupos los hemos observado en la CR3 y en la CV con los valores que hemos descrito previamente (Figura 4.15 y Figura 4.16).

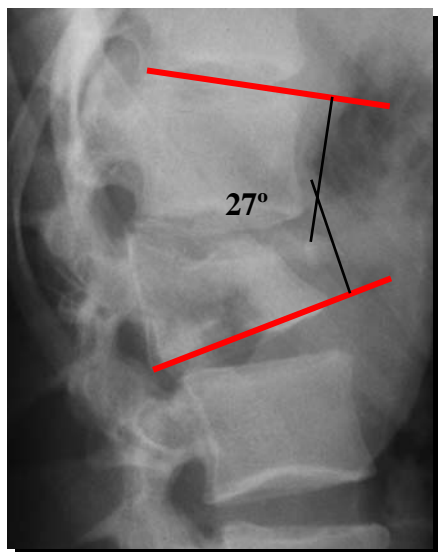


Fig. 4.15. CR3 pre-operatoria.

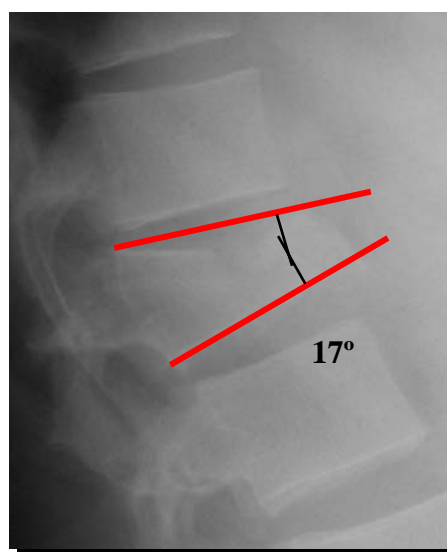


Fig. 4.16. CV pre-operatoria.

La cifosis regional donde ha existido menos deformidad sagital en ambos grupos ha sido la CR2 (Figura 4.17).

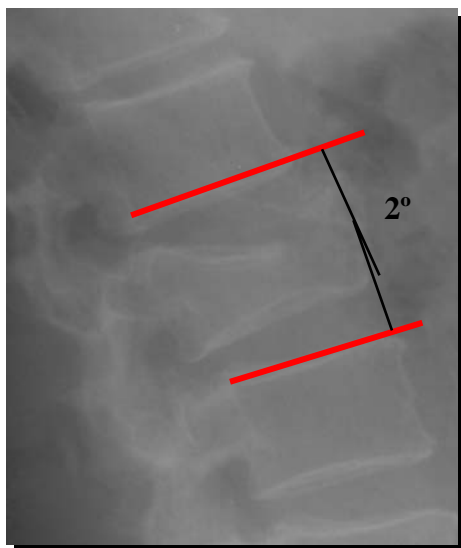


Fig. 4.17. CR2 pre-operatoria.

#### 4.2.1.8. Índice sagital –IS-

En el grupo A la media ha sido 15,23° (IC 95%: 17,43 / 13,02) y en el grupo B 14,05° (IC 95%: 16,07 / 12,02),  $p = 0,42$  (Figura 4.18 y Tabla 4.8).

#### 4.2.1.9. Angulación regional traumática –ART-

En el grupo A la media ha sido 13,18° (IC 95%: 16,12 / 10,24) y en el grupo B 10,71° (IC 95%: 13,36 / 8,06),  $p = 0,25$  (Figura 4.18 y Tabla 4.8).

#### 4.2.1.10. Ángulo de la pared posterior –APP-

En el grupo A la media ha sido 7,59° (IC 95%: 11,53 / 3,65) y en el grupo B 8,62° (IC 95%: 11,67 / 5,57),  $p = 0,64$  (Figura 4.18 y Tabla 4.8).

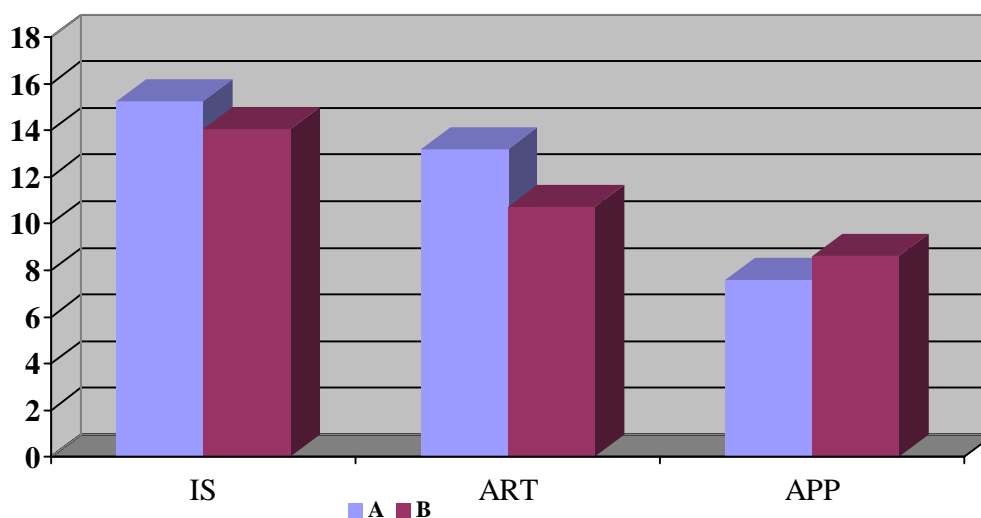


Fig.

4.18. Comparación entre el grupo A / grupo B del IS, ART y APP pre-operatorio.

Variable	A		B		p
	Media	IC 95 %	Media	IC 95 %	
IS	15,23	17,43 / 13,02	14,05	16,07 / 12,02	0,42
ART	13,18	16,12 / 10,24	10,71	13,36 / 8,06	0,25
APP	7,59	11,53 / 3,65	8,62	11,67 / 5,57	0,64

Tabla 4.8. Comparativa entre el grupo A / B del IS, ART y APP pre-operatorio.

## 4. Resultados

### 4.2.1.11. Porcentaje de compresión de la altura vertebral anterior -% AVA-

En el grupo A la media ha sido 42,94% (IC 95%: 48,27 / 37,61) y en el grupo B 37,86% (IC 95%: 42,15 / 33,57),  $p = 0,13$  (Figura 4.19 y Tabla 4.9).

### 4.2.1.12. Porcentaje de compresión de la altura vertebral posterior -% AVP-

En el grupo A la media ha sido 8,02% (IC 95%: 12,40 / 3,64) y en el grupo B 6,30% (IC 95%: 9,79 / 2,81),  $p = 0,53$  (Figura 4.19 y Tabla 4.9).

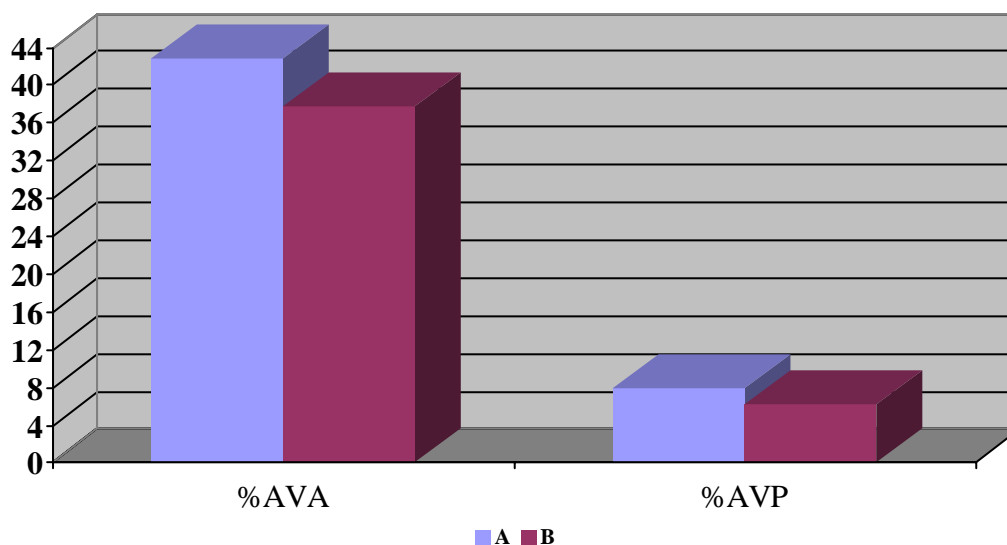


Fig. 4.19. Comparativa del porcentaje de compresión de la AVA y AVP pre-operatorio entre ambos grupos.

Como hemos podido observar toda la compresión del cuerpo vertebral fracturado se ha producido a expensas de la columna anterior con una compresión entorno al 40%, frente al 9% de la columna media. Han existido 7 pacientes, 4 en el grupo A con una media de  $-3,52\%$  y 3 en el grupo B con una media de  $-4,67\%$ , donde hemos objetivado un % AVP negativo, que ha indicado un aumento de la altura de la columna media por el estallido vertebral. Ningún paciente ha presentado un % AVA negativo (Figura 4.20).

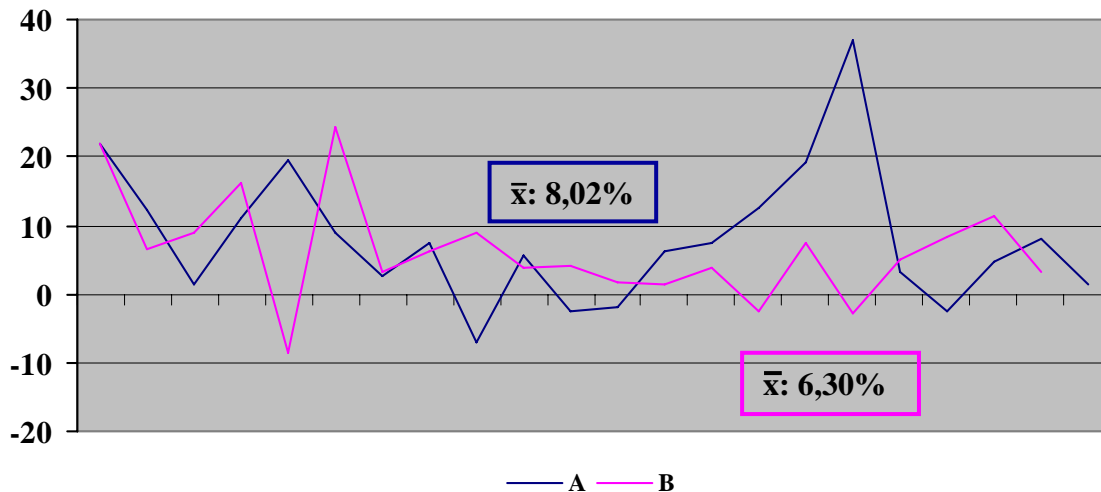


Fig. 4.20. Comparativa entre el grupo A / grupo B del porcentaje de la AVP pre-operatorio en cada paciente.

#### 4.2.1.13. Cociente de la altura vertebral anterior / altura vertebral posterior de la vértebra fracturada -AVA/AVP-

En el grupo A la media ha sido 0,55 (IC 95%: 0,61 / 0,49) y en el grupo B 0,59 (IC 95%: 0,64 / 0,55),  $p = 0,26$  (Figura 4.21 y Tabla 4.9).

#### 4.2.1.14. Cociente de la altura de la unidad vertebral anterior / altura de la unidad vertebral posterior -AUVA/AUVP-

En el grupo A la media ha sido 0,90 (IC 95%: 0,95 / 0,85) y en el grupo B 0,93 (IC 95%: 0,97 / 0,88),  $p = 0,41$  (Figura 4.21 y Tabla 4.9).

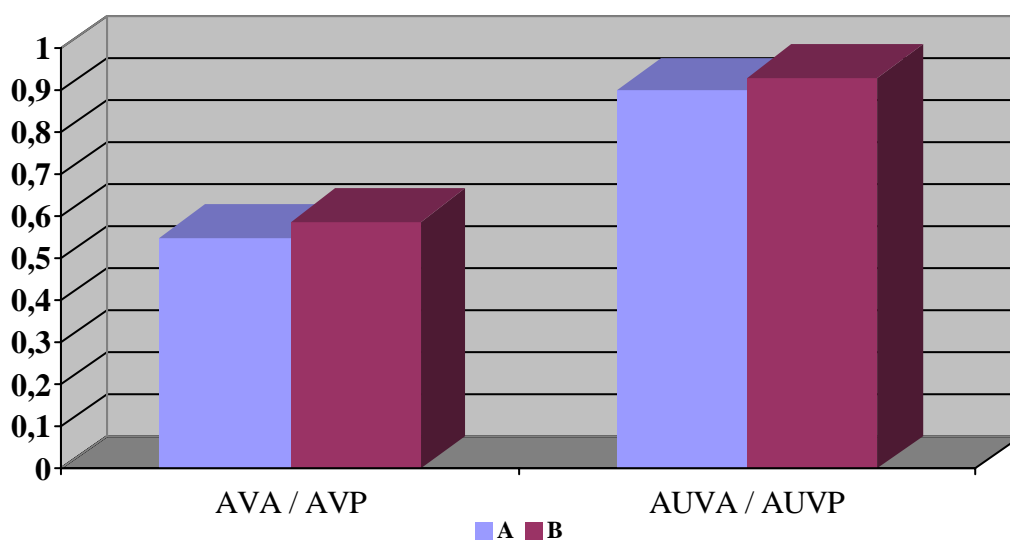


Fig. 4.21. Comparativa entre el grupo A / B del cociente de la AVA/AVP y AUVA/AUVP pre-operatorio.

#### 4. Resultados

Variable	A		B		p
	Media	IC 95 %	Media	IC 95 %	
% AVA	42,94	48,27 / 37,61	37,86	42,15 / 33,57	0,13
% AVP	8,02	12,40 / 3,64	6,30	9,79 / 2,81	0,53
AVA/AVP	0,55	0,61 / 0,49	0,59	0,64 / 0,55	0,26
AUVA/AUVP	0,90	0,95 / 0,85	0,93	0,97 / 0,88	0,41

**Tabla 4.9.** Comparativa entre el grupo A / B del %AVA, %AVP, AVA/AVP, AUVA/AUVP pre-operatorio.

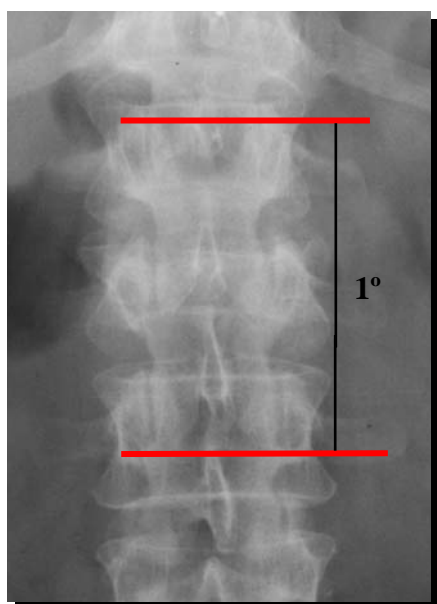
#### 4.2.2. Radiografía simple en el plano antero-posterior

##### 4.2.2.1. Angulación vertebral lateral –AL-

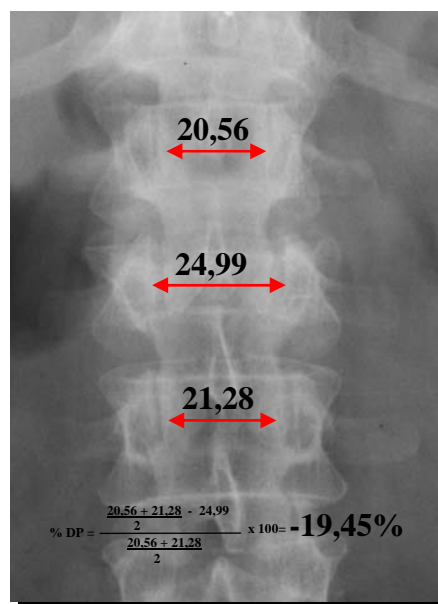
En el grupo A la media ha sido 2,18° (IC 95%: 3,41 / 0,95) y en el grupo B 1,67° (IC 95%: 2,88 / 0,45) p = 0,54 (Figura 4.22 y Tabla 4.10).

##### 4.2.2.2. Porcentaje de ensanchamiento interpedicular -% DP-

En el grupo A la media ha sido -16,39% (IC 95%: -11,84 / -20,93) y en el grupo B - 12,54% (IC 95%: -8,18 / -16,90) p = 0,21 (Figura 4.23 y Tabla 4.10).



**Fig. 4.22** AL pre-operatoria.

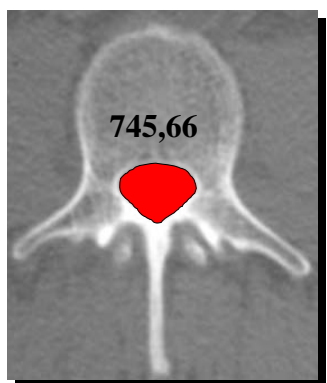
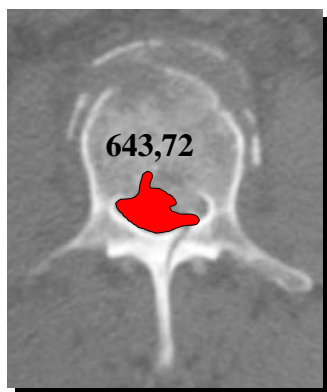
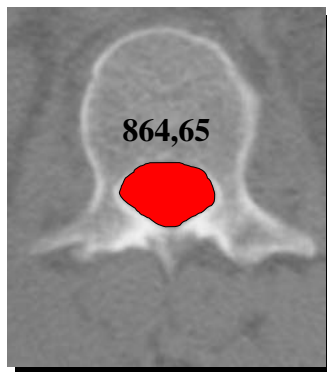


**Fig. 4.23** %DP pre-operatorio.

### 4.2.3. TAC en el corte axial

#### 4.2.3.1. Porcentaje de compromiso del canal vertebral -% CC-

En el grupo A la media ha sido 27,64% (IC 95%: 32,48 / 22,81) y en el grupo B 33,96% (IC 95%: 40,00 / 27,92)  $p = 0,09$  (Figura 4.24, Figura 4.27 y Tabla 4.10).



$$\% \text{ CC} = \frac{\frac{864,65 + 745,66}{2} - 643,72}{\frac{864,65 + 745,66}{2}} \times 100 = 20,05\%$$

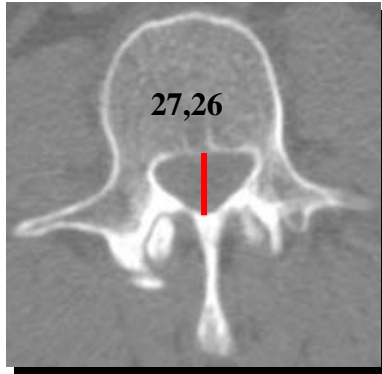
Fig. 4.24. % CC pre-operatorio.

#### 4. Resultados

---

##### 4.2.3.2. Porcentaje del diámetro medio sagital del canal vertebral -% DMS-

En el grupo A la media ha sido 43,67% (IC 95%: 50,29 / 37,06) y en el grupo B 34,65% (IC 95%: 40,05 / 29,25)  $p = 0,03$  (Figura 4.25, Figura 4.27 y Tabla 4.10).



$$\% \text{ DMS} = \frac{\frac{27,61 + 29,79}{2} - 14,24}{\frac{27,61 + 29,79}{2}} \times 100 = 50,38 \%$$

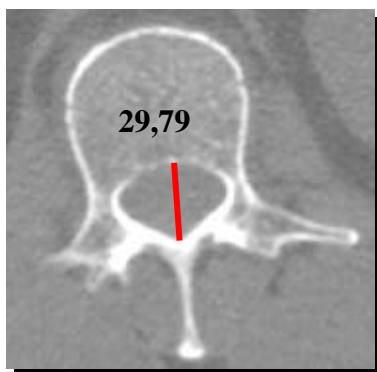
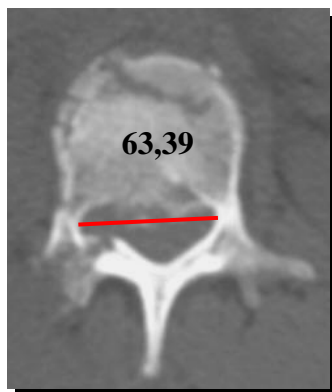
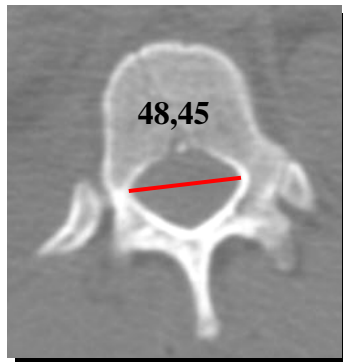


Fig. 4.25. % DMS pre-operatorio

#### 4.2.3.3. Porcentaje del diámetro transversal del canal vertebral -% DT-

En el grupo A la media ha sido -13,32% (IC 95%: -7,74 / -18,76) y en el grupo B -6,15% (IC 95%: -1,74 / -10,41)  $p = 0,05$  (Figura 4.26, Figura 4.27 y Tabla 4.10).



$$\% \text{ DT} = \frac{\frac{48,45 + 46,31}{2} - 63,39}{\frac{48,45 + 46,31}{2}} \times 100 = -33,79 \%$$

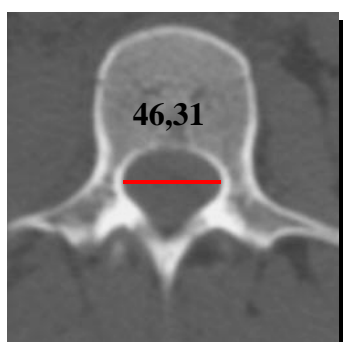


Fig. 4.26. % DT pre-operatorio.

#### 4. Resultados

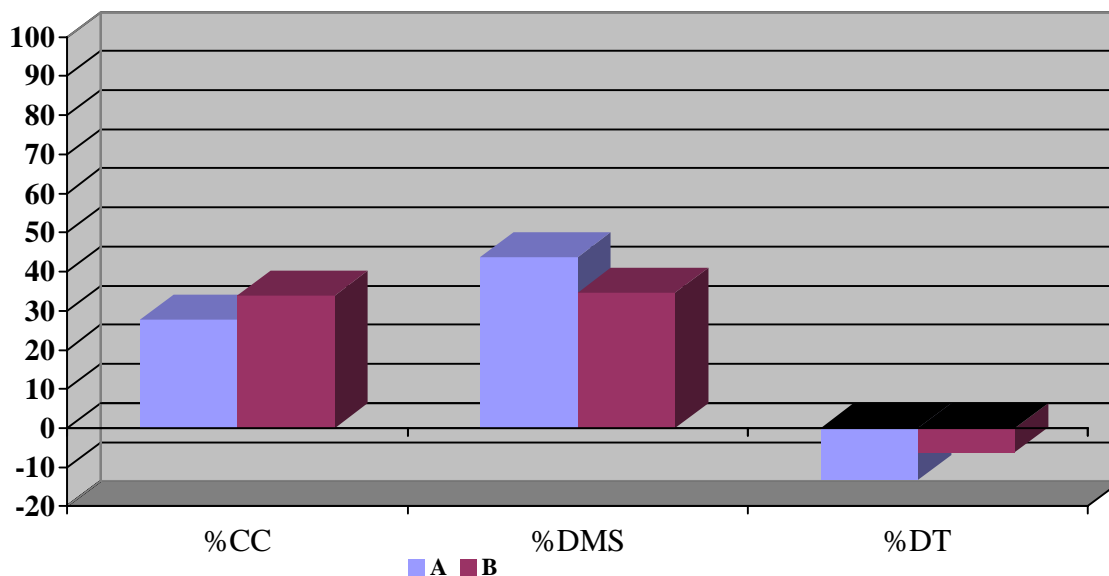


Fig. 4.27. Comparativa entre el grupo A / B del %CC, %DMS y %DT pre-operatorios.

Variable	A		B		p
	Media	IC 95 %	Media	IC 95 %	
AL	2,18	3,41 / 0,95	1,67	2,88 / 0,45	0,54
% DP	-16,39	-11,84 / -20,93	-12,54	-8,18 / -16,90	0,21
% CC	27,64	32,48 / 22,81	33,96	40,00 / 27,92	0,09
% DMS	43,67	50,29 / 37,06	34,65	40,05 / 29,25	<b>0,03*</b>
%DT	-13,32	-7,74 / -18,76	-6,15	-1,74 / -10,41	<b>0,05*</b>

Tabla 4.10. Comparativa entre el grupo A / B de la AL, %DP, %CC, %DMS y %DT pre-operatorios.

#### **4.2.3.4. Correlación entre el grado de ocupación del canal medular y la lesión neurológica**

##### **4.2.3.4.1. Porcentaje de compromiso del canal vertebral / lesión neurológica**

En el grupo de pacientes con lesión neurológica la media ha sido 27,2% (IC 95%: 35,4 / 19,1) y en el grupo de pacientes sin lesión neurológica la media ha sido 31,3% (IC 95%: 35,6 / 26,9),  $p = 0,4$  (Figura 4.28 y Tabla 4.11).

##### **4.2.3.4.2. Porcentaje de diámetro medio sagital / lesión neurológica**

En el grupo de pacientes con lesión neurológica la media ha sido 39,4% (IC 95%: 48,4 / 30,5) y en el grupo de pacientes sin lesión neurológica la media ha sido 39,2% (IC 95%: 44,2 / 34,2),  $p = 0,9$  (Figura 4.28 y Tabla 4.11).

##### **4.2.3.4.3. Porcentaje de diámetro transversal / lesión neurológica**

En el grupo de pacientes con lesión neurológica la media ha sido -13,9% (IC 95%: -2,8 / -24,9) y en el grupo de pacientes sin lesión neurológica la media ha sido -9,1% (IC 95%: -5,2 / -13,0),  $p = 0,3$  (Figura 4.28 y Tabla 4.11).

No se ha encontrado correlación estadística entre el grado de ocupación del canal medular, medido en el TAC (en los diferentes parámetros: %CC, %DMS y %DT) y la presencia o no de lesión neurológica.

#### 4. Resultados

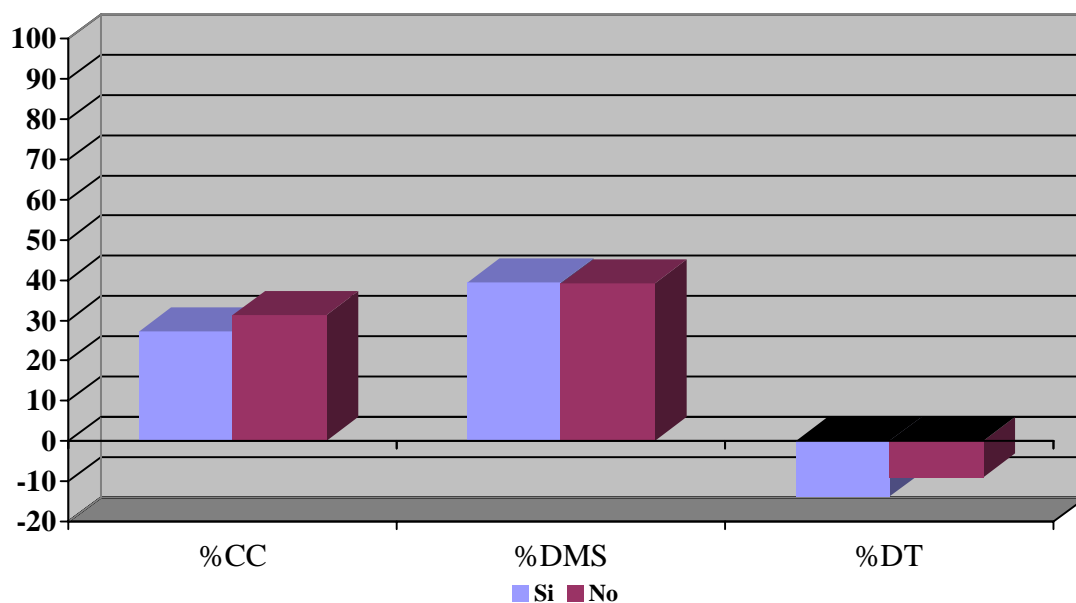


Fig. 4.28. Correlación entre el grado de ocupación del canal medular (%CC, %DMS y %DT) y la lesión neurológica.

Lesión neurológica					
Variable	Si (6 / 13,95%)		No (37 / 86,05%)		p
	Media	IC 95 %	Media	IC 95 %	
% CC	27,2	35,4 / 19,1	31,3	35,6 / 26,9	0,4
% DMS	39,4	48,4 / 30,5	39,2	44,2 / 34,2	0,9
%DT	-13,9	-2,8 / -24,9	-9,1	-5,2 / -13	0,3

Tabla 4.11. Correlación entre grado de ocupación del canal medular en el TAC y la lesión neurológica.

### 4.3. COMPARACIÓN POST-OPERATORIA DE LAS MEDICIONES RADIOLÓGICAS ENTRE EL GRUPO A Y EL GRUPO B

#### 4.3.1. Radiografía simple en el plano sagital

##### 4.3.1.1. Cifosis regional 1 –CR1-

En el grupo A la media ha sido  $-0,59^\circ$  (IC 95%: 2,74 / -3,93) y en el grupo B  $4,62^\circ$  (IC 95%: 9,00 / 0,23),  $p = 0,07$  (Figura 4.29 y Tabla 4.12).

##### 4.3.1.2. Cifosis regional 2 –CR2-

En el grupo A la media ha sido  $-6,73^\circ$  (IC 95%: -4,84 / -8,61) y en el grupo B  $-0,48^\circ$  (IC 95%: 3,25 / -4,20),  $p = 0,005$  (Figura 4.29, Tabla 4.12 y Figura 4.30).

##### 4.3.1.3. Cifosis regional 3 –CR3-

En el grupo A la media ha sido  $5,95^\circ$  (IC 95%: 8,08 / 3,83) y en el grupo B  $9,62^\circ$  (IC 95%: 13,01 / 6,22),  $p = 0,07$  (Figura 4.29 y Tabla 4.12).

##### 4.3.1.4. Cifosis regional 4 –CR4-

En el grupo A la media ha sido  $0,91^\circ$  (IC 95%: 2,54 / -0,73) y en el grupo B  $5,52^\circ$  (IC 95%: 8,48 / 2,57),  $p = 0,005$  (Figura 4.29 y Tabla 4.12).

##### 4.3.1.5. Cifosis regional 5 –CR5-

En el grupo A la media ha sido  $0,86^\circ$  (IC 95%: 3,29 / -1,57) y en el grupo B  $5,00^\circ$  (IC 95%: 8,61 / 1,39),  $p = 0,05$  (Figura 4.29 y Tabla 4.12).

##### 4.3.1.6. Cifosis regional 6 –CR6-

En el grupo A la media ha sido  $-0,36^\circ$  (IC 95%: 1,91 / -2,64) y en el grupo B  $4,05^\circ$  (IC 95%: 7,04 / 1,05),  $p = 0,004$  (Figura 4.29 y Tabla 4.12).

##### 4.3.1.7. Cifosis vertebral –CV-

En el grupo A la media ha sido  $7,41^\circ$  (IC 95%: 9,80 / 5,02) y en el grupo B  $9,95^\circ$  (IC 95%: 12,72 / 7,18),  $p = 0,10$  (Figura 4.29 y Tabla 4.12).

#### 4. Resultados

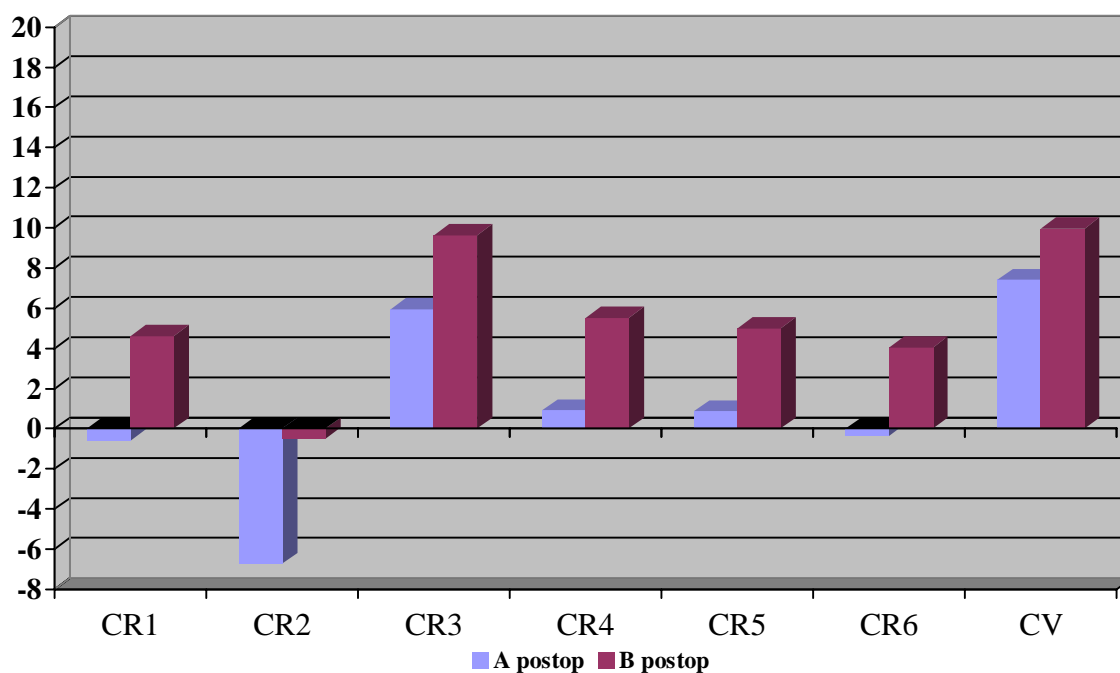
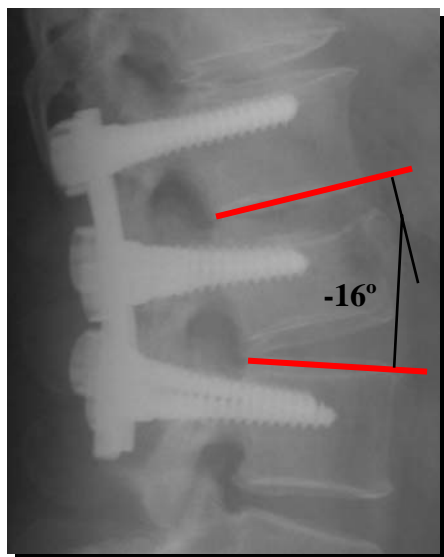


Fig. 4.29. Comparativa de las cifosis regionales y la cifosis vertebral en el post-operatorio.

Variable	A		B		p
	Media	IC 95 %	Media	IC 95 %	
CR 1	-0,59	2,74 / -3,93	4,62	9,00 / 0,23	0,07
CR 2	-6,73	-4,84 / -8,61	-0,48	3,25 / -4,20	<b>0,005*</b>
CR 3	5,95	8,08 / 3,83	9,62	13,01 / 6,22	0,07
CR 4	0,91	2,54 / -0,73	5,52	8,48 / 2,57	<b>0,005*</b>
CR 5	0,86	3,29 / -1,57	5,00	8,61 / 1,39	<b>0,05*</b>
CR 6	-0,36	1,91 / -2,64	4,05	7,04 / 1,05	<b>0,004*</b>
CV	7,41	9,80 / 5,02	9,95	12,72 / 7,18	0,10

Tabla 4.12. Cifosis regionales y cifosis vertebral post-operatorias.



**Figura 4.30.** Imagen post-operatoria de la CR2 en una fractura estallido a nivel de L2 con instrumentación de la vértebra fracturada. Obsérvese la hipercorrección obtenida en lordosis.

#### 4.3.1.8. Índice sagital –IS-

En el grupo A la media ha sido  $3,41^\circ$  (IC 95%:  $5,45 / 1,37$ ) y en el grupo B  $6,95^\circ$  (IC 95%:  $10,02 / 3,89$ ),  $p = 0,03$  (Figura 4.31 y Tabla 4.13).

#### 4.3.1.9. Angulación regional traumática –ART-

En el grupo A la media ha sido  $-0,86^\circ$  (IC 95%:  $2,21 / -3,93$ ) y en el grupo B  $3,48^\circ$  (IC 95%:  $6,72 / 0,23$ ),  $p = 0,05$  (Figura 4.31 y Tabla 4.13).

#### 4.3.1.10. Angulo de la pared posterior –APP-

En el grupo A la media ha sido  $-4,18^\circ$  (IC 95%:  $-1,39 / -6,97$ ) y en el grupo B  $1,28^\circ$  (IC 95%:  $5,18 / -2,61$ ),  $p = 0,07$  (Figura 4.31 y Tabla 4.13).

#### 4. Resultados

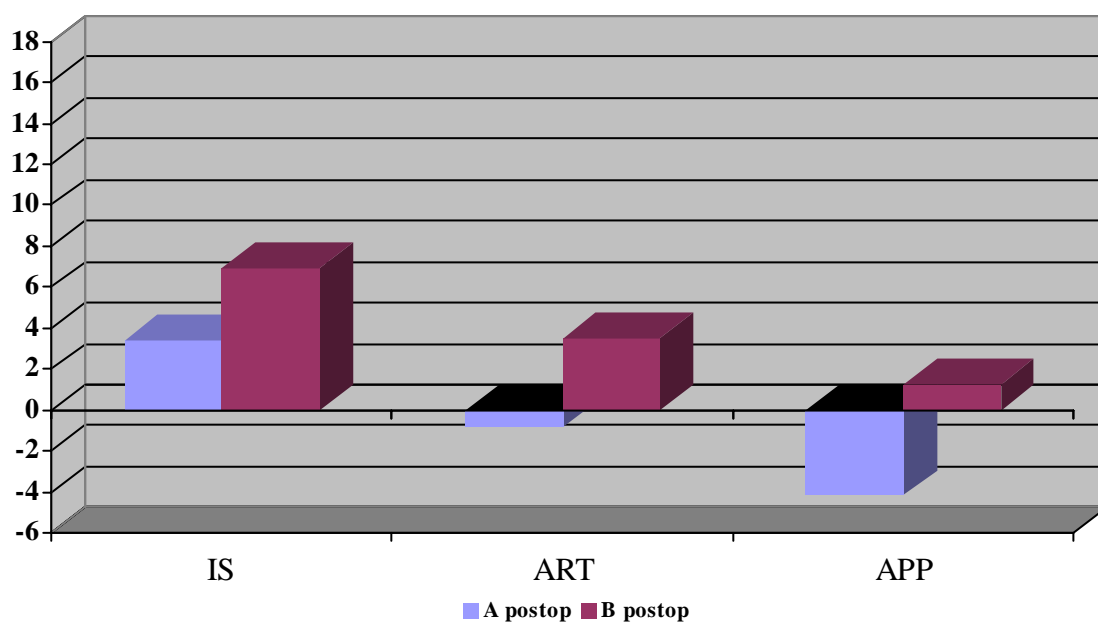


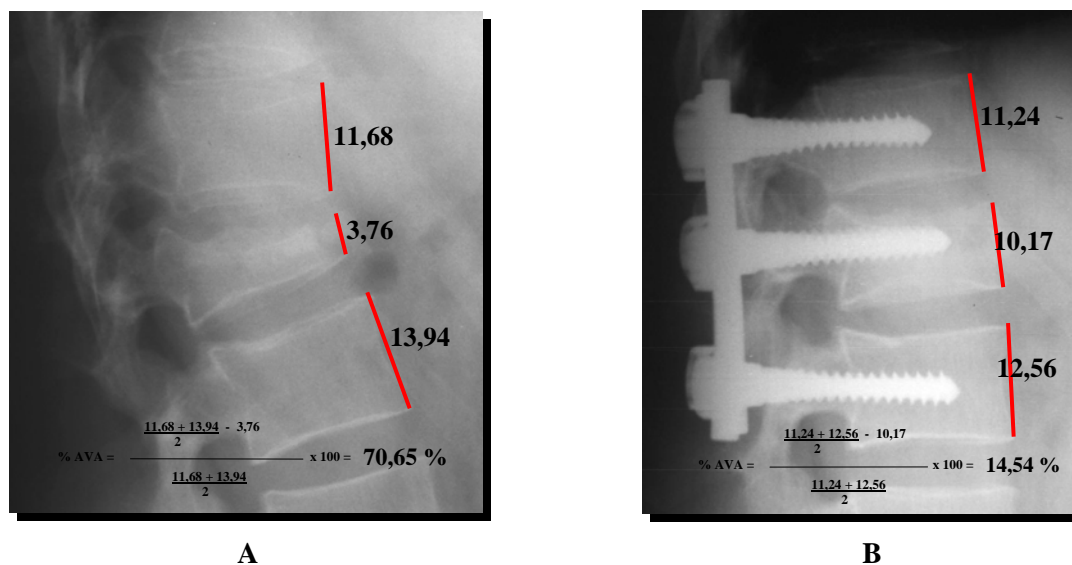
Fig. 4.31. Comparación del IS, ART y APP post-operatorio entre ambos grupos.

Variable	A		B		p
	Media	IC 95 %	Media	IC 95 %	
IS	3,41	5,45 / 1,37	6,95	10,02 / 3,89	<b>0,03</b> *
ART	-0,86	2,21 / -3,93	3,48	6,72 / 0,23	<b>0,05</b> *
APP	-4,18	-1,39 / -6,97	1,28	5,18 / -2,61	0,07

Tabla 4.13. Comparativa entre grupo A / B del IS, ART y APP pre-operatorio.

#### 4.3.1.11. Porcentaje de compresión de la altura vertebral anterior -% AVA-

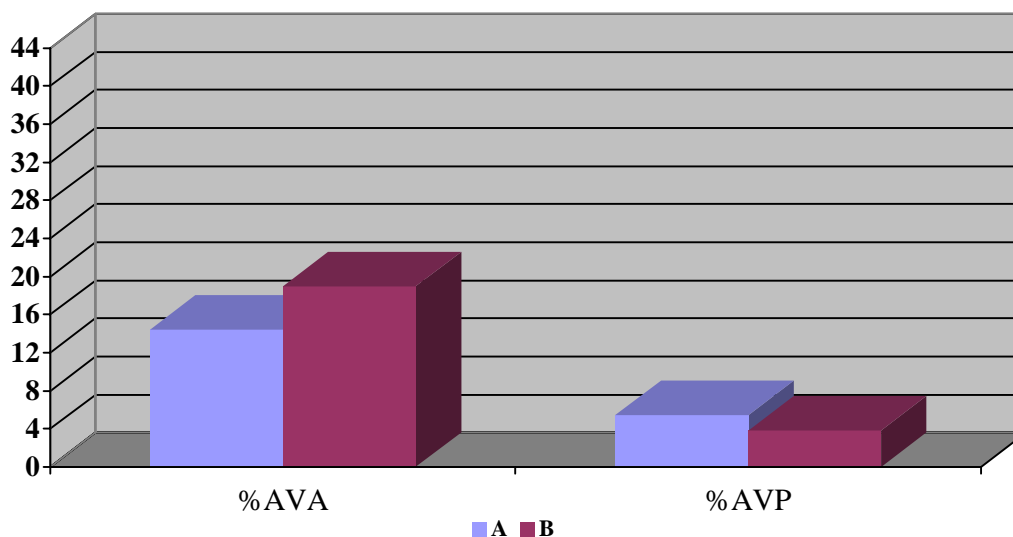
En el grupo A la media ha sido 14,24% (IC 95%: 18,12 / 10,36) y en el grupo B 18,98% (IC 95%: 26,14 / 11,82), con una  $p = 0,23$  (Figura 4.32, Figura 4.33 y Tabla 4.14).



**Fig. 4.32.** Valoración del porcentaje de la AVA en una fractura estallido de L1. **A:** %AVA pre-operatorio. **B:** %AVA post-operatorio.

#### 4.3.1.12. Porcentaje de compresión de la altura vertebral posterior -% AVP-

En el grupo A la media ha sido 5,46% (IC 95%: 7,95 / 2,98) y en el grupo B 3,86% (IC 95%: 6,67 / 1,05), con una  $p = 0,37$  (Figura 4.33 y Tabla 4.14).



**Fig. 4.33.** Comparativa del porcentaje de compresión de la AVA y AVP post-operatorio entre ambos grupos.

#### 4. Resultados

---

##### 4.3.1.13. Cociente de la altura vertebral anterior / altura vertebral posterior de la vértebra fracturada -AVA/AVP-

En el grupo A la media ha sido 0,79 (IC 95%: 0,84 / 0,75) y en el grupo B 0,74 (IC 95%: 0,81 / 0,68),  $p = 0,36$  (Figura 4.34 y Tabla 4.14).

##### 4.3.1.14. Cociente de la altura de la unidad vertebral anterior / altura de la unidad vertebral posterior -AUVA/AUVP-

En el grupo A la media ha sido 1,14 (IC 95%: 1,17 / 1,10) y en el grupo B 1,00 (IC 95%: 1,07 / 0,94),  $p = 0,001$  (Figura 4.34 y Tabla 4.14).

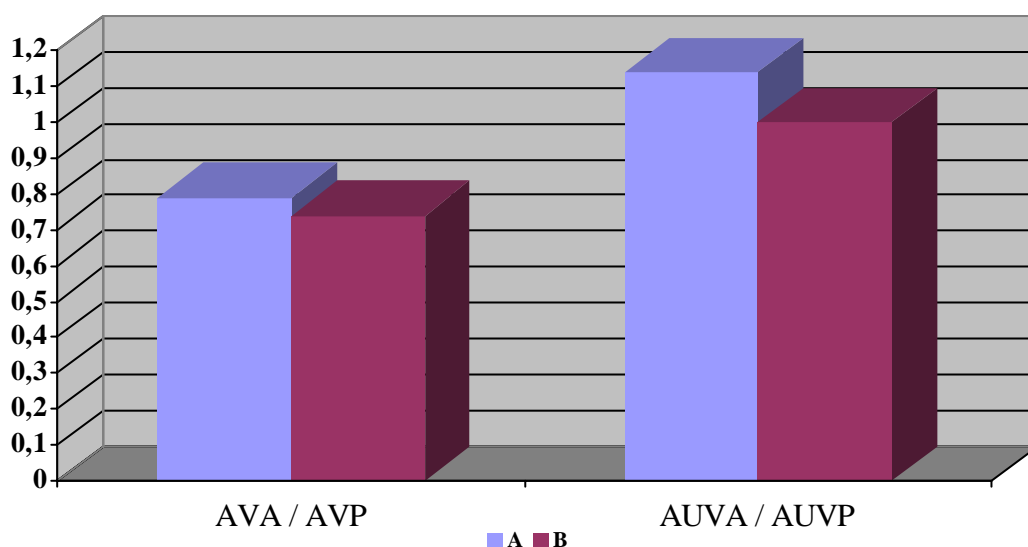


Fig. 4.34. Comparativa entre el grupo A / B de los cocientes de la AVA/AVP y AUVA/AUVP post-operatorio.

Variable	A		B		p
	Media	IC 95 %	Media	IC 95 %	
% AVA	14,24	18,12 / 10,36	18,98	26,14 / 11,82	0,23
% AVP	5,46	7,95 / 2,98	3,86	6,67 / 1,05	0,37
AVA/AVP	0,79	0,84 / 0,75	0,74	0,81 / 0,68	0,36
AUVA/AUVP	1,14	1,17 / 1,10	1,00	1,07 / 0,94	<b>0,001*</b>

**Tabla 4.14.** Comparativa entre el grupo A / B del %AVA, %AVP, AVA/AVP, AUVA/AUVP post-operatorio.

### 4.3.2. Radiografía simple en el plano antero-posterior

#### 4.3.2.1. Angulación vertebral lateral –AL-

En el grupo A la media ha sido 1,50° (IC 95%: 2,22 / 0,78) y en el grupo B 0,86° (IC 95%: 1,19 / 0,53), con una p = 0,8 (Tabla 4.15).

Variable	A		B		p
	Media	IC 95 %	Media	IC 95 %	
AL	1,50	2,22 / 0,78	0,86	1,19 / 0,53	0,8

**Tabla 4.15.** Comparación de la AL entre el grupo A / B de forma post-operatoria.

## 4. Resultados

---

### 4.4. COMPARACIÓN EN EL SEGUIMIENTO DE LAS MEDICIONES RADIOLÓGICAS ENTRE EL GRUPO A Y EL GRUPO B

#### 4.4.1. Radiografía simple en el plano sagital

##### 4.4.1.1. Cifosis regional 1 –CR1-

En el grupo A la media ha sido  $2,36^\circ$  (IC 95%:  $5,69 / -0,96$ ) y en el grupo B  $8,62^\circ$  (IC 95%:  $13,11 / 4,12$ ), **p = 0,02** (Figura 4.35, Figura 4.36 y Tabla 4.16).

##### 4.4.1.2. Cifosis regional 2 –CR2-

En el grupo A la media ha sido  $-2,54^\circ$  (IC 95%:  $-0,57 / -4,52$ ) y en el grupo B  $5,48^\circ$  (IC 95%:  $8,57 / 2,38$ ), **p = 0,0001** (Figura 4.36 y Tabla 4.16).

##### 4.4.1.3. Cifosis regional 3 –CR3-

En el grupo A la media ha sido  $7,50^\circ$  (IC 95%:  $10,22 / 4,47$ ) y en el grupo B  $12,33^\circ$  (IC 95%:  $15,71 / 8,96$ ), **p = 0,04** (Figura 4.36 y Tabla 4.16).

##### 4.4.1.4. Cifosis regional 4 –CR4-

En el grupo A la media ha sido  $3,32^\circ$  (IC 95%:  $4,93 / 1,70$ ) y en el grupo B  $9,05^\circ$  (IC 95%:  $11,70 / 6,39$ ), **p = 0,001** (Figura 4.36 y Tabla 4.16).

##### 4.4.1.5. Cifosis regional 5 –CR5-

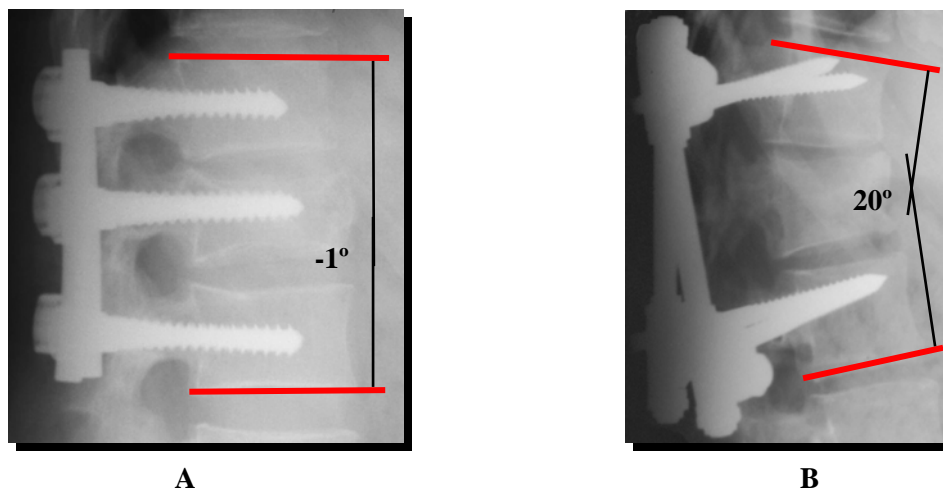
En el grupo A la media ha sido  $1,45^\circ$  (IC 95%:  $3,67 / -0,76$ ) y en el grupo B  $6,71^\circ$  (IC 95%:  $10,57 / 2,86$ ), **p = 0,02** (Figura 4.36 y Tabla 4.16).

##### 4.4.1.6. Cifosis regional 6 –CR6-

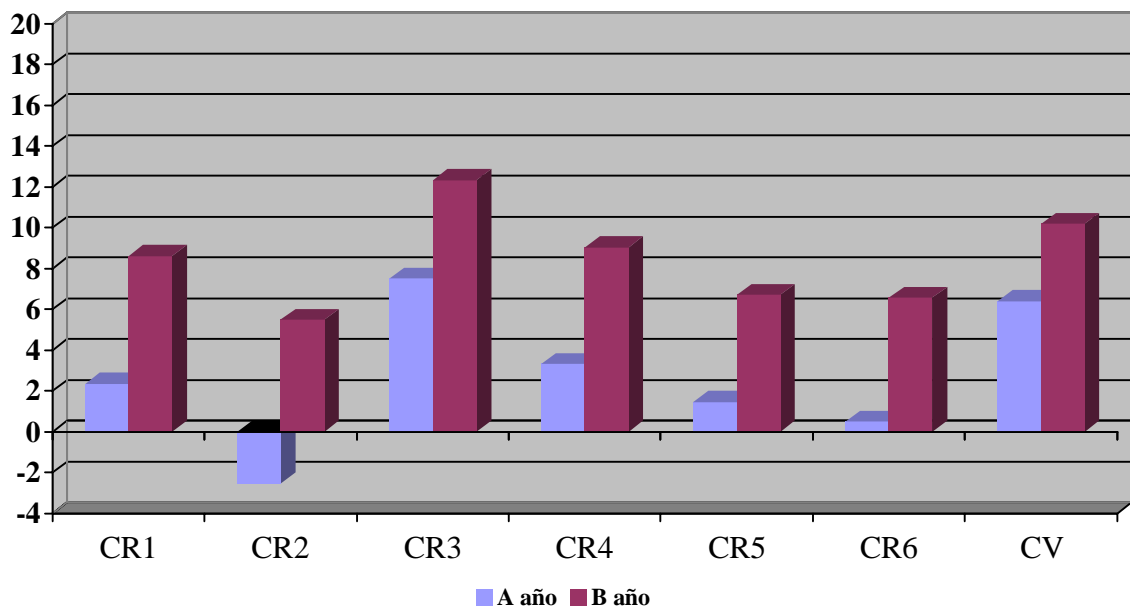
En el grupo A la media ha sido  $0,50^\circ$  (IC 95%:  $2,16 / -1,16$ ) y en el grupo B  $6,57^\circ$  (IC 95%:  $9,71 / 3,43$ ), **p = 0,001** (Figura 4.36 y Tabla 4.16).

##### 4.4.1.7. Cifosis vertebral –CV-

En el grupo A la media ha sido  $6,41^\circ$  (IC 95%:  $8,04 / 4,78$ ) y en el grupo B  $10,19^\circ$  (IC 95%:  $13,00 / 7,38$ ), **p = 0,04** (Figura 4.36 y Tabla 4.16).



**Fig. 4.35.** Comparación de la CR tipo 1 en el seguimiento en dos fracturas a nivel de L1. **A:** instrumentación de la vértebra fracturada donde se ha mantenido la alineación sagital. **B:** sin instrumentación de la vértebra fracturada con pérdida de la alineación sagital.



**Fig. 4.36.** Comparativa de las cifosis regionales y la cifosis vertebral en el seguimiento.

#### 4. Resultados

Variable	A		B		p
	Media	IC 95 %	Media	IC 95 %	
CR 1	2,36	5,69 / -0,96	8,62	13,11 / 4,12	<b>0,02*</b>
CR 2	-2,54	-0,57 / -4,52	5,48	8,57 / 2,38	<b>0,0001*</b>
CR 3	7,50	10,22 / 4,47	12,33	15,71 / 8,96	<b>0,04*</b>
CR 4	3,32	4,93 / 1,70	9,05	11,70 / 6,39	<b>0,001*</b>
CR 5	1,45	3,67 / -0,76	6,71	10,57 / 2,86	<b>0,02*</b>
CR 6	0,50	2,16 / -1,16	6,57	9,71 / 3,43	<b>0,001*</b>
CV	6,41	8,04 / 4,78	10,19	13,00 / 7,38	<b>0,04*</b>

**Tabla 4.16.** Cifosis regionales y cifosis vertebral en el seguimiento.

#### 4.4.1.8. Índice sagital –IS-

En el grupo A la media ha sido 5,82° (IC 95%: 7,98 / 3,65) y en el grupo B 10,57° (IC 95%: 13,16 / 7,98), **p = 0,01** (Figura 4.37 y Tabla 4.15).

#### 4.4.1.9. Angulación regional traumática –ART-

En el grupo A la media ha sido 2,09° (IC 95%: 5,41 / -1,23) y en el grupo B 7,57° (IC 95%: 11,17 / 3,97), **p = 0,02** (Figura 4.37 y Tabla 4.15).

#### 4.4.1.10. Angulo de la pared posterior –APP-

En el grupo A la media ha sido 0,36° (IC 95%: 3,69 / -2,96) y en el grupo B 7,00° (IC 95%: 11,21 / 2,79), **p = 0,05** (Figura 4.37 y Tabla 4.15).

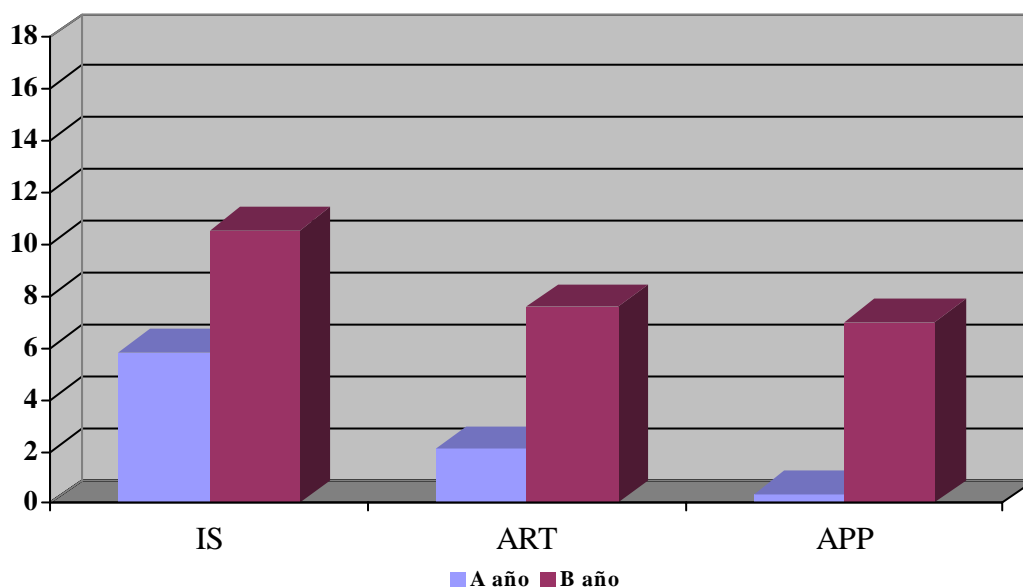


Fig. 4.37. Comparación del IS, ART y APP en el seguimiento.

Variable	A		B		p
	Media	IC 95 %	Media	IC 95 %	
IS	5,82	7,98 / 3,65	10,57	13,16 / 7,98	<b>0,01*</b>
ART	2,09	5,41 / -1,23	7,57	11,17 / 3,97	<b>0,02*</b>
APP	0,36	3,69 / -2,96	7,00	11,21 / 2,79	<b>0,05*</b>

Tabla 4.15. Comparativa entre el grupo A / B del IS, ART y APP en el seguimiento.

#### 4.4.1.11. Porcentaje de compresión de la altura vertebral anterior -% AVA-

En el grupo A la media ha sido 16,52% (IC 95%: 20,98 / 12,06) y en el grupo B 22,33% (IC 95%: 29,33 / 15,33),  $p = 0,14$  (Figura 4.38 y Tabla 4.16).

#### 4.4.1.12. Porcentaje de compresión de la altura vertebral posterior -% AVP-

En el grupo A la media ha sido 5,31% (IC 95%: 7,49 / 3,12) y en el grupo B 4,51% (IC 95%: 7,09 / 1,93),  $p = 0,62$  (Figura 4.38 y Tabla 4.16).

## 4. Resultados

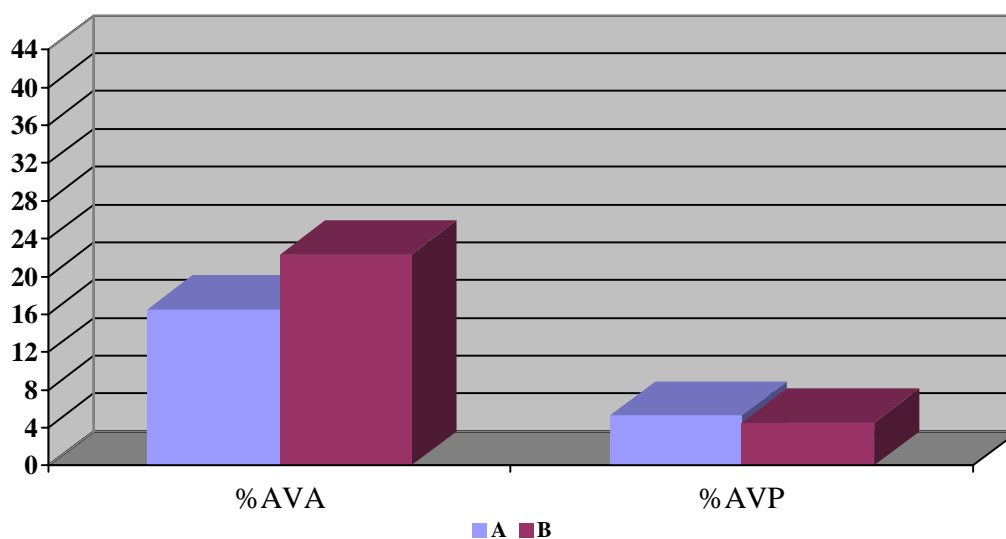


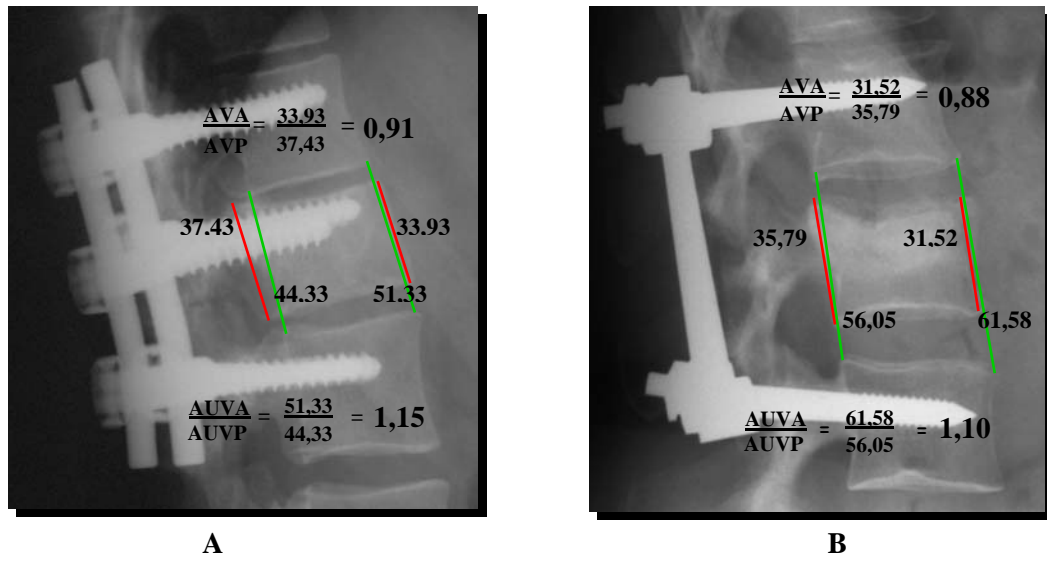
Fig. 4.38. Comparativa del porcentaje de compresión de la AVA y AVP en el seguimiento.

### 4.4.1.13. Cociente de la altura vertebral anterior / altura vertebral posterior de la vértebra fracturada -AVA/AVP-

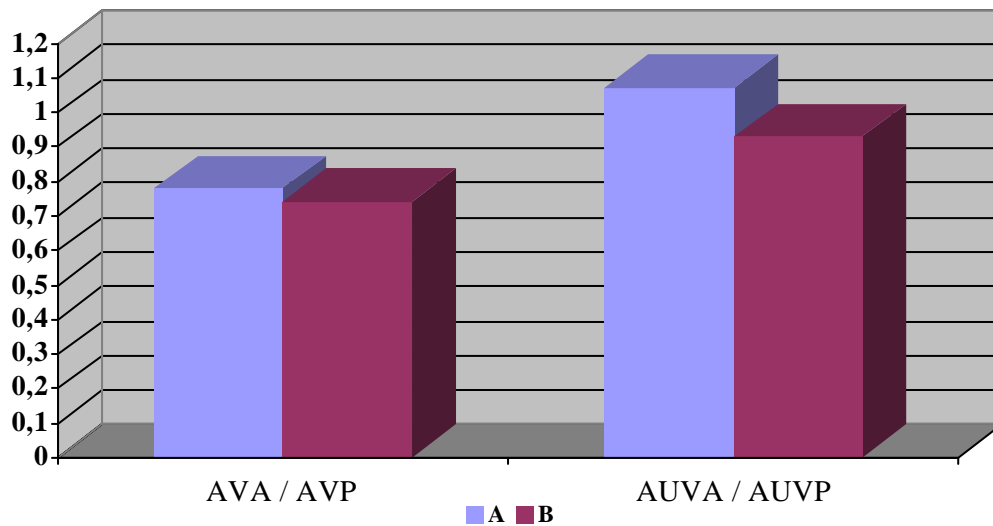
En el grupo A la media ha sido 0,78 (IC 95%: 0,83 / 0,74) y en el grupo B 0,74 (IC 95%: 0,80 / 0,67),  $p = 0,48$  (Figura 4.39, Figura 4.40 y Tabla 4.16).

### 4.4.1.14. Cociente de la altura de la unidad vertebral anterior / altura de la unidad vertebral posterior -AUVA/AUVP-

En el grupo A la media ha sido 1,07 (IC 95%: 1,11 / 1,04) y en el grupo B 0,93 (IC 95%: 0,99 / 0,88),  $p = 0,0001$  (Figura 4.39, Figura 4.40 y Tabla 4.16).



**Fig. 4.39.** Comparación de los cocientes de la AVA/AVP y AUVA/AUVP en el seguimiento. **A:** fractura estallido de L1 con instrumentación de la vértebra fracturada. **B:** fractura estallido de L2 sin instrumentación de la vértebra fracturada.



**Fig. 4.40.** Comparativa entre el grupo A / B de los cocientes AVA/AVP y AUVA/AUVP en el seguimiento.

#### 4. Resultados

Variable	A		B		p
	Media	IC 95 %	Media	IC 95 %	
% AVA	16,52	20,98 / 12,06	22,33	29,33 / 15,33	0,14
% AVP	5,31	7,49 / 3,12	4,51	7,09 / 1,93	0,62
AVA/AVP	0,78	0,83 / 0,74	0,74	0,80 / 0,67	0,48
AUVA/AUVP	1,07	1,11 / 1,04	0,93	0,99 / 0,88	<b>0,0001*</b>

**Tabla 4.16.** Comparativa entre el grupo A / B del %AVA, %AVP, AVA/AVP, AUVA/AUVP en el seguimiento.

#### 4.4.2. Radiografía simple en el plano antero-posterior

##### 4.4.2.1. Angulación vertebral lateral –AL-

En el grupo A la media ha sido 1,27° (IC 95%: 1,92 / 0,63) y en el grupo B 0,81° (IC 95%: 1,18 / 0,44), p = 0,20 (Tabla 4.17).

Variable	A		B		p
	Media	IC 95 %	Media	IC 95 %	
AL	1,27	1,92 / 0,63	0,81	1,18 / 0,44	0,20

**Tabla 4.17.** Comparación de la AL entre el grupo A / B en el seguimiento.

#### 4.5. EVOLUCIÓN EN EL TIEMPO DE LAS MEDICIONES RADIOLÓGICAS

A continuación hemos presentado los resultados del análisis de la evolución de las diferentes mediciones radiológicas efectuado mediante el análisis MANOVA en la Tabla 4.18 y Figura 4.41-4.45.

Variable	A						B						p
	Preop		Postop		Seguimiento		Preop		Postop		Seguimiento		
	Media	IC 95%	Media	IC 95%	Media	IC 95%	Media	IC 95%	Media	IC 95%	Media	IC 95%	
<b>CR1</b>	13,45	17,32 / 9,59	-0,59	2,74 / -3,93	2,36	5,69 / -0,96	11,86	15,59 / 8,12	4,62	9,00 / 0,23	8,62	13,11 / 4,12	<b>0,003*</b>
<b>CR2</b>	7,50	10,84 / 4,16	-6,73	-4,84 / -8,61	-2,54	-0,57 / -4,52	7,76	10,36 / 5,17	-0,48	3,25 / -4,20	5,48	8,57 / 2,38	<b>0,002*</b>
<b>CR3</b>	16,73	19,64 / 13,82	5,95	8,08 / 3,83	7,50	10,22 / 4,77	17,57	20,42 / 14,72	9,62	13,01 / 6,22	12,33	15,71 / 8,96	0,06
<b>CR4</b>	12,73	15,18 / 10,27	0,91	2,54 / -0,73	3,32	4,93 / 1,70	12,62	15,10 / 10,13	5,52	8,48 / 2,57	9,05	11,70 / 6,39	<b>0,009*</b>
<b>CR5</b>	13,77	16,97 / 10,58	0,86	3,29 / -1,57	1,45	3,67 / -0,76	11,28	14,00 / 8,57	5,00	8,61 / 1,39	6,71	10,57 / 2,86	<b>0,001*</b>
<b>CR6</b>	11,73	14,47 / 8,99	-0,36	1,91 / -2,64	0,50	2,16 / -1,16	11,62	13,58 / 9,66	4,05	7,04 / 1,05	6,57	9,71 / 3,43	<b>0,002*</b>
<b>CV</b>	17,00	19,60 / 14,40	7,41	9,80 / 5,02	6,41	8,04 / 4,78	16,67	18,60 / 14,73	9,95	12,72 / 7,18	10,19	13,00 / 7,38	<b>0,02*</b>
<b>IS</b>	15,23	17,43 / 13,02	3,41	5,45 / 1,37	5,82	7,98 / 3,65	14,05	16,07 / 12,02	6,95	10,02 / 3,89	10,57	13,16 / 7,98	<b>0,004*</b>
<b>ART</b>	13,18	16,12 / 10,24	-0,86	2,21 / -3,93	2,09	5,41 / -1,23	10,71	13,36 / 8,06	3,48	6,72 / 0,23	7,57	11,17 / 3,97	<b>0,001*</b>

#### 4. Resultados

Variable	A						B						p
	Preop		Postop		Seguimiento		Preop		Postop		Seguimiento		
	Media	IC 95%	Media	IC 95%	Media	IC 95%	Media	IC 95%	Media	IC 95%	Media	IC 95%	
<b>APP</b>	7,59	11,53 / 3,65	-4,18	-1,39 / -6,97	0,36	3,69 / -2,96	8,62	11,67 / 5,57	1,28	5,18 / -2,61	7,00	11,21 / 2,79	<b>0,03*</b>
<b>%AVA</b>	42,94	48,27 / 37,61	14,24	18,12 / 10,36	16,52	20,98 / 12,06	37,86	42,15 / 33,57	18,98	26,14 / 11,82	22,33	29,33 / 15,33	<b>0,009*</b>
<b>%AVP</b>	8,02	12,40 / 3,64	5,46	7,95 / 2,98	5,31	7,49 / 3,12	6,30	9,79 / 2,81	3,86	6,67 / 1,05	4,51	7,09 / 1,93	0,9
<b>AVA/AVP</b>	0,55	0,61 / 0,49	0,79	0,84 / 0,75	0,78	0,83 / 0,74	0,59	0,64 / 0,55	0,74	0,81 / 0,68	0,74	0,80 / 0,67	<b>0,04*</b>
<b>AUVA/AUVP</b>	0,90	0,95 / 0,85	1,14	1,17 / 1,10	1,07	1,11 / 1,04	0,93	0,97 / 0,88	1,00	1,07 / 0,94	0,93	0,99 / 0,88	<b>0,00*</b>
<b>AL</b>	2,18	3,41 / 0,95	1,50	2,22 / 0,78	1,27	1,92 / 0,63	1,67	2,88 / 0,45	0,86	1,19 / 0,53	0,81	1,18 / 0,44	0,96

**Tabla 4.18.** Evolución de las mediciones radiológicas en el tiempo mediante el análisis MANOVA.

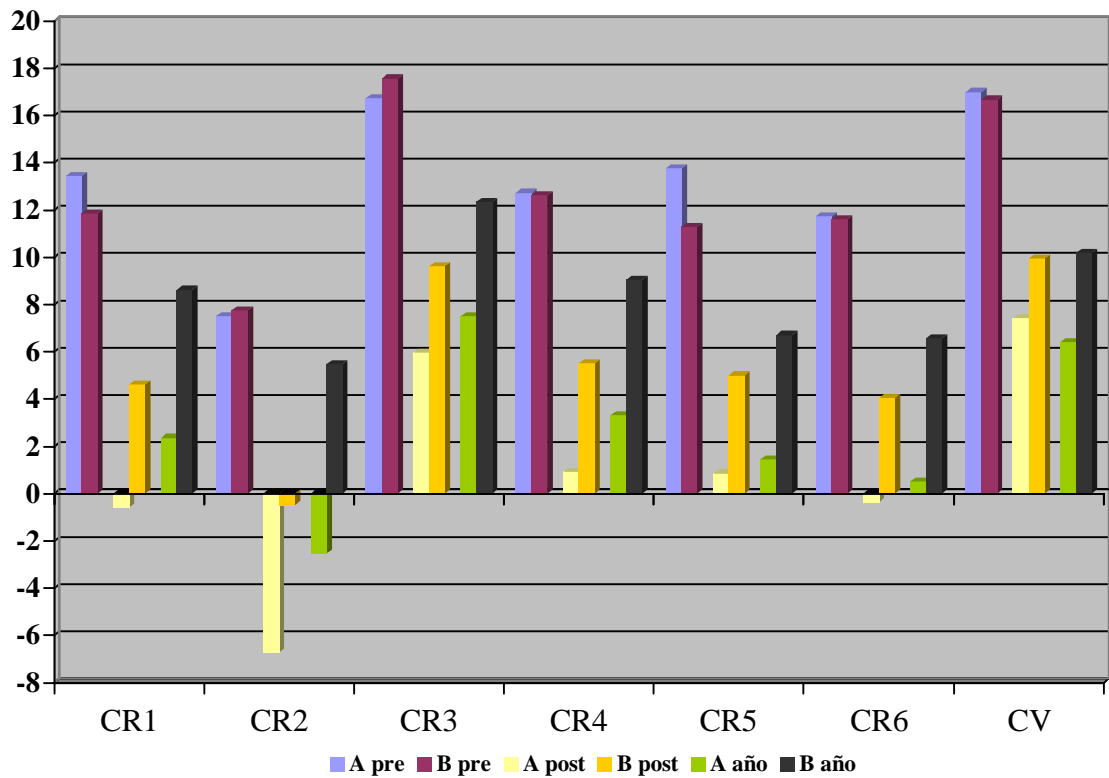


Fig. 4.41. Evolución comparativa de las cifosis regionales y la cifosis vertebral.

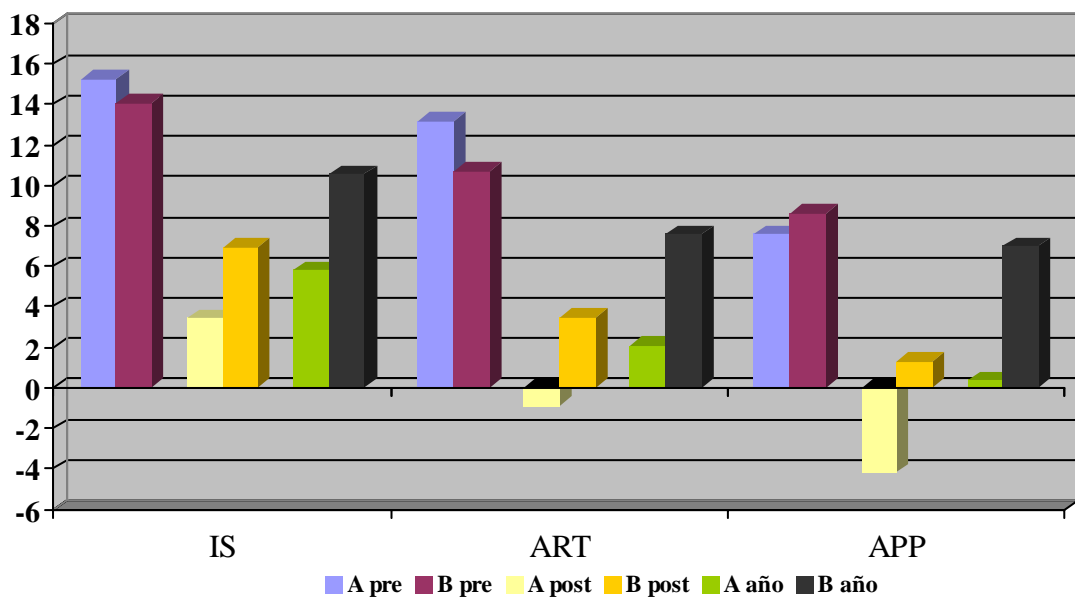


Fig. 4.42. Evolución comparativa del IS, ART y APP.

#### 4. Resultados

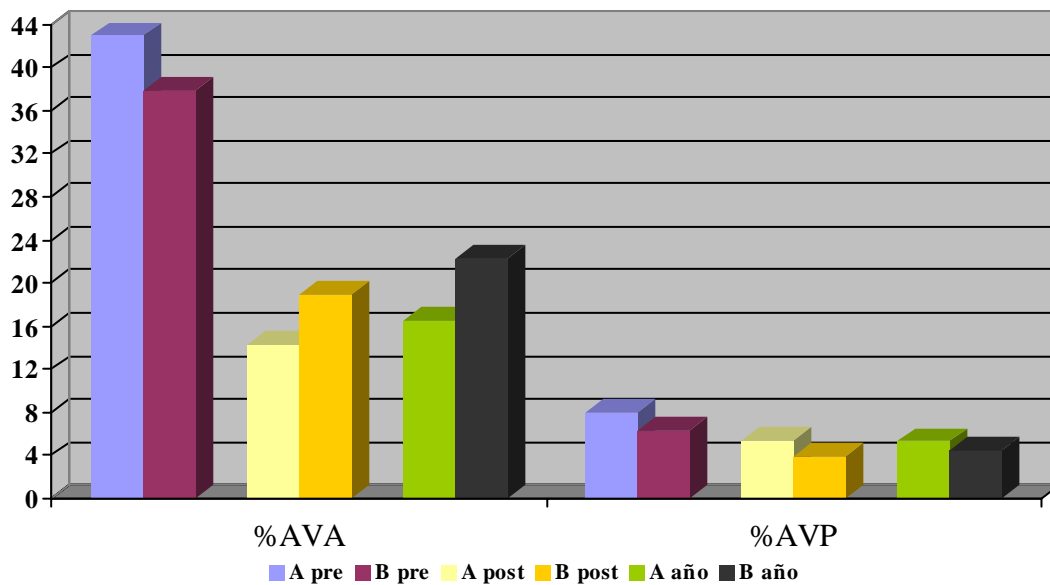


Fig. 4.43. Evolución comparativa de los porcentajes de la AVA y la AVP.

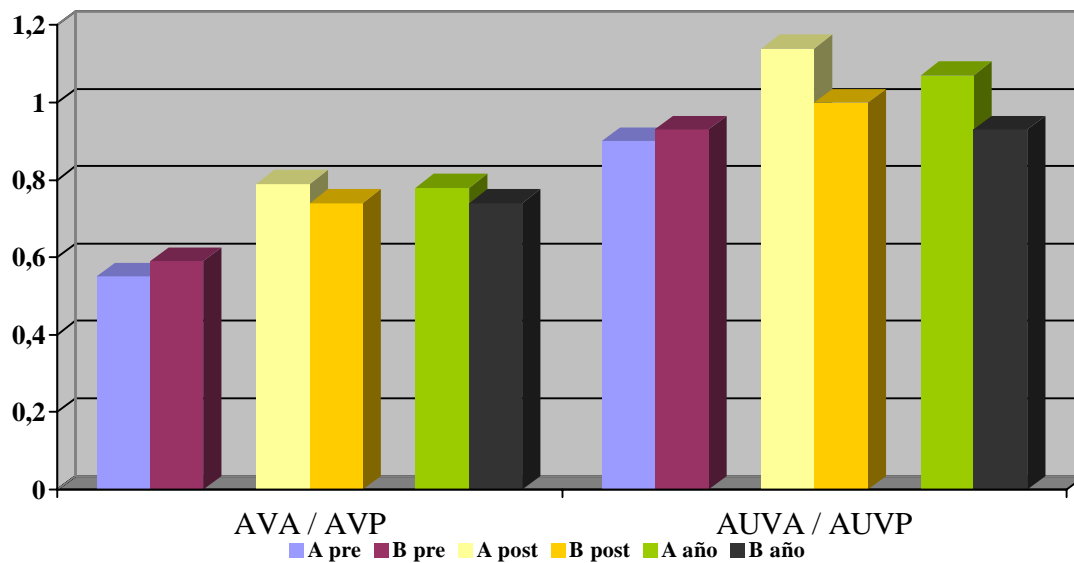


Fig. 4.44. Evolución comparativa de los cocientes AVA/AVP y AUVA/AUVP.

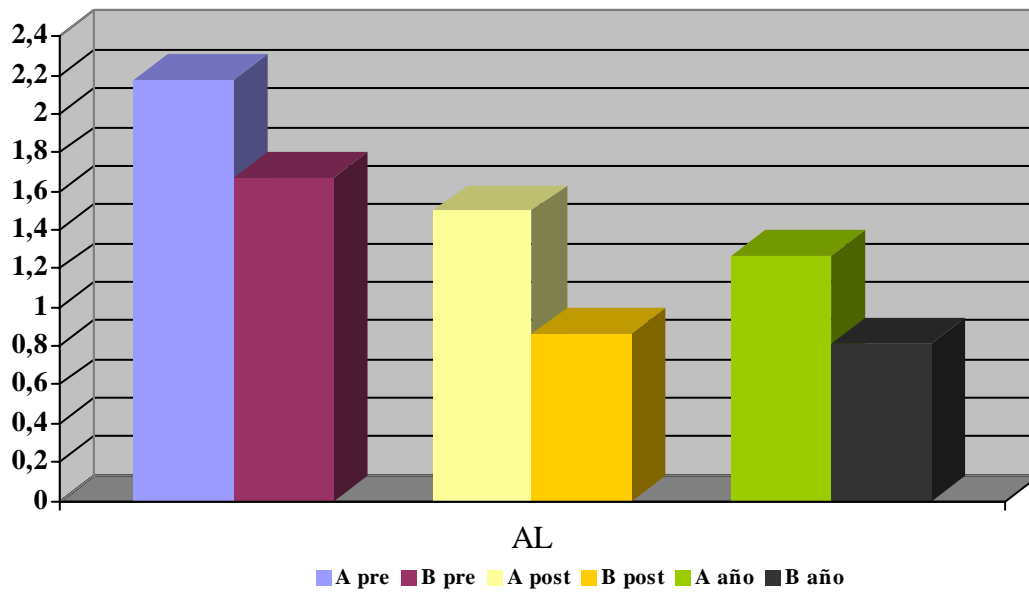


Fig. 4.45. Evolución comparativa de la AL.

Como se ha podido observar el grupo **A** tiene una mejor evolución que el grupo **B** en la mayoría de las mediciones radiológicas efectuadas. Se han observado diferencias **significativas** entre ambos grupos, en las mediciones: **CR1, CR2, CR4, CR5, CR6, CV, IS, ART, APP, %AVA, AVA/AVP y AUVA/AUVP (12/15)**.

No se han observado diferencias significativas en la evolución entre ambos grupos en las mediciones: **CR3, %AVP y AL (3/15)**.

## 5.1. LA SERIE PRESENTADA

Iniciamos la discusión valorando los dos grupos objetos del estudio en relación a su idoneidad y características.

### 5.1.1. Idoneidad de la serie

Se trata de dos grupos de pacientes tratados en tres hospitales próximos, donde se siguen criterios similares en relación a la indicación quirúrgica de la fractura vertebral tipo estallido. Todos los hospitales disponen de Unidades de Columna con experiencia similar en los respectivos Servicios de Cirugía Ortopédica y Traumatología.

De forma retrospectiva reunimos un grupo homogéneo de historias clínicas que cumplen los 15 criterios de inclusión definidos previamente en el apartado de Material y Método (3.3). La principal limitación en la recogida de la muestra la encontramos en la unificación de: *fractura tipo estallido de la unión tóraco-lumbar tratada mediante montaje posterior de dos unidades funcionales con barras y tornillos transpediculares asociado con injerto transpedicular y postero-lateral para la artrodesis.*

De las 150 historias clínicas revisadas en el estudio **43** cumplen los criterios de inclusión. Definimos dos grupos de estudio, un grupo A y un grupo B, en función de la instrumentación o no de la vértebra fracturada, respectivamente. En la bibliografía encontramos un solo estudio que compara en montajes posteriores cortos la instrumentación o no de la vértebra fracturada. Pero la muestra que presentan es pequeña y poco homogénea en relación a nuestro estudio.<sup>218</sup>

El tamaño de la muestra, 22 pacientes en el grupo A y 21 pacientes en el grupo B, es equiparable a los presentados en la bibliografía: 30 pacientes en la serie de Aebi y cols.;<sup>3</sup> Olerud y cols. presentan 20 casos;<sup>203</sup> 22 casos en Esses y cols.;<sup>89</sup> 61 casos en el estudio multicéntrico de Esses y cols.;<sup>90</sup> Benson y cols. estudian 24 casos a nivel de la unión tóraco-lumbar;<sup>22</sup> 22 pacientes en Escriba y cols.;<sup>87</sup> 33 en el estudio comparativo de Shen y cols.<sup>240</sup>

Al revisar la bibliografía hay que tener en cuenta en la valoración de los resultados, que muchos autores mezclan en sus estudios todos los tipos de fracturas (compresión anterior,

## 5. Discusión

---

estallido, flexión-distracción y fractura-luxación)<sup>39,52,75,149,153,165,167,178,203,213</sup> e incluyen los segmentos lumbares inferiores (L3, L4 y L5).<sup>22,43,55,93,149,167,188,195,257</sup> Por lo tanto no podemos extrapolar los resultados de estos trabajos de forma comparativa a los estudios que solo valoran las fracturas estallido de la columna tóraco-lumbar.

La casuística analizada en función de los años es similar en ambos grupos, reuniendo el 88,4% de la serie entre los años 1996 y 2002 (38 de los 43 casos). Observamos una distribución uniforme de los casos, con los típicos e incompresibles picos de determinados años. En el grupo B existen 4 pacientes tratados a principios de los años 90 en el Centre Hospitalari i Cardiològic de Manresa, tras la publicación del trabajo de Olerud y cols.<sup>203</sup> Se trata de un período de gran evolución tanto en el diagnóstico de las lesiones, con la implantación progresiva de la RMN, como en los métodos de síntesis vertebral difundidos por Roy-Camille a partir de 1961 e implantados en nuestros hospitales.<sup>223</sup>

El seguimiento mínimo establecido es de 12 meses. Tiempo que consideramos necesario para obtener la consolidación de la fractura, la consolidación de la artrodesis postero-lateral y valorar la presencia o no de inestabilidad secundaria y el fallo en el montaje vertebral. El seguimiento medio en ambos grupos es similar, 17,77 meses (IC 95%: 19,86 / 15,68) en el grupo A y 23,81 meses (IC 95%: 34,19 / 13,43) en el grupo B. Similar a los observados en la bibliografía.<sup>3,22,75,87,88,89,90,203,218</sup> Müller y cols. presentan en su serie de fijaciones bi-segmentarias con artrodesis mono-segmentaria postero-laterales un seguimiento medio de 77 meses. Uno de los más largos recogidos en la bibliografía.<sup>195</sup>

### 5.1.2. Características de la serie

#### 5.1.2.1. Sexo

En nuestra serie existe un predominio de los hombres sobre las mujeres con una relación de 2:1. Proporción que coincide con los datos revisados en los diferentes artículos.<sup>22,39,67,75,87,90,165,195,196,268,284</sup>

#### 5.1.2.2. Edad

Este tipo de lesión presenta una mayor incidencia en la cuarta década de la vida.<sup>39,66,67,93,149,153,254</sup> En nuestra serie ambos grupos son comparables en referencia a la edad, situándose el 76,74% entre los 20 y 50 años.

### 5.1.2.3. Mecanismo lesional

La fractura estallido de la unión tóraco-lumbar se produce como consecuencia de una carga axial de alta energía, produciendo un fallo en compresión de la columna anterior y media.<sup>66</sup> En la serie presentada la precipitación es el mecanismo de lesión más frecuente. Con una incidencia del 67%, seguido por los accidentes de tráfico con un 28%, en cada grupo. Carl y cols. presentan una incidencia de la precipitación del 58% (22 de 38) y de los accidentes de tráfico del 42% (16 de 38).<sup>39</sup> En Vaccaro y cols. la precipitación representa el 72% (31 de los 43 casos), frente al 23% (10 de 43) de los accidentes de tráfico.<sup>268</sup> En Lindsey y Dick el mecanismo de lesión más frecuente es la precipitación con un 51% (41 de 80 casos) frente al 21% de los accidente de tráfico (17 de 80).<sup>165</sup> Existen otros trabajos donde el accidente de tráfico es el mecanismo de lesión más frecuente.<sup>87,125,167,203,218,230</sup>

Desde un punto de vista epidemiológico decimos que la fractura estallido de la unión tóraco-lumbar es más frecuente en los varones de mediana edad en relación con la mayor actividad física y la conducción de vehículos.

### 5.1.2.4. Lesiones asociadas

Al tratarse de accidentes de alta energía nos encontramos frente a pacientes politraumatizados.<sup>32,144,156,184</sup> En consecuencia es frecuente encontrarnos con lesiones asociadas en otras regiones de la anatomía.<sup>87,121,137</sup> En nuestra serie entorno al 40% de los pacientes presentan lesiones asociadas, 8 casos en el grupo A (36,4%) y 9 en el B (42,9%). La región anatómica más frecuentemente afectada son las extremidades superiores, 2 pacientes en el grupo A (9,1%) y 3 en el B (14,3%) y las extremidades inferiores, 2 pacientes en el grupo A (9,1%) y 2 en el B (9,5%) en ambos grupos. Seguido por los traumatismos craneo-encefálicos, 2 pacientes en el grupo A (9,1%) y 1 en el B (4,8%).

McEvoy y Bradford en su serie de 53 pacientes, 31 (58,5%) tienen lesiones asociadas (12 lesiones craneales, 3 hemo-neumotórax, 14 fracturas de extremidades inferiores, 5 fracturas pélvicas o acetabulares, 11 con fractura de costilla, clavícula o escapular, 1 fractura facial y 1 lesión intraabdominal).<sup>184</sup> Tasdemiroglu y Tibbs en su serie de 60 fracturas tóraco-lumbares presentan 32 pacientes (53%) con lesiones asociadas (9 lesiones craneales, 8 lesiones torácicas, 4 lesiones abdominales, 9 lesiones de extremidades).<sup>260</sup> Argenson y Lassale observan un 30% de lesiones asociadas a nivel periférico y visceral.<sup>12</sup>

## 5. Discusión

---

Müller y cols. en su serie de 21 pacientes presentan las siguientes lesiones asociadas: 6 fracturas de huesos largos, 4 fracturas costales, 1 contusión cardiaca y 1 contusión pulmonar.<sup>195</sup>

### 5.1.2.5. Nivel de fractura

La región anatómica tóraco-lumbar es la comprendida entre la undécima vértebra torácica (T11) y la segunda lumbar (L2).<sup>52,56,137,139,218,224,233,240,254,282</sup> En nuestra serie la primera vértebra lumbar (L1), es la más frecuentemente afectada en ambos grupos con un 45,5% en el grupo A (10 pacientes) y un 61,9% en el grupo B (13 pacientes). Observamos un claro predominio de la lesión en la zona central de la columna tóraco-lumbar (T12 + L1), con un 68,2% en el grupo A (15 casos) y un 85,7% en el grupo B (18 casos). El nivel frecuentemente menos afectado es el T11 con un paciente en el grupo A (4,5%) y ninguno en el grupo B.

Denis en su serie sobre 412 fracturas presenta 36 estallidos localizados a nivel de la unión tóraco-lumbar. De ellos el 55,5% se localiza en la zona central (4 en T12 y 16 en L1).<sup>66</sup> En la serie de Aebi y cols. 2 de los casos se localizan en T11 (6,6%), 5 en T12 (16,6%), 13 en L1 (43,3%) y 7 en L2 (23,3%).<sup>3,4</sup> Farcy y cols. presentan 20 casos a nivel de la unión tóraco-lumbar, de los cuales 2 se localizan a nivel de T12 (5,7%), 14 en L1 (40%) y 4 en L2 (11,4%).<sup>93</sup> Lindsey y Dick presentan 54 casos en la zona central (22 en T12 y 32 en L1), sobre una casuística global de 80 pacientes.<sup>165</sup> Starr y Hanley en su serie de 22 fracturas tratadas mediante barras de Harrington con manguitos de polietileno presentan un 77,27% de lesiones localizadas en la zona central (10 en L1 y 7 en T12).<sup>254</sup> Sjöström y cols. presentan 8 casos a nivel de T12 (12%), 43 a nivel de L1 (64%) y 16 en L2 (24%).<sup>248</sup> En Vaccaro y cols. de las 43 lesiones 15 se localizan a nivel de T12 (35%), 22 en L1 (51%) y 6 en L2 (14%).<sup>268</sup> Shen y cols. en su serie comparativa de tratamiento conservador frente al quirúrgico, presentan 1 caso en T11 (1,3%), 21 en T12 (26,2%), 37 en L1 (46,3%) y 21 en L2 (26,2%).<sup>240</sup>

Estos datos corroboran el predominio de la lesión en la zona central de la columna tóraco-lumbar (T12 + L1), transición entre la estable y menos móvil columna torácica, hacia la móvil y relativamente inestable columna lumbar.

### 5.1.2.6. Lesión neurológica

La incidencia de la lesión neurológica se sitúa entorno al 14% en los dos grupos estudiados (3 pacientes en cada grupo). En la revisión de la literatura la incidencia de la lesión neurológica presenta un amplio rango, con valores comprendidos entre 13 y 83%, en función del trabajo revisado.<sup>3,22,39,43,48,55,66,89,90,149,155,167,177,203,244,247,247,257</sup>

En nuestro estudio clasificamos la lesión neurológica según la Escala de Frankel y cols.<sup>99</sup> Pre-operatoriamente el estadio más frecuente con lesión es el C, con 2 pacientes en el grupo A (9,1%) y 1 en el B (4,8%). Seguido por el D, con 2 pacientes en el grupo B (9,5%); y el estadio B con un paciente en el grupo A (4,5%). El resto de los pacientes se clasifican como estadio E (neurológicamente sin lesión) con 19 (86,4%) y 18 (85,7%) pacientes en el grupo A y B, respectivamente. En la evolución ningún paciente sufre un deterioro neurológico. Observamos una mejoría en el estado neurológico, pasando los pacientes con lesión del estadio inferior al inmediatamente superior. Excepto dos pacientes en el estadio D que sufren un estancamiento evolutivo. No existiendo variaciones en los pacientes del estadio E. Al analizar la bibliografía y comparar los resultados de la recuperación neurológica en los diferentes estudios, observamos que estos utilizan diferentes Escalas para la graduación de la lesión neurológica.<sup>31,85,99,284</sup> Por lo tanto, esto nos puede llevar a errores en la interpretación de los resultados, al ser diferente el estadiaje entre las diferentes Escalas.<sup>77</sup> La mayor parte de los trabajos que describen en su casuística pacientes con lesión neurológica, presentan una mejoría evolutiva en el estadiaje de la lesión, independientemente del tratamiento efectuado.<sup>3,6,9,10,22,38,39,43,49,55,64,77,97,99,121,129,150,153,167,177,183,184,188,203,219,231,237,244,247,254,257,266,276,278,284</sup> Por el contrario otros trabajos, en menor número, presentan un deterioro en la evolución del estado neurológico,<sup>48,68,90,112,196</sup> con una incidencia mayor en los pacientes tratados de forma conservadora<sup>68,112,196</sup> frente a los intervenidos quirúrgicamente.<sup>48,90</sup> Observando una mayor incidencia de inestabilidad tardía y lesión neurológica en las fracturas estallido tratadas ortopédicamente. Determinados autores destacan que no existen cambios en el estado neurológico de los pacientes normales (Frankel E<sup>99</sup>) y en los que presentan una afectación neurológica completa (Frankel A<sup>99</sup>). Por el contrario en los pacientes con una lesión neurológica incompleta (Frankel B, C y D<sup>99</sup>) cuando la reducción y la descompresión son satisfactorias se observa una mejoría del estado neurológico.<sup>3,22,39,55,77,97,203,254</sup> También observado con otras Escalas de valoración, como la ASIA<sup>85</sup> utilizada por Wessberg y cols.<sup>278</sup>

## 5. Discusión

---

En nuestro estudio intentamos establecer una correlación entre el grado de ocupación del canal medular, medido en el TAC (según los parámetros %CC, %DMS y %DT) y la lesión neurológica. Para ello unificamos los dos grupos (A+B), y definimos dos grupos desde el punto de vista neurológico, unos con lesión neurológica, 6 pacientes (13,95%) y otros sin lesión neurológica, 37 pacientes (86,05%). Como resultado no encontramos una correlación estadísticamente significativa entre el grado de ocupación del canal y la lesión neurológica (apartado 4.2.3.4). Estos datos corroboran que el déficit neurológico se produce en el momento de la lesión, al impactar los fragmentos óseos contra la médula espinal, y no depende del compromiso del canal observado en el TAC.<sup>25,60,66,153,160,164,209,219,228,244,254,285,286</sup> Por el contrario, determinados autores demuestran una correlación entre la ocupación del canal medular y la lesión neurológica.<sup>55,98,142,155,190,205,247,248,268</sup> Objetivándose que cuanto mayor es la ocupación del canal medular mayor es el riesgo de déficit neurológico.<sup>55,190,228,248</sup> Denis comenta que ocupaciones del canal medular mayores del 75% tienen mayor riesgo de déficit neurológico, que ocupaciones entre el 25 – 50%.<sup>66</sup>

### 5.1.2.7. Clasificación de la fractura estallido tóraco-lumbar

Para identificar el tipo de lesión y valorar su severidad en el presente estudio empleamos dos clasificaciones utilizadas a nivel general por los diferentes cirujanos ortopédicos.<sup>289</sup>

#### 5.1.2.7.1. Clasificación de Denis<sup>66</sup>

Según la *Clasificación de Denis* la fractura estallido se describe como el tipo **II** y a su vez diferencia 5 subtipos.<sup>66</sup> En nuestra serie el más frecuente es el **II-B** con 14 pacientes en el grupo A (63,6%) y 15 en el grupo B (71,4%). El segundo en frecuencia es el tipo **II-A** con 5 casos en el grupo A (22,7%) y 2 en el grupo B (9,5%). No encontramos ningún caso con el tipo **II-C**. Dentro de los tipos que se diagnostican principalmente en la radiología antero-posterior, en el tipo **II-D** encontramos 1 paciente en el grupo A (4,5%) y 1 en el grupo B (4,8%). En el tipo **II-E** identificamos 2 pacientes en el grupo A (9,1%) y 3 en el grupo B (14,3%).

Denis en su artículo original describe a nivel torácico y lumbar 59 fracturas estallido sobre 412. Describe según su subdivisión 14 tipo **II-A** (23,6%), 29 **II-B** (49,5%), 4 **II-C** (6,7%), 9 **II-D** (15,1) y 3 **II-E** (5,1%).<sup>66</sup> Crutcher y cols. en su serie de 44 casos describen 13 tipos **II-A** (29,5%), 29 **II-B** (66%) y 2 **II-D** (4,5%).<sup>55</sup> Chang presentan una serie de 33 pacientes de

los cuales 9 casos son clasificados como tipo II-A (27,3%), 15 tipo II-B (45,5%), 5 II-C (15,1%) y 4 II-E (12,1%).<sup>43</sup> De los 20 pacientes de la serie de Benson y cols. a nivel de la unión tóraco-lumbar 3 son clasificados como II-A (15%), 15 como II-B (75%) y 2 II-E (10%).<sup>22</sup> Mumford y cols. en su serie de 41 casos, presentan 2 pacientes que presentan un fractura tipo II-A (5%), 32 tipo II-B (78%), 2 tipo II-C (5%) y 5 tipo II-E (12%).<sup>196</sup> Ramos y cols. analizan 16 casos, de los cuales 4 se clasifican como tipo II-A (25%), 11 tipo II-B (69%) y 1 como tipo II-C (6%).<sup>218</sup> Sjöström y cols. presentan un estudio prospectivo con 67 pacientes, que se clasifican como tipo II-A 24 casos (36%), 39 como tipo II-B (58%) y 4 casos como tipo II-E (6%).<sup>248</sup> Vaccaro y cols. describen en su casuística sobre 43 pacientes 8 tipos II-A (18,6%), 32 II-B (74,4%) y 3 II-E (7%).<sup>268</sup> Shen y cols. presentan una casuística de 80 pacientes, que se clasifican como tipo II-A 27 (33,8%), tipo II-B 52 (65%) y tipo II-C 1 paciente (1,2%).<sup>240</sup> Como observamos el tipo más frecuente en las diferentes series al igual que en la nuestra es el **II-B** con afectación de la mitad superior del cuerpo vertebral secundario a la carga de compresión axial y flexión. Encontramos que ciertos tipos de fracturas son difíciles de clasificar. Fracturas severas tipo II-B con una pronunciada compresión de la columna anterior y/o un gran fragmento óseo en el canal espinal, se asemejan a fracturas tipo II-D. En el mismo camino, las fracturas tipo II-E muestran signos de malalineación rotacional. Además, las fracturas tipo II-D, pasan fácilmente desapercibidas como fracturas-luxaciones, similar a la fractura por flexión-rotación descrita por Holdsworth.<sup>125</sup> Jeanneret y cols. describen una fractura estallido del cuerpo vertebral combinada con una subluxación posterior de las facetas articulares inferiores al nivel de fractura, que no se describe en la clasificación de Denis.<sup>66</sup> Este tipo de fractura se produce solo a nivel de L3 y L4.<sup>132</sup>

Como crítica a la clasificación de Denis podemos decir que solo describe la lesión de los elementos óseos, pero no las lesiones ligamentosas (principalmente la del LLVCP); no es útil para decidir el manejo terapéutico del paciente; no indica el pronóstico de la lesión y no abarca todos los posibles patrones de fractura.<sup>132</sup>

#### 5.1.2.7.2. Clasificación de Magerl y cols.<sup>173</sup>

En la *Clasificación de Magerl y cols.* la fractura estallido se etiqueta como el tipo **A3** y se diferencian 3 grupos con sus respectivos subgrupos.<sup>173</sup> En nuestra casuística el más frecuente es el **A3.2.1** con 8 pacientes en el grupo A (36,4%) y 9 pacientes en el grupo B

## 5. Discusión

---

(42,9%). El segundo en frecuencia es el A3.3.2 con 4 pacientes en el grupo A (18,2%) y 3 en el grupo B (14,3%), y el A3.1.1 con 2 pacientes en el grupo A (9,1%) y 5 pacientes en el grupo B (23,8%). El grupo A3.3.3 es el tercero en frecuencia con 4 pacientes en el grupo A (18,2%) y 2 en el grupo B (9,5%). Los grupos con menor incidencia son el A3.3.1 con 3 pacientes en el grupo A (13,6%) y ninguno en el B. El A3.1.2 con 1 paciente en el grupo A (4,5%) y 1 en el grupo B (4,8%). Y el A3.2.2 con ningún paciente en el grupo A y 1 en el grupo B (4,8%). No observamos ningún paciente en ambos grupos que presente estallido de la mitad inferior del cuerpo vertebral (A3.1.3 y A3.2.3). Datos que coinciden con la clasificación de Denis<sup>66</sup> donde no encontramos ningún caso tipo II-C. Si unificamos los diferentes subgrupos, observamos que en los pacientes del grupo A el más frecuente es el A3.3 con 11 pacientes (50%), seguido por el A3.2 con 8 (36,4%) y 3 pacientes en el A3.1 (13,6%). En el grupo B el más frecuente es el A3.2 con 10 pacientes (47,7%), seguido por el A3.1 con 6 (28,6%) y el A3.3 con 5 pacientes (23,8%). Esto nos indica que los pacientes del grupo A presentan un tipo de lesión más grave que los pacientes del grupo B, según la escala progresiva de daño morfológico,<sup>173</sup> pero sin resultar la diferencia estadísticamente significativa.

Magerl y cols. en su artículo original describen 404 fracturas sobre 1445 clasificadas como tipo A3 (28% del total y 42% dentro del tipo A). Pero no describen los diferentes grupos y subgrupos dentro del tipo A3.<sup>173</sup> Müller y cols. en su serie de 20 fracturas presentan 14 clasificadas como A3.2 (70%), sin diferenciar los distintos subgrupos.<sup>195</sup> Leferink y cols. en su serie de 19 casos describen 14 casos clasificados como tipo A3 (73,6%). Dentro de este tipo 9 se clasifican como grupo A3.1 (64,3%), 4 como A3.2 (28,6%) y 1 como A3.3 (7,1%).<sup>156</sup> Observamos que la utilización de esta clasificación está menos difundida entre los diferentes autores, al encontrar un menor número de artículos que la utilicen debido a su reciente introducción.

Como crítica a esta clasificación decimos que sólo utiliza los elementos óseos en su valoración sin tener en cuenta el estado del LLVCP; utiliza un algoritmo complejo para la clasificación de la fractura y no indica el pronóstico de la lesión.<sup>144</sup> Knop y cols. no establecen una correlación entre la severidad de la fractura tóraco-lumbar, clasificada según Magerl y cols.,<sup>173</sup> y los hallazgos radiológicos en el seguimiento.<sup>144</sup>

### 5.1.2.8. Tiempo de espera hasta la intervención quirúrgica

Una vez clasificada la fractura y valorada su potencial inestabilidad se indica un tratamiento quirúrgico a los pacientes. El tiempo de espera medio hasta la intervención quirúrgica es de 8,45 días (IC 95%: 10,56 / 6,35) en los pacientes del grupo A, y de 6,62 días (IC 95%: 9,14 / 4,10) en los del grupo B. En la bibliografía observamos un tiempo de espera similar, con un rango medio comprendido entre los 2 y los 8 días del accidente.<sup>39,43,79,87,88,89,153,177,203,218,240, 247,248,250</sup> La mayoría de los autores, al igual que nosotros, coinciden que cuanto antes se efectúe la intervención quirúrgica mejor.<sup>20,249,282</sup> Porque la distracción es útil fundamentalmente durante las dos primeras semanas para conseguir la reducción indirecta de los fragmentos intracanal.<sup>95</sup> Chang en su serie demuestra restauraciones del canal de un 33% en los pacientes operados durante la primera semana, de un 24% en los operados entre la primera y segunda semana, y observa poca mejoría cuando el tratamiento se retrasa más de 2 semanas.<sup>43</sup> Existen otros autores que no encuentran diferencias en la reducción de los fragmentos intracanal, entre los pacientes operados dentro de los tres primeros días o más tarde.<sup>278</sup>

### 5.1.2.9. Técnica quirúrgica

Todos los pacientes de la serie son intervenidos mediante un abordaje posterior, con un montaje corto de dos unidades funcionales con o sin instrumentación de la vértebra fracturada. En los pacientes del grupo A se instrumenta la vértebra fracturada, a diferencia de los pacientes del grupo B, donde no se instrumenta la vértebra fracturada. Como comentamos en la introducción, en la actualidad las instrumentaciones posteriores cortas son el sistema de fijación más utilizado por la mayoría de los cirujanos.<sup>8,43,48,149,167,195,203, 218,247,248,288,292</sup> Esses y cols. realizan un estudio comparativo, prospectivo y randomizado entre pacientes tratados mediante fijación anterior frente a los tratados con fijación posterior corta. Estos autores concluyen que la fijación anterior descomprime mejor el canal medular que la posterior (mejora del 57% frente al 30%, respectivamente). Pero no encuentran diferencias en la corrección de la deformidad en el plano sagital, ni en la mejoría del estado neurológico a los 20 meses de seguimiento.<sup>89</sup> Been y Bouma realizan un estudio comparativo de fracturas estallido tóraco-lumbares tratadas mediante descompresión directa y fijación anterior combinada con fijación posterior frente a los pacientes tratados mediante descompresión indirecta y fijación segmentaria posterior corta con el Fijador Interno. Estos autores concluyen que la descompresión indirecta del canal

## 5. Discusión

---

medular mediante distracción posterior y fijación segmentaria corta mediante el Fijador Interno es el tratamiento de elección para la mayoría de las fracturas estallido inestables de la unión tóraco-lumbar.<sup>20</sup>

### 5.1.2.9.1. Tipo de instrumentación

En relación al tipo de instrumentación utilizada, en ambos grupos se utilizan tornillos pediculares unidos a barras longitudinales posteriores. En los pacientes del grupo A en 21 pacientes (95,5%), el instrumental utilizado es el Synergy<sup>®</sup> (M.B.A.), y en un solo paciente (4,5%) se utiliza el instrumental tipo Diapasón<sup>®</sup> (Stryker-Howmedica). En los pacientes del grupo B se utilizan diferentes instrumentaciones en función del hospital de referencia. En los pacientes procedentes de la Ciutat Sanitaria i Universitària de Bellvitge el instrumental utilizado en 8 pacientes (38,1 %) es el Cotrel-Dubousset<sup>®</sup> (Sofamor); mientras que en el Centre Hospitalari i Cardiològic de Manresa en 9 pacientes (42,9%) se utiliza el Sistema Universal de Columna AO<sup>®</sup> (USS, Synthes-Stratec), en 3 pacientes (14,3 %) el Fijador Posterior Segmentario de Olerud<sup>®</sup> (PSF; ACE Medical Co., Los Angeles, CA, U.S.A.) y en un solo caso (4,8%) el Diapasón<sup>®</sup> (Stryker-Howmedica).

En la literatura el instrumental más utilizado y revisado es el Sistema Universal de Columna AO<sup>®</sup> (USS, Synthes-Stratec). Encontramos 12 artículos que lo utilizan en fijaciones bisegmentarias solo en casos de fracturas tipo estallido de la unión tóraco-lumbar.<sup>3,22,75,79,88,89,90,165,167,195,228,250</sup> El segundo en frecuencia revisado en la bibliografía es el PSF de Olerud<sup>®</sup>.<sup>149,203,247,248</sup> Encontramos dos artículos que utilizan el instrumental tipo Cotrel-Dubousset<sup>®</sup> como instrumentación corta en caso de fracturas vertebrales.<sup>39,257</sup> El problema de estas dos series es que mezclan los diferentes tipos de fracturas e incluyen fijaciones largas en sus casuísticas. Cho y cols. publican un estudio comparativo entre pacientes tratados con y sin cemento en la vértebra fractura. En su serie la instrumentación utilizada es la tipo Diapasón<sup>®</sup>.<sup>48</sup> También encontramos artículos que no especifican el tipo de instrumentación corta utilizada en sus series.<sup>87,240</sup> No encontramos ningún artículo donde se utilice en la casuística la instrumentación tipo Synergy<sup>®</sup>, la mayoritariamente utilizada en el grupo A.

En nuestra serie a pesar de existir instrumentales de diferentes procedencias, todos siguen la misma filosofía y por ello son comparables los resultados. Se trata de tornillos

pediculares de ángulo fijo unidos a una barra longitudinal premoldeada en ligera lordosis para crear un tercer punto de apoyo con dirección anterior a nivel de la vértebra fracturada y favorecer la reducción lordótica en los extremos por la dirección de los tornillos. En el caso del instrumental tipo USS<sup>®</sup> la unión del tornillo a la barra es de forma dentada y bloqueada, convirtiéndose en un sistema de ángulo fijo. Se utilizan tornillos pediculares de ángulo fijo con el fin de crear un bloque sólido en la unión del tornillo a la barra. Con la finalidad que las pérdidas de corrección en el plano sagital no se produzcan por desajustes del montaje, sino por la alteración intrínseca de la unidad funcional vertebral.

Pero la gran diferencia en el montaje vertebral entre ambos grupos se centra en la instrumentación o no de la vértebra fracturada (grupo A o B, respectivamente). Este punto lo discutiremos más ampliamente en el apartado de mediciones radiológicas (apartado 5.2).

#### 5.1.2.9.2. Injerto transpedicular

Como consecuencia del estallido vertebral se produce un vacío y una pérdida del soporte anterior en el cuerpo vertebral fracturado. Para solucionar este problema y siguiendo las indicaciones de Daniaux en todos los pacientes en ambos grupos se coloca injerto intrasomático vía transpedicular.<sup>61</sup> En la bibliografía existen autores que defienden esta teoría de la colocación de injerto transpedicular.<sup>3,52,61,62,74,155,165,187,203,205,247,250</sup> Por el contrario en los últimos años surgen trabajos que defienden la no utilidad del injerto transpedicular para restaurar la altura del cuerpo vertebral, evitar las pérdidas de corrección y la ruptura de los tornillos.<sup>8,22,102,144,250</sup> Alanay y cols. realizan un estudio prospectivo, randomizado de 10 fracturas tóraco-lumbares tratadas con injerto transpedicular y 10 sin injerto, sin instrumentación de la vértebra fracturada. Estos autores concluyen que el injerto intrasomático transpedicular no es útil para disminuir la alta tasa de fracasos de las instrumentaciones cortas con tornillos transpediculares (50% en el grupo con y 40% en el grupo sin injerto, respectivamente).<sup>8</sup> Nosotros pensamos que el injerto transpedicular puede ser útil, pero no determinante para reducir la tasa de fracasos en este tipo de instrumentaciones posteriores cortas. Pero no como un factor aislado, sino dentro de un conjunto de factores. Dentro de estos factores incluimos el buen posicionamiento del paciente en la mesa quirúrgica, una correcta reducción de la fractura mediante maniobras de lordosis y distracción, un premoldeado de las barras en ligera lordosis asociado a la instrumentación de la vértebra fracturada creando un sistema de tres puntos de apoyo, la

## 5. Discusión

---

utilización de tornillos de ángulo fijo y la colocación de injerto tanto a nivel transpedicular como postero-lateral aumentan la rigidez del montaje. Todos estos factores unidos conducen hacia un buen resultado a largo plazo y la reducción en la tasa de fracasos.

### 5.1.2.9.3. Injerto póstero-lateral

Para evitar el desarrollo de una inestabilidad tardía en todos los pacientes del grupo A y grupo B se coloca injerto a nivel postero-lateral con el objetivo de lograr una sólida artrodesis vertebral. Al revisar la literatura observamos que la mayor parte de los autores utilizan el injerto postero-lateral en los casos de fractura estallido tratada mediante montaje corto con tornillos transpediculares.<sup>3,22,43,48,87,88,89,90,149,195,218,240,247,248,250</sup> A partir del trabajo de Lindsey y Dick se preconiza la utilización del injerto postero-lateral. Estos autores observan que tras la retirada de la instrumentación siempre existe una pérdida de corrección en el plano sagital a expensas del disco superior y no del cuerpo vertebral. Concluyen que la artrodesis de los segmentos incluidos en la instrumentación por vía posterior unido al injerto transpedicular puede ser efectivo para evitar este problema.<sup>165</sup> Por el contrario existen otros autores que defienden la no colocación de este injerto a nivel postero-lateral.<sup>61,74,75,79,167,172,203,228,230</sup> La idea es mantener una buena movilidad segmentaria lumbar tras la consolidación de la fractura, al no realizarse la artrodesis y retirar la instrumentación vertebral alrededor de los 12 meses de seguimiento.<sup>74,75</sup> Pero hay que recordar dos aspectos. En primer lugar, la fijación que no se acompaña de fusión esta destinada a fallar en el tiempo debido a las cargas continuas cíclicas que actúan sobre los tornillos produciendo su fatiga.<sup>52</sup> Para solucionar este problema los autores recomiendan la realización de una reparación directa anterior al mismo tiempo que la instrumentación, mediante la colocación de injerto óseo transpedicular. De esta manera se consigue una sólida curación anterior e incluso una fusión intersomática anterior espontánea sin ser necesaria la fusión posterior.<sup>61,74,75,125,172,203,230</sup> En segundo lugar, recordar el trabajo de Kahanovitz donde observa que las articulaciones facetarias inmovilizadas pero no artrodesadas pueden desarrollar cambios degenerativos que provocan dolor crónico y pueden evolucionar a una fusión espontánea de las articulaciones facetarias.<sup>134</sup> Nosotros estamos a favor de la fusión postero-lateral en el tratamiento de este tipo de lesiones para reducir la tasa de fracasos. Las pérdidas de corrección se producen a nivel de los discos intervertebrales y como consecuencia de la falta de un soporte óseo anterior a nivel del

cuerpo vertebral. Pero de la misma manera que mencionamos previamente, es útil no como un factor aislado, sino dentro de un conjunto de factores.

El origen del injerto, tanto transpedicular como para la artrodesis postero-lateral, es el mismo en cada paciente de cada grupo. Pero existe una diferencia en el origen entre los pacientes de ambos grupos. En todos los pacientes del grupo A el injerto procede de la cresta iliaca autóloga (100%). A diferencia de los pacientes del grupo B donde en 13 pacientes procede de cresta ilíaca autóloga (61,9 %); en 4 se trata de hueso homólogo (19 %); en 3 de hueso autólogo mezclado con hidroxiapatita (14,3 %) y en 1 de hueso autólogo mezclado con hueso homólogo (4,8 %). En todos los artículos revisados de instrumentaciones cortas el injerto procede de cresta ilíaca autóloga.<sup>3,22,39,43,48,52,74,75,87,88,89,</sup>

<sup>90,149,188,195,203,218,240,247,248,250,257</sup> Ramos y cols. en su serie mezclan el injerto autólogo de cresta iliaca con un producto de colágeno con hidroxiapatita, en los pacientes con instrumentación de la vértebra fracturada.<sup>218</sup> En el caso de encontrarnos ante una pobre cantidad o calidad del injerto autólogo, para evitar las complicaciones a nivel de la zona dadora del injerto o disponer de un banco de huesos en el Hospital, nosotros si que estamos a favor de la utilización del hueso homólogo.

#### 5.1.2.9.4. Gestos quirúrgicos asociados

Otro gesto quirúrgico asociado es la descompresión del canal medular que se realiza en 1 paciente (4,8%) del grupo B por vía posterior por ningún paciente en el grupo A. Se trata del único paciente de la serie que presenta lesión neurológica en el Centre Hospitalari i Cardiològic de Manresa. La lesión neurológica se clasifica como un estadio Frankel D.<sup>99</sup> Se realiza una descompresión posterior mediante una laminectomía D12-L1 del lado afecto asociada a la instrumentación vertebral. Al año de seguimiento, el paciente se clasifica igualmente en el estadio D de Frankel.<sup>99</sup> En el resto de los pacientes de la serie que presentan lesión neurológica (3 pacientes en el grupo A –13,6%- y 2 en el grupo B –9,5%-), se realiza una descompresión posterior indirecta basada en el efecto de la ligamentotaxis mediante la distracción aplicada con la instrumentación. En la revisión de los artículos donde utilizan fijaciones posteriores cortas mediante barras y tornillos pediculares en pacientes que presentan una lesión neurológica observamos dos tendencias. Autores que realizan una descompresión posterior indirecta basándose en el efecto de la ligamentotaxis.<sup>43,75,88,89,90,165</sup> Y otros que realizan una descompresión posterior directa o postero-lateral.<sup>3,22,48,149,167,203,247,248,250</sup> En todos los artículos no se especifican

## 5. Discusión

---

empeoramientos del estado neurológico en la evolución. Todos los pacientes mejoran o permanecen en el mismo estadio de clasificación de la lesión neurológica. Nosotros estamos a favor de la descompresión indirecta, siempre que la cirugía se realice dentro de los primeros 7 días, en el caso de fracturas vertebrales tipo estallido y sin lesión neurológica progresiva. Porque si existe una lesión neurológica progresiva se debe realizar una descompresión del canal. En ningún paciente del grupo A se realiza una descompresión directa o postero-lateral. Pensamos que la reducción primaria de los fragmentos libres intracanal obtenida mediante la ligamentotaxis es suficiente. Ya que de forma secundaria y durante la evolución, se produce una remodelación del canal medular por el efecto de la reabsorción ósea.

### 5.1.2.10. Complicaciones quirúrgicas

#### 5.1.2.10.1. Complicaciones intra-operatorias

Durante el desarrollo del acto quirúrgico se pueden producir una serie de complicaciones a nivel local. En los pacientes del grupo A no observamos ninguna complicación intra-operatoria. A diferencia de un paciente en el grupo B (4,8%) que presenta un desgarramiento dural, que se soluciona mediante sutura del saco, refuerzo de la sutura con Tisucol® y reposo en cama durante 7 días.

McAfee y cols. en su artículo original sobre la fractura estallido inestable, describen 2 casos que presentan un desgarramiento dural sobre una serie de 16 pacientes (12,5%).<sup>177</sup> Katonis y cols. en su serie de 30 casos presentan dos pacientes con ruptura de la duramadre (6%).<sup>137</sup>

#### 5.1.2.10.2. Complicaciones peri-operatorias o inmediatas

Con más frecuencia se observan complicaciones peri-operatorias o inmediatas. En el grupo A observamos 8 pacientes (36,4%), frente a 9 en el grupo B (42,9%) que presentan algún tipo de complicación. En el grupo A las complicaciones son 5 infecciones urinarias (22,7%), 1 íleo paralítico (4,5%), 1 tromboembolismo pulmonar (4,5%), 1 infección superficial (4,5%), 1 infección profunda que se solucionó mediante desbridamiento y tratamiento antibiótico (4,5%) y 1 infección respiratoria (4,5%). En el grupo B describimos 3 infecciones superficiales (14,3%), 2 retenciones de orina que requirieron sondaje (9,5%), 1 íleo paralítico (4,8%), 1 infección de orina (4,8%), 1 seroma de la herida quirúrgica (4,8%) y una infección profunda que se solucionó mediante desbridamiento y tratamiento

antibiótico (4,8%). En ninguno de los dos grupos observamos complicaciones relacionadas con la instrumentación en fase precoz.

Aebi y cols. describen 2 casos de desajuste de los tornillos a las barras de forma precoz con una pérdida importante de la reducción. Estos pacientes son reintervenidos para corregir la recidiva cifótica.<sup>3</sup> Varios estudios muestran infecciones profundas que se solucionan con desbridamiento quirúrgico y tratamiento antibiótico. Un paciente en la serie de Esses,<sup>88</sup> 2 en Benson y cols.,<sup>22</sup> 2 en Sjöström y cols.,<sup>247</sup> 1 en Speth y cols. (1995).<sup>250</sup> Lindsey y Dick en su serie de 80 pacientes describen un caso fatal de trombo-embolismo pulmonar (1,2%), una infección profunda (1,2%), tres casos con una mala corrección inicial de la cifosis que requieren reinstrumentación con mejora de la técnica quirúrgica (3,7%).<sup>165</sup> Esses y cols. presentan en su serie de 89 pacientes un caso con un hematoma epidural postoperatorio que requiere un desbridamiento urgente con mejora del estado neurológico (1,1%). Dos pacientes presentan una infección profunda que requiere desbridamiento y retirada de la instrumentación (2,2%), 1 caso presenta una infección superficial (1,1%), en 3 pacientes se observa un desajuste de la barra a la tuerca de conexión (3,4%) y 2 casos presentan una trombosis venosa profunda (2,2%).<sup>90</sup> Chang presenta un 12,12% de infecciones del tracto urinario (4 casos) en su serie de 33 pacientes.<sup>43</sup> López y cols. describen en su serie de 70 casos: 8 íleos paralíticos, 7 trombosis venosas profundas, 1 neumotórax, 4 seromas y una infección profunda.<sup>167</sup> Escriba y cols. en su serie de 22 pacientes observan 4 íleos paralíticos y 3 seromas de la herida quirúrgica.<sup>87</sup>

#### **5.1.2.11. Deambulación o sedestación**

Durante el postoperatorio a los pacientes se les autoriza la deambulación o sedestación, en el caso de pacientes con lesión medular. En el grupo A se inicia a los 7,41 días (IC 95%: 11,87 / 2,95) y en el grupo B a los 8,62 días (IC 95%: 11,19 / 6,05). En la bibliografía observamos que la mayoría de los autores autorizan la deambulación dentro de la primera semana en los pacientes tratados quirúrgicamente.<sup>43,75,87,89,195</sup>

#### **5.1.2.12. Estancia hospitalaria**

Cuando los pacientes siguen un buen curso clínico son dados de alta hospitalaria. La estancia hospitalaria media en el grupo A es de 21,54 días (IC 95%: 27,00 / 16,12) y en el

## 5. Discusión

---

grupo B de 22,76 (IC 95%: 32,84 / 12,69). En la bibliografía la estancia media se centra en un rango comprendido entre los 10 y 20 días.<sup>3,39,43,79,137,177,195,230,240</sup>

### 5.1.2.13. Corsé

En todos los pacientes, tanto en el grupo A como en el B, cuando se inicia la deambulaci3n o sedestaci3n se coloca un cors3 de triple apoyo (tipo Jewett o M3laga) durante un per3odo medio de 3 meses. En la revisi3n de la literatura observamos que en muchos art3culos no se hace referencia al tiempo de utilizaci3n de la ortesis.<sup>66,93,149,153,228,244,254,268,278</sup> Aunque en la mayor3a de los trabajos donde se menciona la duraci3n, esta se centra entorno a los 3 meses.<sup>55,75,188,218,247</sup>

En nuestro Servicio, actualmente el manejo postoperatorio de un paciente con una fractura estallido de la zona t3raco-lumbar sin lesi3n neurol3gica consiste en la deambulaci3n a los 3-4 d3as de la operaci3n (siempre que las condiciones generales del paciente lo permitan) con la colocaci3n de un cors3 de triple apoyo durante 3 meses. Este cors3 se retira durante el dec3bito y se coloca durante la bipedestaci3n. El paciente es dado de alta hospitalaria entre los 7-10 d3as post-intervenci3n.

### 5.1.2.14. Reintervenciones

En nuestra serie no observamos inestabilidad del montaje que requiera una reintervenci3n en fase precoz. En la evoluci3n final, 8 pacientes del grupo B (38,1%) son reintervenidos por ninguno en el grupo A, la diferencia es estad3sticamente significativa con una  $p = 0,001$ . El tipo de reintervenci3n que se realiza, por protocolo de tratamiento, es la retirada del material de osteos3ntesis tras m3s de un a3o de evoluci3n. En la literatura encontramos autores que tambi3n realizan de forma sistem3tica la retirada del material de osteos3ntesis al a3o de evoluci3n, a pesar de realizar una artrodesis postero-lateral en el acto quir3rgico inicial.<sup>22,90,195,247,250</sup> Benson y cols. en su serie de 22 casos observan una artrodesis s3lida en el momento de la retirada de la instrumentaci3n a los doce meses de evoluci3n.<sup>22</sup> Kramer y cols. en su serie de 11 casos retiran la instrumentaci3n por ruptura de los tornillos en 4 pacientes (36%).<sup>149</sup> Shen y cols. retiran la instrumentaci3n en 5 pacientes (15%), en 3 por molestias sobre la zona afectada y 2 por ruptura de los tornillos, en su serie de 33 casos.<sup>240</sup> Existen otros autores que de forma sistem3tica retiran la instrumentaci3n vertebral al a3o de evoluci3n para mantener una buena movilidad segmentaria de la

columna y evitar la ruptura de los tornillos como consecuencia de las cargas cíclicas repetidas.<sup>52,74,75,167,203,230</sup> Estos autores para conseguir estos objetivos no realizan una artrodesis postero-lateral de forma sistemática en el acto quirúrgico inicial. Pero si indican la colocación de injerto óseo vía transpedicular para conseguir una sólida curación anterior. Pero no hay que olvidar que las articulaciones facetarias inmobilizadas pero no artrodesadas demuestran cambios degenerativos que pueden provoca dolor crónico y una fusión espontánea de las articulaciones facetarias.<sup>134</sup>

En la actualidad en nuestro Servicio no retiramos la instrumentación de forma sistemática en la evolución de una fractura estallido consolidada y resuelta de la columna tóraco-lumbar. Las indicaciones que proponemos para su retirada son: ruptura del material con riesgo de lesión sobre las estructuras nerviosas y molestias persistentes sobre la zona afecta referidas por el paciente.

En definitiva, presentamos dos grupos de estudio comparables en relación a sus variables descriptivas continuas y categóricas. Observamos una gran homogeneidad en los datos de la serie a pesar del gran número de parámetros analizados. Por lo tanto, las diferencias halladas no son debidas a la variabilidad de los datos entre ambos grupos, sino que hay diferencias estadísticamente significativas atribuibles a los diversos factores estudiados.

## 5.2. MEDICIONES RADIOLÓGICAS

En el presente estudio los valores / resultados de las diferentes mediciones radiológicas los presentamos en forma de ángulos y cocientes. La utilización de valores adimensionales y el método de las proporciones,<sup>196,282</sup> nos permiten comparar los estudios radiológicos efectuados en los diferentes Centros Hospitalarios y estos a su vez con los resultados presentados en la literatura.

Las mediciones radiológicas las realizamos de forma digital con la ayuda de un soporte informático como se explica en el apartado 3.6.2. Pensamos que el método digital es mejor que el manual porque al digitalizar las imágenes podemos mejorar su calidad, lograr una mayor precisión en los puntos anatómicos de la vértebra mediante el aumento de la imagen, conseguir una mayor rapidez en la realización de las mediciones y eliminar las fuentes de error intrínseco que se producen con el método manual (utilización de diferentes

## 5. Discusión

---

goniómetros, la inexactitud de los goniómetros estándar y la utilización de marcas radiológicas con un amplio diámetro).<sup>238</sup> Shea y cols. miden el ángulo de Cobb y comparan la variabilidad intra-observador. Observan que para el método manual la variabilidad es de 3,3° y para el método digital de 2,6°. Resultando ser la diferencia estadísticamente significativa a favor del método digital ( $p < 0,001$ ).<sup>238</sup> Isomi y cols. demuestran con la digitalización de las imágenes un error máximo de 0,76° en las mediciones repetidas.<sup>128</sup>

La discusión de las mediciones radiológicas la realizamos de cada medición por separado, comparando el grupo A con el grupo B. De cada medición y para cada grupo, obtenemos un valor de forma pre-operatoria, post-operatoria y en la evolución. Pero centramos la discusión basándonos en los valores obtenidos, para cada grupo, del análisis de la varianza de las medidas repetidas (análisis MANOVA), por ser mayor su potencia estadística.

Según lo comentado en el párrafo superior, realizamos 1935 mediciones radiológicas, en 43 pacientes. En cada paciente realizamos 15 mediciones por cada período de los tres establecidos en el estudio. A este número hay que añadir 172 mediciones que se realizan solo en el período pre-operatorio (% DP, % CC, % DMS y % DT). En total realizamos 2107 mediciones radiológicas en el trabajo presentado.

Para comparar nuestros valores con los resultados presentados en la bibliografía, utilizamos los estudios que cumplen los criterios de selección bibliográfica enumerados en la Tabla 5.1.

- 
- 
- Fractura tipo **estallido** (tipo II de Denis<sup>66</sup> o A3 de Magerl<sup>173</sup>)
  - Localizada en el área tóraco-lumbar (**T11 – L2**)
  - Secundaria a un **traumatismo**
  - **No secundaria** a una fractura patológica, osteoporótica, espondilitis anquilopoyética u otras metabolopatías
  - Lesión **cerrada**
  - **Única** fractura vertebral a nivel dorsal y lumbar
  - **Con o sin** afectación neurológica
  - Instrumentación vertebral **posterior** de **dos unidades** funcionales mediante barras y **tornillos transpediculares con o sin** instrumentación de la vértebra fracturada
  - Colocación o no de **injerto transpedicular**
  - Colocación o no de **injerto postero-lateral** para la artrodesis
  - Seguimiento mínimo de **10 meses**
- 

**Tabla 5.1.** Criterios de selección bibliográfica.

No utilizamos los estudios que describen fracturas estallido de la columna torácica o lumbar baja por ser diferente su comportamiento biomecánico, como se explica en el apartado 1.2. Tampoco los que describen y mezclan en sus resultados otros tipos de fracturas, al ser diferente su manejo quirúrgico desde el punto de vista de la técnica (compresión anterior, flexión-distracción y fractura-luxación). Y en el último lugar, tampoco los que utilizan otros tipos de instrumentación como se comenta ampliamente en el apartado 1.7.2.

Antes de discutir de forma individualizada cada medición radiológica hay que destacar un punto importante. Los valores obtenidos de forma pre-operatoria de cada medición radiológica son similares entre ambos grupos, sin existir diferencias estadísticamente significativas entre ellos, como se describe en el apartado 4.2. En definitiva, presentamos dos grupos de estudio comparables en relación a las diferentes mediciones radiológicas pre-operatorias. Por lo tanto las diferencias halladas en la evolución son atribuibles al mejor comportamiento de un grupo respecto al otro en el tiempo.

## 5. Discusión

---

### 5.2.1. Cifosis regionales

La medida de la cifosis postraumática se da como un ángulo. Pero no existe un acuerdo universal sobre como medir este ángulo en la actualidad. Una técnica de medición exacta y reproducible es imperativa para proporcionar una comparación y evaluación de los resultados entre los diferentes estudios.<sup>151</sup> En el trabajo que presentamos, analizamos 9 tipos diferentes de cifosis regional para cada paciente. De estos 9 tipos en la literatura encontramos referencias bibliográficas sobre siete. No encontramos referencias sobre las cifosis regionales tipo 5 y 6.

Los diferentes tipos de cifosis los enumeramos por orden numérico, al no encontrar en la literatura un nombre específico para cada una de ellas o llamar al mismo ángulo de dos formas diferentes.<sup>67,68,117,165</sup> La mayor parte de los autores en sus artículos se centran en describir el límite superior e inferior entre los que se obtiene el ángulo de cifosis, sin darle ningún nombre específico.<sup>143,250</sup> Y definen el ángulo según el método de Cobb, descrito en el apartado 3.6.3.1.1. Las dos únicas cifosis que utilizamos con nombre propio son el Índice Sagital<sup>93</sup> y la Angulación Regional Traumática<sup>12</sup>, descritas en los apartados 3.6.3.1.8 y 3.6.3.1.9, respectivamente. Ambas mediciones ajustan sus valores al perfil sagital basal fisiológico.

#### 5.2.1.1. Cifosis regional 1

En el *grupo A* la media pre-operatoria es de 13,45° (IC 95%: 17,32 / 9,59), en el post-operatorio se reduce a -0,59° (IC 95%: 2,74 / -3,93) y al año de evolución es de 2,36° (IC 95%: 5,69 / -0,96). En el *grupo B* la media pre-operatoria es de 11,86° (IC 95%: 15,59 / 8,12), en el post-operatorio se reduce a 4,62° (IC 95%: 9,00 / 0,23) y al año de evolución es de 8,62° (IC 95%: 13,11 / 4,12). El análisis de la evolución es de **p = 0,003**, resultando ser la diferencia estadísticamente significativa a favor del grupo A.

Como podemos observar la corrección inicial obtenida en el grupo A (14°) es el doble de la obtenida en el grupo B (7°). Atribuimos esta diferencia a la utilización en el grupo A de un punto de empuje posterior, que crea un vector de fuerza en dirección anterior incrementando la reducción en lordosis. Este punto de empuje son los dos tornillos pediculares colocados a nivel de la vértebra fracturada. Que a su vez sirven de fijación a la columna anterior, una vez distraída, creando un sistema de fijación de tres puntos. Que

asociado al injerto intrasomático y a la artrodesis postero-lateral aumentan la estabilidad del montaje en la evolución. Por ello la media post-operatoria en el grupo A es de  $-0,59^\circ$  de deformidad en lordosis, frente a los  $4,62^\circ$  del grupo B de deformidad en cifosis. Otro punto a destacar, es que la pérdida de corrección inevitable en el tiempo es similar en ambos grupos,  $3^\circ$  en el A y  $4^\circ$  en el B. Pero la corrección final obtenida en el grupo A ( $11^\circ$ ) es casi cuatro veces la obtenida por el grupo B ( $3^\circ$ ), lo cual explica la mejor evolución del grupo A sobre el B ( $p = 0,003$ ).

Al analizar la literatura, observamos que la medición de la cifosis según este método es el más utilizado por los diferentes autores independientemente del tratamiento utilizado.<sup>55,89,163,177,188,230,254,257</sup> Esto es debido a la menor variabilidad, mayor confianza y exactitud intra e inter-observador de este método según demuestran Kuklo y cols.<sup>151</sup>

A continuación presentamos una tabla comparativa de los diversos valores obtenidos por los diferentes autores en relación a la cifosis regional 1 (Tabla 5.2).

	Cifosis Regional 1		
	Pre-operatoria	Post-operatoria	Seguimiento (meses)
Aebi y cols. <sup>3</sup>	$16^\circ$	$4^\circ$	$7^\circ$ (12)
Benson y cols. <sup>22</sup>	$16^\circ$	$-4^\circ$	$5^\circ$ (22)
Cho y cols. Con PMMA <sup>48</sup>	$20^\circ$	$6^\circ$	$7^\circ$ (25)
Cho y cols. Sin PMMA <sup>48</sup>	$18^\circ$	$6^\circ$	$12^\circ$ (30)
Esses <sup>88</sup>	$15^\circ$	$3^\circ$	— (17)
Esses y cols. <sup>89</sup>	$18^\circ$	$3^\circ$	$7^\circ$ (20)
Esses y cols. <sup>90</sup>	$18^\circ$	$3^\circ$	— (17)
Kramer y cols. <sup>149</sup>	$9^\circ$	$4^\circ$	$17^\circ$ (33)
Lindsey y Dick <sup>165</sup>	$17^\circ$	$6^\circ$	$15^\circ$ (35)
Olerud y cols. <sup>203</sup>	$16^\circ$	$7^\circ$	$11^\circ$ (10)
Sjöström y cols. <sup>247</sup>	$15^\circ$	$1^\circ$	$8^\circ$ (13)
Speth y cols. <sup>250</sup>	$18^\circ$	$9^\circ$	$20^\circ$ (35)

Tabla 5.2. Valores de cifosis regional tipo 1 según diferentes autores.

## 5. Discusión

---

En primer lugar destacar que ninguno de los trabajos presentados en la parte superior utiliza tornillos a nivel de la vértebra fracturada. Existen dos artículos<sup>88,90</sup> donde no se menciona el valor final de CR1 en el seguimiento, por lo tanto no son útiles en la comparación de los resultados. En una descripción en conjunto de los diferentes artículos, observamos que las cifosis pre-operatorias se sitúan entorno a los 16°, dato que coincide con los presentados en nuestro trabajo. Las correcciones iniciales se sitúan alrededor de los 12° de media. Similar a los datos obtenidos en el grupo A. Pero destacar que solo existe un artículo que presenta un valor post-operatorio negativo en lordosis,<sup>22</sup> como el presentado en el grupo A (-0,6°). A diferencia del resto, que presentan un valor de cifosis post-operatoria sobre los 5°. Dato que coincide más con el valor del grupo B (4,6°) al tratarse de instrumentaciones posteriores sin tornillos a nivel de la vértebra fracturada y no poder crear un vector de fuerza en dirección anterior. Las cifosis en el seguimiento se sitúan alrededor de los 11°, con una pérdida respecto al post-operatorio sobre los 7°. Estos datos están más cercanos a los obtenidos por el grupo B (8,6°).

Así, Benson y cols. concluyen que la corrección inicial obtenida post-operatoriamente es impresionante (-4°). Pero esta se pierde a partir de los 6 meses y en el seguimiento (5°, que supone una pérdida global de 9°).<sup>22</sup> Cho y cols. presentan pérdidas de corrección en el seguimiento de 1 y 6°, en los pacientes tratados con o sin PMMA a nivel de la vértebra fracturada, respectivamente. Y concluyen que, en los pacientes donde se utiliza refuerzo de PMMA, la corrección de la cifosis se consigue y se mantiene con una mínima pérdida de la altura vertebral, baja tasa de fallos de la instrumentación, y mejor control postoperatorio del dolor.<sup>48</sup> Pero más estudios clínicos son necesarios para evaluar sus resultados a largo plazo.

Destacar dos artículos sin instrumentación de la vértebra fracturada donde la cifosis final es mayor que la inicial y cuyo comportamiento evolutivo es similar.<sup>149,250</sup> Kramer y cols. presentan una cifosis final de 17° respecto a la inicial de 9°. Con una altura final de la vértebra fracturada similar a la pre-operatoria (%AVA pre-op: 65% y final 67%, respecto a lo normal; CV pre-op: 15° y final 16°). En todos los casos se realiza artrodesis postero-lateral. Y en el seguimiento a los 33 meses observan una tasa de ruptura de los tornillos del 36%.<sup>149</sup> Por otro lado, Speth y cols. obtienen una cifosis final de 20° respecto a los 18° iniciales. La cifosis de la vértebra fractura (CV) final es de 15° en relación a los 21° iniciales. Se coloca injerto postero-lateral para la artrodesis en todos los pacientes. Y

observan a los 35 meses de seguimiento un 25% de fallos de la instrumentación.<sup>250</sup> En la evolución, en ambos trabajos observamos un ángulo de CV similar al pre-operatorio, que nos indica una pérdida del soporte óseo a nivel de la columna anterior.<sup>149,250</sup> Esto conlleva un aumento de la cifosis regional y una tasa de fallos no aceptables en el seguimiento, secundario a la fatiga de la instrumentación como consecuencia de las cargas cíclicas repetidas a las que se someten a los tornillos pediculares. Pero no hay que olvidar el papel que juega en la evolución el disco intervertebral. Porque siempre existe una pérdida de corrección segmentaria a expensas del espacio discal lesionado, manteniéndose la altura de la vértebra fracturada.<sup>52,165,195</sup>

Por lo tanto, las cifosis regionales y la altura de la vértebra fracturada están íntimamente relacionadas. Y no se pueden dar indicaciones quirúrgicas o explicar fallos de la instrumentación con una única medición. Sino que aconsejamos la interrelación entre las diferentes mediciones radiológicas.

En definitiva, decimos que con la instrumentación de la vértebra fracturada se obtiene una mejor reducción inicial, menor pérdida de corrección y mejor evolución de la alineación en el plano sagital en relación a la CR1.

#### 5.2.1.2. Cifosis regional 2

En el *grupo A* la media pre-operatoria es de 7,50° (IC 95%: 10,84 / 4,16), en el post-operatorio se reduce a -6,73° (IC 95%: -4,84 / -8,61) y al año de evolución es de -2,54° (IC 95%: -0,57 / -4,52). En el *grupo B* la media pre-operatoria es de 7,76° (IC 95%: 10,36 / 5,17), en el post-operatorio se reduce a -0,48° (IC 95%: 3,25 / -4,20) y al año de evolución es de 5,48° (IC 95%: 8,57 / 2,38). El análisis de la evolución es de **p = 0,002**, resultando ser la diferencia estadísticamente significativa a favor del grupo A.

La corrección inicial obtenida en el grupo A (14°) es el doble de la obtenida en el grupo B (8°). Seguimos atribuyendo esta diferencia a la colocación en el grupo A de tornillos a nivel de la vértebra fracturada que proporcionan una buena fijación de tres puntos. La pérdida de corrección inevitable en el tiempo es similar en ambos grupos, 4° en el A y 5° en el B. Pero la corrección final obtenida en el grupo A (10°) es cinco veces la obtenida por el grupo B (2°), lo cual explica la mejor evolución del grupo A sobre el B (**p = 0,002**).

## 5. Discusión

---

Destacar en el grupo A que el valor angular en la evolución se sigue manteniendo en lordosis ( $-2,54^\circ$ ) a diferencia del grupo B que es en cifosis ( $5,48^\circ$ ). Es la cifosis regional (que incluye los espacios discales en su medición) donde obtenemos los menores grados de cifosis en los dos grupos y en cada período del estudio, como podemos observar en la Figura 4.41.

Observamos que esta medición tiene un comportamiento evolutivo idéntico a la CR1. Esto se debe a que ambas mediciones para ser realizadas (CR1 y CR2) salvan la vértebra fracturada y utilizan los platillos vertebrales sanos de la vértebra superior e inferior. Facilitando su localización exacta y minimizando la interpretación requerida en determinar los platillos vertebrales de la vértebra estallada. Sin embargo, tienen la desventaja de que reflejan no sólo la vértebra fracturada sino también la compensación del disco superior e inferior.<sup>151</sup> Ya que estas mediciones valoran la cantidad total de tensión a la que son sometidos los tejidos blandos en el momento de la aplicación de la instrumentación.<sup>52</sup>

Müller y cols. en su serie de 20 pacientes sin instrumentación de la vértebra fracturada y artrodesis mono-segmentaria postero-lateral, presentan una CR2 inicial de  $4^\circ$ . Esta se reduce a  $-11^\circ$  en el post-operatorio. Y a los 77 meses de seguimiento es de  $5^\circ$ , con un 50% de fallo de la instrumentación. Pero la altura de la vértebra fracturada se mantiene en el seguimiento. Estos autores concluyen que la inevitable pérdida de corrección segmentaria siempre se produce a nivel del espacio discal.<sup>195</sup> Como podemos observar el comportamiento en relación a la CR2 es similar al grupo B, con una cifosis final entorno a los  $5^\circ$ .

En definitiva, decimos al igual que para la CR1 que con la instrumentación de la vértebra fracturada se obtiene una mejor reducción inicial, menor pérdida de corrección y mejor evolución de la alineación en el plano sagital en relación a la CR2.

### 5.2.1.3. Cifosis regional 3

En el *grupo A* la media pre-operatoria es de  $16,73^\circ$  (IC 95%: 19,64 / 13,82), en el post-operatorio se reduce a  $5,95^\circ$  (IC 95%: 8,08 / 3,83) y al año de evolución es de  $7,50^\circ$  (IC 95%: 10,22 / 4,47). En el *grupo B* la media pre-operatoria es de  $17,57^\circ$  (IC 95%: 20,42 /

14,72), en el post-operatorio se reduce a 9,62° (IC 95%: 13,01 / 6,22) y al año de evolución es de 12,33° (IC 95%: 15,71 / 8,96). El análisis de la evolución es de  $p = 0,06$ .

Esta es la única cifosis regional donde no objetivamos significación estadística. Pero como podemos observar existe una mejor tendencia evolutiva del grupo A sobre el B. Pensamos que esta diferencia resultaría significativa si se aumentase el tamaño de la muestra, puesto que la  $p$  es de 0,06, y el nivel de significación aceptado en el estudio es de 0,05.

Destacamos que es la cifosis regional (que incluye un espacio discal en su medición) donde obtenemos los mayores valores de cifosis en los dos grupos y en cada período del estudio, como podemos observar en la Figura 4.41.

Esta medición utiliza el platillo inferior de la vértebra fracturada, que nos puede limitar su localización exacta. Pero la probabilidad de que se produzca un estallido inferior como consecuencia de las fuerzas de compresión axial, es baja. De tal modo que en el estudio no clasificamos ninguna fractura como tipo II-C,<sup>66</sup> A3.1.3 o A3.2.3.<sup>173</sup> En la bibliografía los pocos artículos que describen este tipo de fractura sitúan su incidencia entorno al 6 %.<sup>66,196,240</sup>

Destacar que en la bibliografía no encontramos ningún artículo que cumpla los criterios de selección bibliográfica (Tabla 5.1) y utilice la CR3.

#### 5.2.1.4. Cifosis regional 4

En el *grupo A* la media pre-operatoria es de 12,73° (IC 95%: 15,18 / 10,27), en el post-operatorio se reduce a 0,91° (IC 95%: 2,54 / -0,73) y al año de evolución es de 3,32° (IC 95%: 4,93 / 1,70). En el *grupo B* la media pre-operatoria es de 12,62° (IC 95%: 15,10 / 10,13), en el post-operatorio se reduce a 5,52° (IC 95%: 8,48 / 2,57) y al año de evolución es de 9,05° (IC 95%: 11,70 / 6,39). El análisis de la evolución es de  $p = 0,009$ , resultando ser la diferencia estadísticamente significativa a favor del grupo A.

La corrección inicial obtenida en el grupo A (12°) es casi el doble de la obtenida en el grupo B (7°). Por lo tanto seguimos atribuyendo esta diferencia, al igual que en las mediciones previas, a la colocación en el grupo A de tornillos a nivel de la vértebra

## 5. Discusión

---

fracturada que crean un vector de fuerza en dirección anterior. Originando una fuerza lordótica que corrige la cifosis traumática. Y proporcionan un sistema de fijación de tres puntos que mantiene la alineación en la evolución. La pérdida de corrección inevitable en el tiempo es similar en ambos grupos, 2,4° en el A y 3,5° en el B. Pero la corrección final obtenida en el grupo A (9,4°) es más del doble que la obtenida por el grupo B (3,6°), lo cual explica la mejor evolución del grupo A sobre el B (**p = 0,009**).

Esta medición, igual que la CR3, utiliza el platillo inferior de la vértebra fracturada, que nos puede limitar su localización exacta. Y también se incluye en la medición el disco intervertebral superior, el más frecuentemente dañado y donde se producen la mayor parte de las pérdidas de corrección en el tiempo.<sup>52,165,195</sup> Pero nosotros estamos a favor de la utilización de esta medición. Porque las líneas a través de las cuales se mide el ángulo son fiables (tanto el platillo inferior de la vértebra superior y el platillo inferior de la vértebra fracturada). Y además sólo se utiliza la compensación de un espacio discal en la medición (disco superior a la vértebra fracturada).

Shen y cols. realizan un estudio comparativo entre el tratamiento conservador y quirúrgico. En los pacientes tratados de forma quirúrgica (33) se instrumenta la vértebra fracturada y se realiza una artrodesis postero-lateral. Estos autores presentan una CR4 inicial de 23°, que se reduce a 6° en el post-operatorio. Y a los 24 meses de seguimiento es de 12°, con un 6% de rupturas de tornillos pediculares (2 pacientes).<sup>240</sup> Como podemos observar, la corrección inicial es impresionante (17°). Pero obtienen una cifosis post-operatoria de 6°, lejos de los casi anatómicos 0,91° obtenidos en el grupo A. La pérdida de corrección en el seguimiento es de 6°, frente a los 2° del grupo A, a pesar de la instrumentación de la vértebra fracturada. De tal modo que la cifosis final es de 12°, mayor incluso que la obtenida en el grupo B (9°). Atribuimos estas pérdidas de corrección, a pesar de instrumentar la vértebra fracturada, a la utilización por los autores de tornillos pediculares de ángulo variable (VSP y TSRH). Estos tornillos no permiten crear un bloque sólido en la unión del tornillo a la barra. Produciéndose pérdidas de corrección en el plano sagital por desajustes del montaje (6° en la evolución y 6% de ruptura de tornillos). Por lo tanto nosotros proponemos e indicamos la utilización de tornillos pediculares de ángulo fijo para crear un bloque sólido tornillo-barra y evitar las pérdidas de corrección por desajustes de la instrumentación.

En definitiva, decimos al igual que para la CR1 y CR2 que con la instrumentación de la vértebra fracturada se obtiene una mejor reducción inicial, menor pérdida de corrección y mejor evolución de la alineación en el plano sagital en relación a la CR4.

#### 5.2.1.5. Cifosis regional 5

En el *grupo A* la media pre-operatoria es de 13,77° (IC 95%: 16,97 / 10,58), en el post-operatorio se reduce a 0,86° (IC 95%: 3,29 / -1,57) y al año de evolución es de 1,45° (IC 95%: 3,67 / -0,76). En el *grupo B* la media pre-operatoria es de 11,28° (IC 95%: 14,00 / 8,57), en el post-operatorio se reduce a 5,00° (IC 95%: 8,61 / 1,39) y al año de evolución es de 6,71° (IC 95%: 10,57 / 2,86). El análisis de la evolución es de **p = 0,001**, resultando ser la diferencia estadísticamente significativa a favor del grupo A.

La corrección inicial obtenida en el grupo A (13°) es el doble de la obtenida por el grupo B (6°). La pérdida de corrección inevitable en el tiempo es similar en ambos grupos, 0,6° en el A y 1,7° en el B. Manteniéndose la diferencia entre ambos grupos de 1° como en el resto de las mediciones. Pero la corrección final obtenida en el grupo A (12,3°) es más del doble que la obtenida por el grupo B (4,6°), lo cual explica la mejor evolución del grupo A sobre el B (**p = 0,001**).

Esta medición para su realización utiliza dos referencias anatómicas. En primer lugar el platillo superior de la vértebra fracturada. El cual en determinados tipos de estallido hay que interpretar su ubicación (debido a la gran conminución o separación de los fragmentos entre sí) y nos puede limitar su localización exacta. En el presente estudio clasificamos la fractura como tipo II-B en 14 pacientes en el grupo A (63,6%) y 15 en el grupo B (71,4%).<sup>66</sup> Y como tipos A3.1.1 y A3.2.1 en 10 pacientes en el grupo A (45,5%) y en 14 pacientes en el grupo B (66,7%).<sup>173</sup> Por lo tanto la probabilidad de que el platillo superior estalle es alta. Sin olvidar los casos donde se produce un estallido completo de la vértebra (tipo II-A y A3.3) con afectación del platillo superior principalmente, secundario a las fuerzas de compresión axial. Y la segunda referencia anatómica es el platillo inferior de la vértebra inferior a la fracturada. Incluyéndose en la medición el disco inferior que se daña en pocas ocasiones, a diferencia del disco superior que muestra evidencia de lesión en la mayoría de los casos.<sup>229</sup> Por lo tanto las pérdidas de corrección secundarias a la compensación discal serán inferiores con esta medición, que incluye el espacio discal

## 5. Discusión

---

inferior en lugar del superior. Como podemos observar  $0,59^\circ$  en el grupo A y  $1,71^\circ$  en el B, frente a los  $3^\circ$  y  $4^\circ$ , que se producen de media en comparación al resto de las mediciones, en el grupo A y B, respectivamente.

Destacar que en la bibliografía no encontramos ningún artículo que cumpla los criterios de selección bibliográfica (Tabla 5.1) y utilice la CR5 como medición radiológica.

### 5.2.1.6. Cifosis regional 6

En el *grupo A* la media pre-operatoria es de  $11,73^\circ$  (IC 95%:  $14,47 / 8,99$ ), en el post-operatorio se reduce a  $-0,36^\circ$  (IC 95%:  $1,91 / -2,64$ ) y al año de evolución es de  $0,50^\circ$  (IC 95%:  $2,16 / -1,16$ ). En el *grupo B* la media pre-operatoria es de  $11,62^\circ$  (IC 95%:  $13,58 / 9,66$ ), en el post-operatorio se reduce a  $4,05^\circ$  (IC 95%:  $7,04 / 1,05$ ) y al año de evolución es de  $6,57^\circ$  (IC 95%:  $9,71 / 3,43$ ). El análisis de la evolución es de  $p = 0,002$ , resultando ser la diferencia estadísticamente significativa a favor del grupo A.

La corrección inicial obtenida en el grupo A ( $12^\circ$ ) es casi el doble de la obtenida por el grupo B ( $7,5^\circ$ ). La pérdida de corrección inevitable en el tiempo es similar en ambos grupos,  $0,9^\circ$  en el A y  $2,5^\circ$  en el B. Pero la corrección final obtenida en el grupo A ( $11,23^\circ$ ) es más del doble que la obtenida por el grupo B ( $5^\circ$ ), lo cual explica la mejor evolución del grupo A sobre el B ( $p = 0,002$ ).

Esta medición utiliza límites similares a la CR5 para su realización, con las explicadas observaciones al respecto.

Destacar que en la bibliografía no encontramos ningún artículo que cumpla los criterios de selección bibliográfica (Tabla 5.1) y utilice la CR6 como medición radiológica.

Por lo tanto, encontramos unas limitaciones con estas dos mediciones. En primer lugar la dificultad en la localización exacta del platillo superior de la vértebra fracturada, en determinados tipos de fracturas. Y en segundo lugar la infraestimación en la pérdida de corrección al ser utilizado el disco inferior y obviar el superior. Lo cual nos puede llevar a interpretaciones erróneas en los resultados. Pero para llegar a una conclusión en este sentido, más estudios son necesarios para valorar la concordancia intra e inter-observador

de estas dos mediciones. Pero si que podemos decir, que con la instrumentación de la vértebra fracturada se obtiene una mejor reducción inicial, menor pérdida de corrección y mejor evolución de la alineación en el plano sagital en relación a la CR5 y CR6.

Como resumen de las cifosis regionales, que incluyen en su medición los discos intervertebrales podemos destacar tres puntos. En primer lugar, las cifosis que incluyen en su medición el cuerpo vertebral superior o inferior a la vértebra fracturada (CR1, CR3 y CR5) obtienen valores más elevados respecto a las que nos los incluyen (CR2, CR4 y CR6), en los tres períodos del estudio. En segundo lugar, la *reducción inicial* obtenida en el grupo donde se instrumenta la vértebra fracturada (grupo A) es *el doble* respecto al grupo donde no se instrumenta (grupo B). La *pérdida de corrección* en el grupo A es *menor* respecto al grupo B. Y por lo tanto, la *corrección final* obtenida en el grupo A es *más del doble* respecto a la obtenida por el grupo B. Y en último lugar, los pacientes del grupo A (con instrumentación de la vértebra fracturada) tienen una mejor evolución radiológica que los pacientes del grupo B (sin instrumentación de la vértebra fracturada), según el análisis de la varianza (MANOVA). Resultando ser la diferencia estadísticamente significativa para CR1, CR2, CR4, CR5 y CR6.

#### 5.2.1.7. Cifosis vertebral

En el *grupo A* la media pre-operatoria es de 17,00° (IC 95%: 19,60 / 14,40), en el post-operatorio se reduce a 7,41° (IC 95%: 9,80 / 5,02) y al año de evolución es de 6,41° (IC 95%: 8,04 / 4,78). En el *grupo B* la media pre-operatoria es de 16,67° (IC 95%: 18,60 / 14,73), en el post-operatorio se reduce a 9,95° (IC 95%: 12,72 / 7,18) y al año de evolución es de 10,19° (IC 95%: 13,00 / 7,38). El análisis de la evolución es de **p = 0,02**, resultando ser la diferencia estadísticamente significativa a favor del grupo A.

La corrección inicial obtenida en el grupo A (9,6°) es 1,4 veces superior que la obtenida en el grupo B (6,7°). Atribuimos esta diferencia a la mayor fuerza de lordosis-distracción lograda en el momento de la reducción y la utilización de tornillos a nivel de la vértebra fracturada en el grupo A, que crean un vector de fuerza en dirección anterior. En el grupo A no existe pérdida de corrección en la evolución, sino que incluso ganamos un grado respecto al post-operatorio inmediato. Frente al grupo B donde la pérdida de corrección es mínima (0,24°). Esto sigue apoyando nuestra hipótesis de la utilidad de los tornillos a nivel

## 5. Discusión

---

de la vértebra fracturada que actúan como un sistema de fijación de tres puntos, evitando las pérdidas de corrección en el tiempo. Por lo tanto, la corrección final obtenida en el grupo A (11°) es 1,6 veces la obtenida por el grupo B (6,5°), lo cual explica la mejor evolución del grupo A sobre el B ( $p = 0,02$ ).

La cifosis vertebral, a diferencia del resto de cifosis regionales, en su medición no utiliza los espacios discales. Por lo tanto los valores que obtenemos son los que se producen a nivel del componente óseo de la unidad funcional vertebral (vértebra fracturada). Sin influir en la medición la compensación producida en los discos intervertebrales. Las referencias anatómicas que utiliza para su realización tienen unas limitaciones que explicamos previamente, tanto para el platillo superior e inferior, en los apartados 5.2.1.3. y 5.2.1.5., respectivamente.

Como podemos observar la pérdida de corrección de la CV en ambos grupos es prácticamente nula en la evolución (incluso se gana 1° en el grupo A). A diferencia de las cifosis regionales donde observamos pérdidas globales entorno a los 2 y 3° en el grupo A y B, respectivamente. Por lo tanto las pérdidas de corrección se producen principalmente a nivel del componente disco-ligamentoso de la unidad funcional vertebral (fundamentalmente el espacio discal superior). Y también por la pérdida del soporte óseo en la mitad anterior del cuerpo vertebral fracturado. Ya que en ninguno de los dos grupos se consigue una restauración anatómica completa de la vértebra fracturada (la cifosis vertebral al año de evolución es de 6,4 y 10,2°, en el grupo A y B, respectivamente).

Al revisar la bibliografía, observamos que esta medición de la cifosis es la segunda en frecuencia utilizada por la mayor parte de los autores.<sup>3,67,68,80,143,149,165,195,248,250</sup> Debido a que presenta una variabilidad intra-observador (coeficiente de correlación intra-clase  $\rho = 0,73 - 0,85$  y un 88% de concordancia de las medidas repetidas con 5° de variabilidad) e inter-observador (coeficiente de exactitud del 0,71, con un rango de 0,68 - 0,75) muy aceptable según demuestran Kuklo y cols.<sup>151</sup>

A continuación presentamos una tabla comparativa de los diversos valores obtenidos por los diferentes autores que cumplen los criterios de selección bibliográfica (Tabla 5.1) en relación a la cifosis vertebral (Tabla 5.3).

	Cifosis Vertebral		
	Pre-operatoria	Post-operatoria	Seguimiento (meses)
Aebi y cols. <sup>3</sup>	19°	5°	7° (12)
Kramer y cols. <sup>149</sup>	15°	10°	16° (33)
Lindsey y Dick <sup>165</sup>	17°	8°	8° (35)
Müller y cols. <sup>195</sup>	18°	5°	9° (77)
Speth y cols. <sup>250</sup>	21°	12°	15° (35)

**Tabla 5.3.** Valores de cifosis vertebral según diferentes autores.

En primer lugar destacar que ninguno de los trabajos presentados utiliza tornillos a nivel de la vértebra fracturada. En una descripción en conjunto de los artículos, observamos que la CV pre-operatoria se sitúa entorno a los 18°. Dato que coincide con los presentados en nuestro trabajo (17 y 16,7° en el grupo A y B, respectivamente). Las correcciones iniciales se sitúan entorno a los 10°. Similar a los datos obtenidos en el grupo A (9,6°). A diferencia de los 6,7° del grupo B. La CV media en el seguimiento se sitúa alrededor de los 11°. Dato que coincide con los 10° obtenidos en el grupo B. A diferencia del valor obtenido por el grupo A que se sitúa en 6,4°. La pérdida de corrección media respecto al post-operatorio está alrededor de los 3° en los artículos revisados. Dato que contrasta con los 0,24° perdidos en el grupo B. E incluso más con la ganancia de 1° obtenida en el grupo A. Por la tanto la corrección final media (CV en la evolución respecto a la inicial) obtenida por los diferentes artículos se sitúa entorno a los 7°. Dato que coincide prácticamente con los 6,5° obtenidos por el grupo B. Pero difieren claramente de los 11° del grupo A. En definitiva, atribuimos esta diferencia a la utilización de tornillos a nivel de la vértebra fracturada en el grupo A. Que mejoran la reducción inicial y la mantienen en la evolución al actuar como un sistema de fijación de tres puntos.

En relación al injerto transpedicular, observamos que si se utiliza en unos trabajos<sup>165,250</sup> y en otras no.<sup>3,149,195</sup> Pero como podemos observar el comportamiento en relación a los valores de CV es similar, con la utilización o no, de injerto intrasomático. Todos los trabajos realizan una artrodesis postero-lateral, excepto el trabajo de Lindsey y Dick. Estos autores consiguen mantener una altura vertebral sin variaciones en la evolución (CV 8°),

## 5. Discusión

pero existe una pérdida de corrección segmentaria en la evolución a expensas del espacio discal lesionado (CR1 pre-operatorio 17°, post-operatorio 6° y 15° a los 35 meses de seguimiento).<sup>165</sup> Por lo tanto cuando interpretamos los resultados de los estudios hay que valorar de forma conjunta la cifosis regional y la altura de la vértebra fracturada (en forma de CV, %AVA y AVA/AVP). Porque la valoración individualizada de cada uno de los parámetros nos puede llevar a errores en su interpretación.

En relación a lo comentado en el párrafo superior, dentro de los artículos presentados destacamos tres artículos que tienen un comportamiento evolutivo similar.<sup>149,195,250</sup> La pérdida de corrección de la CV se sitúa entorno a los 4° (en el seguimiento respecto a la post-operatoria). La cifosis regional definitiva es mayor que la inicial (que incluye espacios discales en su medición). Y presentan tasas elevadas de ruptura de los tornillos en la evolución (Tabla 5.4.).

	CV			CR		% ruptura tornillos
	Post-op	Evolución (meses)	Perdida	Pre-op	Evolución	
Kramer y cols. <sup>149</sup>	10°	16° (33)	6°	9	17	36%
Müller y cols. <sup>195</sup>	5°	9° (77)	4°	4	5	50%
Speth y cols. <sup>250</sup>	12°	15° (35)	3°	18	20	25%

**Tabla 5.4.** Correlación CV, CR y % ruptura de tornillos.

Por lo tanto, las pérdidas de reducción que condicionan una deformidad secundaria radiológica se producen principalmente a nivel de los espacios discales y también a nivel del cuerpo vertebral fracturado por una pérdida del soporte óseo anterior. Pero nunca hay que olvidar que esto es una parte de los objetivos del tratamiento. Porque el objetivo primario es prevenir y limitar la lesión neurológica así como restaurar la estabilidad de la columna. Mientras que los objetivos secundarios incluyen la corrección de la deformidad, preservar el mayor número de segmentos móviles posibles, facilitar la movilización precoz, prevenir el dolor y las deformidades residuales.<sup>4,165,269</sup> De tal modo que estos autores a pesar de las deformidades secundarias presentan resultados clínicos aceptables.

Por lo tanto a veces nos podemos encontrar con la existencia de una disociación clínico-radiológica, como refieren determinados autores.<sup>6,8,22,33,123,169,195,218</sup>

#### 5.2.1.8. Índice sagital

En el *grupo A* la media pre-operatoria es de 15,23° (IC 95%: 17,43 / 13,02), en el post-operatorio se reduce a 3,41° (IC 95%: 5,45 / 1,37) y al año de evolución es de 5,82° (IC 95%: 7,98 / 3,65). En el *grupo B* la media pre-operatoria es de 14,05° (IC 95%: 16,07 / 12,02), en el post-operatorio se reduce a 6,95° (IC 95%: 10,02 / 3,89) y al año de evolución es de 10,57° (IC 95%: 13,16 / 7,98). El análisis de la evolución es de **p = 0,004**, resultando ser la diferencia estadísticamente significativa a favor del grupo A.

El comportamiento de esta medición en relación a la corrección inicial, pérdida de corrección y corrección final, entre ambos grupos, es exactamente igual al descrito para la cifosis regional tipo 4 (apartado 5.2.1.4). Debido a que ambas mediciones toman como referencia anatómica el mismo segmento móvil para ser realizadas (platillo inferior de la vértebra fracturada y platillo inferior de la vértebra superior). Pero la diferencia se centra en que los valores obtenidos con el IS son ajustados al contorno sagital basal fisiológico del nivel afecto (apartado 3.6.3.1.8). Porque en la columna vertebral existen unas curvaturas fisiológicas en el plano sagital. Por lo tanto un determinado valor de cifosis regional indica una situación de lesión totalmente distinta si se sitúa en el segmento torácico, tóraco-lumbar o lumbar.<sup>93,252</sup> Al no conocer el estado del segmento móvil antes del traumatismo, debemos aceptar, a pesar de las variaciones individuales, unos valores de referencia y tolerar una cierta diferencia en ellos (5° de diferencia parece respetar las variaciones individuales).<sup>117,151</sup>

Como podemos observar los valores obtenidos con el IS son superiores a los valores de la cifosis regional tipo 4, con 2,5 y 1,4° más, en el grupo A y B, respectivamente (Tabla 4.17). Por lo tanto nosotros estamos a favor de la utilización de esta medición para valorar la cifosis regional. Porque nos proporciona una definición más realista del ángulo de deformidad cifótica del segmento lesionado (vértebra fracturada y disco adyacente superior), al considerar cualquier lordosis o cifosis fisiológica. Y también porque las referencias anatómicas son fiables para su realización y solo se incluye en la medición un espacio discal.

## 5. Discusión

---

Escriba y cols. presentan una serie de 22 casos, con instrumentación de la vértebra fracturada, colocación de DTT (dispositivo de tracción transversal) y realización de una artrodesis postero-lateral. El valor inicial del IS es de 17°, y de 4° a los 23 meses de seguimiento. Sin presentar ninguna ruptura del material y buenos resultados clínicos en la evolución.<sup>87</sup> Como podemos observar el valor inicial (17°) es similar a los valores presentados en nuestro trabajo (15 y 14°, en el grupo A y B, respectivamente). Estos autores no mencionan el valor post-operatorio del IS. Por lo tanto no se puede valorar cuál es la pérdida de corrección en la evolución. Los 4° finales si que representan un buen resultado y una pérdida mínima, pero desconocemos el valor post-operatorio. Este valor final es similar al valor obtenido en los pacientes del grupo A (5,8°). A diferencia de los 10,6° en los pacientes del grupo B. Como observamos existe una gran similitud en los resultados entre el trabajo de Escriba y cols.<sup>87</sup> y los pacientes del grupo A. En ambos grupos se colocan tornillos a nivel de la vértebra fracturada que mejoran la reducción inicial, minimizan las pérdidas de corrección y mejoran la evolución. A diferencia de los pacientes del grupo B donde no se instrumenta la vértebra fracturada. Pero si que existe una gran diferencia con los pacientes del grupo A, que es la utilización siempre de DTT y ganchos en determinadas ocasiones en la serie de Escriba y cols.<sup>87</sup> Estos dispositivos de conexión entre las barras aumentan de forma considerable la estabilidad del sistema. Y están indicados cuando existe una inestabilidad rotacional. Esta asociación permite obtener resultados comparables a series con instrumentaciones largas y otros métodos de fijación más agresivos.<sup>12,39,47,51,75,88,90,137,187,291</sup> Por lo tanto los casos presentados en nuestra serie (grupo A) obtienen valores similares de IS en la evolución sin la utilización de DTT o Cross-Links. Incluso con la existencia de tres pacientes (13,6%) en el grupo A clasificados como tipo II-D y E de Denis,<sup>66</sup> por ninguno en el trabajo de Escriba y cols.<sup>87</sup> Pero en nuestro Servicio si que estamos a favor de la utilización de estos dispositivos, no de forma rutinaria sino en casos seleccionados.

Alanay y cols. presentan un estudio comparativo de pacientes tratados con y sin injerto transpedicular asociado a una instrumentación tipo CD y una artrodesis póstero-lateral. El valor inicial del IS en ambos grupos es de 20°. Este se reduce de forma post-operatoria alrededor de los 3°. Y a los 35 meses de evolución su valor se sitúa entorno a los 8°, en ambos grupos.<sup>8</sup> Como podemos observar estos pacientes tienen un comportamiento evolutivo radiológico similar a los pacientes del grupo A. Pero la gran diferencia se

produce en el porcentaje de fallo de la instrumentación en la evolución. Que se sitúa en un 50 y 40%, en los pacientes con y sin injerto, respectivamente. Frente al 4% de los pacientes del grupo A. Pensamos que esto es debido a la pérdida de altura del cuerpo vertebral en la evolución entre un 8-10%,<sup>8</sup> en comparación al 2% en el grupo A. Y a la no instrumentación de la vértebra fracturada que reduce la estabilidad del montaje.

### 5.2.1.9. Angulación regional traumática

En el *grupo A* la media pre-operatoria es de 13,18° (IC 95%: 16,12 / 10,24), en el post-operatorio se reduce a -0,86° (IC 95%: 2,21 / -3,93) y al año de evolución es de 2,09° (IC 95%: 5,41 / -1,23). En el *grupo B* la media pre-operatoria es de 10,71° (IC 95%: 13,36 / 8,06), en el post-operatorio se reduce a 3,48° (IC 95%: 6,72 / 0,23) y al año de evolución es de 7,57° (IC 95%: 11,17 / 3,97). El análisis de la evolución es de  $p = 0,001$ , resultando ser la diferencia estadísticamente significativa a favor del grupo A.

Al igual que en el IS, el comportamiento de esta medición en relación a la corrección inicial, pérdida de corrección y corrección final, entre ambos grupos, es exactamente igual al descrito, en este caso, para la cifosis regional tipo 1 (apartado 5.2.1.1). Al tomar las mismas referencias anatómicas para su realización. Pero la diferencia se centra en que los valores obtenidos con el ART son ajustados al contorno sagital basal fisiológico del nivel afecto según los valores descritos por Stagnara y cols. (apartado 3.6.3.1.9).<sup>252</sup> Este valor en su medición incluye los dos espacios discales adyacentes a la vértebra fracturada, con sus limitaciones y ventajas detalladas en los apartados 5.2.1.1 y 5.2.1.2. Como podemos observar los valores de la ART en ambos grupos son prácticamente iguales a los valores de la CR1 (Tabla 4.17). Siendo discretamente superiores en CR1. Pero de la misma forma que comentamos en el IS, nosotros estamos a favor de la utilización de esta medición para valorar la cifosis regional. Porque nos proporciona una definición más realista del ángulo de deformidad cifótica, al considerar cualquier lordosis o cifosis fisiológica. Con la salvedad, que en su medición se incluye la compensación producida a nivel de los dos espacios discales adyacentes. Reflejando la cantidad total de tensión a la que son sometidos los tejidos blandos en el momento de la instrumentación.

Destacar que en la bibliografía no encontramos ningún artículo que cumpla los criterios de selección bibliográfica (Tabla 5.1) y utilice la ART como medición radiológica.

## 5. Discusión

---

### 5.2.1.10. Ángulo de la pared posterior

En el *grupo A* la media pre-operatoria es de  $7,59^\circ$  (IC 95%: 11,53 / 3,65), en el post-operatorio se reduce a  $-4,18^\circ$  (IC 95%: -1,39 / -6,97) y al año de evolución es de  $0,36^\circ$  (IC 95%: 3,69 / -2,96). En el *grupo B* la media pre-operatoria es de  $8,62^\circ$  (IC 95%: 11,67 / 5,57), en el post-operatorio se reduce a  $1,28^\circ$  (IC 95%: 5,18 / -2,61) y al año de evolución es de  $7,00^\circ$  (IC 95%: 11,21 / 2,79). El análisis de la evolución es de  $p = 0,03$ , resultando ser la diferencia estadísticamente significativa a favor del grupo A.

La corrección inicial obtenida en el grupo A ( $12^\circ$ ) es 1,6 veces superior a la obtenida por el grupo B ( $7,34^\circ$ ). Por lo tanto seguimos atribuyendo esta diferencia a la utilización de tornillos a nivel de la vértebra fracturada. Las pérdidas de corrección son similares en ambos grupos,  $4,5$  y  $5,7^\circ$ , para el grupo A y B, respectivamente. Pero la corrección final en el grupo A ( $7,2^\circ$ ) es cuatro veces superior a la obtenida en el grupo B ( $1,6^\circ$ ), lo que explica la mejor evolución del grupo A sobre el B ( $p = 0,03$ ).

Este ángulo para su realización utiliza la pared posterior de la vértebra superior e inferior a la fracturada (apartado 3.6.3.1.10). En algunos casos encontramos cierta dificultad para establecer la localización exacta de la pared posterior. Principalmente cuando existe una superposición de los elementos posteriores. También destacamos, que se incluye en la medición la compensación producida a nivel de los dos espacios discales adyacentes.

Por lo tanto en nuestro Servicio no apoyamos la utilización de este ángulo para valorar la cifosis regional, debido a las dificultades técnicas que nos podemos encontrar. En este mismo sentido, Kuklo y cols. demuestran que este ángulo es el menos fiable y el que presenta mayor discrepancia intra-observador (coeficiente de correlación intra-clase  $\rho = 0,52 - 0,74$  y un 76% de concordancia de las medidas repetidas con  $5^\circ$  de variabilidad) e inter-observador (coeficiente de exactitud del 0,58, con un rango de  $0,57 - 0,59$ ).<sup>151</sup>

Destacar que en la bibliografía no encontramos ningún artículo que cumpla los criterios de selección bibliográfica (Tabla 5.1) y utilice el APP como medición radiológica.

Como resumen global de las cifosis regionales destacamos una serie de puntos.

- En los pacientes del grupo A (con instrumentación de la vértebra fracturada) se obtiene una mejor reducción inicial (el doble), una menor pérdida de corrección y una mejor corrección final (más del doble) que en los pacientes del grupo B (sin instrumentación)

de la vértebra fracturada). Esto es debido a que en los pacientes del grupo B, sólo se utiliza una fijación en dos puntos para reducir la deformidad traumática y mantener la corrección. A diferencia de los pacientes del grupo A, donde se utilizan tornillos intermedios a nivel de la vértebra fracturada. Aportando un sistema de fijación en tres puntos que aumenta la corrección inicial. Y previenen la pérdida de corrección (recurrencia de la deformidad cifótica), al soportar la columna anterior de la vértebra fracturada y evitar el efecto palanca.

- Los pacientes del grupo A tienen una mejor evolución radiológica que los pacientes del grupo B, según el análisis de la varianza (MANOVA). Resultando ser la diferencia estadísticamente significativa en 9 de las 10 cifosis regionales valoradas (CR1, CR2, CR4, CR5, CR6, CV, IS, ART y APP). Pero para poder determinar que medición radiológica presenta menor variabilidad, mayor fiabilidad y reproducibilidad, más estudios son necesarios para valorar la concordancia intra e inter-observador.
- En nuestro Servicio somos partidarios de la utilización de mediciones radiológicas que se ajusten al contorno sagital basal fisiológico y utilicen la compensación de un solo espacio discal. Esto es el Índice Sagital. Y también indicamos la utilización de la Cifosis Vertebral, porque nos refleja la altura de la vértebra fracturada de una forma angular.

### 5.2.2. Porcentaje de compresión de la altura vertebral anterior

En el *grupo A* la media pre-operatoria es de 42,94% (IC 95%: 48,27 / 37,61), en el post-operatorio se reduce a 14,24 (IC 95%: 18,12 / 10,36) y al año de evolución es de 16,52 (IC 95%: 20,98 / 12,06). En el *grupo B* la media pre-operatoria es de 37,86% (IC 95%: 42,15 / 33,57), en el post-operatorio se reduce a 18,98% (IC 95%: 26,14 / 11,82) y al año de evolución es de 22,33% (IC 95%: 29,33 / 15,33). El análisis de la evolución es de  $p = 0,009$ , resultando ser la diferencia estadísticamente significativa a favor del grupo A.

La corrección inicial obtenida en el grupo A (29%) es 1,5 veces superior a la obtenida en el grupo B (18,88%). Como se comenta en la introducción, la altura vertebral se restaura como consecuencia de las maniobras reductoras de lordosis-distracción. Que están basadas en la integridad del ligamento longitudinal vertebral común anterior (LLVCA), para evitar la sobre distracción. Pero al instrumentar la vértebra fracturada mediante dos tornillos (grupo A), creamos un vector de fuerza adicional en dirección anterior que aumenta la

## 5. Discusión

---

reducción en lordosis. Y consecutivamente, mejora la altura vertebral anterior. Como observamos en el grupo A respecto al B.

La pérdida de corrección en el seguimiento es mayor en el grupo B (3,35%) que en el grupo A (2,28%). Por lo tanto la corrección final obtenida en el grupo A (26,42%) es 1,7 veces la obtenida por el grupo B (15,53%), lo cual explica la mejor evolución del grupo A sobre el B (**p = 0,009**). Esto se debe, que como consecuencia de la instrumentación de la vértebra fracturada creamos un sistema de fijación en tres puntos. Que unido a la artrodesis postero-lateral e injerto intrasomático aumentan la estabilidad del montaje en la evolución. Permittiéndonos mantener una altura vertebral anterior del 83,5% (respecto a las vértebras sanas) en el grupo A, respecto al 77% del grupo B. Esto explica la menor pérdida del soporte óseo en la mitad anterior del cuerpo vertebral y la menor tasa de fallos del montaje en el grupo A. Pero en ningún caso de ambos grupos conseguimos una restauración anatómica completa de la altura vertebral. La pérdida de altura final es del 16,5 y 22,3%, en el grupo A y B, respectivamente (como ya comentamos para la CV).

En relación a la estabilidad del sistema de fijación en tres puntos, Krag y cols. observan in vitro que existe una relación en función de la profundidad de los tornillos transpediculares en el cuerpo vertebral. De tal modo, que la fuerza de agarre del tornillo aumenta en un 30%, cuando la profundidad de introducción aumenta de un 50 a un 80%. Siempre que no se perfora la cortical anterior.<sup>147</sup> Pero estudios en vivo son necesarios para demostrar estos datos de laboratorio.

Presentamos a continuación una tabla comparativa de los diversos valores obtenidos por los diferentes autores en relación al porcentaje de compresión de la altura vertebral anterior (Tabla 5.5).

	% AVA		
	Pre-operatoria	Post-operatoria	Seguimiento (meses)
Aebi y cols. <sup>3</sup>	43	8	12 (12)
Alanay y cols. Con inj. <sup>8</sup>	33	4	12 (34)
Alanay y cols. Sin inj. <sup>8</sup>	40	6	16 (35)
Chang <sup>43</sup>	48	2	3 (22)
Cho y cols. Con PMMA <sup>48</sup>	55	43	43 (25)
Cho y cols. Sin PMMA <sup>48</sup>	48	46	52 (30)
Escriba y cols. <sup>87</sup>	46	—	13 (23)
Kramer y cols. <sup>149</sup>	35	18	33 (33)
Olerud y cols. <sup>203</sup>	44	12	17 (10)
Sjöström y cols. <sup>248</sup>	39	8	— (13)

**Tabla 5.5.** Porcentaje de compresión de altura vertebral anterior.

Destacar que solo el trabajo de Escriba y cols. utiliza tornillos a nivel de la vértebra fracturada.<sup>87</sup> También destacar que el trabajo de Sjöström y cols., no menciona el valor final de porcentaje AVA en el seguimiento, por lo tanto no es útil para la comparación de los resultados.<sup>248</sup>

En una descripción en conjunto de los diferentes artículos, observamos que los valores pre-operatorios de la pérdida de la AVA se sitúan entorno al 40-45%. Dato que coincide con los presentados en el grupo A y B. Indicativo de una pérdida importante del soporte en la mitad anterior del cuerpo vertebral.

Los valores medios post-operatorios indican una compresión residual del 21,5% de la AVA. Lo cual representa una corrección inicial del 24% de la altura del cuerpo vertebral. Estos datos son comparables a los presentados en el grupo B (19% de pérdida post-operatoria y corrección inicial). Porque la mayoría de los autores no colocan tornillos a nivel de la vértebra fracturada. A diferencia del grupo A que presenta mejores resultados en ambos períodos del estudio (14% de pérdida post-operatoria y 29% de corrección inicial). Atribuibles a la instrumentación de la vértebra fracturada, que aumenta la reducción en lordosis, como se explica al inicio del apartado.

## 5. Discusión

---

Las pérdidas de corrección en la bibliografía se sitúan entorno al 3%. Valor similar a los presentados en los dos grupos del estudio. Pero el valor al final en la evolución es una compresión media del 25% (una cuarta parte de la altura del cuerpo vertebral). Que representa una corrección final del 21% de la AVA. Dato que difiere claramente del 16% de pérdida de la AVA en el grupo A al final de la evolución. Y se asemeja más al 22% del grupo B. Esta pérdida de un 25% en el soporte de la mitad anterior del cuerpo vertebral se relaciona con una tasa elevada de rupturas del material de osteosíntesis y un aumento en el valor de cifosis regional.<sup>48,149</sup> Sin olvidar el papel que desempeña el disco intervertebral. En esta misma línea, Alanay y cols. presentan unas tasas de fallo del montaje entre un 40 y 50%, en pacientes intervenidos con instrumentación vertebral tipo CD. A pesar de existir una pérdida de un 10% en la AVA y 5° en el IS, respecto al post-operatorio.<sup>8</sup> Los estudios de Aebi y cols. y Olerud y cols.,<sup>3,203</sup> presentan unos valores aceptables y similares en los tres períodos evolutivos. Estos autores no presentan fallos en el montaje vertebral. Pero su período de seguimiento es corto, de 12 meses en Aebi y cols.<sup>3</sup> y de 10 meses en Olerud y cols.<sup>203</sup>, respecto al resto de los autores.<sup>43,48,87,149</sup> Y además Olerud y cols. no realizan una artrodesis postero-lateral y retiran la instrumentación al año de evolución.<sup>203</sup> Pero a partir del trabajo de Lindsey y Dick se indica la artrodesis postero-lateral para evitar las pérdidas de corrección en la evolución.<sup>165</sup>

Chang presenta un valor de AVA a los 22 meses del seguimiento del 97% (respecto a las vértebras sanas), que es un valor excelente.<sup>43</sup> Pero este autor en su trabajo no valora ninguna otra medición radiológica. Y nunca hay que olvidar la íntima relación existente entre las cifosis regionales y la altura de la vértebra fracturada. Ya que los fallos de la instrumentación no se pueden explicar con una única medición. De tal modo que este autor refiere un 6% de ruptura de los tornillos a pesar del excelente resultado obtenido en el porcentaje de AVA, lo que corrobora la importancia del uso de más de una medición radiológica. En el mismo sentido, Cho y cols. (en los pacientes sin PMMA)<sup>48</sup> y Kramer y cols.<sup>149</sup> presentan una tasa no aceptable de ruptura de tornillos, 22 y 36%, respectivamente. Pero con unos valores finales de CR1 y porcentaje de AVA similares o superiores a los pre-operatorios, que explican esta tasa de fallos en el montaje vertebral.

Cho y cols. realizan un estudio comparativo de pacientes tratados mediante instrumentación corta y cemento o no a nivel de la vértebra fracturada. Estos autores concluyen que en los pacientes con refuerzo de PMMA, la corrección de la cifosis se

consigue y se mantiene con una mínima pérdida de la altura vertebral, baja tasa de fallos de la instrumentación, y mejor control postoperatorio del dolor.<sup>48</sup> Como podemos observar el valor del porcentaje AVA post-operatorio y al seguimiento, de los pacientes con PMMA, es el mismo. Pero a pesar de ser para los autores un excelente resultado, nosotros creemos que la existencia de una pérdida de altura final de un 43%, según se expresa en el artículo, es un mal resultado. Porque indica una pérdida del soporte anterior cercano a la mitad de la altura del cuerpo vertebral. Con lo cual no se logra la restauración de la AVA mediante las maniobras lordosantes.

Escriba y cols. presentan unos resultados muy similares a los obtenidos por el grupo A, tanto en relación al porcentaje de AVA como al IS, al instrumentar en ambos grupos la vértebra fracturada.<sup>87</sup> Pero como comentamos en el apartado 5.2.1.8 (Índice Sagital) este trabajo presenta dos objeciones. En primer lugar la utilización de DTT en todos los pacientes y en determinados casos la asociación de ganchos. Y en segundo lugar no mencionan el valor post-operatorio, por lo tanto es difícil determinar cual es la corrección inicial y la pérdida de corrección.

En definitiva, decimos que mediante la instrumentación de la vértebra fracturada se obtiene una mejor corrección inicial, menor pérdida de corrección y se mantiene en la evolución la altura de la vértebra fracturada.

### 5.2.3. Porcentaje de compresión de la altura vertebral posterior

En el *grupo A* la media pre-operatoria es de 8,02% (IC 95%: 12,40 / 3,64), en el post-operatorio se reduce a 5,46% (IC 95%: 7,95 / 2,98) y al año de evolución es de 5,31% (IC 95%: 7,49 / 3,12). En el *grupo B* la media pre-operatoria es de 6,30% (IC 95%: 9,79 / 2,81), en el post-operatorio se reduce a 3,86% (IC 95%: 6,67 / 1,05) y al año de evolución es de 4,51% (IC 95%: 7,09 / 1,93). El análisis de la evolución es de  $p = 0,9$ .

Como consecuencia de las fuerzas de compresión axial, en ambos grupos, toda la compresión se produce a nivel de la columna anterior con un valor entorno al 40% (apartado 5.2.2). Frente al 7% de pérdida de la altura a nivel de la columna media. Por lo tanto la pérdida de la altura del cuerpo vertebral y del soporte óseo se produce principalmente en su mitad anterior, a pesar de afectarse las dos columnas. Mientras que la mitad posterior se mantiene prácticamente con su altura anatómica. No encontrándose

## 5. Discusión

diferencias estadísticas en la evolución entre ambos grupos, según el análisis de la varianza (MANOVA). Sjöström y cols. comentan que en las fracturas estallido raramente el porcentaje de compresión de la AVP es mayor del 10%.<sup>248</sup>

Pre-operatoriamente destacamos 7 pacientes (4 en el grupo A y 3 en el grupo B) que presentan un valor de porcentaje AVP negativo (media: -4%). Esto nos indica que como consecuencia de las fuerzas de compresión axial existe un aumento de la AVP, asociado a la retropulsión de los fragmentos intracanal (Figura 4.20). Ferguson y Allen observan que la AVP esta igual o aumentada respecto a los niveles adyacentes en las fracturas por compresión flexión patrón tipo III.<sup>94</sup> Por el contrario otros autores no están de acuerdo con esta opinión.<sup>66,173,178</sup>

En la revisión de los artículos que cumplen los criterios de selección bibliográfica (Tabla 5.1) encontramos tres que valoran esta medición y describimos en la Tabla 5.6.<sup>3,248,250</sup>

	% AVP		
	Pre-operatoria	Post-operatoria	Seguimiento (meses)
Aebi y cols. <sup>3</sup>	12	-3	3 (12)
Sjöström y cols. <sup>248</sup>	8	2	— (13)
Speth y cols. <sup>250</sup>	14	6	10 (35)

**Tabla 5.6.** Porcentaje de compresión de altura vertebral posterior.

Observamos que los valores pre-operatorios se sitúan entorno al 10% de pérdida de la AVP. Mediante las fuerzas de lordosis-distracción se consigue una corrección cercana a la anatómica. Incluso Aebi y cols. logran una hiper-corrección (-3%) respecto a la altura de las vértebras vecinas. Y en la evolución observamos unas pérdidas de corrección entorno al 6%, situándose el valor final por debajo al 10% de compresión de la AVP.<sup>3</sup>

En ninguno de estos artículos se colocan tornillos a nivel de la vértebra fracturada. Por lo tanto estos valores contrastan con los obtenidos en el grupo A. Donde en la evolución la AVP se mantiene con los mismos valores que los obtenidos en el post-operatorio (5%). Indicativo de la utilidad de la fijación en tres puntos para mantener la AVP.

#### 5.2.4. Cociente de la altura vertebral anterior / altura vertebral posterior de la vértebra fracturada

En el *grupo A* la media pre-operatoria es de 0,55 (IC 95%: 0,61 / 0,49), en el post-operatorio se reduce a 0,79 (IC 95%: 0,84 / 0,75) y al año de evolución es de 0,78 (IC 95%: 0,83 / 0,74). En el *grupo B* la media pre-operatoria es de 0,59 (IC 95%: 0,64 / 0,55), en el post-operatorio se reduce a 0,74 (IC 95%: 0,81 / 0,68) y al año de evolución es de 0,74 (IC 95%: 0,80 / 0,67). El análisis de la evolución es de  $p = 0,04$ , resultando ser la diferencia estadísticamente significativa a favor del grupo A.

Este cociente / índice valora la compresión que sufre el cuerpo vertebral en su mitad anterior. El valor normal de una vértebra no fracturada es la unidad (1). Valores  $< 1$  indican una disminución de la AVA. Y valores  $> 1$  indican que la AVA es mayor que la AVP.

Al analizar la casuística de nuestro estudio observamos que, la corrección inicial obtenida en el grupo A (0,24) es 1,6 veces superior que la obtenida en el grupo B (0,15). Esto sigue apoyando nuestra hipótesis, que la utilización de tornillos a nivel de la vértebra fracturada, aumentan las fuerzas lordosantes-distractoras. Consiguiendo una mejor reducción inicial que en el grupo de pacientes donde no se instrumenta la vértebra fracturada (grupo B). Las pérdidas de corrección son nulas en ambos grupos. Por lo tanto, la corrección final obtenida en el grupo A (0,23) es 1,5 veces la obtenida por el grupo B (0,15), lo cual explica la mejor evolución del grupo A sobre el B ( $p = 0,04$ ). Pero como observamos en ninguno de los dos grupos se consigue una restauración anatomía completa de la vértebra fracturada. Por lo tanto en la evolución existe una disminución de la AVA, que indica una pérdida del soporte óseo en la mitad anterior del cuerpo vertebral (columna anterior). Siendo éste uno de los factores responsables de los fallos de las instrumentaciones en la evolución (como ya discutimos en los apartados 5.2.1.7 y 5.2.2).

Destacamos que este cociente o índice de acuñamiento<sup>165</sup> tiene un comportamiento idéntico a los valores obtenidos en la cifosis vertebral o ángulo de acuñamiento<sup>165</sup> o ángulo de compresión anterior.<sup>67</sup> Ya que ambas mediciones reflejan el daño producido a nivel del componente óseo de la unidad funcional vertebral (vértebra fracturada). Sin valorar la compensación producida a nivel de los espacios discales. En consecuencia podemos

## 5. Discusión

utilizar los valores del cociente AVA/AVP y la CV para valorar la severidad de la disrupción de la columna anterior.<sup>144</sup> Así Knop y cols. demuestran una correlación entre el cociente AVA/AVP pre-operatorio y la valoración de la pérdida de corrección en el seguimiento. Cuanto mayor fue la pérdida de la AVA inicial, mayor fue la pérdida de la corrección en el tiempo. Sin establecer una correlación entre la severidad de la fractura tóraco-lumbar, clasificada según Magerl y cols.<sup>173</sup>, y los hallazgos radiológicos en el seguimiento.<sup>144</sup>

Para la realización de esta medición nos encontramos con la limitación de la determinación de los límites anatómicos, en determinados tipos de estallidos. Principalmente en aquellos donde es difícil de valorar los vértices anteriores de la vértebra fracturada.

En la revisión de los artículos que cumplen los criterios de selección bibliográfica (Tabla 5.1) encontramos tres que valoran esta medición y describimos en la Tabla 5.7.<sup>3,165,195</sup>

	AVA / AVP		
	Pre-operatoria	Post-operatoria	Seguimiento (meses)
Aebi y cols. <sup>3</sup>	0,57	0,92	0,87 (12)
Lindsey y Dick <sup>165</sup>	0,61	0,83	0,81 (35)
Müller y cols. <sup>195</sup>	0,59	0,88	0,80 (77)

**Tabla 5.7.** Cociente AVA / AVP.

En primer lugar destacar que en ninguno de los tres artículos se utilizan tornillos a nivel de la vértebra fracturada. Los valores iniciales son similares a los presentados en nuestro trabajo. Situándose el cociente entorno a 0,6 de media. Lo cual indica una compresión de la columna anterior mayor de una cuarta parte respecto a la AVP. La corrección inicial media, mediante las maniobras de lordosis-distracción, es de 0,28. Valor similar al obtenido en el grupo A (0,24), frente a los 0,15 del grupo B. Destacamos el trabajo de Aebi y cols. que consiguen una corrección del cociente de 0,35. Consiguiendo casi una restauración anatómica de la AVA de la vértebra fracturada, con un cociente post-operatorio de 0,92 (inicialmente el porcentaje AVA es del 43% y la CV de 19°, y se reduce

en el post-operatorio al 8% y 5°, respectivamente).<sup>3</sup> Las pérdidas de corrección media son prácticamente nulas (0,05). Dato que coincide con los presentados en nuestro trabajo. Esto refleja que las pérdidas de corrección se producen principalmente a nivel de los espacios discuales y solo una pequeña cantidad en el cuerpo vertebral.<sup>165</sup> La corrección final media del cociente en la bibliografía es de 0,23, valor idéntico al obtenido en los pacientes del grupo A (0,23), frente a los 0,15 del grupo B. Por lo tanto, el valor del cociente en la evolución se sitúa entorno a 0,80, tanto en los artículos revisados como en los pacientes del grupo A. Frente a los 0,74 de los pacientes del grupo B.

Pero existe una gran diferencia entre los pacientes del grupo A y los artículos revisados.<sup>165,195</sup> En estos últimos el valor de la altura de la vértebra fracturada (AVA/AVP, % AVA y CV) se mantiene en la evolución con valores similares a los obtenidos en el post-operatorio. Frente a unos valores evolutivos de las cifosis regional (CR1 y CR2) que son prácticamente iguales a los pre-operatorios (apartado 5.2.1.1 y 5.2.1.2). Lo cual explica la alta tasa de fallos de la instrumentación (entre 9 – 50%). Datos que contrastan claramente con los obtenidos en los pacientes del grupo A. Donde las cifosis se mantienen en unos valores aceptables y los fallos del montaje se producen en un solo paciente, a pesar de la pérdida ocasionada a nivel de los espacios discuales. Por lo tanto a la hora de interpretar los resultados de los diferentes estudios hay que valorar de forma conjunta la cifosis regional y la altura de la vértebra fracturada. Porque la valoración individualizada de cada uno de los parámetros nos puede llevar a errores en su interpretación. Destacamos el trabajo de Aebi y cols., que consiguen mantener unos valores evolutivos similares a los obtenidos en el post-operatorio (CR1, AVA/AVP, CV y %AVA).<sup>3</sup> Pero como objeción, el período de seguimiento es corto (12 meses),<sup>3</sup> respecto a los 35<sup>165</sup> y 77<sup>195</sup> meses de los otros autores. Esto nos lleva a pensar que si se amplía el período de seguimiento, cabe esperar unos resultados similares. Al tratarse de pacientes donde no se instrumenta la vértebra fracturada.

En definitiva, decimos que mediante la instrumentación de la vértebra fracturada se obtiene una mejor corrección inicial, menor pérdida de corrección y se mantiene en la evolución la altura de la vértebra fracturada.

## 5. Discusión

---

### 5.2.5. Cociente de la altura de la unidad vertebral anterior / altura de la unidad vertebral posterior

En el *grupo A* la media pre-operatoria es de 0,90 (IC 95%: 0,95 / 0,85), en el post-operatorio se reduce a 1,14 (IC 95%: 1,17 / 1,10) y al año de evolución es de 1,07 (IC 95%: 1,11 / 1,04). En el *grupo B* la media pre-operatoria es de 0,93 (IC 95%: 0,97 / 0,88), en el post-operatorio se reduce a 1,00 (IC 95%: 1,07 / 0,94) y al año de evolución es de 0,93 (IC 95%: 0,99 / 0,88). El análisis de la evolución es de  $p = 0,00$ , resultando ser la diferencia estadísticamente significativa a favor del grupo A.

Esta medición no solo valora la altura de la vértebra fracturada sino que también incluye la altura discal superior e inferior. A diferencia de la medición previa que solo valora el componente óseo de la unidad funcional vertebral.

Así, Lin y cols. en su estudio experimental concluyen que la AUVA y AUVP son predictores más efectivos de la inestabilidad espinal que la AVA y AVP al incluir las alturas intervertebrales discales.<sup>162</sup>

Este cociente describe la compresión que sufre la unidad vertebral (con dos espacios discales) en su mitad anterior. El valor normal de una unidad no fracturada, en la unión tóraco-lumbar, se sitúa alrededor de la unidad (1). Valores  $< 1$  indican una disminución de la AUVA y una deformidad en cifosis. Y valores  $> 1$  indican que la AUVA es mayor que la AUVP, indicativo de una situación en lordosis.

Al analizar la casuística de nuestro estudio observamos que, la corrección inicial obtenida en el grupo A (0,24) es 3,4 veces superior que la obtenida en el grupo B (0,07). Indicativo de la mayor fuerza aplicada en dirección anterior con la utilización de tornillos a nivel de la vértebra fracturada. Obteniendo un valor en el grupo A de 1,14, que representa una hipercorrección en lordosis, frente al 1,00 en el grupo B. Por lo tanto, si comparamos las correcciones iniciales de AVA/AVP con las de AUVA/AUVP observamos que la mayor parte de la corrección se produce a nivel del cuerpo vertebral, en lugar de en los espacios discales. Como consecuencia de las maniobras de lordosis-distracción aplicadas en el momento de la reducción. Pero no podemos olvidar el efecto sobre-distractor producido en el momento de la ligamentotaxis a nivel de los espacios discales.<sup>52,137,144,161,195,230,250</sup> Por otro lado, las pérdidas de corrección en la evolución son de 0,07 en ambos grupos. Estas

pérdidas evolutivas de corrección causantes de la inestabilidad crónica se producen a nivel de los espacios discales, en lugar de en el cuerpo vertebral (porque la pérdida de corrección de el cociente AVA/AVP en ambos grupos es 0). Y principalmente a nivel del espacio discal superior, el más frecuentemente dañado (como ya comentamos en el apartado 5.2.1.5). En definitiva, la corrección final obtenida en el grupo A (0,17) es 17 veces la obtenida por el grupo B (0), lo cual explica la mejor evolución del grupo A sobre el B ( $p = 0,00$ ). Siendo el valor final del cociente en el grupo B igual al inicial.

Como también podemos observar, este cociente tiene un comportamiento idéntico a la cifosis regional tipo 2 en relación a los valores de cifosis / lordosis presentados (apartado 5.2.1.2). Siendo las dos únicas mediciones que presentan un valor final en lordosis de los pacientes con instrumentación de la vértebra fracturada (CR2: -2,54 y AUVA/AUVP: 1,07 en los pacientes del grupo A). Esto se debe a que ambas mediciones utilizan las mismas referencias anatómicas para su realización.

Destacar que en la bibliografía no encontramos ningún artículo que cumpla los criterios de selección bibliográfica (Tabla 5.1) y utilice el cociente AUVA/AUVP como medición radiológica.

En definitiva, decimos que mediante la instrumentación de la vértebra fracturada se obtiene una mejor corrección inicial, menor pérdida de corrección y se mantiene en la evolución la AUVA de la vértebra fracturada.

### 5.2.6. Angulación vertebral lateral

En el *grupo A* la media pre-operatoria es de  $2,18^\circ$  (IC 95%: 3,41 / 0,95), en el post-operatorio se reduce a  $1,50^\circ$  (IC 95%: 2,22 / 0,78) y al año de evolución es de  $1,27^\circ$  (IC 95%: 1,92 / 0,63). En el *grupo B* la media pre-operatoria es de  $1,67^\circ$  (IC 95%: 2,88 / 0,45), en el post-operatorio se reduce a  $0,86^\circ$  (IC 95%: 1,19 / 0,53) y al año de evolución es de  $0,81^\circ$  (IC 95%: 1,18 / 0,44). El análisis de la evolución es de  $p = 0,96$ .

Como comentamos al principio, la fractura estallido se produce como consecuencia de unas fuerzas de compresión axial, que producen una afectación del cuerpo vertebral, principalmente en su mitad anterior. Por lo tanto, la deformidad mayor se produce en el

## 5. Discusión

---

plano sagital o lateral, y no en el antero-posterior. Pero Denis describe un subtipo, el II-E, que se produce como consecuencia de un mecanismo de compresión axial y flexión lateral originando un estallido con flexión lateral.<sup>66</sup> Produciéndose una deformidad en el plano antero-posterior. Dentro de nuestra casuística clasificamos 2 (9,1%) y 3 (14,3%) pacientes en el grupo A y B, respectivamente, como tipo II-E.<sup>66</sup> Al analizar los valores de la angulación lateral entre ambos grupos, en cada período y en la evolución, no objetivamos diferencias estadísticas entre ellos.

Pero mencionaremos unas consideraciones sobre este ángulo:

- En ambos grupos observamos una corrección mediante la instrumentación vertebral. Reduciéndose el ángulo de inclinación lateral.
- En la evolución existe una mejoría del valor angular. Sin existir pérdidas de corrección en ninguno de los dos grupos.
- El valor angular final se sitúa entorno a 1° de deformidad en el plano antero-posterior. Que indica prácticamente una ausencia de deformidad.

Destacar que en la bibliografía no encontramos ningún artículo que cumpla los criterios de selección bibliográfica (Tabla 5.1) y utilice la angulación lateral como medición radiológica.

### 5.2.7. Mediciones pre-operatorias

A continuación discutimos, de forma breve, una serie de mediciones radiológicas que solo analizamos en el período pre-operatorio. No analizamos su valor en el resto de los períodos por la distorsión / artefactos metálicos que se producen en las pruebas de imagen con la utilización de las instrumentaciones vertebrales. Y además por la no disposición en todos los pacientes de scanner de control, tanto en el post-operatorio como en la evolución.

#### 5.2.7.1. Porcentaje de ensanchamiento interpedicular

En el grupo A la media es de -16,39% (IC 95%: -11,84 / -20,93) y en el grupo B de -12,54% (IC 95%: -8,18 / -16,90). Siendo la  $p = 0,21$ .

Como describimos en la introducción la fractura estallido se caracteriza por un aumento de la distancia interpedicular, como consecuencia de las cargas de compresión axial aplicadas

sobre la columna. Los datos presentados corroboran esta afirmación, al ser el resultado en ambos grupos un valor en negativo. En la bibliografía no encontramos ningún artículo que cumpla los criterios de selección bibliográfica y utilice el porcentaje de ensanchamiento interpedicular como medición radiológica. Martijn y Veldhuis analizan 124 fracturas (de todo tipo) a nivel de la columna torácica y lumbar. En 22 de ellas observan un aumento de la distancia interpedicular. Concluyen que la distancia interpedicular se valora de forma fiable en el 96% de los casos en las radiografías simples. Y que el aumento de la distancia interpedicular siempre se asocia con una fractura en la parte posterior del anillo.<sup>175</sup>

#### 5.2.7.2. Porcentaje de compromiso del canal vertebral

En el grupo A el compromiso medio es un 27,64% (IC 95%: 32,48 / 22,81) y en el grupo B un 33,96% (IC 95%: 40,00 / 27,92). Siendo la  $p = 0,09$ .

Al revisar la bibliografía observamos que el compromiso pre-operatorio medio del canal vertebral se sitúa entorno al 45%.<sup>22,39,48,79,88,89,90,167,195,228,240,247,248,257,268</sup> Superior a los valores objetivados en nuestra serie. En los artículos que valoran el compromiso del canal medular de forma post-operatoria el valor residual se sitúa entorno al 28%.<sup>22,79,88,89,90,228,247,248,268</sup> A pesar de ser una ocupación residual mayor de una cuarta parte, no debemos olvidar la reabsorción ósea que se produce en la evolución. Produciéndose una remodelación del canal medular, y restaurándose la típica forma oval del canal.<sup>6,42,57,72,96,133,150,155,196,240,247,276,278,284,290</sup>

#### 5.2.7.3. Porcentaje del diámetro medio sagital del canal vertebral

En el grupo A la reducción media es un 43,67% (IC 95%: 50,29 / 37,06) y en el grupo B un 34,65% (IC 95%: 40,05 / 29,25). Siendo la  $p = 0,03$ , resultando ser la diferencia estadísticamente significativa a favor del grupo A.

Al revisar la bibliografía observamos que la reducción pre-operatoria media del diámetro sagital se sitúa entorno al 48%.<sup>3,153,163,177,228,268,278</sup> Valor similar al observado en los pacientes del grupo A con un 44%. Al analizar la evolución se objetiva que existe un aumento del diámetro sagital, indicativo de la descompresión lograda en el momento de la cirugía y la reabsorción ósea producida en el tiempo. Aebi y cols. presentan en su serie de 30 pacientes una reducción del 56% del DMS. A los 12 meses de evolución la reducción

## 5. Discusión

---

disminuye al 10%.<sup>3</sup> Wessberg y cols. presentan 115 estallidos tratados mediante barras de Harrington. La reducción inicial del DMS es de un 40%. Esta se reduce a un 21% de forma post-operatoria. Y a los 7 años de seguimiento se sitúa la reducción en un 13%. Estos autores concluyen que la existencia de un estrechamiento residual moderado del canal después de la cirugía no implica la necesidad de una nueva cirugía. Y que las intervenciones agudas para descomprimir el canal, así como las cirugías secundarias por fragmentos residuales, deben ser evitadas.<sup>278</sup>

### 5.2.7.4. Porcentaje del diámetro transversal del canal vertebral

En el grupo A la media es de -13,32% (IC 95%: -7,74 / -18,76) y en el grupo B de -6,15% (IC 95%: -1,74 / -10,41). Siendo la  $p = 0,05$ , resultando ser la diferencia estadísticamente significativa a favor del grupo A.

Estos datos coinciden con los obtenidos en el porcentaje de ensanchamiento interpedicular. Ya que ambas mediciones, una en la radiología simple y otra en el TAC, valoran el aumento de la distancia interpedicular. En la bibliografía no encontramos ningún artículo que cumpla los criterios de selección bibliográfica y utilice el porcentaje del diámetro transversal del canal vertebral como medición radiológica. Vaccaro y cols. analizan 43 pacientes con fractura estallido a nivel del área tóraco-lumbar, y los dividen en dos grupos en función de la afectación neurológica. El porcentaje del DT es de -12,85% y -3,93%, en los pacientes con y sin afectación neurológica, respectivamente. Concluyen que no existe relación entre la afectación neurológica y la ocupación del canal medular.<sup>268</sup>

Al analizar de forma conjunta el DMS y el DT, observamos que el canal medular después del estallido adquiere una forma elíptica. Dato que coincide con Vaccaro y cols., que mencionan que esta forma elíptica parece predecir la lesión neurológica. Pero en su estudio no pueden demostrar una correlación entre la ocupación del canal y la lesión neurológica.<sup>268</sup>

### 5.3. FALLO DEL MONTAJE VERTEBRAL

Recordamos que el fallo del montaje vertebral se define como el aumento mayor o igual a 10° en el ángulo entre el platillo superior de la vértebra un nivel por encima y el platillo inferior de la vértebra un nivel por debajo a la vértebra fracturada medido mediante el método de Cobb (CR1) en el seguimiento, comparado con la medida radiológica en el post-operatorio inmediato y/o el fallo de la instrumentación vertebral (ruptura, inclinación de los tornillos pediculares o el desajuste de los sistemas de conexión).<sup>8,9,59,149,181,186</sup> Como comentamos en la introducción, los montajes posteriores cortos mediante barras y tornillos transpediculares son en la actualidad el sistema de fijación más utilizado por la mayoría de los cirujanos, para el tratamiento de las fracturas vertebrales tipo estallido de la unión tóraco-lumbar.<sup>8,43,48,149,167,195,203,247,248,292</sup> Porque tienen una serie de ventajas: montaje segmentario corto, estable por sí mismo en todos los planos, corrigen la cifosis traumática, restauran la altura del cuerpo vertebral, reducen los fragmentos intracanal y no precisan de la integridad de los elementos posteriores. Pero nunca hay que olvidar que, la eficacia de cualquier sistema de fijación se sustenta en la habilidad de mantener la corrección conseguida en el tiempo.<sup>43</sup> Y está demostrado que las fijaciones posteriores segmentarias cortas transpedicular están asociadas con una tasa de fallos inaceptables.<sup>2,8,9,10,22,39,48,90,91,137,149,159,181,186,188,195,232,250,257,262</sup> Esto se debe principalmente a que estos sistemas no instrumentan la vértebra fracturada. En consecuencia, tanto para reducir la deformidad traumática como para mantener la corrección sólo utilizan una fijación en dos puntos. A través de la manipulación de los cuerpos vertebrales no dañados (superior e inferior a la vértebra fracturada) se aplican unas fuerzas lordosantes y distractoras, que restauran la alineación de la columna en el plano sagital y la altura de la vértebra fracturada. Produciéndose un vacío óseo a nivel del cuerpo vertebral fracturado, principalmente en su mitad anterior, que no es estabilizado.

Esto difiere de los sistemas donde se instrumenta la vértebra fracturada, que utilizan una fijación en tres puntos. Este tercer punto son los dos tornillos pediculares colocados a nivel de la vértebra fracturada. Que crean un vector de fuerza en dirección anterior incrementando la reducción en lordosis. Y a su vez sirven de fijación al vacío producido a nivel de la columna anterior, una vez distraída. De este modo se evitan las pérdidas de corrección en la evolución, al soportar la columna anterior de la vértebra fracturada, aumentar la estabilidad del montaje y evitar el efecto palanca que tiende a causar la cifosis posterior de la unión.<sup>76,187</sup> Opinión que podemos corroborar con los resultados obtenidos

## 5. Discusión

---

en nuestro trabajo del grupo A frente al grupo B, en relación a la evolución de las diferentes cifosis así como a la restauración de la altura de la vértebra fracturada. Resultando ser la diferencia estadísticamente significativa a favor del grupo A en relación a la mejor reducción inicial, menor pérdida de corrección, mejor corrección final y mejor evolución radiológica (MANOVA), según presentamos y discutimos previamente, para cada una de las diferentes mediciones radiológicas. Pero nunca podemos olvidarnos de otra serie de factores, que en conjunto y no de forma individualizada, también contribuyen a la mejor reducción inicial, al aumento de la estabilidad y a la reducción en la tasa de fracasos del montaje en la evolución. Son factores importantes:

- La programación de la intervención quirúrgica dentro de la primera semana de la lesión.<sup>20,249,282</sup>
- El correcto posicionamiento del paciente en la mesa quirúrgica, en decúbito prono con elevación de la cintura pélvica y escapular para corregir la cifosis postraumática.
- La correcta técnica quirúrgica siguiendo los principios de lordosis-distracción.<sup>3,43,71,75,100,141,203,211,212</sup>
- El premoldeado de las barras en ligera lordosis. Porque el exceso en la incurvación de las barras hace ceder a los tornillos, produciendo su fracaso temprano.<sup>187</sup>
- La utilización de tornillos transpediculares de ángulo fijo, con el fin de crear un bloque sólido en la unión del tornillo a la barra. Para evitar que las pérdidas de corrección en el plano sagital se produzcan por desajustes del montaje.<sup>240</sup>
- La colocación de injerto transpedicular para rellenar el vacío producido al restaurar la altura del cuerpo vertebral fracturado.<sup>3,52,61,62,74,155,165,187,203,205</sup>
- Y en último lugar, y uno de los más importantes, es la colocación de injerto pósterolateral para obtener una artrodesis sólida de las dos unidades funcionales, y evitar el desarrollo de una inestabilidad tardía.<sup>3,88,89,90,132,148,155,165,187,195</sup>

En definitiva, la falta de un tercer punto de fijación posterior y la fusión posterior corta predisponen al paciente a un colapso cifótico tardío y a una pérdida de la corrección en el plano sagital. Esta pérdida de la corrección en el plano sagital se produce a través de la pérdida de la altura del espacio discal y la inclinación de la masa de fusión.<sup>149,186</sup> Por lo tanto, cualquier construcción que no soporte la columna anterior, produce un potente momento de inclinación que actúa sobre los tornillos pediculares en el lugar donde estos entran en la lámina. Sin un contacto de tres puntos, estos momentos de inclinación solo son

resistidos por la rigidez intrínseca de los tornillos y las barras del montaje. El punto débil es donde el tornillo entra en el hueso, y este es el lugar donde se produce la inclinación o ruptura.<sup>186</sup> Por ello, la utilización de los tornillos transpediculares intermedios, a nivel de la vértebra fracturada, aportan una fijación estable de tres puntos, previenen el efecto palanca responsable de la recurrencia de la cifosis y disminuyen la tasa de fallos de la instrumentación en la evolución.

En relación al fallo del montaje vertebral, en nuestro trabajo observamos 1 paciente (4,5%) en el grupo A que presenta un aumento de la cifosis mayor de 10°. Frente al grupo B donde 6 pacientes (28,57%) presentan un fallo del montaje (5 pacientes presentan un aumento de la cifosis igual o mayor a 10° y 1 paciente una ruptura de un tornillo pedicular). Resultando ser la diferencia estadísticamente significativa con una **p = 0,04**, a favor del grupo A. Recordamos que en el paciente del grupo B que presenta una ruptura del tornillo pedicular el aumento de la cifosis fue inferior a los 10° (5°). Por lo tanto los 6 pacientes del grupo B son diferentes entre ellos.

En una descripción en conjunto de los 7 casos de fallo del montaje vertebral presentados en el estudio encontramos una serie de características comunes (en el grupo A el caso 21 y en el grupo B los casos: 25, 27, 33, 39, 42 y 43). Cinco casos se localizan a nivel de L1. Que explica las mayores exigencias biomecánicas del centro de la columna tóraco-lumbar, cuando tratamos una fractura a ese nivel. En todos los casos existe una sobrecorrección inicial de la deformidad, en los diferentes tipos de cifosis regionales analizados. Y de la misma manera existen unas importantes pérdidas de corrección. Siendo el valor final similar al pre-operatorio. Indicativo de una pérdida producida a nivel de los espacios discales. Pero pensamos que estas pérdidas discales no son suficientes para producir el fallo del montaje. Porque si recordamos lo comentado en el apartado 5.2.5 (AUVA/AUVP), la mayor parte de la corrección inicial se produce a nivel del cuerpo vertebral y las pérdidas de corrección a nivel de los espacios discales, con una pérdida a nivel del cuerpo vertebral nula en ambos grupos. De tal modo que al analizar la altura de la vértebra fracturada (CV, %AVA, AVA/AVA) en estos 7 pacientes, observamos que el valor final es la mitad o similar respecto a la deformidad inicial. Datos que nos indican un fallo en el soporte de la columna anterior, que produce un colapso en flexión anterior (tanto

## 5. Discusión

a nivel discal como en el cuerpo de la vértebra fracturada), inestabilizándose el sistema y produciendo un fallo en el montaje vertebral que condiciona una cifosis residual tardía.

A continuación presentamos una tabla resumen de los diferentes artículos con fallo del montaje en instrumentaciones vertebrales cortas, recogidos en la bibliografía (Tabla 5.8).

	Cifosis regional				Altura vértebra fracturada				Artro desis	Fallo del montaje (%)
	Tipo	Pre	Post	Evol (meses)	Tipo	Pre	Post	Evol (meses)		
Alanay y cols. CON injerto <sup>8</sup>	IS	20°	4°	8° (34)	%AVA	33%	4,2%	12% (34)	Si	50%
Alanay y cols. SIN injerto <sup>8</sup>	IS	20°	2,4°	8° (35)	%AVA	40%	5,8%	16% (35)	Si	40%
Benson y cols. <sup>22</sup>	1	16°	-4°	5° (22)	-	-	-	-	Si	25%
Carl y cols. <sup>39</sup>	1	-	7°	6° (23)	AVA/AVP	0.71	0.77	0.74 (23)	Si	26%
Cho y cols. SIN PMMA <sup>48</sup>	1	18°	6°	12° (30)	%AVA	48%	46%	52% (30)	Si	22%
Esses y cols. <sup>90</sup>	1	18°	3°	- (17)	-	-	-	-	Si	7%
Kramer y cols. <sup>149</sup>	1	9°	4°	17° (33)	CV	15°	10°	16° (33)	Si	36%
Lindsey y Dick <sup>165</sup>	1	17°	6°	15° (35)	CV	17°	8°	8° (35)	No	6%
McNamara y cols. <sup>188</sup>	1	5°	4°	13° (22)	AVA/AVP	0.61	0.83	0.81	Si	46%
Müller y cols. <sup>195</sup>	2	4°	-11°	5° (77)	%AVA	54%	53%	- (22)	Si	46%
Speth y cols. <sup>250</sup>	1	18°	9°	20° (35)	CV	18°	5°	9° (77)	Si	50%
Stephens y cols. <sup>257</sup>	1	6°	-1°	11° (19)	AVA/AVP	0.59	0.88	0.80	Si	50%
					CV	21°	12°	15° (35)	Si	25%
					%AVA	64%	62%	- (19)	Si	50%

**Tabla 5.8.** Correlación cifosis regional, altura de la vértebra fracturada, artrodesis y porcentaje de fallo del montaje.

En primer lugar destacar que en ninguno de los artículos presentados se instrumenta la vértebra fracturada. Por lo tanto se utiliza un sistema de fijación en dos puntos,

presentando un porcentaje de fallos del montaje vertebral alrededor del 30%. Similar a los datos presentados por el grupo B con un 28% de fallos. También destacamos que, tanto el valor final de la cifosis regional como el de la altura vertebral son igual o mayores que el inicial. Indicándonos, como comentamos previamente, un fallo en el soporte de la columna anterior, que produce un colapso en flexión, inestabilizándose el sistema y produciendo un fallo en el montaje vertebral que condiciona una cifosis residual tardía. Así, McLain y cols. presentan un 68% de fallos de la instrumentación (ruptura o inclinaciones de los tornillos) y una progresión de la cifosis de media de 10°. Esta cifosis se desarrolla durante los 6 primeros meses del postoperatorio. Y concluyen que la estabilidad de la columna anterior juega un papel primordial en el éxito o fracaso del procedimiento.<sup>186</sup> Por lo tanto, la pérdida de la estabilidad de la columna anterior, el fracaso en la corrección de la cifosis sagital o el exceso en la incurvación de las barras hacen ceder a los tornillos más sólidos, lo que implica su fracaso temprano y la progresión de la cifosis.<sup>187</sup> A diferencia de los artículos donde se instrumenta la vértebra fracturada que no presentan fallos en el montaje vertebral.<sup>87,218,240</sup> Resultados similares a los presentados por el grupo A, con un solo paciente que presenta un fallo del montaje vertebral (4%). Una excepción es el trabajo de Shen y cols. que presentan un 6% de ruptura de tornillos y una pérdida de corrección en el seguimiento de 6°, a pesar de la instrumentación de la vértebra fracturada. Como comentamos ampliamente en el apartado 5.2.1.4, atribuimos estos fallos a la utilización de tornillos pediculares de ángulo variable en la instrumentación (VSP y TSRH).<sup>240</sup>

La ruptura de los tornillos de la instrumentación no significa un mal resultado clínico.<sup>8,9,10,48,165,195,230</sup> Stephens y cols. en su serie de 16 pacientes tratados mediante instrumentación tipo CD<sup>®</sup>, presentan un 50% de rupturas o incurvaciones de los tornillos inferiores del montaje, sin demostrar movilidad a nivel de la artrodesis, con un resultado clínico satisfactorio y sin requerir la retirada de la instrumentación en ningún paciente. La pérdida de corrección de la cifosis regional es de 12°, respecto al resultado postoperatorio.<sup>257</sup> Atribuible a que la construcción falla con las cargas repetidas que se producen durante la curación debido a la distribución de las cargas.<sup>181</sup> Por lo tanto consideran que clínicamente es un buen resultado, pero no consiguen recuperar la curvatura sagital fisiológica. Y concluyen que la instrumentación tipo CD<sup>®</sup> no es efectiva para restaurar y mantener la altura de la columna anterior. Resultados similares a los presentados por Carl y cols. en su serie de pacientes tratados también con instrumentación

## 5. Discusión

---

tipo CD<sup>®</sup>.<sup>39</sup> Benson y cols. (1992) presentan un 25% de fallos de la instrumentación tipo Fijador Interno de AO<sup>®</sup> (21% ruptura de los tornillos y 4% de pérdida de los dos tornillos cefálicos), con una pérdida de corrección de 9° respecto al post-operatorio. Sin existir clínica residual sintomática y todos los pacientes presentan una artrodesis sólida demostrada al retirar la instrumentación al año.<sup>22</sup> Luego existe una disociación clínico – radiológica,<sup>22</sup> también comentada por otros autores.<sup>6,8,33,169,195,218</sup> Por el contrario McLain y cols. demuestran una correlación entre la cifosis progresiva y la clínica dolorosa, entre los pacientes donde se produce un fallo de la instrumentación tipo CD<sup>®</sup> (68% de la serie).<sup>186</sup>

Kramer y cols. en su corta serie de 11 pacientes presentan un 36% de rupturas de tornillos, con un 100% de artrodesis. Una pérdida de corrección de 13° y una pérdida de la altura vertebral anterior de un 15% respecto a la postoperatoria. La mayoría de los fallos de la instrumentación se producen entre L1 y L2, que refleja el estrés mecánico a nivel de la unión tóraco-lumbar. El tiempo entre la operación y la ruptura del instrumental es largo. Esto sugiere que la artrodesis en el momento de la ruptura es efectiva, y las cargas cíclicas repetidas sobre la zona permiten una deformidad plástica de la artrodesis posterior con el subsiguiente aumento de la cifosis.<sup>149</sup> Datos similares a los presentados por Müller y cols. y Shen y cols.<sup>195,240</sup> En este sentido, ciertos autores concluyen que para evitar el fallo del material a nivel de la unión tóraco-lumbar, donde las fuerzas de compresión actúan más anteriormente, la fijación segmentaria pedicular dos niveles por encima de la cifosis es la ideal.<sup>9,10,39,148,262</sup> Mientras que en la más lordótica columna lumbar media y baja, donde las fuerzas actúan más posteriormente, ningún sistema falla con el uso de un nivel por encima y otro por debajo de la vértebra fracturada.<sup>137</sup> Nosotros no estamos a favor de esta afirmación. Porque como podemos ver a lo largo de la discusión, los pacientes con instrumentación de la vértebra fracturada mediante tornillos pediculares de ángulo fijo y artrodesis postero-lateral, presentan una corrección quirúrgica de la cifosis regional cercana a la anatómica, incluso en algunos casos una hipercorrección en lordosis (CR1, CR2, CR6, ART y APP). Se restaura la altura de la vértebra fracturada con unos valores cercanos a los anatómicos respecto a las vértebras vecinas. Con unos valores en la evolución similares a los post-operatorios, con pérdidas en las cifosis regionales entorno a los 3° y nulos a nivel del cuerpo vertebral. Datos que nos indican una gran estabilidad del montaje vertebral, con una tasa de fallos del montaje prácticamente nula (4,5%).

## 5.4. LIMITACIONES

Durante el proceso de elaboración del presente trabajo nos encontramos con una serie de limitaciones tanto en la bibliografía revisada como en el trabajo realizado, que comentamos a continuación.

### 5.4.1. Limitaciones de la literatura

Una revisión crítica de la literatura en relación a los sistemas de fijación de la columna revela numerosos problemas. Los diferentes tratamientos no pueden ser fácilmente comparables porque numerosos estudios tienen una pequeña y heterogénea población de pacientes, falta de grupos de control adecuados y medidores de los resultados no uniformes y no estandarizados. Estos problemas limitan la precisión de los datos obtenidos de los artículos. La calidad de los datos, el sesgo de la muestra y los datos recogidos son limitaciones comunes en las revisiones literarias. No existiendo métodos estándares para describir el dolor, la función y el resultado neurológico.<sup>77</sup>

En definitiva, cuando los autores empiecen a utilizar terminología estándar, sistemas de clasificación y esquemas de graduación, las diferencias en los resultados de varias técnicas serán más demostrables.<sup>234,289</sup>

### 5.4.2. Limitaciones del trabajo presentado

En primer lugar, se trata de un estudio retrospectivo iconográfico a partir de las historias clínicas, con todas las limitaciones que comporta, a diferencia de los bien diseñados estudios prospectivos, aleatorizados y randomizados. Para poder homogeneizar los datos y los dos grupos, establecimos unos estrictos criterios de inclusión, cuyo no cumplimiento excluía a los pacientes del estudio.

En segundo lugar, las mediciones son realizadas por un único investigador y en una sola medición. Por lo tanto, creemos que es importante la repetición de las mediciones radiológicas, tanto por uno como varios investigadores. Para poder objetivar la variabilidad intra e inter-observador. Y poder demostrar la fiabilidad, exactitud y reproducibilidad de cada medición radiológica. Objetivo de los futuros trabajos a realizar en la presente línea de investigación.

El tratamiento de la fractura vertebral tipo estallido de la unión tóraco-lumbar sigue siendo controvertido. En función de diversos parámetros, clínicos y radiológicos, se indica un tipo de tratamiento, que puede ser conservador o quirúrgico.

La finalidad de todo tipo de tratamiento es prevenir y limitar la lesión neurológica, restaurar la estabilidad de la columna, corregir la deformidad, preservar el mayor número de segmentos móviles, facilitar la movilización precoz del paciente, prevenir el dolor y las deformidades residuales, a largo plazo.

Los avances en las instrumentaciones vertebrales, contribuyen a la mejora de los resultados del tratamiento quirúrgico frente al conservador, ampliando sus indicaciones en la actualidad. Dentro del tratamiento quirúrgico, el más utilizado en la actualidad es el montaje posterior corto transpedicular con o sin instrumentación de la vértebra fracturada.

Tenemos dos grupos de pacientes operados a medio y largo plazo mediante montajes posteriores cortos transpediculares, uno con instrumentación de la vértebra fracturada y otro sin instrumentación de la vértebra fracturada. Nuestra **hipótesis de trabajo** es evaluar con cuál de los dos métodos se obtienen los mejores resultados radiológicos. Para ello hay que valorar:

- 1- La corrección y la estabilidad de la columna anterior.
- 2- La corrección de la deformidad y la restauración de la alineación en el plano sagital.
- 3- La tasa de fallos del montaje vertebral.

Para conseguir demostrar esta hipótesis nos planteamos una serie de **objetivos** en el presente trabajo:

- 1) Seleccionar y recoger los datos de dos grupos de pacientes que presenten una fractura vertebral tipo estallido a nivel de la unión tóraco-lumbar, y tratados mediante un abordaje posterior corto con barras y tornillos transpediculares con o sin instrumentación de la vértebra fracturada.

## **2. Hipótesis de Trabajo y Objetivos**

---

- 2) Demostrar mediante análisis estadístico comparativo la homogeneidad de las diferentes variables descriptivas continuas y categóricas entre los dos grupos.
  
- 3) Realizar diferentes mediciones radiológicas de forma pre-operatoria, post-operatoria y en el seguimiento, en ambos grupos.
  
- 4) Realizar un análisis estadístico comparativo de los resultados de las diferentes mediciones radiológicas entre ambos grupos, en cada período.
  
- 5) Realizar un análisis estadístico comparativo de la evolución de las diferentes mediciones radiológicas entre ambos grupos.
  
- 6) Analizar la tasa de fallos del montaje vertebral y realizar un análisis estadístico comparativo entre ambos grupos.

## Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>1.</b>
1.1. Epidemiología	3.
1.2. Definición de la zona anatómica a estudiar	5.
1.2.1. Columna torácica	5.
1.2.2. Columna lumbar	6.
1.2.3. Unión tóraco-lumbar	6.
1.3. Patogénesis de la fractura estallido	7.
1.4. Clasificación de las fracturas tóraco-lumbares	9.
1.4.1. Clasificación de Nicoll	9.
1.4.2. Clasificación de Holdsworth	9.
1.4.3. Clasificación de Kelly y Whitesides	10.
1.4.4. Clasificación de McAfee y cols.	11.
1.4.5. Clasificación de Denis	12.
1.4.6. Clasificación de McAfee y cols.	16.
1.4.7. Clasificación de Ferguson y Allen	16.
1.4.8. Clasificación de Magerl y cols.	16.
1.5. Concepto de inestabilidad	22.
1.6. Diagnóstico	23.
1.6.1. Diagnóstico clínico	24.
1.6.2. Diagnóstico radiológico	27.
1.6.2.1. Radiología simple	27.
1.6.2.2. Tomografía Axial Computerizada (TAC)	29.
1.6.2.3. Resonancia Magnética Nuclear (RMN)	31.
1.6.2.4. Mediciones radiológicas	33.
1.6.2.4.1. Mediciones radiológicas en la radiografía simple	33.
1.6.2.4.2. Mediciones radiológicas en el TAC	36.

	1.7. Tratamiento	
		36.
1.7.1. Tratamiento conservador		38.
1.7.1.1. Tipos de tratamiento conservador		39.
1.7.1.1.1. Tratamiento funcional		39.
1.7.1.1.2. Tratamiento con reducción ortopédica e inmovilización con yeso		39.
1.7.2. Tratamiento quirúrgico		42.
1.7.2.1. Instrumentaciones con distracción posterior		44.
1.7.2.1.1. Instrumentación con barras de Harrington		45.
1.7.2.1.2. Instrumentación con barras de Harrington y fusiones cortas		45.
1.7.2.1.3. Instrumentación con barras de Harrington y alambres sublaminares		46.
1.7.2.1.4. Instrumentación con barras de Harrington y manguitos de polietileno de alta densidad		46.
1.7.2.2. Fijación con tornillos transpediculares		47.
1.7.2.2.1. Tornillos transpediculares asociados a placas de compresión dinámica		47.
1.7.2.2.2. Tornillos transpediculares asociados a placas especiales		48.
1.7.2.2.3. Fijador externo de columna		48.
1.7.2.2.4. Fijador interno de columna		48.
1.7.2.2.5. Montajes cortos sin instrumentación de la vértebra fracturada		49.
1.7.2.2.6. Montajes cortos con instrumentación de la vértebra fracturada		50.
1.7.2.3. Instrumentaciones anteriores		51.
1.7.2.3.1. Slot-Zielke		52.
1.7.2.3.2. Kostuik-Harrington		52.
1.7.2.3.3. Syracuse I plate		52.
1.7.2.3.4. Dunn III		52.
1.7.2.3.5. Kaneda		53.
1.7.2.4. Doble abordaje		53.

1.7.2.5. Nuevas vías de tratamiento	54.
1.7.2.6. Gestos quirúrgicos asociados	54.
1.7.2.6.1. Descompresión del canal	54.
1.7.2.6.1.1. Descompresión posterior directa	54.
1.7.2.6.1.2. Descompresión postero-lateral	55.
1.7.2.6.1.3. Descompresión posterior indirecta	55.
1.7.2.6.1.4. Descompresión anterior	56.
1.7.2.6.1.5. Remodelación del canal medular	56.
1.7.2.6.2. Injerto transpedicular	57.
1.7.2.6.3. Injerto póstero-lateral	58.
<b>2. Hipótesis de trabajo</b>	<b>61.</b>
<b>3. Material y método</b>	<b>65.</b>
3.1. Tipo de estudio	67.
3.2. Población y ámbito de estudio	67.
3.3. Criterios de inclusión en el estudio	67.
3.4. Casuística	69.
3.4.1. Grupo A	69.
3.4.2. Grupo B	69.
3.5. Descripción de la muestra	70.
3.5.1. Sexo	70.
3.5.2. Edad	70.
3.5.3. Mecanismo lesional	70.
3.5.4. Lesiones asociadas	71.
3.5.5. Nivel de fractura	71.
3.5.6. Lesión neurológica	71.
3.5.7. Clasificación de la fractura estallido tóraco-lumbar	72.
3.5.7.1. Clasificación de Denis	73.
3.5.7.2. Clasificación de Magerl y cols.	73.

3.5.8. Tiempo de espera hasta la intervención quirúrgica	74.
3.5.9. Técnica quirúrgica	74.
3.5.9.1. Posición y vía de abordaje	74.
3.5.9.2. Instrumentación	74.
3.5.9.2.1. Tipo de instrumentación	74.
3.5.9.3. Injerto transpedicular	74.
3.5.9.4. Injerto póstero-lateral	75.
3.5.9.5. Gestos quirúrgicos asociados	75.
3.5.10. Complicaciones quirúrgicas	75.
3.5.10.1. Complicaciones intra-operatorias	75.
3.5.10.2. Complicaciones peri-operatorias o inmediatas	75.
3.5.11. Estancia hospitalaria	75.
3.5.12. Deambulación o sedestación	75.
3.5.13. Corsé	75.
3.5.14. Reintervenciones	75.
3.5.15. Seguimiento	76.
3.5.16. Fallo del montaje vertebral	76.
3.6. Método de trabajo	77.
3.6.1. Recogida de datos	77.
3.6.2. Método de digitalización de las imágenes y realización de las mediciones	77.
3.6.3. Método de realización de las mediciones radiológicas	78.
3.6.3.1. Mediciones en la radiografía simple en el plano sagital	78.
3.6.3.1.1. Cifosis regional 1	78.
3.6.3.1.2. Cifosis regional 2	79.
3.6.3.1.3. Cifosis regional 3	79.
3.6.3.1.4. Cifosis regional 4	79.
3.6.3.1.5. Cifosis regional 5	80.
3.6.3.1.6. Cifosis regional 6	80.

3.6.3.1.7. Cifosis vertebral	81.
3.6.3.1.8. Índice sagital	81.
3.6.3.1.9. Angulación regional traumática	82.
3.6.3.1.10. Ángulo de la pared posterior	84.
3.6.3.1.11. Porcentaje de compresión de la altura vertebral anterior	84.
3.6.3.1.12. Porcentaje de compresión de la altura vertebral posterior	85.
3.6.3.1.13. Cociente de la altura vertebral anterior / altura vertebral posterior de la vértebra fracturada	86.
3.6.3.1.14. Cociente de la altura de la unidad vertebral anterior / altura de la unidad vertebral posterior	86.
3.6.3.2. Mediciones en la radiografía simple en el plano antero-posterior	87.
3.6.3.2.1. Angulación vertebral lateral	87.
3.6.3.2.2. Porcentaje de ensanchamiento interpedicular	88.
3.6.3.3. Mediciones en el TAC en el corte axial	88.
3.6.3.3.1. Porcentaje de compromiso del canal vertebral	89.
3.6.3.3.2. Porcentaje del diámetro medio sagital del canal vertebral	89.
3.6.3.3.3. Porcentaje del diámetro transversal del canal vertebral	90.
3.6.3.3.4. Correlación entre el grado de ocupación del canal medular y la lesión neurológica	91.
3.7. Análisis estadístico	92.
3.7.1. Descriptivo	92.
3.7.2. Análisis univariable	92.
3.7.3. Análisis univariable de medidas repetidas	92.
<b>4. Resultados</b>	<b>93.</b>
4.1. Comparación de las variables descriptivas continuas y categóricas entre el grupo A y el grupo B	95.
4.1.1. Seguimiento	95.
4.1.2. Sexo	95.
4.1.3. Edad	95.
4.1.4. Mecanismo lesional	96.
4.1.5. Lesiones asociadas	96.
4.1.6. Nivel de fractura	97.



4.2.1.9. Angulación regional traumática	<b>111.</b>
4.2.1.10. Ángulo de la pared posterior	<b>111.</b>
4.2.1.11. Porcentaje de compresión de la altura vertebral anterior	<b>112.</b>
4.2.1.12. Porcentaje de compresión de la altura vertebral posterior	<b>112.</b>
4.2.1.13. Cociente de la altura vertebral anterior / altura vertebral posterior de la vértebra fracturada	<b>113.</b>
4.2.1.14. Cociente de la altura de la unidad vertebral anterior / altura de la unidad vertebral posterior	<b>113.</b>
4.2.2. Radiografía simple en el plano antero-posterior	<b>114.</b>
4.2.2.1. Angulación vertebral lateral	<b>114.</b>
4.2.2.2. Porcentaje de ensanchamiento interpedicular	<b>114.</b>
4.2.3. TAC en el corte axial	<b>115.</b>
4.2.3.1. Porcentaje de compromiso del canal vertebral	<b>115.</b>
4.2.3.2. Porcentaje del diámetro medio sagital del canal vertebral	<b>116.</b>
4.2.3.3. Porcentaje del diámetro transversal del canal vertebral	<b>117.</b>
4.2.3.4. Correlación entre el grado de ocupación del canal medular y la lesión neurológica	<b>119.</b>
4.2.3.4.1. Porcentaje de compromiso del canal vertebral / lesión neurológica	<b>119.</b>
4.2.3.4.2. Porcentaje de diámetro medio sagital / lesión neurológica	<b>119.</b>
4.2.3.4.3. Porcentaje de diámetro transversal / lesión neurológica	<b>119.</b>
4.3. Comparación post-operatoria de las mediciones radiológicas entre el grupo A y el grupo B	<b>121.</b>
4.3.1. Radiografía simple en el plano sagital	<b>121.</b>
4.3.1.1. Cifosis regional 1	<b>121.</b>
4.3.1.2. Cifosis regional 2	<b>121.</b>
4.3.1.3. Cifosis regional 3	<b>121.</b>
4.3.1.4. Cifosis regional 4	<b>121.</b>
4.3.1.5. Cifosis regional 5	<b>121.</b>
4.3.1.6. Cifosis regional 6	<b>121.</b>
4.3.1.7. Cifosis vertebral	<b>121.</b>

4.3.1.8. Índice sagital	123.
4.3.1.9. Angulación regional traumática	123.
4.3.1.10. Ángulo de la pared posterior	123.
4.3.1.11. Porcentaje de compresión de la altura vertebral anterior	124.
4.3.1.12. Porcentaje de compresión de la altura vertebral posterior	125.
4.3.1.13. Cociente de la altura vertebral anterior / altura vertebral posterior de la vértebra fracturada	126.
4.3.1.14. Cociente de la altura de la unidad vertebral anterior / altura de la unidad vertebral posterior	126.
4.3.2. Radiografía simple en el plano antero-posterior	127.
4.3.2.1. Angulación vertebral lateral	127.
4.4. Comparación en el seguimiento de las mediciones radiológicas entre el grupo A y el grupo B	128.
4.4.1. Radiografía simple en el plano sagital	128.
4.4.1.1. Cifosis regional 1	128.
4.4.1.2. Cifosis regional 2	128.
4.4.1.3. Cifosis regional 3	128.
4.4.1.4. Cifosis regional 4	128.
4.4.1.5. Cifosis regional 5	128.
4.4.1.6. Cifosis regional 6	128.
4.4.1.7. Cifosis vertebral	128.
4.4.1.8. Índice sagital	130.
4.4.1.9. Angulación regional traumática	130.
4.4.1.10. Ángulo de la pared posterior	130.
4.4.1.11. Porcentaje de compresión de la altura vertebral anterior	131.
4.4.1.12. Porcentaje de compresión de la altura vertebral posterior	131.
4.4.1.13. Cociente de la altura vertebral anterior / altura vertebral posterior de la vértebra fracturada	132.
4.4.1.14. Cociente de la altura de la unidad vertebral anterior / altura de la unidad vertebral posterior	132.
4.4.2. Radiografía simple en el plano antero-posterior	134.

4.4.2.1. Angulación vertebral lateral	<b>134.</b>
4.5. Evolución en el tiempo de las mediciones radiológicas	<b>135.</b>
<b>5. Discusión</b>	
	<b>141.</b>
5.1. La serie presentada	<b>143.</b>
5.1.1. Idoneidad de la serie	<b>143.</b>
5.1.2. Características de la serie	<b>144.</b>
5.1.2.1. Sexo	<b>144.</b>
5.1.2.2. Edad	<b>144.</b>
5.1.2.3. Mecanismo lesional	<b>145.</b>
5.1.2.4. Lesiones asociadas	<b>145.</b>
5.1.2.5. Nivel de fractura	<b>146.</b>
5.1.2.6. Lesión neurológica	<b>147.</b>
5.1.2.7. Clasificación de la fractura estallido tóraco-lumbar	<b>148.</b>
5.1.2.7.1. Clasificación de Denis	<b>148.</b>
5.1.2.7.2. Clasificación de Magerl y cols.	<b>149.</b>
5.1.2.8. Tiempo de espera hasta la intervención quirúrgica	<b>151.</b>
5.1.2.9. Técnica quirúrgica	<b>151.</b>
5.1.2.9.1. Tipo de instrumentación	<b>152.</b>
5.1.2.9.2. Injerto transpedicular	<b>153.</b>
5.1.2.9.3. Injerto póstero-lateral	<b>154.</b>
5.1.2.9.4. Gestos quirúrgicos asociados	<b>155.</b>
5.1.2.10. Complicaciones quirúrgicas	<b>156.</b>
5.1.2.10.1. Complicaciones intra-operatorias	<b>156.</b>
5.1.2.10.2. Complicaciones peri-operatorias o inmediatas	<b>156.</b>
5.1.2.11. Deambulación o sedestación	<b>157.</b>
5.1.2.12. Estancia hospitalaria	<b>157.</b>
5.1.2.13. Corsé	<b>158.</b>
5.1.2.14. Reintervenciones	<b>158.</b>

5.2. Mediciones radiológicas	159.
5.2.1. Cifosis regionales	162.
5.2.1.1. Cifosis regional 1	162.
5.2.1.2. Cifosis regional 2	165.
5.2.1.3. Cifosis regional 3	166.
5.2.1.4. Cifosis regional 4	167.
5.2.1.5. Cifosis regional 5	169.
5.2.1.6. Cifosis regional 6	170.
5.2.1.7. Cifosis vertebral	171.
5.2.1.8. Índice sagital	175.
5.2.1.9. Angulación regional traumática	177.
5.2.1.10. Ángulo de la pared posterior	178.
5.2.2. Porcentaje de compresión de la altura vertebral anterior	179.
5.2.3. Porcentaje de compresión de la altura vertebral posterior	183.
5.2.4. Cociente de la altura vertebral anterior / altura vertebral posterior de la vértebra fracturada	185.
5.2.5. Cociente de la altura de la unidad vertebral anterior / altura de la unidad vertebral posterior	188.
5.2.6. Angulación vertebral lateral	189.
5.2.7. Mediciones pre-operatorias	190.
5.2.7.1. Porcentaje de ensanchamiento interpedicular	190.
5.2.7.2. Porcentaje de compromiso del canal vertebral	191.
5.2.7.3. Porcentaje del diámetro medio sagital del canal vertebral	191.
5.2.7.4. Porcentaje del diámetro transversal del canal vertebral	192.
5.3. Fallo del montaje vertebral	193.
5.4. Limitaciones	199.
5.4.1. Limitaciones de la literatura	199.
5.4.2. Limitaciones del trabajo presentado	199.

	<b>6. Conclusiones</b>	
		<b>201.</b>
	<b>7. Bibliografía</b>	
		<b>205.</b>
<b>8. Anexos</b>		<b>231.</b>

En los últimos 20 años la evaluación y manejo de las fracturas vertebrales tipo estallido de la columna toraco-lumbar (“**burst fracture**” en la literatura anglosajona) ha cambiado drásticamente. El avance en las técnicas de imagen, tales como la Tomografía Axial Computerizada (TAC) y la introducción de la Resonancia Magnética Nuclear (RMN), permiten una mejor comprensión de los patrones de fractura, afectación neurológica y valoración de la inestabilidad vertebral. La rápida evolución de los sistemas de instrumentación, permiten a los cirujanos descomprimir y estabilizar la columna vertebral por diferentes vías.<sup>167,234</sup> Pero en la actualidad, el tratamiento de la fractura estallido de la columna toraco-lumbar es una de las áreas más controvertidas en la cirugía moderna de la columna.<sup>10,20,48,195,235,257,262,269</sup> La fusión temprana con instrumentación es un método de tratamiento aceptado para los pacientes con lesiones inestables y déficit neurológico; con ello se consigue una movilización precoz y una menor incidencia de complicaciones debidas al reposo prolongado. El tratamiento óptimo para los pacientes que presentan una deformidad media / moderada, déficit neurológico incompleto y compromiso de canal es actualmente desconocido, y las indicaciones precisas para el tratamiento quirúrgico están todavía siendo definidas.<sup>234</sup> Una revisión de la literatura revela un amplio rango de recomendaciones y resultados conflictivos, la mayoría de los estudios clínicos pueden ser criticados en base a su diseño retrospectivo, población de estudio heterogénea, estrategias de tratamiento, limitado seguimiento en el tiempo y medidas pobres para definir los resultados.<sup>269</sup>

### 1.1. EPIDEMIOLOGÍA

La incidencia global de las fracturas del raquíis no es elevada, situándose entorno a las 15.000 lesiones torácicas y lumbares al año en Estados Unidos<sup>89</sup> y 10.000 en Francia.<sup>12</sup>

En los pacientes politraumatizados las lesiones en la columna vertebral normalmente afectan a más de un segmento, con una incidencia entre el 5% y 20%.<sup>5,13,32,39,121,123,137,144,156,173,184,260,263</sup>

La mayor parte de las lesiones raquídeas se localizan alrededor de la unión tóraco-lumbar.<sup>12,39,66,67,80,138,155,156,173,178,241,259,278</sup> Su importancia reside en la elevada morbilidad residual.<sup>177,281</sup> Los extremos superiores e inferiores de la columna torácica y lumbar, así como el nivel T10, son las áreas frecuentemente menos lesionadas.<sup>173</sup>

## 1. Introducción

---

En las diferentes series analizadas la incidencia de la fractura vertebral a nivel de la unión tóraco-lumbar es similar (segmentos vertebrales de T11 a L2). Frankel y cols. presentan una incidencia del 52% en su serie de 423 fracturas.<sup>99</sup> 43% sobre 412 en la serie de Denis.<sup>66</sup> 63% en la serie de McAfee y cols. sobre 100 fracturas.<sup>178</sup> Aglietti y cols. presentan una incidencia del 61% en su serie de 275 fracturas.<sup>5</sup> 69% sobre 52 en la serie de Denis y cols.<sup>68</sup> 85% sobre 111 casos en el trabajo de Dick.<sup>75</sup> 78% de los 41 casos que consta la serie en Mumford y cols.<sup>196</sup> Magerl y cols. presentan una incidencia del 62% sobre 1445 casos.<sup>173</sup> Argenson y Lassale en su estudio multicéntrico sobre 1360 fracturas el 77% de ellas se localiza en la unión tóraco-lumbar.<sup>12</sup>

La incidencia de la fractura estallido a nivel de la unión tóraco-lumbar representan el 1,5% (6/394) en Frankel y cols.<sup>99</sup> 9% (36/412) en el trabajo de Denis.<sup>66</sup> 28% (404/1445) del total de las fracturas raquídeas descrita por Magerl y cols. (tipo A3); dentro del grupo A estas representan el 42%.<sup>173</sup> 15% según Müller y cols.<sup>195</sup> 46% en el estudio de Argenson y Lassale, 626 sobre 1360 fracturas.<sup>12</sup> 46% en Knop y cols.<sup>144</sup> 73% (115/157) de las tratadas quirúrgicamente en la serie de Wessberg y cols.<sup>278</sup> 51% de las fracturas tóraco-lumbares tratadas quirúrgicamente en el trabajo de Leferink, Nijboer y cols.<sup>155</sup>

La fractura estallido es más frecuente por debajo de T12. La fractura estallido con hendidura sagital solo es vista por debajo de T11.<sup>173</sup>

En relación al sexo existe un predominio de los hombres sobre las mujeres en las diferentes series revisadas en la bibliografía.<sup>22,39,68,75,87,90,165,195,196,268,284</sup> Se observa una tendencia en mujeres, jóvenes y de poco peso a tener lesiones más significativas. Las mujeres tienden a presentar lesiones en el área L1-L2, a diferencia de los varones a nivel T11-T12 y L3-L5.<sup>196</sup> Ser mujer mayor de 40 años tiene más riesgo de sufrir un colapso y desarrollar un déficit neurológico tras sufrir una fractura estallido.<sup>68</sup>

La edad de los pacientes en el momento de sufrir la lesión se sitúa entre la tercera y cuarta década de la vida.<sup>8,66,67,87,89,93,177,196,240,242,244,247,250,254,274,278,284</sup>

La incidencia de lesión neurológica aumenta cuanto mayor es la severidad de la lesión raquídea.<sup>12</sup> Existe una clara relación entre el mecanismo de lesión, tipo de fractura y déficit

neuroológico.<sup>66,67,112</sup> Magerl y cols. presentan en su serie de 1212 pacientes un 22% de déficits neurológicos. Representando el 14% en el tipo A, el 32% en el tipo B y el 55% en el tipo C.<sup>173</sup> La fractura estallido es la causa más frecuente de lesión neurológica a nivel de la unión tóraco-lumbar.<sup>12,178,265,281</sup> La incidencia de la lesión neurológica varía en función de las diferentes series. 47% (28/59) en el estudio de Denis.<sup>66</sup> 41% (24/59) según McAfee y cols.<sup>178</sup> 72% (38/53) en la serie de McEvoy y Bradford.<sup>184</sup> Atlas y cols. presentan una incidencia del 65% (45/69).<sup>13</sup> 47% en la serie de Aebi y cols.<sup>3</sup> 16% (3/19) en el estudio de Esses y cols.<sup>89</sup> 71% (37/52) en la serie de Willen y cols.<sup>284</sup> 29% (11/38) en la casuística de Carl y cols.<sup>39</sup> Wessberg y cols. presentan una incidencia del 23% (26/115).<sup>278</sup> 16% (15/95) en la serie de Leferink y cols., representando el tipo A3.1 el 16% (9/55) del grupo, el tipo A3.2 el 12% (3/25) y el tipo A3.3 el 20% (3/15).<sup>155</sup>

## 1.2. DEFINICIÓN DE LA ZONA ANATÓMICA A ESTUDIAR

### 1.2.1. Columna torácica

La columna torácica tiene una cifosis fisiológica debido al acunamiento anterior de las vértebras y discos torácicos. Esta alineación cifótica hace que la columna torácica sea más estable en flexión.<sup>280</sup> La caja torácica formada por las costillas añaden un importante factor estabilizador. Los ligamentos costo-transversos y radiados fijan las costillas a sus respectivas vértebras aumentando la estabilidad de la columna torácica. La caja torácica aumenta las dimensiones transversales de la columna y con ello aumenta el momento de inercia de las estructuras; el resultado es el aumento de la resistencia a la inclinación frontal y sagital así como a la rotación axial.<sup>280</sup> De forma adicional también aumenta la estabilidad axial de la columna al ayudar a disipar las cargas axiales. La orientación frontal de las articulaciones facetarias disminuye la movilidad de la columna torácica aumentando su estabilidad. El ligamento longitudinal vertebral común anterior (LLVCA), disco intervertebral y el ligamento longitudinal vertebral común posterior (LLVCP) son estabilizadores importantes de la columna torácica, mientras que la cápsula articular de las facetas no contribuye a la estabilidad tanto como a nivel cervical y lumbar.<sup>280</sup> Todos estos factores hacen que la localización de las fracturas estallido cranealmente a la unión toraco-lumbar sea extremadamente rara. El diámetro sagital del canal medular es menor en la zona torácica superior que en la zona lumbar, diferencia que permite un mayor riesgo de lesión neurológica cuando se afecta la columna torácica.

## 1. Introducción

---

### 1.2.2. Columna lumbar

La columna lumbar tiene una lordosis fisiológica. En esta región, el anillo fibroso forma entre el 50 y 70% del área total del disco intervertebral y actúa como un estabilizador mayor.<sup>280</sup> Las articulaciones facetarias están orientadas en el plano sagital permitiendo más movilidad a la columna lumbar, a costa de sacrificar estabilidad. En esta zona la cápsula articular de las facetas está muy desarrollada contribuyendo de forma crucial en su estabilidad. El ligamento supraespinoso también juega un papel mayor en la estabilidad de la columna lumbar. Los músculos paraespinales, abdominales y psoas también son unos importantes estabilizadores dinámicos de la columna lumbar. El diámetro sagital en esta zona es mayor que en la zona torácica, pudiéndose acomodar mejor los fragmentos óseos retropulsados intracanal sin producir déficit neurológico, en el caso de existir una fractura estallido. También contribuye a esta menor incidencia el hecho de que la médula espinal termina normalmente en el borde inferior del cuerpo vertebral de L1, aunque en algunas personas se extiende caudalmente a L2.

### 1.2.3. Unión tóraco-lumbar

Es la región anatómica comprendida entre los cuerpos vertebrales de T11 a L2 (Figura 1.1).<sup>41,52,56,137,139,218,224,233,239,240,254,282</sup> Es la región de localización más frecuente de la fractura estallido, como resultado de la concentración de las diferentes fuerzas. Esta zona es un área de transición entre la columna torácica muy estable y menos móvil, hacia la móvil y relativamente inestable columna lumbar.<sup>11</sup> Las vértebras T11 y T12 tienen normalmente la articular superior con forma torácica y la articular inferior con forma lumbar. En estas vértebras también falta la articulación costotransversa que actúa como factor estabilizador. Las costillas en el área de T10-12 solo están asociadas con el cuerpo vertebral en la parte posterior y no se articulan anteriormente con el esternón.



**Figura 1.1.** Visión sagital de la columna vertebral. Se destaca la unión tóraco-lumbar transición entre la cifótica columna dorsal y la lordótica columna lumbar.

En resumen la cifosis en la estable columna torácica y la lordosis en la móvil columna lumbar sirven para absorber y disipar las cargas axiales, mientras que en la recta unión toraco-lumbar la capacidad de absorción es menor, siendo más frecuente el número de lesiones en esta zona.

### 1.3. PATOGÉNESIS DE LA FRACTURA ESTALLIDO

Son fracturas que se producen como consecuencia de cargas axiales de alta energía aplicadas sobre la columna vertebral.<sup>41,242</sup> Los accidentes de tráfico (57,4% en la serie de Willen y cols.;<sup>284</sup> 59% en Mumford y cols.;<sup>196</sup> 65% en Escriba y cols.<sup>87</sup>) o caídas de altura (31,4% en Willen y cols.;<sup>284</sup> 34% en Mumford y cols.;<sup>196</sup> 35% Escriba y cols.<sup>87</sup>) son los responsables de la mayoría de este tipo de lesiones. Las fuerzas axiales aplicadas sobre la columna vertebral producen un fallo en compresión de la columna anterior y media del cuerpo vertebral.<sup>66</sup>

## 1. Introducción

---

Existen dos teorías sobre el modo de producción del estallido. La primera propone que la aplicación repentina de una carga axial supra-fisiológica produce una fractura del platillo vertebral superior y/o inferior, introduciéndose el disco intervertebral a través de ella y produciendo el estallido de la vértebra.<sup>126,242</sup> La segunda teoría se fundamenta en que las cargas axiales producen un repentino aumento de la presión interna del cuerpo vertebral produciendo el estallido. Esta segunda teoría ha demostrado ser incorrecta.<sup>199</sup> Los estudios biomecánicos de Roaf demuestran en pacientes con discos intactos, que las fuerzas se transmiten de una vértebra a otra a través del disco, especialmente del anillo fibroso. Observa que una fuerza de suficiente magnitud produce una fractura del platillo y herniación del núcleo pulposo en el interior.<sup>222</sup> Perey observa que cuando un segmento móvil normal se somete a fuerzas axiales, el núcleo pulposo se fractura preferentemente a través del platillo vertebral en lugar de herniarse a través del anillo fibroso. Debido a la introducción del núcleo pulposo en el cuerpo vertebral, los fragmentos óseos son forzados desde el centro hacia fuera siguiendo un patrón radial, produciendo un colapso en diferentes grados del cuerpo vertebral.<sup>214</sup> Heggeness y Doherty describen la anatomía trabecular de las vértebras tóraco-lumbares en relación a su implicación en las fracturas estallido. Describen que la cortical del canal vertebral se adelgaza cerca de la base del pedículo creando lo que puede ser una concentración de estrés. Este cambio en el grosor de la cortical puede explicar el frecuentemente observado fragmento óseo trapezoidal que es retropulsado en el interior del canal en las fracturas estallido.<sup>124</sup> En la misma línea, otros autores demuestran que en la base del pedículo se concentran las grandes fuerzas de compresión y tensión, indicando que la base del pedículo es el lugar de inicio de la fractura.<sup>58,127,154</sup>

McAfee y cols. controlan pacientes tratados de forma ortopédica por fracturas estallido con más de un 50% de pérdida de altura del cuerpo vertebral y sin lesión neurológica. Observan una tendencia en estos pacientes, tras meses o años, a desarrollar un colapso progresivo del cuerpo vertebral, aumento de la cifosis y estenosis del canal postraumática. La pérdida de altura del cuerpo vertebral causa un mayor acuñamiento anterior, que condiciona un mayor brazo de palanca de la columna cranealmente a la lesión, aumentando el momento de inclinación en el lugar de la fractura. El aumento del momento de inclinación puede producir una deformidad cifótica adicional.<sup>177</sup> En la columna lumbar, la

lordosis normal puede contrarrestar la deformidad cifótica y hacer las lesiones en esta zona estables, mientras que deben ser consideradas inestables en la columna torácica.<sup>280</sup>

#### 1.4. CLASIFICACIÓN DE LAS FRACTURAS TÓRACO-LUMBARES

Una clasificación es un instrumento que por medio de un algoritmo sencillo basado en características clínicas y en imágenes fácilmente reconocibles nos permite la identificación de una lesión. Toda clasificación debe proporcionarnos una terminología concisa y descriptiva e información acerca de la severidad de la lesión. Nos debe de servir de guía en la elección del método de tratamiento, y debería proporcionarnos una estimación del resultado previsible.<sup>173</sup> Antes de su publicación y uso generalizado debería ser validada mediante la investigación de su concordancia interna y externa, esto es, la reproductibilidad de las observaciones por el mismo observador y entre distintos observadores.<sup>289</sup> Hasta la fecha las distintas clasificaciones propuestas para las fracturas estallido del raquis toraco-lumbar no han cumplido este último requisito.

##### 1.4.1. Clasificación de Nicoll<sup>197</sup>

En 1949 propone la primera clasificación aceptada de las lesiones toraco-lumbares. Esta clasificación se basa en 166 lesiones que él trata en mineros del carbón. Define cuatro tipos de lesiones: fracturas con acuñaamiento anterior, fracturas con acuñaamiento lateral, fracturas-luxaciones y fracturas del arco neural. Define las fracturas con acuñaamiento anterior y conminución que más tarde se conocerán como fracturas estallido. Nicoll observa que este tipo de lesión casi siempre se asocia con lesión del disco intervertebral, ligamento interespinoso o ambos. Reconoce que en la evolución el colapso de las fracturas acuñaamiento conminutas en ciertos grados de cifosis es inevitable. Clasifica las fracturas con acuñaamiento anterior y conminución como lesiones estables.

##### 1.4.2. Clasificación de Holdsworth<sup>125,126</sup>

En 1963 define por primera vez el término de **fractura estallido**, para describir una lesión producida por una fuerza de compresión vertical. La fuerza de compresión axial produce una fractura del platillo vertebral, con la introducción y ruptura del disco intervertebral en el interior del cuerpo vertebral, produciéndose la explosión o estallido del mismo.

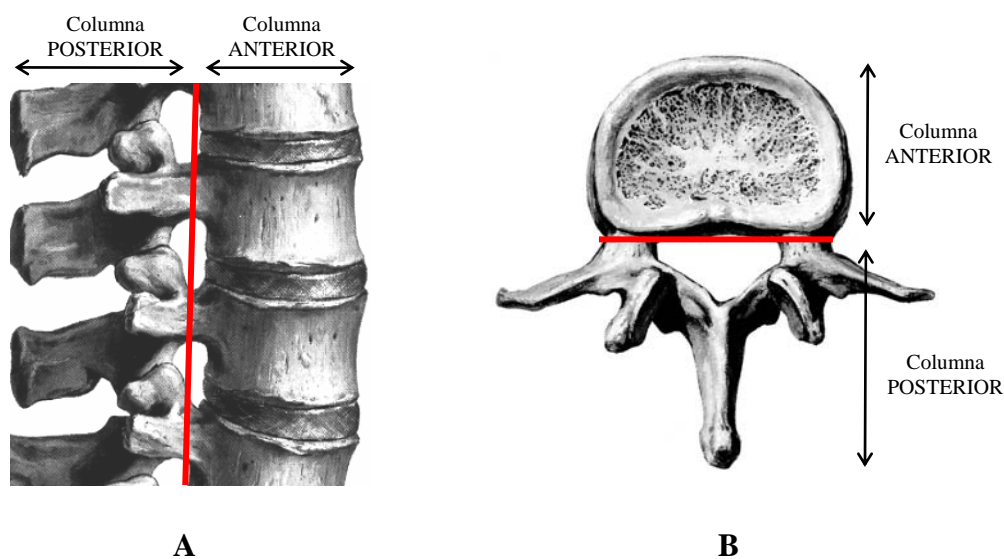
Su clasificación se basa en el mecanismo de lesión y divide las lesiones de la columna en estables e inestables. Las lesiones **estables** son: fractura por compresión-acuñaamiento y la

## 1. Introducción

fractura por compresión-estallido. Las lesiones **inestables** son: luxaciones, fractura-luxación por extensión y fractura-luxación por rotación. Holdsworth cree que la estabilidad de la columna después de una lesión se basa en la integridad del complejo ligamentoso posterior (CLP), formado por las facetas articulares, arco neural, ligamento interespinoso, supraespinoso y amarillo. Mantiene que la tracción longitudinal directa a lo largo de las fibras de los ligamentos posteriores raramente produce su ruptura, pero con la introducción de un momento de torsión y tracción, estos ligamentos posteriores se rompen. Este autor cree que las fracturas estallido al ser producidas por una compresión vertical pura, el CLP está intacto y esta lesión es **estable**.

### 1.4.3. Clasificación de Kelly y Whitesides<sup>139</sup>

Basados en la clasificación de Holdsworth,<sup>125,126</sup> exponen que la columna vertebral funciona como **dos columnas** (Figura 1.2). Una **columna anterior** formada por el cuerpo vertebral, disco, ligamento longitudinal vertebral común anterior (LLVCA) y ligamento longitudinal vertebral común posterior (LLVCP), y una **columna posterior** formada por el complejo ligamentoso posterior (CLP). Estos autores modifican la clasificación de Holdsworth, incluyendo las fracturas estallido en la categoría de **lesiones inestables**, cuando existe lesión neurológica por ruptura del complejo ligamentoso posterior. Esta clasificación también se basa en el mecanismo de lesión, para definir el tipo de lesión.



**Figura 1.2.** Columnas según la clasificación de Kelly y Whitesides.<sup>139</sup> **A:** imagen sagital. **B:** imagen axial.

---

#### 1.4.4. Clasificación de McAfee y cols.<sup>177</sup>

Resaltan que Holdsworth<sup>125,126</sup> en su clasificación no incluye las fracturas estallido asociadas con ruptura del complejo ligamentoso posterior, que ellos llaman **fractura estallido inestable**. Estos autores reconocen el potencial de este tipo de fractura para desarrollar una inestabilidad tardía, que se caracteriza por una disminución de la altura vertebral, laxitud posterior y cifosis progresiva. Sus criterios para definir la inestabilidad se basan en el déficit neurológico, ruptura del CLP, deformidad y compromiso del canal (Tabla 1.1).

---

#### Factores indicativos de inestabilidad en las fracturas compresión-estallido de la unión toraco-lumbar

---

1	Déficit neurológico progresivo
2	Ruptura del complejo ligamentoso posterior (CLP)
3	Cifosis progresiva de 20° o más con presencia de déficit neurológico
4	Perdida de altura del cuerpo vertebral mayor del 50% con subluxación de las facetas articulares
5	Presencia de fragmentos óseos libres que condicionan un compromiso del canal asociado con un déficit neurológico incompleto

---

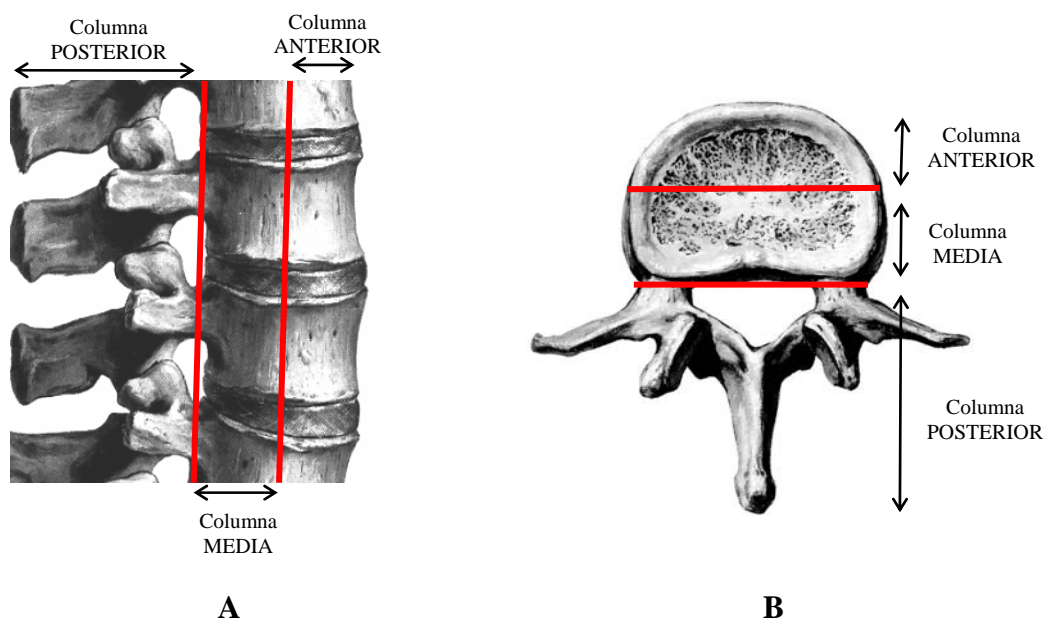
**Tabla 1.1.** Factores indicativos de inestabilidad en las fracturas compresión-estallido según McAfee y cols.<sup>177</sup>

Estos datos apoyan las observaciones previas de Bradford y cols.<sup>30</sup> y Whitesides.<sup>281</sup> McAfee y cols. observan que los pacientes con fractura estallido inestable tratados conservadoramente tienden a desarrollar estenosis de canal postraumática, aumento de la cifosis con dolor mecánico de espalda y aumento del déficit neurológico.<sup>177</sup>

## 1. Introducción

### 1.4.5. Clasificación de Denis<sup>66</sup>

Propone la teoría de las **tres columnas** en el plano sagital y altera la clasificación de Holdsworth<sup>125,126</sup> al incluir las lesiones por flexión-distracción (“*del cinturón de seguridad*”). Divide la columna anterior de Holdsworth en dos partes; la nueva **columna anterior** incluye el LLVCA, la mitad anterior del cuerpo vertebral y disco intervertebral; la **columna media** incluye la mitad posterior del cuerpo vertebral y disco y el LLVCP; la **columna posterior** es el anteriormente descrito como CLP (Figura 1.3). La teoría de las tres columnas demuestra que la inestabilidad se produce solo después de romperse la columna media, añadido a la columna anterior y/o posterior. De tal manera, que una columna media rota asociada a la lesión de la columna anterior y/o posterior la convierte en inestable con riesgo de luxación y paraplejia.



**Figura 1.3.** Columnas según la clasificación de Denis.<sup>66</sup> **A:** imagen sagital. **B:** imagen axial.

Denis propone una clasificación morfológica de la lesión y divide las fracturas tóraco-lumbares en: fractura por compresión (I), **fractura estallido (II)**, fractura por flexión-distracción (III) y fractura-luxación (IV), en función del número de columnas involucradas y modo de fallo de la misma (Tabla 1.2).

Tipo de fractura	Columna		
	Anterior	Media	Posterior
<b>Compresión</b>	Compresión	Nada	Nada o distracción (severa)
<b>Estallido</b>	Compresión	Compresión	Nada
<b>Flexión-distracción</b>	Nada o compresión	Distracción	Distracción
<b>Fractura-luxación</b>	Compresión, rotación o cizallamiento	Distracción, rotación o cizallamiento	Distracción, rotación o cizallamiento

**Tabla 1.2.** Clasificación de las fracturas toraco-lumbares según la teoría de las tres columnas de Denis.<sup>66</sup>

La fractura estallido se define como una lesión producida por una fuerza de compresión axial afectando la columna anterior y media, con retropulsión de un fragmento de hueso en el canal medular y sin afectación de la columna posterior. El fragmento retropulsado es la marca de la fractura estallido y la causa principal del déficit neurológico asociado.<sup>66,67</sup>

Denis subdivide la **fractura estallido (II)** en 5 subtipos:

- **Tipo II-A:** se produce una fractura de los dos platillos vertebrales por un mecanismo de compresión axial pura. Afecta principalmente a la columna lumbar baja y no produce cifosis.
- **Tipo II-B:** el más frecuente. Se produce una fractura del platillo vertebral superior por un mecanismo de compresión axial y flexión.
- **Tipo II-C:** se produce una fractura del platillo vertebral inferior por un mecanismo de compresión axial y flexión.
- **Tipo II-D:** se produce un estallido rotacional por un mecanismo de compresión axial y rotación. Afecta típicamente a la columna lumbar media. Es un subtipo que se infradiagnostica al confundirla con una fractura luxación debido a la alteración rotacional de la columna.
- **Tipo II-E:** se produce un estallido con flexión lateral por un mecanismo de compresión axial y flexión lateral.

## 1. Introducción

---

Los subtipos A, B y C se diagnostican principalmente en la radiología lateral, y los tipos D y E en la radiología antero-posterior. Un aspecto beneficioso de la subdivisión de las fracturas estallido, es que esta centrada en el área de mayor compresión neurológica, indicándonos el lugar preciso para la descompresión de los elementos neurales si fuese necesario. Pero más estudios serán necesarios para determinar la utilidad clínica de la subclasificación de las fracturas estallido (Figura 1.4).<sup>178,234</sup>



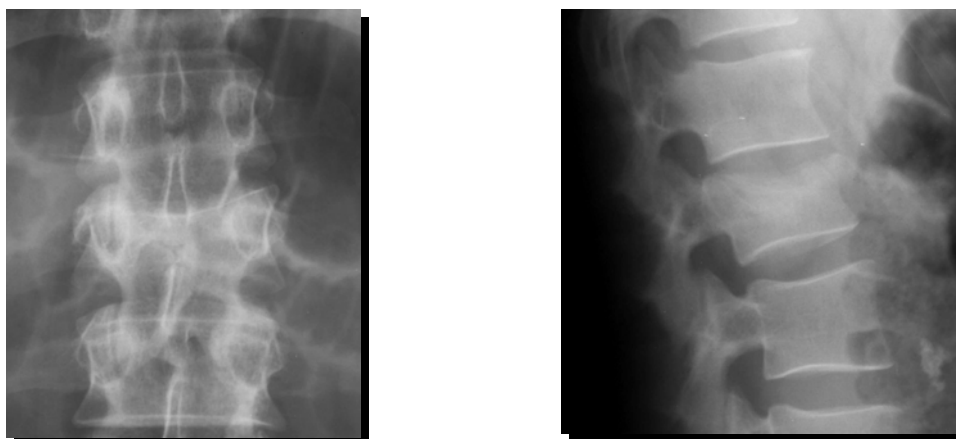
1. Tipo II-A



2. Tipo II-B



3. Tipo II-D



4. Tipo II-E

**Figura 1.4.** Subdivisión de la fractura estallido según la clasificación de Denis.<sup>66</sup> 1: Tipo II-A. 2: Tipo II-B. 3: Tipo II-D. 4: Tipo II-E.

Denis, en su clasificación, divide las lesiones en estables e inestables. Las lesiones **estables** son las producidas por compresión mínima o moderada con una columna posterior intacta. Define tres tipos de **inestabilidad**:

- **Inestabilidad mecánica (de primer grado):** se produce en las fracturas por compresión severa y en las fracturas por flexión distracción.
- **Inestabilidad neurológica (de segundo grado):** se produce en las fracturas estallido con o sin déficit neurológico. Este tipo de fracturas son de riesgo porque:
  - la columna media esta rota por una fuerza de compresión axial.
  - el déficit neurológico se produce inicialmente por el impacto traumático y después por la compresión continua del fragmento de la columna media contra los elementos neurales, cuando este continua obstruyendo el canal.
  - la deambulación precoz favorece la compresión axial a pesar de que el paciente lleve una ortesis de contención (la ortesis protege contra la flexión, extensión, rotación, pero no contra la carga axial).
  - el pequeño aumento de la distancia interpedicular en bipedestación frente al decúbito supino, explica la posibilidad de un déficit neurológico progresivo en el seguimiento de los pacientes tratados de forma ortopédica (6 de los 29 pacientes en la serie, 20'3%).

## 1. Introducción

---

- **Inestabilidad combinada mecánica y neurológica (de tercer grado):** se produce en las fracturas estallido severas con déficit neurológico y en las fracturas luxaciones.

### 1.4.6. Clasificación de McAfee y cols.<sup>178</sup>

Intentan combinar los méritos individuales de la clasificación morfológica de Denis<sup>66</sup> y los aspectos biomecánicos propuestos por White y Panjabi.<sup>280</sup> Formulan una clasificación simplificada de acuerdo con el tipo de fallo de la columna media, usando la interpretación del TAC. Esta clasificación esta formada por seis tipos de lesiones: fractura por compresión-acuñamiento, fractura estallido estable, fractura estallido inestable, fractura tipo Chance, lesión por flexión-distracción y lesión por translación. Las **fracturas estallido estables** son aquellas donde la columna anterior y media fallan por una compresión axial, sin perdida de la integridad de los elementos posteriores. A diferencia de las **fracturas estallido inestables** donde la columna anterior y media fallan por una compresión axial y con una columna posterior rota. La columna posterior puede fallar en compresión, flexión lateral o rotación, con el desarrollo de una cifosis postraumática y síntomas neurológicos progresivos.<sup>30,177</sup> Debido a que la columna anterior y media fallan en compresión, la columna posterior no puede fallar en distracción.

### 1.4.7. Clasificación de Ferguson y Allen<sup>94,95</sup>

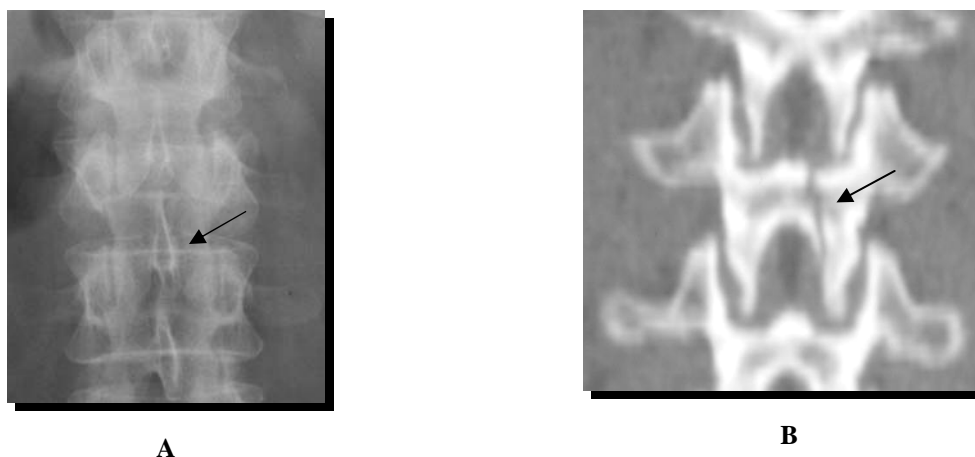
Proponen una clasificación mecanicista, que también esta basada en la teoría de las tres columnas de la inestabilidad vertebral. Este tipo de clasificación es algo compleja para clasificar las fracturas estallido porque tres de las siete categorías incluyen lesiones con patrones de fractura estallido (compresión flexión patrón tipo III, flexión lateral y compresión vertical).

### 1.4.8. Clasificación de Magerl y cols.<sup>173</sup>

Presentan la clasificación comprensiva de las fracturas vertebrales torácicas y lumbares. Esta clasificación se basa en las características pato- morfológicas y mecánicas de la lesión. Permite, a partir del examen de las imágenes radiográficas definir el mecanismo de lesión. Esta clasificación retoma la noción de las dos columnas de Kelly y Whitesides.<sup>139</sup> Enfatiza el análisis detallado de las lesiones osteo-ligamentarias del arco posterior para determinar la inestabilidad. Utiliza el organigrama de la AO para la clasificación de todas las fracturas del esqueleto.<sup>194</sup> Las fracturas se agrupan en tres tipos (A, B y C), dividido

cada uno en tres grupos (.1, .2 y .3) y cada grupo en tres subgrupos (..1, ..2 y ..3). Las lesiones están jerarquizadas según la gravedad de menor a mayor, tanto en los tipos, grupos y subgrupos. Esta clasificación refleja una escala progresiva de daño morfológico, por el cual se determina el grado de inestabilidad y tratamiento a seguir. El **Tipo A** incluye las fracturas por compresión del cuerpo vertebral. El **Tipo B** incluye las lesiones de los elementos anteriores y posteriores con distracción. Y el **Tipo C** incluye las lesiones de los elementos anteriores y posteriores con rotación. Las lesiones **Tipo A** se producen por una compresión axial con o sin flexión, y afectan casi exclusivamente al cuerpo vertebral. La altura del cuerpo vertebral esta disminuída, y el complejo ligamentoso posterior está intacto. Solo se afecta la columna anterior de Kelly y Whitesides.<sup>139</sup> No se producen translaciones en el plano sagital.

La fractura que nos interesa a nosotros sería la clasificada como **A.3.**—fractura estallido o “*burst fracture*”—, donde la continuidad vertical del muro posterior del cuerpo vertebral se pierde, a diferencia de los tipos A.1 y A.2. El cuerpo vertebral esta parcial o totalmente conminuto con extrusión centrífuga de los fragmentos. Los fragmentos de la pared posterior son retropulsados en el canal medular, y son la causa de la lesión neurológica. El complejo ligamentoso posterior (CLP) está intacto. La lesión del arco posterior, si está presente, es siempre una hendidura vertical a través de la lámina o el proceso espinoso (Figura 1.5). La contribución de este tipo de lesión a la inestabilidad vertebral es insignificante. Sin embargo, las fibras de la cola de caballo extruidas a través de un desgarró dural pueden llegar a ser atrapadas en la fractura de la lámina.<sup>37,70</sup>



**Figura 1.5.** Fractura vertical de la lámina señalada con flechas. **A:** radiografía simple antero-posterior. **B:** reconstrucción coronal en el TAC.

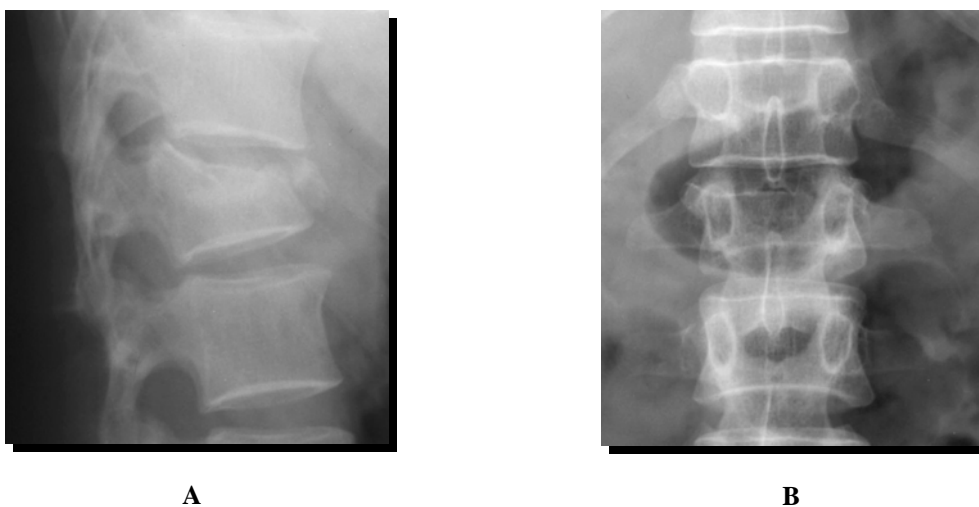
## 1. Introducción

---

Los diferentes grupos y subgrupos se enumeran a continuación:

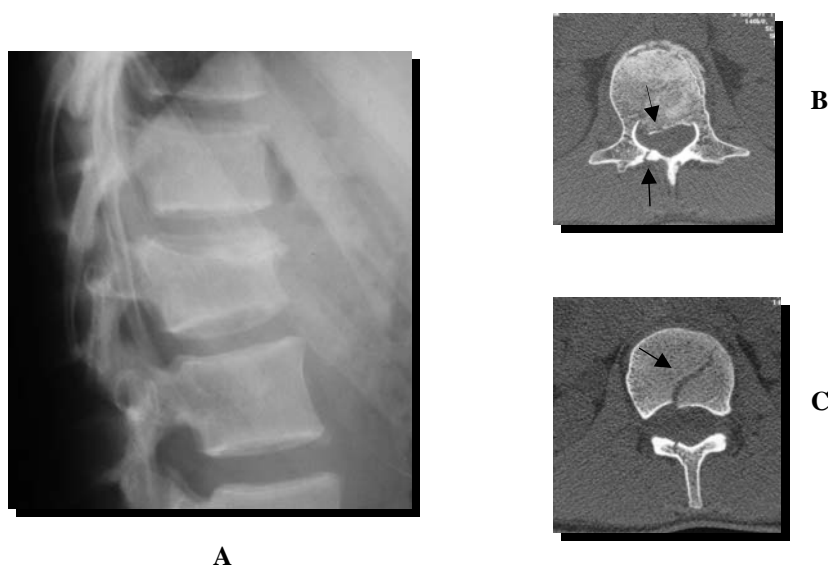
- A3.1.: fractura estallido incompleta (“*incomplete burst fracture*”)
  - .1: fractura estallido incompleta superior
  - .2: fractura estallido incompleta lateral
  - .3: fractura estallido incompleta inferior
- A3.2.: fractura estallido con hendidura (“*burst-split fracture*”)
  - .1: fractura estallido superior con hendidura
  - .2: fractura estallido lateral con hendidura
  - .3: fractura estallido inferior con hendidura
- A3.3.: fractura estallido completa (“*complete burst fracture*”)
  - .1: fractura estallido completa en pinza o tenaza (“*pincer burst*”)
  - .2: fractura estallido completa en flexión (“*flexion burst*”)
  - .3: fractura estallido completa axial (“*axial burst*”)

En el grupo **A3.1.** –*fractura estallido incompleta*– la mitad superior o inferior del cuerpo vertebral esta estallado, mientras que la otra mitad permanece intacta (Figura 1.6). La estabilidad de estas lesiones es reducida en flexión-compresión. Los fragmentos de la pared posterior del cuerpo vertebral pueden ser retropulsados en el canal medular cuando la lesión se expone a flexión-compresión.<sup>281</sup>



**Figura 1.6.** Fractura estallido tipo A3.1.1. **A:** imagen lateral. **B:** imagen antero-posterior.

En las lesiones **A3.2.** *-fractura estallido con hendidura-* mencionadas por Denis<sup>66</sup> y descrita ampliamente por Lindahl y cols.,<sup>164</sup> la mitad de la vértebra (más frecuentemente la mitad superior) esta estallada, mientras que la otra mitad tiene una fractura hendidura en el plano sagital (Figura 1.7). La lámina o el proceso espinoso tienen una fractura lineal vertical. Las fracturas estallido con hendidura son mas inestables en flexión-compresión, y se acompañan mas frecuentemente de lesión neurológica que las fracturas estallidos incompletas.



**Figura 1.7.** Fractura estallido tipo A3.2.1. **A:** radiografía lateral. **B:** corte axial en el TAC donde se objetiva la fractura de la lámina y la afectación de la columna media (flecha). **C:** corte axial de la mitad inferior de la vértebra fracturada donde se objetiva la hendidura sagital (flecha).

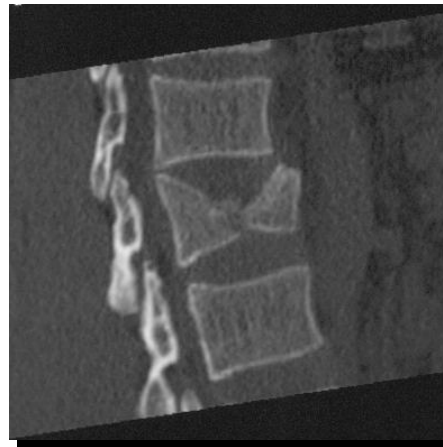
En las **A3.3.** *-fractura estallido completa-* la totalidad del cuerpo vertebral está estallado. Estas fracturas son inestables en flexión-compresión. La flexión y compresión pueden producir una pérdida adicional de la altura vertebral. El canal espinal está normalmente muy estrechado por los fragmentos de la pared posterior, y la frecuencia de lesiones neurológicas es alta. El subgrupo **A3.3.1** *-fractura estallido completa en pinza-* la parte central del cuerpo vertebral esta aplastado y relleno con contenido discal. El fragmento principal esta desplazado anteriormente (Figura 1.8). La resistencia a la flexión-compresión es reducida, y la pseudoartrosis es frecuente que suceda por la interposición discal en el foco de fractura.<sup>132</sup>

## 1. Introducción

---



**A**



**B**

**Figura 1.8.** Fractura estallido tipo A3.3.1. **A:** radiografía lateral. **B:** reconstrucción de TAC donde se objetiva el desplazamiento anterior y la introducción del material discal en el interior del cuerpo vertebral.

El **A3.3.2 -fractura estallido completa en flexión-** el conminuto cuerpo vertebral tiene forma de cuña, produciendo una angulación cifótica de la columna. La lámina o proceso espinoso tienen una fractura lineal vertical (Figura 1.9).



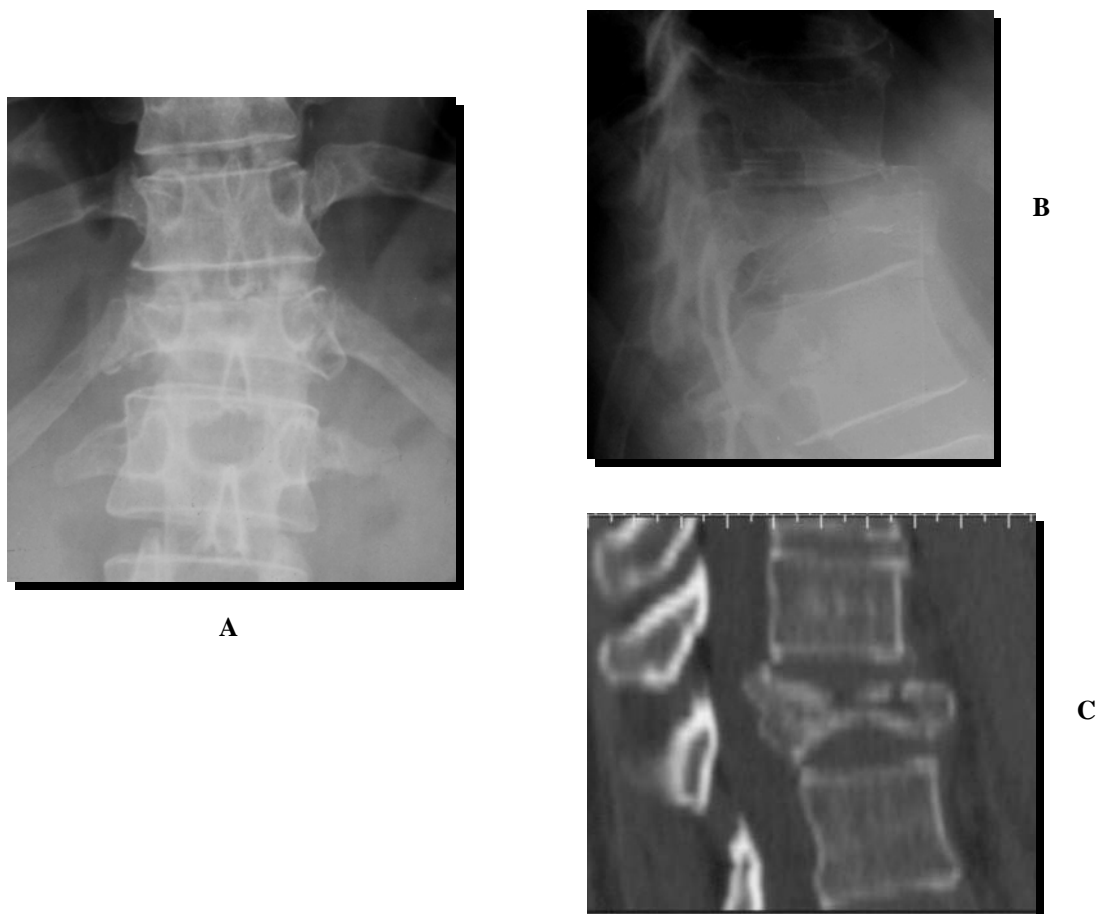
**A**



**B**

**Figura 1.9.** Fractura estallido tipo A3.3.2. **A:** radiografía lateral donde se objetiva la fractura completa del cuerpo vertebral y la forma de cuña. **B:** radiografía antero-posterior.

El **A3.3.3** -*fractura estallido completa axial*- la altura del cuerpo vertebral conminuto esta más o menos regularmente reducida (Figura 1.10). La lámina o proceso espinoso también presentan una fractura lineal vertical.



**Figura 1.10.** Fractura estallido tipo A3.3.3. **A:** radiografía antero-posterior donde se objetiva la disminución global de altura del cuerpo vertebral. **B:** radiografía lateral donde se objetiva el aplastamiento completo del cuerpo vertebral. **C:** imagen de TAC en el plano sagital con ocupación del canal medular y aplastamiento completo del cuerpo vertebral

Las clasificaciones de Denis y Magerl son las más utilizadas en la actualidad.<sup>289</sup> La clasificación de Denis<sup>66</sup> ha sido empleada de un modo generalizado en el mundo anglosajón pero en las publicaciones recientes está siendo sustituida por la de Magerl.<sup>173</sup> Muchos cirujanos también utilizan los criterios de McAfee y cols.,<sup>177,178</sup> para subclasificar las fracturas estallido en lesiones estables e inestables (Tabla 1.1).

## 1. Introducción

---

### 1.5. CONCEPTO DE INESTABILIDAD

Una vez clasificada la fractura, la estabilidad de la columna vertebral debe ser valorada.<sup>269</sup> White y Panjabi definen la inestabilidad clínica como “la pérdida de la capacidad de la columna sometida a sollicitaciones fisiológicas, para mantener las relaciones entre las vértebras de manera que no exista lesión inicial ni tardía de la médula espinal ni de las raíces nerviosas y, además, no se desarrolle una deformidad incapacitante ni dolor debido a los cambios estructurales”.<sup>280</sup> Desafortunadamente, la extrapolación práctica de esta definición a las guías clínicas no se ha producido.

La valoración de la estabilidad de las fracturas estallido es controvertida. Diferentes sistemas son propuestos para determinar la estabilidad clínica de la columna, pero todos son complejos para su uso habitual<sup>177</sup>:

- Holdsworth cree que las fracturas estallido son estables porque el complejo ligamentoso posterior esta intacto.<sup>125,126</sup>
- Whitesides<sup>281</sup> y McAfee y cols.<sup>177</sup> describen las fracturas estallido como lesiones inestables como consecuencia de sus complicaciones tardías, describiendo unos factores indicativos de inestabilidad (Tabla 1.1).
- Denis describe la teoría de las tres columnas, según la cual cualquier fractura estallido es inestable, porque por definición están incluidas en la lesión al menos la columna media y anterior. Denis destaca que aunque no exista lesión neurológica, los fragmentos óseos intracanal pueden lesionar las estructuras neurales, como consecuencia de la deformidad cifótica progresiva.<sup>66</sup> Panjabi y cols. presentan un estudio biomecánico sobre fracturas estallido producidas en modelos de columna de cadáver que confirman la asociación de la lesión de la columna media con la inestabilidad mecánica en las fracturas estallido;<sup>208</sup> y también la inestabilidad multidireccional, principalmente en rotación axial.<sup>207</sup>
- McAfee y cols. diferencian las fracturas estallido estables de las inestables, en función de la integridad o no de los elementos posteriores.<sup>178</sup> James y cols. demuestran en laboratorio que, la integridad de la columna posterior proporciona la mayor resistencia a la deformidad cifótica progresiva y la poca estabilidad que proporciona la columna media.<sup>131</sup> Tropiano y cols. demuestran que la inestabilidad ligamentosa posterior se asocia con más dolor y peor resultado funcional.<sup>266</sup> Sin embargo, Chow y cols. sugieren que la lesión de los ligamentos posteriores no tiene un impacto negativo

sobre el resultado final en las fracturas tóraco-lumbares tratadas de forma ortopédica mediante corsé y deambulacion precoz.<sup>49,239</sup>

- Louis define dos tipos de estabilidad de la columna. La estabilidad vertical toma importancia cuando las fuerzas axiales actúan sobre la columna vertebral. La estabilidad horizontal actúa cuando las fuerzas se aplican perpendicularmente a la columna. Al producirse las fracturas estallido por cargas axiales, el modelo de estabilidad vertical se aplica a este tipo de lesiones. El modelo vertical de Louis divide la columna vertebral en tres columnas, diferentes al modelo de Denis. La primera columna esta formada por el LLVCA, LLVCP, cuerpo vertebral y disco intervertebral. Las otras dos columnas están formadas por los elementos posteriores. Los pedículos y láminas forman los estabilizadores transversos. Louis propone un complejo sistema de puntuación basado en este concepto para determinar la inestabilidad clínica en las diferentes lesiones.<sup>168</sup>
- Según Magerl y cols. el término inestabilidad por si mismo es de poca utilidad si no se relaciona con los parámetros que definen la carga mas allá de la cual una estructura física falla, siguiendo la filosofía de White y Panjabi (1990).<sup>280</sup> Establecen una clasificación que refleja una escala progresiva de daño morfológico, según la cual se determina el grado de inestabilidad de la lesión y el tratamiento a seguir.<sup>173</sup>

En la actualidad los factores más aceptados, por los diferentes autores, que nos indican una fractura estallido inestable de la unión toraco-lumbar son: déficit neurológico progresivo, deformidad cifótica progresiva, evidencia radiográfica de lesión de la columna posterior y pérdida de la altura del cuerpo vertebral >50% en asociación con cifosis importante.<sup>269</sup> Se proponen diferentes números absolutos para definir que porcentaje de pérdida de altura del cuerpo vertebral indica la existencia de una fractura estallido inestable. El 50% sea popularizado después de un estudio clínico que sugiere que, pacientes con una pérdida de la altura del cuerpo vertebral igual o mayor al 50% tratados de forma ortopédica, tienden a desarrollar una cifosis progresiva tardía y estenosis del canal medular.<sup>177</sup>

## 1.6. DIAGNÓSTICO

La mayoría de los pacientes que sufren una fractura estallido de la columna toraco-lumbar son pacientes politraumatizados. La evaluación de urgencias de estos pacientes incluye dos aspectos principales, la valoración clínica y radiológica.

## 1. Introducción

---

### 1.6.1. Diagnóstico clínico

Los avances en la atención pre-hospitalaria mejoran los resultados a corto y largo plazo de los pacientes politraumatizados. La evacuación y transporte de los pacientes traumáticos en tablas rígidas de inmovilización en decúbito supino y la aplicación del protocolo de Soporte Vital Traumático Avanzado (SVTA), contribuyen en la mejora de los resultados.

Existe un alto porcentaje de lesiones asociadas a nivel visceral y óseo (66% en Trafton y Boyd;<sup>265</sup> 27% en la serie de Willen y cols.;<sup>284</sup> 60% en Mumford y cols.;<sup>196</sup> 53% en Tasdemioglu y Tibbs;<sup>260</sup> 50% en la serie de Escriba y cols.<sup>87</sup>). En los pacientes en estado de coma, que sufren un accidente de alta energía, siempre hay que sospechar la existencia de una fractura raquídea, y el paciente debe ser tratado de forma adecuada.<sup>253</sup> La exploración de un paciente con sospecha de una fractura raquídea comienza con la inspección visual de la espalda. La inflamación posterior y el hematoma subcutáneo no se observan hasta que la lesión de la columna posterior, si esta presente, afecta a los tejidos blandos de alrededor. El acunamiento anterior significativo del cuerpo vertebral produce un gibus visible clínicamente en la parte dorsal del paciente.<sup>173</sup> El segundo paso es la palpación de la zona en busca de dolor local, aumento de la sensibilidad que nos orientan sobre el nivel de fractura, en la mayoría de los casos.

Dentro de la exploración clínica general, es fundamental el examen neurológico.<sup>18</sup> Debe incluir la valoración de la función de la médula espinal, integridad de las vías nerviosas y los nervios periféricos. La médula espinal termina normalmente en el borde inferior del cuerpo vertebral de L1. Debido a ello, las fracturas de la unión toraco-lumbar se pueden presentar con diferentes cuadros de lesión neurológica, desde lesión de la médula espinal, cono medular, cola de caballo y raíces nerviosas.<sup>126,281</sup> Cuando existe una lesión de la médula espinal, el reflejo bulbo-cavernoso debe ser evaluado para valorar el shock medular. En ausencia de este reflejo, la pérdida de la función motora y sensitiva puede ser transitoria debido al shock medular y puede no necesariamente reflejar una lesión medular completa. La presencia de tono rectal y sensibilidad perineal en un paciente con lesión neurológica es de vital información. Nos indica la integridad de algunas vías nerviosas dentro de la médula espinal, que pasan a través del nivel de lesión, representando una lesión medular incompleta, con mejor pronóstico a largo plazo. Todos los pacientes con lesión medular confirmada deben recibir una dosis alta de metil-prednisolona endovenosa, comenzando con un bolus de 30 mgr/kg durante una hora y continuando una perfusión de

5,4 mgr/kg/hora según el protocolo NASCIS II que demuestra ser beneficioso en la recuperación neurológica.<sup>28</sup> Según el protocolo NASCIS III los pacientes que comienzan con el bolus inicial de metil-prednisolona dentro de las tres primeras horas de la lesión, deben mantener la perfusión durante 24 horas, mientras que en los pacientes donde se inicia después de las tres horas se mantiene durante 48 horas.<sup>29</sup> Recientemente, ciertos investigadores cuestionan la validez de estas investigaciones farmacológicas.<sup>269</sup> La evaluación del grado de lesión neurológica es importante en la valoración inicial del paciente para determinar el tipo de tratamiento y el pronóstico de la lesión, y en el seguimiento para determinar la evolución de la lesión. Existen diferentes sistemas de valoración del grado de lesión neurológica. Frankel y cols. describen una clasificación donde diferencian 5 grados de lesión neurológica (Tabla 1.3).<sup>99</sup> Bradford y McBride modifican la clasificación de Frankel subdividiendo el grado D (actividad motora útil) en 3 subtipos para precisar más el grado de cambio en la evolución neurológica (Tabla 1.4).<sup>31</sup> En último lugar tenemos la Escala de ASIA propuesta por la Asociación Americana de Lesión Espinal (Tabla 1.5), que describe cinco síndromes clínicos: centro medular, Brown-Sequard, cordones anteriores, cono medular y cola de caballo.<sup>85,107</sup> Hay que prestar especial atención cuando comparamos los resultados de la recuperación neurológica en los diferentes estudios, porque no todos utilizan el mismo sistema de graduación, lo que nos pueden llevar a errores en la interpretación de los resultados.

<b>Grado</b>	<b>Estado neurológico</b>
<b>A</b> –completo	No función motora ni sensitiva
<b>B</b> –solo sensitivo	No función motora, preserva la función sensitiva
<b>C</b> –motor no útil	Preserva alguna función motora pero no es útil
<b>D</b> –motor útil	Preserva función motora pero algo débil
<b>E</b> –intacto	Función motora y sensitiva normal

**Tabla 1.3.** Graduación de la lesión neurológica según Frankel y cols.<sup>99</sup>

## 1. Introducción

Grado	Estado neurológico
<b>A</b>	Pérdida completa de la función motora y sensitiva
<b>B</b>	Preserva función sensitiva, con función motora voluntaria ausente
<b>C</b>	Preserva función motora menor que el grado regular (no funcional)
<b>D1</b>	Preserva función motora a menor grado con parálisis vesical e intestinal, con función motora voluntaria normal o reducida
<b>D2</b>	Preserva función motora de grado medio o disfunción neurológica vesical o intestinal
<b>D3</b>	Preserva función motora de grado alto y función voluntaria vesical e intestinal normal
<b>E</b>	Función motora y sensitiva normal

**Tabla 1.4.** Graduación de la lesión neurológica Frankel modificado.<sup>31</sup>

Grado	Estado neurológico
<b>A -completo</b>	No preservación de función motora ni sensitiva en segmentos sacros S4-S5
<b>B –incompleto</b>	Se preserva función sensitiva pero no motora por debajo del nivel neurológico incluyendo los segmentos sacros S4-S5
<b>C –incompleto</b>	Se preserva función motora por debajo del nivel neurológico, y más de la mitad de los músculos por debajo del nivel neurológico tienen un grado muscular menor de 3
<b>D -incompleto</b>	Se preserva función motora por debajo del nivel neurológico, y más de la mitad de los músculos por debajo del nivel neurológico tienen un grado muscular de 3 o mayor
<b>E –normal</b>	Función motora y sensitiva normal

**Tabla 1.5.** Escala de ASIA.<sup>85</sup>

### 1.6.2. Diagnóstico radiológico

El diagnóstico por la imagen es imprescindible en la valoración de los pacientes que presentan una fractura estallido a nivel de raquis tóraco-lumbar, para clasificar la lesión, valorar la inestabilidad vertebral y orientarnos sobre el tratamiento a seguir.

#### 1.6.2.1. Radiología simple

Continúa siendo la prueba diagnóstica de elección en la valoración inicial de todo paciente con sospecha de una lesión raquídea traumática. Toda la columna vertebral debe evaluarse radiológicamente, porque existen lesiones vertebrales múltiples entre un 5 y 20% de los casos.<sup>13,173,263,267</sup> Nos proporciona información sobre el nivel lesional, tipo de fractura y lesiones óseas asociadas.<sup>68,111,274</sup> También es útil en la evaluación evolutiva de la lesión para valorar el resultado del tratamiento efectuado.

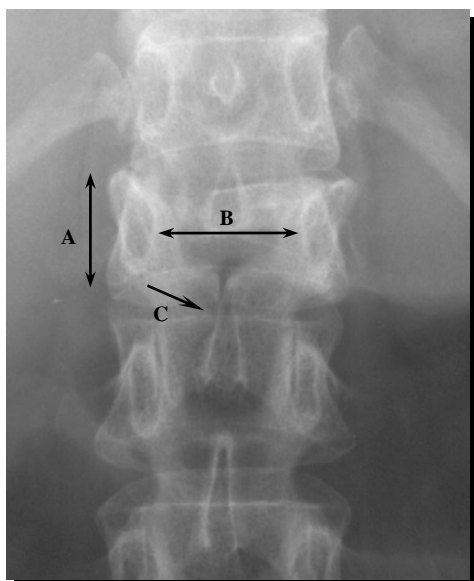
Las dos proyecciones utilizadas son la antero-posterior (**AP**) y el perfil ó lateral (**L**) de la columna vertebral. La proyección **AP** nos permite ver la alineación vertebral en el plano frontal, altura del cuerpo vertebral, distancia interpedicular e interespinosa. También visible en la proyección **AP** es el ensanchamiento de la línea paraespinal en los tejidos blandos de la región torácica o cambios en los contornos de la sombra del psoas en la región lumbar, indicativo de la existencia de un hematoma fracturario. En la proyección **L** se aprecia mejor la alineación sagital y la altura del cuerpo vertebral.<sup>162</sup> La observación en esta proyección de una afectación de la columna media, nos hará sospechar una ocupación del canal neural.

La fractura estallido tiene unas características radiológicas específicas que la definen.<sup>13,173,175</sup> En la proyección **AP** se caracteriza por (Figura 1.11):

- Disminución de la altura del cuerpo vertebral.
- Aumento de la distancia interpedicular.
- Fractura vertical de la lámina y / o proceso espinoso.
- Traslación rotacional sin luxación (tipo II-D<sup>66</sup>).
- Estallido con flexión lateral (tipo II-E<sup>66</sup>).

## 1. Introducción

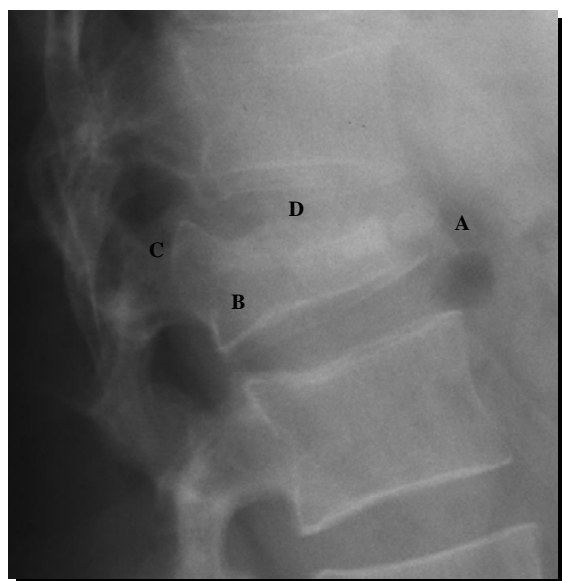
---



**Figura 1.11.** Radiografía antero-posterior. **A:** disminución de la altura del cuerpo vertebral. **B:** aumento de la distancia interpedicular. **C:** fractura vertical de la lámina.

En la proyección **L** se caracteriza por (Figura 1.12):

- Disminución de la altura del cuerpo vertebral, normalmente de la mitad anterior, que produce una deformidad en cifosis.
- Disminución de la altura de la mitad posterior del cuerpo vertebral, no constante en todos los casos.
- Desplazamiento posterior o retropulsión de un fragmento óseo en el interior del canal espinal (normalmente la esquina postero-superior del cuerpo vertebral). Este fragmento está desplazado posteriormente pero no cranealmente y sin rotación significativa sobre el eje transversal.
- Conminución del platillo vertebral superior y / o inferior, según el tipo de estallido.



**Figura 1.12.** Radiografía lateral. **A:** disminución de la altura de la mitad anterior del cuerpo vertebral. **B:** disminución de la altura de la mitad posterior del cuerpo vertebral. **C:** retropulsión del fragmento postero-superior. **D:** conminución del platillo vertebral superior.

Para la evaluación de la lesión de la columna media en la proyección L, Wang y Grattan describen el “signo del arco posterior” y la “línea de desaparición”. Dicen que la medida del tamaño del fragmento intracanal es de mayor importancia que la altura de la pared posterior. En la radiología lateral, es posible detectar el fragmento con una precisión del 95% si las radiografías son de buena calidad y la lesión se localiza por debajo de T11. Demostró una correlación positiva del 78% entre la radiología y el TAC.<sup>274</sup> McGrory y cols. describen el ángulo del cuerpo vertebral posterior (PVBA) para diferenciar las fracturas por compresión de las fracturas por estallido. Dicen que cuando el ángulo formado entre el platillo vertebral superior o inferior con la pared posterior de la misma vértebra es mayor de 100°, es sugestivo de encontrarnos ante una fractura estallido, aunque no evidenciamos lesión de la columna media o fragmentos retropulsados.<sup>185</sup> En contraposición a lo comentado por estos autores, existen otros que sugieren que las radiografías laterales no son suficientes para la valoración del grado de compromiso del canal. Keene dice que las radiografías simples y las tomografías infra-estimaron el compromiso del canal en un 20% o más en 12 de los 22 pacientes evaluados.<sup>138</sup> Ballock y cols. demuestran que cuando sólo se utilizan las radiografías simples, un 25% de las fracturas estallido se diagnostican incorrectamente como fracturas por compresión acuñaamiento.<sup>15</sup> Ramieri y cols. comentan que a pesar de utilizar el índice sagital, el más fiable en predecir la inestabilidad postraumática, existe un error en la evaluación en el 27% de los casos donde sólo se utiliza la radiología simple.<sup>217</sup>

#### 1.6.2.2. Tomografía Axial Computerizada (TAC)

Cuando sospechamos la existencia de una fractura estallido el siguiente paso después de la radiología simple es la realización de un TAC, para demostrar la existencia de una afectación de la columna media y un compromiso del canal medular.<sup>32,56</sup> La mayoría de las fracturas estallido se acompañan de cierto grado de ocupación del canal, como resultado de la retropulsión de un fragmento óseo o de fragmentos procedentes del cuerpo vertebral fracturado. Este fragmento retropulsado es la marca-clave de la fractura estallido y la causa principal del déficit neurológico asociado. En la mitad de los casos la ocupación del canal es de un 50% de la sección transversal del canal en el nivel afecto.<sup>66,116</sup> McAfee y cols. recomiendan la realización de un TAC de las fracturas por compresión y acuñaamiento con una pérdida de la altura vertebral mayor del 50%, para hacer el diagnóstico diferencial con las fracturas estallido.<sup>178</sup> Como comentamos previamente, Ballock y cols. demuestran que

## 1. Introducción

---

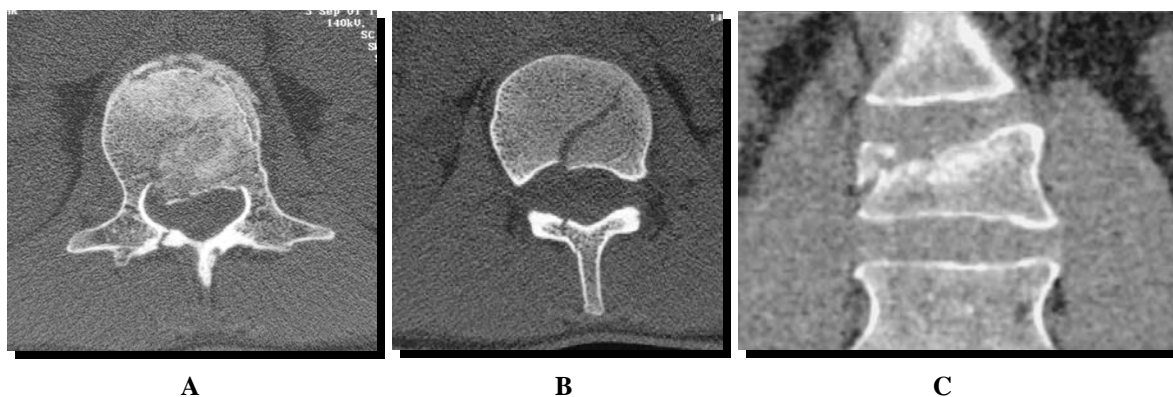
si sólo nos fiamos de la radiología simple en la evaluación de las fracturas estallido la tasa de error diagnóstica es del 25%.<sup>15</sup>

La utilización de cortes finos en el plano axial, reconstrucciones sagitales y coronales son de utilidad para determinar el patrón de fractura, lesión de la columna media y los grados de compromiso del canal. El TAC delimita los fragmentos corticales y esponjosos con un grosor igual o mayor a 0,6 y 1,2 mm respectivamente, dentro del canal medular.<sup>163</sup> El TAC realizado debe incluir la vértebra fracturada, la superior e inferior para demostrar la integridad de las vértebras contiguas y de sus pedículos, que son utilizados para la fijación con tornillos transpediculares.<sup>229,247</sup> El TAC helicoidal permite una reconstrucción tridimensional de la vértebra fracturada, siendo útil en las fracturas más complejas.<sup>114</sup>

En relación a la lesión neurológica, no se establece una relación entre el grado de ocupación del canal observado en el TAC y grado de déficit neurológico. El déficit neurológico esta más relacionado con la cantidad de impacto del fragmento óseo producido contra la médula espinal en el momento de la lesión.<sup>25,60,66,67,153,160,209,219,228,244,285,286</sup> Leferink y cols. (2003) presentan en su serie de 95 pacientes con fractura estallido, 4 casos con un estrechamiento del canal mayor del 66% y sin déficit neurológico.<sup>155</sup> Sin embargo existen otros autores que si demuestran una correlación entre la ocupación del canal medular y la lesión neurológica.<sup>55,98,142,155,190,247,248,268</sup> Vaccaro y cols. demuestran que la forma elíptica que adopta el canal después de la lesión predice la lesión neurológica. Esta forma elíptica se debe en primer lugar al ensanchamiento pedicular que produce un aumento del diámetro transversal. Y en segundo lugar a la disminución del diámetro sagital.<sup>268</sup> Pero el grado / severidad del déficit neurológico no puede ser predecido.<sup>98</sup> Saiffudin y cols. citan que el valor del TAC en relación al déficit neurológico es cuestionable, porque en la práctica el estado neurológico del paciente es determinado por el examen físico previo a la exploración radiológica.<sup>229</sup>

Nykamp y cols. en 1978 son los primeros que describen la lesión estallido en el TAC.<sup>198</sup> Esta prueba complementaria da información adicional de la lesión a través de la fractura, pero esta información tiene poco valor en términos diagnósticos.<sup>229</sup> Este tipo de fractura tiene unas características específicas que la definen, y que complementan a la radiología simple (Figura 1.13):

- el fragmento retropulsado en el interior del canal neural tiene un borde posterior denso y liso y aparece borroso anteriormente.<sup>173</sup>
- hendidura o fractura sagital del cuerpo vertebral, que se extiende desde el canal venoso basi-vertebral al final del platillo vertebral (“*split burst fracture*”).
- fractura de la lámina: se describe en forma de un palo de hockey que se extiende a través de la cortical ventral de la lámina hasta cerca del proceso de la apófisis espinosa.
- los tipos D y E de Denis<sup>66</sup> se ven mejor con el TAC tridimensional: hallazgo típico la subluxación y fractura luxación de las facetas y la fractura de las apófisis transversas nos indica la traslación rotacional o lateral de la lesión.



**Figura 1.13.** Imágenes de TAC. **A:** corte axial con ocupación del canal por un fragmento óseo con un borde posterior denso y una fractura de la lámina. **B:** corte axial con hendidura sagital y fractura de la lámina. **C:** reconstrucción coronal en una fractura tipo E de Denis.<sup>66</sup>

### 1.6.2.3. Resonancia Magnética Nuclear (RMN)

Permite al igual que el TAC una exploración exhaustiva raquídea sin movilizar al paciente. Tiene la ventaja de no emitir radiaciones y permite la visualización de todo el raquis, útil cuando se asocian fracturas a varios niveles.<sup>229</sup> Por contrapartida, la RMN es inferior al TAC en la identificación de las fracturas del arco posterior.<sup>21,264</sup> En la actualidad la RMN se recomienda en pacientes con lesión neurológica, para identificar las lesiones de la médula espinal, cola de caballo, hemorragias, hematomas epidurales.<sup>23,269</sup> En los pacientes sin lesión neurológica no se indica en el momento agudo de la lesión. Pero puede ser útil en la identificación de lesiones ligamentosas que se sospechan pero no se confirman en la radiología simple y TAC.<sup>215,261,275</sup>

## 1. Introducción

La RMN demuestra su utilidad en la valoración de las estructuras ligamentosas como parte de la valoración de la estabilidad de la lesión.<sup>93</sup> El LLVCP normalmente está intacto pero roto a nivel del cuerpo vertebral por una combinación de fragmentos óseos y hematoma.<sup>215</sup> Esta ruptura se manifiesta como una discontinuidad de la raya negra que representa el ligamento en los cortes sagitales (Figura 1.14).<sup>86,115</sup> Su integridad es clave en el tratamiento cuando efectuamos una distracción posterior, para conseguir una descompresión indirecta del canal.<sup>34</sup> Esto contrasta con lo comentado por Fredrickson y cols. que responsabilizan al anulus del efecto de la ligamentotaxis.<sup>101</sup> La ruptura del ligamento interespinoso (LIS) se manifiesta como una hiperseñal en secuencias T2 en los cortes sagitales en la región interespinosa, con o sin aumento de la distancia interespinosa.<sup>140</sup> El disco intervertebral es otra de las estructuras que se puede valorar en la RMN. Según Saifuddin y cols. el disco intervertebral sobre la vértebra fracturada muestra evidencia de lesión en la mayoría de los casos, manifestada como un aumento de la intensidad de la señal en secuencias en T2 o como ruptura del disco en el interior del cuerpo vertebral. El disco inferior a la vértebra fracturada se daña en pocas ocasiones, lo que origina un dolor lumbar residual.<sup>229</sup> En contraposición a lo comentado anteriormente, Oner y cols. demuestra que la mayoría de los discos muestran cambios morfológicos secundarios a la fractura vertebral sin variaciones en la intensidad de la señal.<sup>204</sup>



La RMN también es útil para determinar el pronóstico de recuperación de la lesión neurológica después de una lesión de la médula espinal. Kulkarni y cols. encuentran que pacientes con hemorragias agudas intra-medulares demostradas por una hipo-intensidad anormal en secuencias en T2 tienen un peor pronóstico de recuperación funcional neurológico que aquellos con imágenes normales o imágenes indicativas de edema intra-medular.<sup>152</sup> Otra utilidad es la valoración post-operatoria de la instrumentación al reducirse los artefactos producidos por el metal.<sup>114</sup>

Con suficiente experiencia la RMN tiene el potencial de sustituir al TAC como complemento en la valoración de las fracturas estallido tóraco-lumbares en la mayoría de los casos, porque tiene la habilidad de caracterizar la naturaleza de la lesión vertebral de forma no invasiva. Las futuras clasificaciones utilizarán la RMN, que nos permite valorar los elementos disco-ligamentosos (LLVCP y LIS) de la lesión y también el hueso.<sup>229</sup>

#### **1.6.2.4. Mediciones radiológicas**

En base a estas pruebas de imagen iniciales (radiología simple y TAC) podemos realizar una serie de mediciones radiológicas que utilizaremos en la valoración inicial, así como para valorar los resultados a largo plazo del tratamiento efectuado.<sup>196,282</sup> En la valoración inicial estas mediciones juegan un papel central en la toma de decisiones por parte del ortopedista, sobre el tipo de tratamiento que se realizará.<sup>151</sup>

##### **1.6.2.4.1. Mediciones radiológicas en la radiografía simple**

Existen numerosas fuentes potenciales de variabilidad en las radiografías. Estas fuentes incluyen la calidad de la radiografía, el tipo de fractura, la localización de la fractura y el nivel de la columna vertebral sobre el que está centrada la radiografía en relación con la vértebra fracturada. Destacar que las radiografías son realizadas en decúbito supino y no reflejan los mecanismos de carga en bipedestación de la columna lesionada en comparación con la columna normal. Además, la experiencia del técnico de rayos, la técnica utilizada, el tamaño del chasis radiográfico, la posición y el grado de osteopenia juegan un papel importante en la variabilidad. Por ello mediciones repetidas a doble ciego por un mismo observador (variabilidad intraobservador) o mediciones comparativas entre dos observadores separados (variabilidad interobservador), es seguro que varíen ampliamente.<sup>151</sup> En las mediciones radiológicas antero-posteriores de pacientes que

## 1. Introducción

---

presentan escoliosis,  $5^{\circ}$  -  $7^{\circ}$  es la cantidad aceptada de variabilidad radiológica intra-inter-observador.<sup>166,193</sup> Carman y cols. evalúan radiografías laterales de la columna encontrando que  $11^{\circ}$  representa un verdadero cambio (IC 95% para la medida de diferencias).<sup>40</sup> Por el contrario, Kuklo y cols. demuestran que la calidad de la radiografía y el nivel de la columna vertebral sobre el que esta centrada la radiografía en relación con la vértebra fracturada, no afectan a las mediciones de forma significativa.<sup>151</sup> Willen y cols. obvian estos problemas definiendo el método de las proporciones que permite realizar mediciones radiológicas comparativas al obtener medidas adimensionales.<sup>282</sup> Con este método no influye la posición del paciente con respecto al chasis radiográfico, la distancia focal, la masa corporal del paciente y no son necesarios conocimientos sobre la geometría del aparato de radiología.<sup>196,282</sup> Sistema similar al método de la distorsión compensada utilizado para valorar la movilidad segmentaria lumbar.<sup>103,157,158</sup>

Estas mediciones se pueden realizar de una forma manual mediante la utilización de goniómetros y escalas milimétricas.<sup>151,185,193,196,282</sup> Y en segundo lugar de forma digital o computerizada mediante la utilización de un soporte informático<sup>46,83,92,103,128,156,157,236,238,278</sup> Las mediciones de forma digital eliminan las fuentes de error intrínseco.<sup>238</sup> Permittiéndonos una mayor rapidez, precisión y evaluación más completa de la columna fracturada.<sup>46</sup> Diversos autores encuentran diferencias en las mediciones radiológicas a favor del método digital.<sup>46,83,92,238</sup> Shea y cols. comparan la variabilidad intra-observador en la medición del ángulo de Cobb. Para el método manual la variabilidad es de  $3,3^{\circ}$  (IC 95%: 4,5 - 2,5). Y para el método digital de  $2,6^{\circ}$  (IC 95%: 3,3 - 2,3). Esta diferencia es estadísticamente significativa a favor del método digital ( $p < 0,001$ ).<sup>238</sup> Isomi y cols. (2000) demuestran un error máximo en medidas repetidas de  $0,76^{\circ}$  con la digitalización de imágenes.<sup>128</sup> Por el contrario, existen otros trabajos donde no se encuentran diferencias entre el método manual y el digital.<sup>206,236</sup>

En la valoración de la deformidad en el plano sagital es necesario tener en cuenta la existencia de unas curvas fisiológicas de la columna vertebral. De tal manera que el mismo valor de cifosis regional en el segmento torácico, tóraco-lumbar y lumbar indican una situación de lesión totalmente distinta si no se considera el nivel vertebral afecto.<sup>93,252</sup> Así una cifosis regional de  $7^{\circ}$  supone, en realidad, una ausencia de deformación regional traumática para una fractura de T10, mientras que representa, para una fractura de L2 una

deformación en flexión del rquis importante e intolerable, de aproximadamente 17°. Al no poder conocer el estado pre-fractura, es necesario aceptar, a pesar de las variaciones individuales de la curvatura del rquis, valores de referencia y tolerar una cierta diferencia en estos valores. Una diferencia de 5° en relación con estos valores parece respetar las variaciones individuales.<sup>117,151</sup>

Para la medición de la cifosis regional se proponen diferentes métodos. Kuklo y cols. demuestran que el ángulo de Cobb medido entre el platillo superior de la vértebra un nivel por encima y el platillo inferior de la vértebra un nivel por debajo a la vértebra fracturada es el que presenta menos variabilidad, mas confianza y exactitud intra-observador (coeficiente de correlación intra-clase  $\rho = 0,83 - 0,94$  y un 93,33% de concordancia de las medidas repetidas con 5° de variabilidad) e inter-observador (coeficiente de exactitud del 0,81, con un rango de 0,71 - 0,93). A pesar de incluir vértebras no lesionadas y un área amplia sobre la que se realizan las mediciones. También ayuda la utilización de platillos vertebrales sanos, que facilita su localización exacta, a diferencia de lo que sucede en la vértebra fracturada.<sup>251</sup> La desventaja es que esta medida refleja no solo la vértebra fracturada sino también la compensación de los discos superiores e inferiores. También observado en la medición realizada entre el platillo inferior de la vértebra un nivel por encima y el platillo superior de la vértebra un nivel por debajo a la vértebra fracturada, con una variabilidad intra-observador (coeficiente de correlación intra-clase  $\rho = 0,65 - 0,89$  y un 89,33% de concordancia de las medidas repetidas con 5° de variabilidad) e inter-observador (coeficiente de exactitud del 0,68, con un rango de 0,60 - 0,77). La medida del ángulo entre el platillo superior y el inferior de la vértebra fracturada presenta una variabilidad intra-observador (coeficiente de correlación intra-clase  $\rho = 0,73 - 0,85$  y un 88% de concordancia de las medidas repetidas con 5° de variabilidad) e inter-observador (coeficiente de exactitud del 0,71, con un rango de 0,68 - 0,75). La medida del ángulo entre la pared posterior de la vértebra superior e inferior a la vértebra fracturada demuestra ser el menos fiable y el que presenta mayor discrepancia intra-observador (coeficiente de correlación intra-clase  $\rho = 0,52 - 0,74$  y un 76% de concordancia de las medidas repetidas con 5° de variabilidad) e inter-observador (coeficiente de exactitud del 0,58, con un rango de 0,57 - 0,59), debido a la dificultad de establecer la localización exacta de la pared posterior.<sup>251</sup>

## 1. Introducción

---

### 1.6.2.4.2. Mediciones radiológicas en el TAC

Todas las mediciones en el TAC se realizan con un programa informático de digitalización.<sup>268,278</sup>). Un problema común en todas las mediciones es el desconocimiento de las dimensiones originales del canal medular de la vértebra fracturada. Para estimar este tamaño en el TAC, se utilizan dos métodos diferentes. El primero es el *método de las proporciones* definido por Willen y cols.<sup>282</sup> Este método estima el valor pre-lesional del segmento lesionado desde una media de un valor similar obtenido en los segmentos adyacentes (vértebra superior e inferior al nivel de la lesión). El segundo es el *método de la reconstrucción* definido por Lindahl y cols.<sup>163</sup> Este método reconstruye el canal original de la vértebra fracturada sobre el TAC inicial.<sup>122</sup> Sjöström y cols. demuestran que el método de la reconstrucción sobreestima de forma sistemática las mediciones radiológicas en un 33% comparado con el método de las proporciones. Concluyen de utilizar este último método siempre que sea posible.<sup>247</sup>

## 1.7. TRATAMIENTO

Las indicaciones del tipo de tratamiento de las fracturas estallido de la columna tóraco-lumbar son actualmente controvertidas y polémicas.<sup>6,65,87,240,269,284</sup> El objetivo del tratamiento es obtener un entorno biológico y biomecánico a través del cual obtengamos una curación ósea y de los tejidos blandos con el fin de obtener una columna estable, sólida y libre de dolor. Los **objetivos primarios** son prevenir y limitar la lesión neurológica así como restaurar la estabilidad de la columna. Los **objetivos secundarios** incluyen la corrección de la deformidad, preservar el mayor número de segmentos móviles posibles, facilitar la movilización precoz, prevenir el dolor y las deformidades residuales.<sup>4,59,165,269</sup>

Los factores más importantes a considerar en la elección del tipo de tratamiento son el estado neurológico, la estabilidad de la columna, el grado de deformidad – ocupación del canal y las lesiones asociadas. Actualmente se acepta que los pacientes con **afectación neurológica** significativa y ciertos pacientes con déficit neurológico progresivo asociado a una ocupación sustancial del canal son indicación de tratamiento quirúrgico.<sup>18,20,80,93,96,130,150,177,226,248,249</sup> La controversia se centra en los pacientes sin afectación neurológica, qué grado de inestabilidad mecánica puede ser subsidiaria de tratamiento conservador.<sup>6</sup> Como se comenta en el apartado “**concepto de inestabilidad**” (1.5) se describen diferentes modelos para definir la estabilidad de la lesión. Holdsworth

piensa que todas las fracturas estallido se deben tratar de forma conservadora al ser una lesión estable.<sup>125</sup> Más tarde, Denis define la teoría de la tres columnas, clasificando las fracturas estallido como una lesión con un alto potencial de lesión neurológica, siendo su tratamiento de elección, quirúrgico.<sup>66</sup> Teoría demostrada en laboratorio por Panjabi y cols.<sup>208</sup> Después, McAfee y cols. diferencian los estallidos estables de los inestables, pudiendo ser su tratamiento conservador o quirúrgico, respectivamente.<sup>178</sup> Magerl y cols. describen una escala progresiva de daño morfológico, según la cual se determina el grado de inestabilidad de la lesión y el tratamiento a seguir.<sup>173</sup> A pesar, de los diferentes sistemas propuestos para valorar la estabilidad clínica de las fracturas estallido, actualmente existen controversias sobre cual es el ideal. El **grado de deformidad** cifótica inicial, así como el porcentaje de compresión anterior también son materia de controversia. Existe un consenso general que la deformidad cifótica progresiva asociada a otros factores (ocupación del canal, déficit neurológico) es una indicación clara de estabilización quirúrgica. El **grado de ocupación** del canal que es considerado significativo de indicación quirúrgica es controvertido. Para prevenir la compresión neurológica subaguda y síntomas tardíos de estenosis, algunos autores recomiendan la cirugía para las fracturas estallido que producen un compromiso del canal significativo sin lesión neurológica.<sup>66,210,211,212</sup> Trafton y Boyd concluyen que las fracturas estallidos de T12 o L1 con una disminución del diámetro medio-sagital del canal neural igual o mayor al 50% tienen un riesgo significativo de afectación neurológica o progresión del déficit; como se demuestran en 5/12 pacientes de su serie.<sup>265</sup> Hashimoto y cols. demuestran que las fracturas del nivel T11 o T12 con un compromiso del canal mayor del 35%, del nivel L1 con más de un 45% y del nivel L2 con más de un 55% tienen un alto riesgo de desarrollar un déficit o deterioro neurológico.<sup>122</sup> Sjöström y cols. observan que todas las fracturas estallido de L1 con una ocupación del canal > 50%, se asocia de forma invariable con una lesión neurológica.<sup>248</sup> La mayoría de estos pacientes son politraumatizados y presentan **lesiones asociadas** a nivel visceral y óseo, que nos pueden condicionar el tipo de tratamiento. No hay que olvidar la posibilidad de fracturas vertebrales múltiples entre un 5 y 20% de los casos.<sup>5,13,32,39,123,137,144,156,173,184,260,263</sup> Por lo tanto, el tratamiento de cada paciente debe ser individualizado, en función de los diferentes parámetros.<sup>89</sup>

Existen dos tipos de tratamiento, el conservador y el quirúrgico, en función de diferentes criterios según los autores. Los avances en las instrumentaciones por vía anterior y

## 1. Introducción

---

posterior, en los últimos años, contribuye a la mejora de los resultados del tratamiento quirúrgico ampliando sus indicaciones en la actualidad.

### 1.7.1. Tratamiento conservador

Existen autores que preconizan el tratamiento conservador como tratamiento de elección en los pacientes que sufren una fractura estallido a nivel del área tóraco-lumbar, presentando buenos resultados en sus series, independientemente del estado neurológico y grado de inestabilidad<sup>38,49,60,64,128,143,150,196,237,239,266,276</sup> Frankel y cols. describen una de las primeras series de pacientes con fractura a nivel del área tóraco-lumbar tratados de forma conservadora. Presentan 205 pacientes con todos los tipos de fracturas a nivel de la unión tóraco-lumbar (3 fracturas estallidos), tratadas mediante reducción postural, reposo en cama y chaqueta plástica. El resultado neurológico del grupo es bueno; el 72% de los pacientes con déficit neurológico incompleto mejoran y solo el 2% sufren deterioro neurológico. Se desarrolla una inestabilidad tardía en 2 de los 205 pacientes de la serie. Estos autores concluyen que la cifosis progresiva es el resultado de la deformidad y la inestabilidad. La deformidad en el plano sagital se correlaciona de forma mas estrecha con el pronóstico.<sup>99</sup>

La principal ventaja del tratamiento conservador es evitar la morbilidad operatoria, incluyendo las infecciones post-operatorias, lesiones neurológicas iatrogénicas, pseudoartrosis, fallos de la instrumentación y complicaciones relacionadas con el proceso anestésico. Las complicaciones más importantes secundarias a este tipo de tratamiento son la aparición de una lesión neurológica no existente de entrada y la cifosis residual sintomática.<sup>68</sup>

Ya Hipócrates en la antigüedad propuso diferentes maniobras de reducción para este tipo de fracturas. Böhler en 1944 sistematizó el sistema de reducción ortopédica de las fracturas tóraco-lumbares y esta técnica con variaciones es la que ha perdurado hasta la actualidad.<sup>24</sup> La necesidad de reducir la fractura en los pacientes que no presentan lesión neurológica es controvertida. Diferentes autores presentan excelentes resultados funcionales con movilización precoz en ausencia de reducción e incluso cuando existe afectación de la columna posterior.<sup>49,239,240</sup>

### **1.7.1.1. Tipos de tratamiento conservador**

Existen dos en función del tipo de fractura, estabilidad, lesiones asociadas, hábito corporal y edad del paciente.

#### **1.7.1.1.1. Tratamiento funcional**

Después de un período variable de reposo en cama (normalmente menos de 1 semana) se inicia la deambulación con un corsé de tres puntos (tipo Jewett ó Málaga) durante un tiempo de 3 – 4 meses desde la lesión. Se indica en pacientes jóvenes y delgados, con fracturas estables sin lesión del arco posterior, con un Índice Sagital (IS) menor de 10°. Este tipo de inmovilización esta contraindicada en pacientes obesos y pacientes politraumatizados.

#### **1.7.1.1.2. Tratamiento con reducción ortopédica e inmovilización con yeso**

Se inicia con un período de reposo en cama (3 – 8 semanas), durante el cual se mantiene la reducción de la fractura mediante la colocación de una almohada en la parte posterior sobre el ápex de la deformidad. Seguido por la deambulación en un yeso bien moldeado tóraco-lumbo-sacro (TLS) colocado según el método de Böhler, en la mesa de Cotrel ó de Risser, durante 3 – 4 meses después de la lesión. En la actualidad se utilizan ortesis de material termoplástico (OTLS), que tienen la ventaja de la mayor ligereza, transpirabilidad y la posibilidad de su retirada temporal, en función del tipo de fractura. Se indica en pacientes jóvenes, con fracturas inestables, con un IS entre 10-15° y una ocupación del canal menor del 50%. Esta contraindicado en pacientes politraumatizados, pacientes con fracturas costales asociadas, edad avanzada y obesos.

Al revisar la bibliografía se observa un amplio rango en relación a la duración del reposo en cama y tiempo de corsé. Esto depende de la severidad de la lesión ósea y ligamentosa, de la lesión neurológica si existe, lesiones asociadas y otros problemas médicos. Nicoll en las fracturas estables –acuñamientos y fracturas sin ruptura del ligamento interespinoso- propone reposo en cama durante 3-4 semanas y deambulación sin corsé.<sup>197</sup> Holdsworth recomienda la inmovilización prolongada para las fracturas inestables durante 8-12 semanas.<sup>126</sup> Weitzman en las fracturas estables –colapso del cuerpo vertebral menor del 50%- aconseja el reposo en cama durante 8 días, seguido de un período de fisioterapia durante 38 días, sin utilización posterior de corsé. Este autor dice que “los malos resultados

## 1. Introducción

---

son proporcionales a la longitud y duración del tratamiento”.<sup>277</sup> Bedbrook considera que la estabilidad clínica se logra tras 6-8 semanas de reposo en cama y reducción postural, tiempo necesario para la formación del callo paravertebral, seguido por la deambulación sin ortesis.<sup>17</sup> Gaines y Humphreys aconsejan entre 4-6 semanas de reposo en cama seguido de la deambulación con ortesis, porque creen que “la estabilidad clínica no solo depende de la anatomía anormal de la fractura sino también de la cantidad de carga que es aplicada”.<sup>104</sup> Krompinger y cols. establecen que si existe un compromiso del canal menor del 50% el paciente permanece en reposo en cama durante 3-4 días seguido por la utilización de un corsé, pero si el compromiso es mayor del 50% el reposo en cama se extiende a 4-6 semanas seguido también por la utilización de un corsé.<sup>150</sup> Willen y cols. utilizan el método de reducción postural, mediante reposo en cama entre 1-12 semanas, seguido de un corsé plástico tóraco-lumbar en extensión durante 3-6 meses.<sup>284</sup> Mumford y cols. en su serie obtienen una media de reposo en cama de 31 días (rango 7-68) y 6 semanas de corsé (rango 2-24). Establecen una correlación inversa entre el tiempo de hospitalización y el tiempo de corsé al alta (más tiempo de hospitalización equivale a menos tiempo de corsé).<sup>196</sup>

Actualmente se acepta de forma general que en los pacientes con un déficit neurológico significativo y, ciertos pacientes con un déficit neurológico progresivo, deben ser tratados de forma quirúrgica. La controversia se centra alrededor de que grado de inestabilidad mecánica puede ser manejada de forma conservadora en los pacientes sin lesión neurológica. El **grado de cifosis** que se considera aceptable para indicar un tratamiento ortopédico es materia de discusión. Krompinger y cols. analizan una serie de 29 pacientes con fracturas estallidos, sin lesión neurológica y cifosis inicial menor de 30° tratados de forma conservadora. Seis de los 29 pacientes tienen una cifosis inicial mayor de 10°. En este subgrupo, la fractura se localiza a nivel de la unión tóraco-lumbar en tres pacientes y la cifosis progresa a 24,6° en la evolución. Del total de la serie hay tres pacientes que presentan un dolor lumbar severo o por la pierna que les impide trabajar. Estos autores consideran los resultados del tratamiento conservador aceptables y recomiendan el tratamiento quirúrgico para los pacientes que presentan fracturas con más de 30° de cifosis inicial.<sup>150</sup> De la misma manera, la relación entre la deformidad cifótica postraumática y el crónico posterior es ambigua. Aunque la mayoría de los facultativos creen que la deformidad cifótica de la unión tóraco-lumbar conduce hacia un mal resultado clínico,

pocos estudios proporcionan una evidencia de que una moderada cifosis se asocia con dolor y discapacidad.<sup>109,186</sup> Por otro lado, numerosos estudios sugieren que no existe una relación directa entre la cifosis y el dolor posterior o la incapacidad funcional<sup>5,6,38,48,49,80,123,146,156,169,195,196,197,276,287</sup> Un segundo punto materia de controversia es **qué grado de ocupación del canal** es considerado significativo de indicación quirúrgica. Como ya se comenta anteriormente, la mayoría de los autores aceptan que una disminución igual o mayor al 50% del diámetro sagital del canal tiene un elevado riesgo de producir déficit neurológico, y en estos casos se indicaría el tratamiento quirúrgico.<sup>122,228,248,265</sup> Algunos autores, a pesar de lo comentado previamente, son partidarios del tratamiento conservador en las fracturas estallidos con inestabilidad mecánica de la unión tóraco-lumbar sin déficit neurológico. Weinstein y cols. en su serie de 42 pacientes, ninguno presenta empeoramiento de su estadio neurológico y el 17% mejora su estadio en la evolución. En el seguimiento, la cifosis es de 26° en flexión y 16° en extensión, el 90% tiene cierto grado de dolor posterior y el 7% necesitan tratamiento quirúrgico tardío para corregir la deformidad o por estenosis de canal postraumática.<sup>276</sup> De la misma institución, Mumford y cols. presentan una serie de 41 pacientes con fracturas estallidos estables e inestables, de un solo nivel, no patológicas, de los cuales solo 1 paciente (2%) requiere tratamiento quirúrgico por desarrollar un déficit neurológico tardío. Tras un seguimiento medio de 24 meses, el 66% presentan un resultado excelente – bueno y el 34% malo. El 15% no vuelven a su trabajo habitual. El porcentaje de colapso vertebral anterior es del 8% y la ocupación del canal mejoro en un 22%. Estos autores creen que no existe correlación entre la severidad radiológica inicial de la lesión con la deformidad residual y los síntomas en el seguimiento.<sup>196</sup> Existen otros trabajos que comparan en la misma serie el tratamiento conservador frente al quirúrgico. Denis y cols. analizan una serie comparativa de 52 fracturas estallido sin clínica neurológica, 39 se tratan de forma conservadora y 13 se estabilizan con barras de Harrington. Se observa un deterioro neurológico tardío en el 18% (7) de los pacientes del grupo tratados de forma conservadora, frente a ninguno del grupo quirúrgico. Estos autores concluyen que los pacientes que son operados tienen mejor resultado con relación a la estabilidad neurológica, cifosis, dolor y reincorporación laboral.<sup>68</sup> Willen y cols. presentan una serie de 50 fracturas estallido inestables de la unión tóraco-lumbar tratadas de forma conservadora o con instrumentación de Harrington. La cifosis inicial es de 19° en ambos grupos. En el seguimiento de 27,4° en el grupo conservador frente a los 17,1° en el grupo

## 1. Introducción

---

quirúrgico. La estancia hospitalaria es de 80 días en el grupo conservador frente a 30 días en el grupo quirúrgico.<sup>282</sup>

En resumen, las fracturas estallido estables sin déficit neurológico, con un compromiso del canal menor del 50% y con menos de 30° de cifosis regional inicial son candidatas a ser tratados de forma conservadora.<sup>287</sup> La progresión de la deformidad o el comienzo de un déficit neurológico, son indicación de un tratamiento quirúrgico; por lo tanto cuando se elige el tratamiento conservador, el paciente debe ser controlado de forma cercana tanto clínica como radiológicamente. El tratamiento conservador de las fracturas estallido inestables tóraco-lumbares sin déficit neurológico es controvertido, y cada caso debe ser evaluado de forma individual en relación a la localización de la fractura, grado de cifosis, grado de ocupación del canal, edad del paciente, estado general, ocupación y estilo de vida, y hábito corporal.<sup>6,234,261,269</sup>

### 1.7.2. Tratamiento quirúrgico

Los **objetivos** del tratamiento quirúrgico de las fracturas estallido del área toraco-lumbar son:

- Liberación neurológica si existe compresión medular o radicular.
- Estabilización raquídea con la finalidad de:
  - Evitar la instauración o progresión de la lesión neurológica.
  - Realinear la columna en el plano frontal en el caso de fracturas tipo II-D y E de Denis.<sup>66</sup>
  - Recuperar la altura del cuerpo vertebral .
  - Restituir la cifosis / lordosis fisiológica.
- Preservar el mayor número de segmentos móviles posibles .
- Conseguir una movilización precoz.
- Prevenir el dolor y las deformidades posteriores.

Cuando se habla de conseguir una estabilización raquídea el objetivo es recuperar “la capacidad de la columna sometida a las sollicitaciones fisiológicas para mantener las relaciones entre las vértebras de manera que no exista lesión inicial ni tardía de la médula

espinal ni de las raíces nerviosas y, además, no se desarrolle una deformidad incapacitante ni dolor debido a los cambios estructurales".<sup>280</sup>

Las ventajas del tratamiento quirúrgico sobre el conservador son la mejor reducción de la fractura, preservación de la función neurológica, mayor rapidez en la movilización de los pacientes, menor incidencia de complicaciones asociadas al reposo prolongado y menores costes médicos debidos a la hospitalización.<sup>94,129,182,245,281</sup> Las indicaciones del tratamiento quirúrgico se basan en criterios empíricos basados principalmente en hallazgos radiológicos, como son la pérdida de altura del cuerpo vertebral, cifosis regional, porcentaje de compromiso del canal, independientemente del estado neurológico del paciente. Actualmente, la indicación absoluta de tratamiento quirúrgico es aceptada cuando existe una afectación neurológica significativa o un déficit neurológico progresivo.<sup>18,22,65,80,130,150,177,182,191,249,281</sup>

Al revisar la bibliografía se observa una gran variedad de criterios de indicación quirúrgica. Para McAfee y cols. una pérdida de la altura del cuerpo vertebral mayor del 50% y una cifosis mayor o igual a 20° en presencia de déficit neurológico.<sup>177</sup> Para Denis todas las fracturas inestables tipo II con una obstrucción severa del canal neural.<sup>68</sup> Dewald incluye todas las fracturas estallido, indicando la descompresión anterior si el diámetro del canal es menor de 10 mm.<sup>71</sup> Para Jacobs y Casey cualquier fractura que produzca un déficit neurológico, con evidencia de ruptura del LLVCP, pérdida de la altura del cuerpo vertebral de un 40%.<sup>130</sup> Para Kostuik la existencia de una retropulsión significativa.<sup>145</sup> Para Willen y cols. la existencia de un compromiso del canal de un 50% o una compresión de la columna anterior de un 50%.<sup>282</sup> Para Bohlman una pérdida de la altura del cuerpo vertebral de un 40%.<sup>26</sup> Para Dunn la existencia de un compromiso del canal igual o mayor al 50%.<sup>82</sup> Para Ferguson y Allen la existencia de una fractura estallido con fallo de la columna media.<sup>95</sup> Para Krompinger y cols. la existencia de un compromiso neurológico (excluyendo déficits sensitivos que afecten a una única raíz o pérdida de un punto de poder motor), compromiso de canal mayor del 50% y cifosis mayor de 30°. <sup>150</sup> Para Roy-Camille y cols. cualquier déficit neurológico, colapso del cuerpo vertebral mayor de un tercio que produzca una compresión del saco dural por un fragmento óseo.<sup>226</sup> Para Farcy y cols. un índice sagital mayor de 15° o cualquier déficit neurológico incompleto es un criterio separado y suficiente de indicación quirúrgica.<sup>93</sup> Para Willen y cols. las fracturas tipo II-B, D y E de

## 1. Introducción

---

Denis con compresión de la columna anterior mayor del 50% y ocupación del canal mayor del 50%.<sup>284</sup> Para Stephens y cols. una cifosis regional igual o mayor de 20°, un 50% de compromiso del canal, déficit neurológico y pérdida de altura vertebral anterior del 50%.<sup>257</sup> Para Benson y cols. una angulación en el plano sagital > 20°, pérdida de la altura del cuerpo vertebral > 50% y compromiso del canal > 50%.<sup>22</sup> Para Domenicucci y cols. un índice sagital > 20°, una cifosis vertebral > 25-30°, un compromiso del canal vertebral > 30% y una afectación de las tres columnas de Denis.<sup>80</sup> Para Argenson y Lassale una angulación regional traumática mayor de 15° en ausencia de lesión neurológica.<sup>12</sup> Para Sjöström y cols. la existencia de un déficit neurológico, pérdida de la AVA > 50% o cifosis regional >20°. <sup>248</sup> Para Escriba y cols. una pérdida de altura del cuerpo vertebral mayor del 40% e índice sagital mayor de 15°. <sup>87</sup> Para Alanay y cols. una pérdida de la altura del cuerpo vertebral mayor del 45 – 50% y un índice sagital mayor de 15° - 17°. <sup>8</sup> Para Cho y cols. los pacientes con déficit neurológico, una cifosis regional >20°, una altura del cuerpo vertebral < del 50% y un compromiso del canal >50%. <sup>48</sup>

Actualmente los criterios de indicación quirúrgica más aceptados por los diferentes autores son: existencia de un déficit neurológico, pérdida de la altura del cuerpo vertebral mayor del 50%, deformidad cifótica progresiva y evidencia radiográfica de lesión de la columna posterior. <sup>269</sup>

Diferentes tipos de instrumentaciones son utilizadas para el tratamiento quirúrgico de la fractura estallido a lo largo de los años.

### 1.7.2.1. Instrumentaciones con distracción posterior

Este tipo de instrumentación, basada en la integridad del LLVCA (que evita la sobre distracción) y LLVCP, permite restaurar la altura del cuerpo vertebral mediante distracción por la tensión de los ligamentos íntegros. <sup>36,120,141,161,293</sup> También permite una reducción de los fragmentos intracanal por ligamentotaxis. Este tipo de reducción se creía que se producía cuando el LLVCP estaba intacto y se tensaba durante la distracción empujando anteriormente los fragmentos retropulsados, fuera del canal. <sup>34</sup> Sin embargo Fredrickson y cols. demuestran que es la unión de las fibras posteriores del anulus a los fragmentos retropulsados y no el LLVCP las responsables de la reducción por ligamentotaxis. <sup>101</sup> Willen y cols. muestran que las descompresiones indirectas del canal con este tipo de

instrumentación aumentan la superficie del canal libre de un 58,7% pre-operatoriamente a un 73,6% post-operatoriamente cuando la operación se realiza en los tres primeros días de la lesión. Cuando la operación se retrasa más de tres días, se observa poco cambio en la superficie libre del canal (de un 66% a un 71%).<sup>282</sup> Esto indica que cuando la fractura empieza a consolidar, la reducción indirecta es menos eficaz.<sup>20,43,95,249,282</sup> Datos que contrastan con los observados por Wessberg y cols. donde no observan diferencias entre los pacientes operados dentro de los tres primeros días o más tarde (0,65 cm<sup>2</sup> de mejoría en la superficie libre del canal frente a 0,53 cm<sup>2</sup>, respectivamente).<sup>278</sup>

#### 1.7.2.1.1. Instrumentación con barras de Harrington

Harrington en 1958 trata a un paciente con una fractura luxación de la columna vertebral con una instrumentación diseñada inicialmente para el tratamiento de las escoliosis.<sup>69,119,129,221,233</sup> Desde entonces las instrumentaciones con distracción posterior con barras de Harrington y otros tipos de sistemas de barras-ganchos son estandarizados para el tratamiento de las fracturas estallido. Esta instrumentación presenta una serie de inconvenientes:

- es una instrumentación larga, como mínimo se necesitan 4 - 5 niveles.
- necesita una columna posterior íntegra por el riesgo de distracción excesiva.
- sólo permite el anclaje a dos niveles, siendo relativamente frecuentes los desanclajes.
- es frecuente la pérdida de corrección con el paso del tiempo.
- precisa de inmovilización postoperatoria.

Al ser una instrumentación larga se deben fusionar como mínimo dos niveles por encima y dos por debajo del nivel lesional. Purcell y cols. en un estudio biomecánico concluyen que el montaje más estable incluye tres vértebras por encima y dos por debajo del nivel afecto. Este nivel adicional superior aumenta el momento de fallo en un 65% comparado con los montajes de dos vértebras arriba y dos abajo.<sup>216</sup> Las barras largas en este tipo de montajes son necesarias, porque el aumento de la distancia desde el lugar de la fractura disminuye la fuerza en los ganchos, reduciendo el riesgo de extrusión o desmontaje de los ganchos.<sup>148</sup>

#### 1.7.2.1.2. Instrumentación con barras de Harrington y fusiones cortas

En estos montajes tres niveles por encima y tres por debajo del nivel lesionado se inmovilizan con barras de Harrington pero sólo un nivel por encima y otro por debajo de la

## 1. Introducción

---

lesión son artrodesados.<sup>7,255</sup> Las barras se retiran a los 12 – 24 meses de la operación con la idea de que los segmentos no artrodesados, pero inmovilizados permanecen móviles y libres de dolor. Sin embargo, el examen de las articulaciones facetarias inmovilizadas pero no artrodesadas demuestran cambios degenerativos que provocan dolor crónico y una fusión espontánea de las mismas.<sup>134</sup> También se observa una cifosis progresiva tras la retirada del material.<sup>45</sup>

### 1.7.2.1.3. Instrumentación con barras de Harrington y alambres sublaminares

Esta asociación aumenta la estabilidad de las barras de Harrington.<sup>53,97,179</sup> Sullivan recomienda artrodesar tres niveles por encima y dos por debajo del nivel de fractura.<sup>258</sup> Los alambres sublaminares se pasan dos niveles por debajo del gancho superior y un nivel por encima del gancho inferior. Esta instrumentación tiene una serie de ventajas respecto a las previas:

- se logra una estabilización segmentaria.
- el contorneado de las barras permite mantener las curvas fisiológicas.
- se evita en ocasiones la inmovilización postoperatoria.

Pero también presenta una serie de inconvenientes:

- es una fijación larga.
- no permite la reducción por distracción.
- difícil de reducir las fracturas estallido.
- riesgo de lesión de los elementos neurales.
- no consigue controlar la carga axial.

### 1.7.2.1.4. Instrumentación con barras de Harrington y manguitos de polietileno de alta densidad

La colocación de estos manguitos sobre las barras aumenta la estabilidad. Edwards y Levine dicen que las construcciones con barras-manguitos corrigen la cifosis postraumática al producir un momento de extensión directamente opuesto al momento de flexión que causa la deformidad.<sup>84</sup> Si los elementos posteriores no están afectados, un simple manguito se coloca a cada lado de la apófisis espinosa directamente y posterior sobre la vértebra fracturada. Pero si los elementos posteriores están rotos se colocan dos pares de manguitos uno superior y otro inferior a la vértebra fracturada, esto se llama construcción en puente.

Esta construcción proporciona una fijación en tres puntos y permite a la construcción almacenar la energía elástica.<sup>84,227</sup> En su serie la cifosis se reduce de 14° preoperatoriamente a 0° postoperatoriamente, la altura vertebral aumenta de un 68% a un 96%. También se observa un aumento de la superficie de canal libre de un 55% a un 87% en los pacientes operados en los tres primeros días.

### 1.7.2.2. Fijación con tornillos transpediculares

Introducidos por Roy-Camille y cols. en 1961.<sup>223,225</sup> Los pedículos constituyen la porción más resistente de la vértebra y son los responsables de la transmisión de todas las fuerzas desde los elementos posteriores al cuerpo vertebral. El pedículo soporta fuerzas de tensión rotacional, flexión lateral y extensión de la columna.<sup>105</sup> Se convierte así en la estructura ideal a la que acoplar una instrumentación posterior. Las cuatro vértebras de la unión toraco-lumbar (T11-L2) tienen en la mayoría de los casos pedículos bien desarrollados. Su calibre medio es superior a 5-6 mm, lo cual permite la introducción de tornillos pediculares en casi todos los casos, y obtener una gran estabilidad en los montajes.

Existen unas contraindicaciones para la utilización de los tornillos transpediculares que son una osteopenia severa,<sup>22</sup> el tamaño inadecuado del pedículo, los pedículos mal formados congénitamente, la alergia al metal y presencia de una infección activa. Se considera una contraindicación relativa el caso de un pedículo fracturado con una pobre capacidad mecánica.<sup>187</sup>

Roy-Camille y Demeulenaere diseñan un sistema donde los tornillos transpediculares y placas premoldeadas son colocados en la totalidad de la columna tóraco-lumbar.<sup>223</sup> Sin embargo, esta construcción es semirígida, existiendo movilidad en la unión de los tornillos con la placa. Esta movilidad hace necesario la instrumentación de dos niveles por encima y dos por debajo de la vértebra fracturada, y usar una ortesis en hiperextensión para conseguir la estabilidad.<sup>63</sup>

#### 1.7.2.2.1. Tornillos transpediculares asociados a placas de compresión dinámica

Sasso y cols. tratan 7 pacientes con fractura estallido lumbar mediante tornillos transpediculares y placas DCP.<sup>232</sup> La instrumentación se extiende dos vértebras por encima y dos por debajo de la vértebra fracturada. En ningún paciente se coloca una ortesis o yeso

## **1. Introducción**

---

de forma post-operatoria. La cifosis traumática se corrige operatoriamente, pero en los siguientes 3 meses esta se pierde, a pesar de obtenerse una fusión de los niveles fijados. Los autores concluyen que la recurrencia de la deformidad se debe a que la construcción placa-tornillos actúa como una banda de tensión, y la distribución de las cargas por la columna vertebral es necesaria. En el caso especial de las fracturas estallido la capacidad de los cuerpos vertebrales de distribuir las cargas es perjudicial y la inmovilización en un yeso u ortesis en hiperextensión se hace necesario.

### **1.7.2.2.2. Tornillos transpediculares asociados a placas especiales**

Instrumentación diseñada por Steffee y cols.<sup>256</sup> y Luque y Rapp.<sup>171</sup> La ventaja de este sistema es que se consigue una fijación relativamente rígida con la instrumentación de solo dos segmentos móviles, una vértebra por encima y otra por debajo de la fracturada.<sup>279</sup> La desventaja es que las placas deben ser moldeadas antes de su inserción y por lo tanto una buena reducción es necesaria antes de la instrumentación. El implante por si mismo no puede ser usado para lograr reducir la deformidad cifótica o descomprimir los fragmentos intracanal.<sup>188</sup> Estos sistemas son más útiles para fijaciones in situ de fracturas lumbares después de descompresiones posteriores.

### **1.7.2.2.3. Fijador externo de columna**

Introducido por Magerl en 1977 para tratar fracturas torácicas bajas y estallidos lumbares.<sup>172</sup> La ventaja de este sistema es que el implante se utiliza para reducir la deformidad y mantener la reducción mediante la instrumentación de solo dos segmentos móviles. En la instrumentación se utilizan pines transpediculares de Schanz en la vértebra superior e inferior a la fracturada, conectados a un fijador externo. El marco externo permite aproximar la porción posterior de los tornillos, restaurando la lordosis normal. La porción media de los pines se distrae, restaurando la altura del cuerpo vertebral y descomprimiendo el canal vertebral por ligamentotaxis.<sup>172</sup> Desafortunadamente, la naturaleza externa del sistema provoca situaciones molestas tanto físicas como psicológicas y por ello se ha dejado de utilizar.

### **1.7.2.2.4. Fijador interno de columna**

Las desventajas del fijador externo permiten el desarrollo del fijador interno de columna utilizado por Dick desde finales de 1982.<sup>74,75</sup> Este sistema tiene las ventajas del fijador

externo pero sin las desventajas del marco externo. La construcción consiste en pines transpediculares de Schanz conectados por un doble sistema interno de barras. Presenta una serie de ventajas que son:

- montaje segmentario corto, normalmente un nivel por encima y otro por debajo de la vértebra fracturada.
- estable “por si mismo” en todos los planos.
- corrección de la cifosis postraumática mediante compresión posterior de los pines.
- permite restaurar la altura del cuerpo vertebral y reducción de los fragmentos intracanal mediante distracción posterior longitudinal en las barras roscadas.
- no precisa de la integridad de los elementos posteriores (CLP) para su utilización.

La fijación de solo dos segmentos móviles hace que sea la instrumentación ideal para el tratamiento de las fracturas estallido del área tóraco-lumbar, en las cuales la preservación de segmentos móviles es deseable.<sup>75</sup> Aebi y cols. presentan una serie donde la cifosis se corrige de 15,8° pre-operatoriamente a 3,5° post-operatoriamente.<sup>3</sup> En la serie de Lindsey y Dick la corrección es similar, pero existe una recidiva de la deformidad cifótica a los dos años del seguimiento. Esto es atribuido al colapso del espacio discal superior después de la retirada de la instrumentación. En muchos de estos pacientes no se realiza artrodesis, y los autores concluyen que la artrodesis es beneficiosa para prevenir el aumento de la cifosis de forma posterior.<sup>165</sup> Datos que coinciden con los observados por Crawford y Askin.<sup>52</sup>

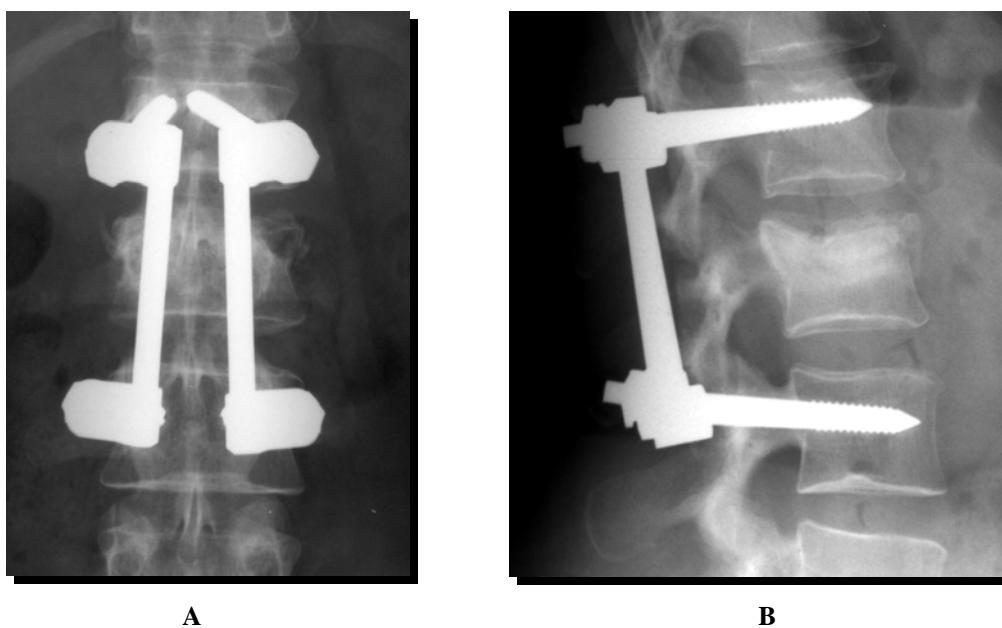
#### 1.7.2.2.5. Montajes cortos sin instrumentación de la vértebra fracturada

Siguen la misma filosofía y tienen las mismas ventajas que el fijador interno, pero utilizan tornillos transpediculares en lugar de pines de Schanz (Figura 1.15). En la actualidad es el sistema más utilizado por la mayoría de los cirujanos.<sup>8,43,48,53,73,149,167,191,194,195,200,201,203,210,</sup>

<sup>211,212,231,235,247,248,292</sup> Sin embargo, este tipo de montajes cortos con fusión segmentaria posterior y sin instrumentación de la vértebra fracturada se asocia con una alta tasa de fallos del material, en forma de ruptura o inclinación de los tornillos, y pérdida tardía de la corrección en el plano sagital.<sup>2,9,10,22,39,47, 59,91,118,149,159,181,186,195,213,232,250,257,262</sup>

## 1. Introducción

---

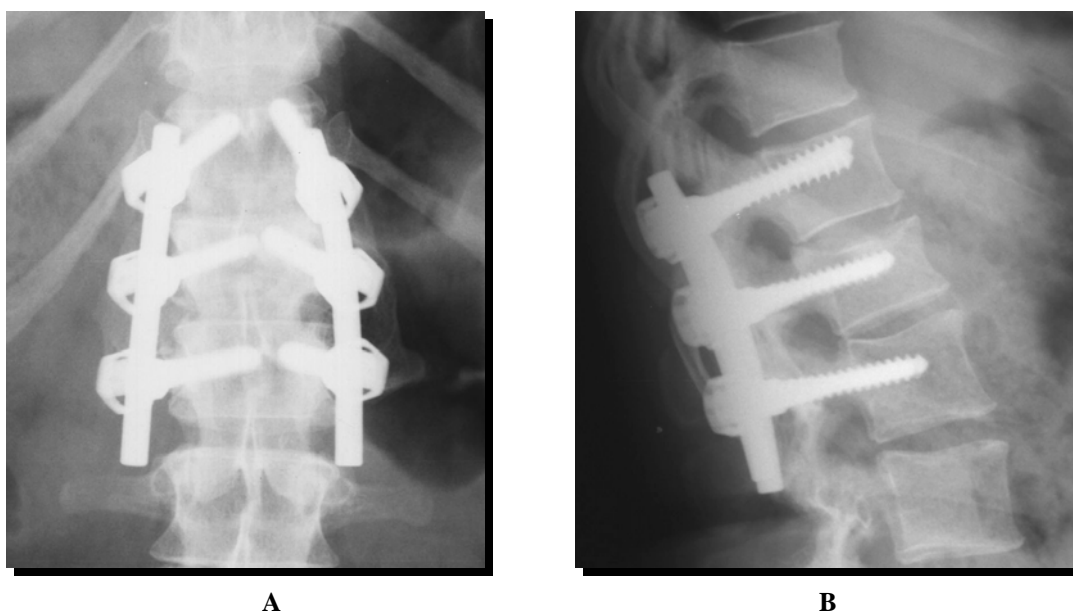


**Figura 1.15.** Fractura estallido de L2 tratada mediante montaje posterior corto sin instrumentación de la vértebra fracturada. **A:** imagen antero-posterior. **B:** imagen lateral.

### 1.7.2.2.6. Montajes cortos con instrumentación de la vértebra fracturada

Para evitar los problemas mencionados previamente, en la actualidad, la técnica operatoria más generalizada y utilizada, preconiza la inclusión en el montaje de la vértebra fracturada junto a las inmediatas superior e inferior, artrodesando al menos el nivel superior (Figura 1.16). De este modo se neutralizan únicamente dos segmentos funcionales.<sup>51,87,187,218,240</sup> Esses y cols. comentan por primera vez la utilidad del tornillo intermedio cuando se piensa que es útil una fijación adicional, como en los casos de huesos osteoporóticos.<sup>90</sup> El tornillo intermedio, en la vértebra fracturada, funciona como un punto de empuje con un vector anterior, creando una fuerza lordótica que corrige la cifosis traumática. Proporciona una buena fijación de tres puntos y disminuye el efecto palanca que tiende a causar la cifosis posterior de la unión.<sup>187</sup> Los estudios biomecánicos con instrumentación de la vértebra fracturada demuestran un aumento de la rigidez del montaje en test de carga axial, flexión y torsión.<sup>76</sup> En determinadas ocasiones de mayor inestabilidad fracturaria rotacional se pueden asociar ganchos laminares o sistemas de conexión entre las barras basados en los DTT (“*Transverse Traction Device*”) de Cotrel-Dubousset, que aumentan de forma considerable la estabilidad del sistema. Esta asociación permite obtener resultados comparables a series con instrumentaciones largas y otros métodos de fijación más

agresivos.<sup>12,39,47,51,75,88,90,137,187,218,291</sup> Escriba y cols. presentan su serie de 22 casos de fracturas estallido del área toraco-lumbar sin afectación neurológica. Realizan una fijación posterior corta con inclusión en el montaje de la vértebra fracturada, artrodesis postero-lateral y DTT. No presentaron ninguna ruptura del material, las deformidades se mantuvieron con muy pocas pérdidas (índice sagital 3,6° y porcentaje de compresión vertebral anterior del 13%) y buenos resultados clínicos en la evolución.<sup>87</sup> Los resultados aceptables que se obtienen con estas instrumentaciones son debidos a la reducción anatómica de la lesión,<sup>218</sup> la artrodesis sistemática de los segmentos instrumentados,<sup>88,89</sup> la osteosíntesis de la vértebra fracturada<sup>187</sup> y la asociación de ganchos en casos muy seleccionados.<sup>47,291</sup>



**Figura 1.16.** Fractura estallido de L1 tratada mediante montaje posterior corto con instrumentación de la vértebra fracturada. **A:** imagen antero-posterior. **B:** imagen lateral.

### 1.7.2.3. Instrumentaciones anteriores

Muchos autores destacan las virtudes de la descompresión y fijación anterior, a través de la cual se consiguen la mayoría de los objetivos enumerados al principio del apartado del tratamiento quirúrgico.<sup>1,27,113,118,135,136,176,180,183,192,202,213,235,240,243,288</sup> Afirman que los elementos neurales son comprimidos anteriormente por los fragmentos retropulsados y por lo tanto la descompresión es más efectiva si se efectúa por un abordaje anterior. Al realizar la descompresión bajo visión directa, la posibilidad de lesionar la médula espinal o cola de caballo es menor. Sólo se necesitan artrodesar dos segmentos móviles porque las fusiones

## 1. Introducción

---

anteriores se realizan bajo compresión, siendo suficientemente estable el montaje obtenido. Es un método alternativo preferible a las fusiones posteriores cortas obteniendo una gran estabilidad bajo las mayores condiciones de carga.<sup>243</sup> Las desventajas de la fusión anterior son la posibilidad de lesionar los grandes vasos o el aporte vascular de la médula espinal, el mayor tiempo operatorio, la mayor pérdida hemática y la menor experiencia de los cirujanos de columna con esta vía de abordaje.<sup>14</sup> Los huesos osteoporóticos son una contraindicación para estas fusiones por el riesgo de desanclaje de la instrumentación. Las instrumentaciones existentes actualmente no son lo suficientemente rígidas para fijar las fracturas estallido con una lesión severa de la columna posterior.<sup>16,135</sup> La descompresión anterior y artrodesis sin instrumentación tiene una alta tasa de pseudoartrosis y aumento progresivo de la cifosis.<sup>174</sup>

Existen diferentes tipos de instrumentación por vía anterior:

### 1.7.2.3.1. Slot-Zielke

Esta instrumentación a demostrado no ser útil para la fijación de las fracturas estallido. Been en su serie de 29 pacientes, observa en la evolución que el 41% de los pacientes presenta una pérdida de la reducción de más de 5°, y sugiere la asociación de una instrumentación vía posterior.<sup>19</sup>

### 1.7.2.3.2. Kostuik-Harrington

Esta instrumentación proporciona más estabilidad que los sistemas con una barra, pero no es tan estable en flexión como las instrumentaciones actuales.<sup>145</sup>

### 1.7.2.3.3. Syracuse I plate

Esta placa en I es una modificación de las placas de compresión dinámica de la AO-ASIF, realizada por Bayley y cols.<sup>16</sup> Estos autores creen que para tratar las fracturas estallido estables es suficiente con esta placa vía anterior, pero cuando tratamos estallidos inestables se debe asociar una instrumentación posterior. El principal problema de esta placa es el colapso del injerto con la pérdida de los tornillos de la placa.

### 1.7.2.3.4. Dunn III

Consiste en dos clamps largos unidos a los cuerpos vertebrales superior e inferior a la vértebra fracturada, conectados de forma secundaria con barras. Los resultados con este

tipo de instrumentación son buenos y los estudios biomecánicos muestran que es tan estable como las barras de Harrington en flexión, extensión e inclinación lateral, y más estableces en rotación.<sup>81,82</sup> Sin embargo esta instrumentación se ha dejado de comercializar por la alta tasa de lesión de los grandes vasos que produce.<sup>35</sup>

#### 1.7.2.3.5. Kaneda

Diseñada por Kaneda y cols. a partir de 1980.<sup>135</sup> Esta instrumentación es biomecánicamente similar a la Dunn III, pero no protuye tanto y se coloca lateralmente. Si esta instrumentación se coloca correctamente el riesgo de lesión de los grandes vasos es bajo. Kaneda y cols. en su serie de 12 pacientes logran una corrección de la cifosis de 21° pre-operatoriamente a 9° en el seguimiento.<sup>135</sup> En la actualidad la instrumentación de Kaneda es la más utilizada en el tratamiento de la fracturas estallido para la fijación anterior después de la descompresión anterior. Hay que considerar determinados puntos técnicos en su colocación. La instrumentación es un sistema de distribución de cargas que estabiliza el sólido y bien colocado injerto óseo. En los casos de fracturas estallido con lesión severa de la columna posterior esta instrumentación no es suficiente a pesar de su rigidez.

#### 1.7.2.4. Doble abordaje

Consiste en la descompresión en primer lugar por vía anterior y luego la instrumentación por vía posterior. Esta doble vía esta indicada en:<sup>33,78,114,235</sup>

- fracturas estallido inestables con lesión severa de la columna posterior.
- existencia de una cifosis postraumática, con dolor incapacitante, progresión de la deformidad o aumento del déficit neurológico.
- si existe una cifosis inicial mayor de 50° debe asociarse un tiempo anterior a la fijación posterior.

Shiba y cols. presentan una serie de 40 fracturas estallido a nivel tóraco-lumbar y lumbar, tratadas mediante descompresión anterior y fijación posterior corta con tornillos transpediculares utilizando la instrumentación de Zielke. La cifosis preoperatoria es de 14° de media y se corrige a 7° de lordosis postoperatoria. En el seguimiento la media es de 4° de lordosis (perdida de corrección de 3°). Existe una tasa de fusión del 98%, con fallo de la instrumentación de uno de los 40 pacientes.<sup>241</sup>

## 1. Introducción

---

### 1.7.2.5. Nuevas vías de tratamiento

En la actualidad existen nuevas vías de tratamiento de las fracturas estallido como son el acortamiento vertebral,<sup>220</sup> instrumentaciones posteriores cortas asociadas con vertebroplastia o cifoplastia,<sup>2,44,48,50,170,189,246,270,271,272,273</sup> utilización de bloques de titanio transpediculares.<sup>159</sup> Pero más estudios clínicos son necesarios para evaluar sus resultados a largo plazo.

### 1.7.2.6. Gestos quirúrgicos asociados

Una vez comentadas las diferentes instrumentaciones que se pueden utilizar en el tratamiento quirúrgico de las fracturas estallido del área tóraco-lumbar, enumeraremos una serie de gestos quirúrgicos que se pueden asociar o no.

#### 1.7.2.6.1. Descompresión del canal

La mayoría de los autores aceptan el tratamiento quirúrgico de la fractura estallido con un déficit neurológico progresivo asociado.<sup>130,150,177,224,226</sup> Numerosas series demuestran la mejora significativa en el estado neurológico después del tratamiento quirúrgico, en pacientes con un déficit neurológico incompleto.<sup>22,43,79,129,184,254</sup> El objetivo de la cirugía, en esta circunstancia, es obtener una adecuada descompresión anatómica de los elementos neurales para restaurar las dimensiones del canal, una realineación de la columna y una estabilización rígida de los segmentos lesionados, proporcionando las condiciones más adecuadas para la recuperación neurológica hasta que se obtenga la consolidación.<sup>31,109,210,212,269</sup> El grado de ocupación del canal en el momento de la lesión se relaciona con la severidad del déficit neurológico, pero el momento óptimo (“*timing*”) de la descompresión quirúrgica no se correlaciona con el grado de recuperación neurológica.<sup>25,106,153</sup> Además, hay que considerar la remodelación del canal que se produce con el tiempo, disminuyendo el compromiso en más de un 50% tanto en el tratamiento conservador como en el quirúrgico.<sup>6,54,57,278,290</sup>

Existen diferentes vías para obtener la descompresión del canal.

##### 1.7.2.6.1.1. Descompresión posterior directa

La descompresión en las fracturas estallido mediante laminectomía está contraindicada. La laminectomía desestructura la columna posterior, contribuyendo a una inestabilidad

adicional de la fractura.<sup>30,139</sup> Los elementos neurales son comprimidos anteriormente y al menos que el estallido se produzca en la lordótica columna lumbar, la retirada de la lámina no logra la descompresión. Una excepción, a lo comentado previamente, son los pacientes con una fractura de la lámina asociada a la fractura estallido. En estos pacientes se ha observado una mayor incidencia de desgarros dures, con atrapamiento de los elementos neurales en el lugar de la fractura.<sup>37,70</sup> Cammisa y cols. revisan su serie de 60 fracturas estallidos, donde observan 30 pacientes con asociación de fractura de la lámina, de los cuales 11 presentan un desgarro dural. Cuatro de los 11 pacientes (un 6% del total de la serie) presenta elementos neurales interpuestos en el lugar de la fractura de la lámina. Estos autores concluyen que en los pacientes con fractura de la lámina asociada y déficit neurológico se debe realizar una descompresión a través de un abordaje posterior para evitar la posibilidad de que los elementos neurales sean atrapados en el lugar de la fractura y reparar el desgarro dural si esta presente.<sup>37</sup>

#### **1.7.2.6.1.2. Descompresión postero-lateral**

En determinadas ocasiones, a través de un abordaje transpedicular o una costo-transversectomía, se gana acceso para comprimir en dirección anterior los fragmentos óseos.<sup>63,106,188</sup> McAfee y cols. (1982) en su serie de 16 fracturas estallidos inestables tratadas con instrumentación de Harrington y descompresión postero-lateral, presentan 12 pacientes con un déficit neurológico incompleto. Los resultados son: 2 mejoran dos grados en la escala de Frankel, 7 mejoran 1 grado y 3 no mejoran. Se incluyen 8 pacientes con lesión del cono medular y en 5 observan una resolución completa del déficit. Ninguno de los pacientes presenta un deterioro neurológico en el seguimiento.<sup>177</sup> Sin embargo, la visualización limitada y en ocasiones la necesidad de manipular o retraer los elementos neurales hacen que estas técnicas sean subóptimas en la mayoría de los pacientes con lesiones traumáticas de la columna tóraco-lumbar y afectación neurológica.

#### **1.7.2.6.1.3. Descompresión posterior indirecta**

Se basa en el efecto de la ligamentotaxis que se obtiene con las instrumentaciones con distracción posterior (ya comentado en el apartado **1.7.2.1**). El efecto de la distracción produce como resultante una fuerza directamente anterior sobre los fragmentos óseos retropulsados. La eficacia de la descompresión indirecta es mayor cuando la cirugía se realiza dentro de los siete primeros días de la lesión.<sup>55,75,88,282</sup> Esta técnica es menos

## 1. Introducción

---

efectiva cuando la ocupación inicial del canal es mayor del 67%, lo cual se asocia con mayor prevalencia de rupturas del ligamento anular.<sup>110</sup>

### 1.7.2.6.1.4. Descompresión anterior

Muchos autores creen que el canal es descomprimido más eficazmente desde una vía anterior, al ser la localización principal de la compresión neurológica, y no requerir la manipulación de los elementos neurales.<sup>113,180</sup> Bradford y McBride, comparan en pacientes con fractura vertebral en la unión tóraco-lumbar y lesión neurológica la descompresión anterior frente a la posterior. La recuperación neurológica después de la descompresión es de un 88% en el grupo anterior y de un 64% en el grupo posterior. Estos autores piensan que los peores resultados en el grupo posterior se deben al mayor compromiso residual de canal restante después de la descompresión, demostrado por TAC.<sup>31</sup> A pesar de lo comentado previamente, existen otros estudios que no demuestran diferencias significativas en el resultado funcional final entre la descompresión anterior directa y la posterior indirecta.<sup>20,89,108,142</sup>

### 1.7.2.6.1.5. Remodelación del canal medular

Un punto comentado previamente, es la remodelación del canal medular que se produce con el tiempo secundario a la reabsorción ósea. La causa de esta remodelación no se sabe. Se inicia por el fragmento-pico aislado (“*widow`s peak*”) en la porción anterior del canal, seguido de una reabsorción principalmente lateral, devolviendo al canal estenótico una forma de corazón. Normalmente se preserva un pico óseo en plano medio sagital, que a largo plazo también se reabsorbe, devolviendo al canal su forma típica oval. Desde el punto de vista anatómico, las áreas laterales de máxima reabsorción ósea se corresponden con el plexo venoso longitudinal antero-interno. Estos vasos, quizás, ejercen una influencia mecánica a través de las pulsaciones en la reabsorción del fragmento.<sup>196</sup>

Para valorar esta reabsorción / remodelación se utiliza el TAC. Se utilizan cortes realizados a través de la mitad del pedículo, que casi siempre incluyen la región del foramen basi-vertebral, demostrando la zona de máximo compromiso del canal. Permittiéndonos realizar comparaciones y minimizando los errores debidos a las variaciones en el ángulo de ataque y grosor de los cortes realizados.<sup>196</sup> Numerosos artículos demuestran que la reabsorción ósea se produce tanto con el tratamiento conservador<sup>42,57,72,96,133,150,240,276,284,290</sup> como con el

tratamiento quirúrgico<sup>57,110,133,155,196,240,247,278,290</sup> de las fracturas estallido del área tóraco-lumbar. Krompinger y cols. demuestran una remodelación ósea en 11 de 14 pacientes con un compromiso de canal inicial mayor del 25%. El proceso de remodelación depende del tiempo de seguimiento y de la edad del paciente “siguiendo las principios de remodelación ósea aplicando stress”.<sup>150</sup> Chakera y cols. demuestra una resolución espontánea de las medidas del canal previamente estenótico en 13 de 15 fracturas estallido entre los 3 meses y 14 años.<sup>42</sup> Willen y cols. demuestra una reabsorción del fragmento en el 51% de los pacientes que presentan un estrechamiento del canal menor del 50%.<sup>284</sup> Si el estrechamiento es mayor del 50% la reabsorción no se produce.<sup>283</sup> Esto contrasta con los hallazgos de Mumford y cols. que observan una remodelación en todos los canales con más de 50% de compromiso. En su serie demuestran una mejoría del 36% pre-operatoriamente frente al 17% en el post-operatorio. Esta remodelación es mayor en mujeres y jóvenes que en varones y mayores.<sup>196</sup> De Klerk y cols. demuestran en pacientes tratados de forma conservadora, que cuanto mayor es el compromiso del canal, mayor es el grado de reabsorción. La edad se correlaciona de forma inversa con el porcentaje de reducción de la estenosis del canal.<sup>72</sup> Johnsson y cols. en su serie de tratamientos conservadores y quirúrgicos demuestran una reducción media del canal del 29% al 14%, en un tiempo medio de 31 meses. Concluyen que la remodelación se produce independientemente del tipo de tratamiento efectuado.<sup>133</sup> Shen y cols. presentan una retropulsión inicial media del 34% en el diámetro medio-sagital. Este disminuyó al 15% en el primer año debido a la reabsorción de los fragmentos óseos.<sup>240</sup>

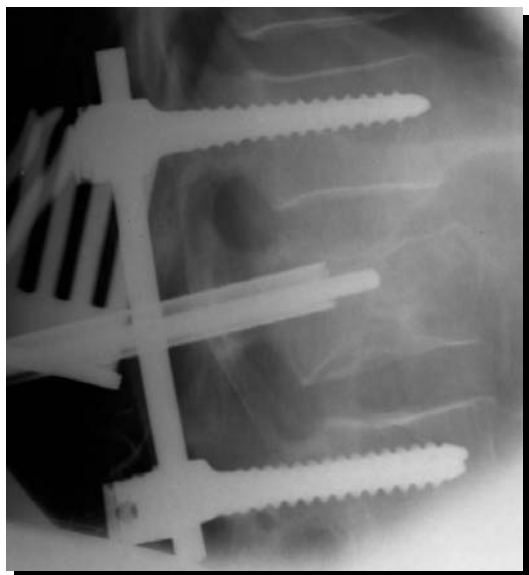
#### 1.7.2.6.2. Injerto transpedicular

Introducido por Daniaux en 1982.<sup>61</sup> Las fracturas estallido se caracterizan por una pérdida del soporte anterior del cuerpo vertebral. En esta circunstancia las fuerzas de inclinación que se producen sobre los tornillos adyacentes del montaje son considerables, especialmente cuando la fractura se localiza en la unión tóraco-lumbar. Con la finalidad de evitar la fractura por fatiga de los tornillos transpediculares, se coloca el injerto por vía posterior a través de los pedículos en la mitad anterior del cuerpo vertebral (Figura 1.17). La cantidad de injerto necesaria para rellenar el defecto es sorprendentemente grande.<sup>74,75</sup> La restauración de la altura del cuerpo vertebral mediante la instrumentación, unido al relleno con injerto óseo del vacío producido por la fractura, aumenta la rigidez del montaje disminuyendo el riesgo de deformidad secundaria.<sup>3,52,61,62,74,155,165,187,203,205</sup> Por el contrario,

## 1. Introducción

---

existen otros autores que demuestran la no utilidad del injerto transpedicular para evitar la pérdida de corrección y la ruptura de los tornillos transpediculares en el tiempo.<sup>8,22,102,144,250</sup> Alanay y cols. en su estudio prospectivo randomizado sobre 10 fracturas tóraco-lumbares tratadas con injerto transpedicular y 10 sin injerto, concluyen que el injerto intra-somático transpedicular no es útil para disminuir la alta tasa de fracasos de las instrumentaciones cortas con tornillos transpediculares (50% en el grupo con injerto y 40% en el grupo sin injerto).<sup>8</sup> Fredrickson critica el trabajo previo argumentando que sólo se basa en criterios radiológicos y que existen otros criterios (clínicos, funcionales) que también influyen en el resultado. Pero también está de acuerdo que el injerto transpedicular no es útil para prevenir la pérdida de corrección o la ruptura de los tornillos.<sup>102</sup>



**Figura 1.17.** Fractura estallido de L1. Técnica de colocación del injerto óseo vía posterior transpedicular.

### 1.7.2.6.3. Injerto postero-lateral

Como se comenta al inicio la fractura estallido de la unión tóraco-lumbar es una lesión inestable. Para evitar el desarrollo de una inestabilidad tardía, que puede condicionar una clínica neurológica, cifosis residual sintomática, la mayoría de los autores están a favor de la fusión / artrodesis de los segmentos lesionados.<sup>3,88,89,90,132,147,155,165,195,233</sup> Esta fusión en los abordajes posteriores se logra mediante la colocación de injerto óseo a nivel postero-lateral, con el objetivo de conseguir un sólido bloque óseo. El origen del injerto óseo para la artrodesis e injerto transpedicular es el autólogo de cresta iliaca, en la mayoría de los casos. Uno de los principales objetivos de cualquier tipo de instrumentación es aumentar la

probabilidad de que la fusión ósea se produzca de una forma satisfactoria.<sup>147,187</sup> Dickman y cols. en un meta análisis observan que la tasa de fusión es mayor en las instrumentaciones con tornillos transpediculares (99,4%) que con los sistemas de barras-ganchos (96,9%) o en las instrumentaciones anteriores (95,9%).<sup>77</sup> Lindsey y Dick observan que tras retirar el instrumental siempre existe una pérdida de corrección a expensas del disco superior, y no en el cuerpo vertebral. Concluyen que la artrodesis de los segmentos incluidos en la instrumentación por vía posterior unido al injerto transpedicular puede ser efectivo para evitar este problema.<sup>165</sup> Existen otros autores que van más lejos.<sup>63,144,195,220</sup> Dicen que a pesar de la fijación posterior con artrodesis siempre existe una pérdida de corrección segmentaria en el tiempo a expensas del espacio discal lesionado que condiciona un fallo de la instrumentación (50% en la serie de Müller y cols.<sup>195</sup>). Para evitarlo proponen la retirada del material discal lesionado a través de una vía transpedicular y su sustitución por injerto óseo, buscando una fusión inter-somática anterior.

Existen otros autores que no realizan fusión posterior o postero-lateral de rutina, incluso en los segmentos móviles afectados. El objetivo es mantener una buena movilidad segmentaria, principalmente en gente joven, tras la retirada del material de osteosíntesis. Otras ventajas son: menor agresión quirúrgica sobre los tejidos blandos necesaria para colocar el injerto, disminución en la pérdida sanguínea intra-operatoria, menor tiempo quirúrgico y evitar las complicaciones en la zona dadora del injerto.<sup>240</sup> Pero debido a las grandes fuerzas de inclinación que actúan sobre los tornillos transpediculares, se debe prestar atención a la pérdida de soporte óseo anterior, para evitar la fatiga de los tornillos. Estos autores recomiendan realizar una reparación anterior directa al mismo tiempo que la instrumentación, mediante la colocación de injerto óseo autólogo transpedicular. Consiguiéndose una sólida curación anterior e incluso una fusión intersomática espontánea anterior sin ser necesario la fusión posterior.<sup>61,74,75,125,172,203,230</sup> Estos autores indican la fusión postero-lateral del área instrumentada cuando previamente se realiza una amplia laminectomía de la misma zona y cuando existe asociación de fractura del macizo articular.<sup>75,167,203</sup>

**FACULTAT DE MEDICINA**

**DEPARTAMENT DE MEDICINA I CIRURGIA**

**HOSPITAL UNIVERSITARI de TARRAGONA JOAN XXIII**

**UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI**



**FRACTURA VERTEBRAL TIPO ESTALLIDO DE LA  
UNIÓN TÓRACO-LUMBAR.**

**ESTUDIO RADIOLÓGICO COMPARATIVO DE LOS  
RESULTADOS DEL TRATAMIENTO QUIRÚRGICO  
MEDIANTE MONTAJES POSTERIORES CORTOS CON Y  
SIN INSTRUMENTACIÓN DE LA VÉRTEBRA  
FRACTURADA.**

**José Eduardo GONZÁLEZ PEDROUZO**

**TESIS DOCTORAL**

**-2006-**