

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.²¹⁸

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.;³ Olerud y cols. presentan 20 casos;²⁰³ 22 casos en Esses y cols.;⁸⁹ 61 casos en el estudio multicéntrico de Esses y cols.;⁹⁰ Benson y cols. estudian 24 casos a nivel de la unión tóraco-lumbar;²² 22 pacientes en Escriba y cols.;⁸⁷ 33 en el estudio comparativo de Shen y cols.²⁴⁰

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)^{39,52,75,149,153,165,167,178,203,213} e incluyen los segmentos lumbares inferiores (L3, L4 y L5).^{22,43,55,93,149,167,188,195,257} 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.²⁰³ 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.²²³

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.^{3,22,75,87,88,89,90,203,218} 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.¹⁹⁵

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.^{22,39,67,75,87,90,165,195,196,268,284}

5.1.2.2. Edad

Este tipo de lesión presenta una mayor incidencia en la cuarta década de la vida.^{39,66,67,93,149,153,254} 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.⁶⁶ 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).³⁹ 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.²⁶⁸ 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).¹⁶⁵ Existen otros trabajos donde el accidente de tráfico es el mecanismo de lesión más frecuente.^{87,125,167,203,218,230}

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.^{32,144,156,184} En consecuencia es frecuente encontrarnos con lesiones asociadas en otras regiones de la anatomía.^{87,121,137} 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).¹⁸⁴ 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).²⁶⁰ Argenson y Lassale observan un 30% de lesiones asociadas a nivel periférico y visceral.¹²

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.¹⁹⁵

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).^{52,56,137,139,218,224,233,240,254,282} 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).⁶⁶ 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%).^{3,4} 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%).⁹³ Lindsey y Dick presentan 54 casos en la zona central (22 en T12 y 32 en L1), sobre una casuística global de 80 pacientes.¹⁶⁵ 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).²⁵⁴ Sjöström y cols. presentan 8 casos a nivel de T12 (12%), 43 a nivel de L1 (64%) y 16 en L2 (24%).²⁴⁸ 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%).²⁶⁸ 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%).²⁴⁰

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.^{3,22,39,43,48,55,66,89,90,149,155,167,177,203,244,247,247,257}

En nuestro estudio clasificamos la lesión neurológica según la Escala de Frankel y cols.⁹⁹ 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.^{31,85,99,284} Por lo tanto, esto nos puede llevar a errores en la interpretación de los resultados, al ser diferente el estadiaje entre las diferentes Escalas.⁷⁷ 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.^{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} Por el contrario otros trabajos, en menor número, presentan un deterioro en la evolución del estado neurológico,^{48,68,90,112,196} con una incidencia mayor en los pacientes tratados de forma conservadora^{68,112,196} frente a los intervenidos quirúrgicamente.^{48,90} 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 E⁹⁹) y en los que presentan una afectación neurológica completa (Frankel A⁹⁹). Por el contrario en los pacientes con una lesión neurológica incompleta (Frankel B, C y D⁹⁹) cuando la reducción y la descompresión son satisfactorias se observa una mejoría del estado neurológico.^{3,22,39,55,77,97,203,254} También observado con otras Escalas de valoración, como la ASIA⁸⁵ utilizada por Wessberg y cols.²⁷⁸

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.^{25,60,66,153,160,164,209,219,228,244,254,285,286} Por el contrario, determinados autores demuestran una correlación entre la ocupación del canal medular y la lesión neurológica.^{55,98,142,155,190,205,247,248,268} Objetivándose que cuanto mayor es la ocupación del canal medular mayor es el riesgo de déficit neurológico.^{55,190,228,248} Denis comenta que ocupaciones del canal medular mayores del 75% tienen mayor riesgo de déficit neurológico, que ocupaciones entre el 25 – 50%.⁶⁶

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.²⁸⁹

5.1.2.7.1. Clasificación de Denis⁶⁶

Según la *Clasificación de Denis* la fractura estallido se describe como el tipo **II** y a su vez diferencia 5 subtipos.⁶⁶ 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%).⁶⁶ 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%).⁵⁵ 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%).⁴³ 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%).²² 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%).¹⁹⁶ 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%).²¹⁸ 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%).²⁴⁸ 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%).²⁶⁸ 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%).²⁴⁰ 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.¹²⁵ 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.⁶⁶ Este tipo de fractura se produce solo a nivel de L3 y L4.¹³²

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.¹³²

5.1.2.7.2. Clasificación de Magerl y cols.¹⁷³

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.¹⁷³ 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 Denis⁶⁶ 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,¹⁷³ 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 A3.¹⁷³ Müller y cols. en su serie de 20 fracturas presentan 14 clasificadas como A3.2 (70%), sin diferenciar los distintos subgrupos.¹⁹⁵ 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%).¹⁵⁶ 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.¹⁴⁴ Knop y cols. no establecen una correlación entre la severidad de la fractura tóraco-lumbar, clasificada según Magerl y cols.,¹⁷³ y los hallazgos radiológicos en el seguimiento.¹⁴⁴

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.^{39,43,79,87,88,89,153,177,203,218,240, 247,248,250} La mayoría de los autores, al igual que nosotros, coinciden que cuanto antes se efectúe la intervención quirúrgica mejor.^{20,249,282} Porque la distracción es útil fundamentalmente durante las dos primeras semanas para conseguir la reducción indirecta de los fragmentos intracanal.⁹⁵ 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.⁴³ 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.²⁷⁸

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.^{8,43,48,149,167,195,203, 218,247,248,288,292} 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.⁸⁹ 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.²⁰

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[®] (M.B.A.), y en un solo paciente (4,5%) se utiliza el instrumental tipo Diapasón[®] (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[®] (Sofamor); mientras que en el Centre Hospitalari i Cardiològic de Manresa en 9 pacientes (42,9%) se utiliza el Sistema Universal de Columna AO[®] (USS, Synthes-Stratec), en 3 pacientes (14,3 %) el Fijador Posterior Segmentario de Olerud[®] (PSF; ACE Medical Co., Los Angeles, CA, U.S.A.) y en un solo caso (4,8%) el Diapasón[®] (Stryker-Howmedica).

En la literatura el instrumental más utilizado y revisado es el Sistema Universal de Columna AO[®] (USS, Synthes-Stratec). Encontramos 12 artículos que lo utilizan en fijaciones bisegmentarias solo en casos de fracturas tipo estallido de la unión tóraco-lumbar.^{3,22,75,79,88,89,90,165,167,195,228,250} El segundo en frecuencia revisado en la bibliografía es el PSF de Olerud[®].^{149,203,247,248} Encontramos dos artículos que utilizan el instrumental tipo Cotrel-Dubousset[®] como instrumentación corta en caso de fracturas vertebrales.^{39,257} 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[®].⁴⁸ También encontramos artículos que no especifican el tipo de instrumentación corta utilizada en sus series.^{87,240} No encontramos ningún artículo donde se utilice en la casuística la instrumentación tipo Synergy[®], 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[®] 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.⁶¹ En la bibliografía existen autores que defienden esta teoría de la colocación de injerto transpedicular.^{3,52,61,62,74,155,165,187,203,205,247,250} 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.^{8,22,102,144,250} 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).⁸ 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.^{3,22,43,48,87,88,89,90,149,195,218,240,247,248,250} 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.¹⁶⁵ Por el contrario existen otros autores que defienden la no colocación de este injerto a nivel postero-lateral.^{61,74,75,79,167,172,203,228,230} 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.^{74,75} 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.⁵² 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.^{61,74,75,125,172,203,230} 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.¹³⁴ 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.^{3,22,39,43,48,52,74,75,87,88,89,}

^{90,149,188,195,203,218,240,247,248,250,257} 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.²¹⁸ 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.⁹⁹ 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.⁹⁹ 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.^{43,75,88,89,90,165} Y otros que realizan una descompresión posterior directa o postero-lateral.^{3,22,48,149,167,203,247,248,250} 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%).¹⁷⁷ Katonis y cols. en su serie de 30 casos presentan dos pacientes con ruptura de la duramadre (6%).¹³⁷

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.³ Varios estudios muestran infecciones profundas que se solucionan con desbridamiento quirúrgico y tratamiento antibiótico. Un paciente en la serie de Esses,⁸⁸ 2 en Benson y cols.,²² 2 en Sjöström y cols.,²⁴⁷ 1 en Speth y cols. (1995).²⁵⁰ 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%).¹⁶⁵ 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%).⁹⁰ Chang presenta un 12,12% de infecciones del tracto urinario (4 casos) en su serie de 33 pacientes.⁴³ 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.¹⁶⁷ Escriba y cols. en su serie de 22 pacientes observan 4 íleos paralíticos y 3 seromas de la herida quirúrgica.⁸⁷

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.^{43,75,87,89,195}

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.^{3,39,43,79,137,177,195,230,240}

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.^{66,93,149,153,228,244,254,268,278} Aunque en la mayor3a de los trabajos donde se menciona la duraci3n, esta se centra entorno a los 3 meses.^{55,75,188,218,247}

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.^{22,90,195,247,250} 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.²² Kramer y cols. en su serie de 11 casos retiran la instrumentaci3n por ruptura de los tornillos en 4 pacientes (36%).¹⁴⁹ 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.²⁴⁰ 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.^{52,74,75,167,203,230} 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 inmovilizadas pero no artrodesadas demuestran cambios degenerativos que pueden provoca dolor crónico y una fusión espontánea de las articulaciones facetarias.¹³⁴

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,^{196,282} 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).²³⁸ 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 ($p < 0,001$).²³⁸ Isomi y cols. demuestran con la digitalización de las imágenes un error máximo de 0,76° en las mediciones repetidas.¹²⁸

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 Denis⁶⁶ o A3 de Magerl¹⁷³)
 - 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.¹⁵¹ 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.^{67,68,117,165} 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.^{143,250} 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 Sagital⁹³ y la Angulación Regional Traumática¹², 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° en el A y 4° en el B. Pero la corrección final obtenida en el grupo A (11°) es casi cuatro veces la obtenida por el grupo B (3°), 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.^{55,89,163,177,188,230,254,257} Esto es debido a la menor variabilidad, mayor confianza y exactitud intra e inter-observador de este método según demuestran Kuklo y cols.¹⁵¹

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. ³	16°	4°	7° (12)
Benson y cols. ²²	16°	-4°	5° (22)
Cho y cols. Con PMMA ⁴⁸	20°	6°	7° (25)
Cho y cols. Sin PMMA ⁴⁸	18°	6°	12° (30)
Esses ⁸⁸	15°	3°	— (17)
Esses y cols. ⁸⁹	18°	3°	7° (20)
Esses y cols. ⁹⁰	18°	3°	— (17)
Kramer y cols. ¹⁴⁹	9°	4°	17° (33)
Lindsey y Dick ¹⁶⁵	17°	6°	15° (35)
Olerud y cols. ²⁰³	16°	7°	11° (10)
Sjöström y cols. ²⁴⁷	15°	1°	8° (13)
Speth y cols. ²⁵⁰	18°	9°	20° (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^{88,90} 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,²² 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°).²² 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.⁴⁸ 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.^{149,250} 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%.¹⁴⁹ 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.²⁵⁰ 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.^{149,250} 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.^{52,165,195}

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.¹⁵¹ 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.⁵²

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° . Esta se reduce a -11° en el post-operatorio. Y a los 77 meses de seguimiento es de 5° , 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.¹⁹⁵ Como podemos observar el comportamiento en relación a la CR2 es similar al grupo B, con una cifosis final entorno a los 5° .

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,⁶⁶ A3.1.3 o A3.2.3.¹⁷³ En la bibliografía los pocos artículos que describen este tipo de fractura sitúan su incidencia entorno al 6 %.^{66,196,240}

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.^{52,165,195} 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).²⁴⁰ 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%).⁶⁶ 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%).¹⁷³ 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.²²⁹ 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° y 4° , 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°) 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°), 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.^{3,67,68,80,143,149,165,195,248,250} 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.¹⁵¹

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. ³	19°	5°	7° (12)
Kramer y cols. ¹⁴⁹	15°	10°	16° (33)
Lindsey y Dick ¹⁶⁵	17°	8°	8° (35)
Müller y cols. ¹⁹⁵	18°	5°	9° (77)
Speth y cols. ²⁵⁰	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^{165,250} y en otras no.^{3,149,195} 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).¹⁶⁵ 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.^{149,195,250} 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. ¹⁴⁹	10°	16° (33)	6°	9	17	36%
Müller y cols. ¹⁹⁵	5°	9° (77)	4°	4	5	50%
Speth y cols. ²⁵⁰	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.^{4,165,269} 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.^{6,8,22,33,123,169,195,218}

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.^{93,252} 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).^{117,151}

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.⁸⁷ 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.⁸⁷ 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.⁸⁷ 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.^{12,39,47,51,75,88,90,137,187,291} 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,⁶⁶ por ninguno en el trabajo de Escriba y cols.⁸⁷ 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.⁸ 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%,⁸ 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).²⁵² 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°) 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° de variabilidad) e inter-observador (coeficiente de exactitud del 0,58, con un rango de $0,57 - 0,59$).¹⁵¹

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.¹⁴⁷ 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. ³	43	8	12 (12)
Alanay y cols. Con inj. ⁸	33	4	12 (34)
Alanay y cols. Sin inj. ⁸	40	6	16 (35)
Chang ⁴³	48	2	3 (22)
Cho y cols. Con PMMA ⁴⁸	55	43	43 (25)
Cho y cols. Sin PMMA ⁴⁸	48	46	52 (30)
Escriba y cols. ⁸⁷	46	—	13 (23)
Kramer y cols. ¹⁴⁹	35	18	33 (33)
Olerud y cols. ²⁰³	44	12	17 (10)
Sjöström y cols. ²⁴⁸	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.⁸⁷ 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.²⁴⁸

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.^{48,149} 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.⁸ Los estudios de Aebi y cols. y Olerud y cols.,^{3,203} 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.³ y de 10 meses en Olerud y cols.²⁰³, respecto al resto de los autores.^{43,48,87,149} Y además Olerud y cols. no realizan una artrodesis postero-lateral y retiran la instrumentación al año de evolución.²⁰³ Pero a partir del trabajo de Lindsey y Dick se indica la artrodesis postero-lateral para evitar las pérdidas de corrección en la evolución.¹⁶⁵

Chang presenta un valor de AVA a los 22 meses del seguimiento del 97% (respecto a las vértebras sanas), que es un valor excelente.⁴³ 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)⁴⁸ y Kramer y cols.¹⁴⁹ 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.⁴⁸ 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.⁸⁷ 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%.²⁴⁸

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.⁹⁴ Por el contrario otros autores no están de acuerdo con esta opinión.^{66,173,178}

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.^{3,248,250}

	% AVP		
	Pre-operatoria	Post-operatoria	Seguimiento (meses)
Aebi y cols. ³	12	-3	3 (12)
Sjöström y cols. ²⁴⁸	8	2	— (13)
Speth y cols. ²⁵⁰	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.³

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 acuñamiento¹⁶⁵ tiene un comportamiento idéntico a los valores obtenidos en la cifosis vertebral o ángulo de acuñamiento¹⁶⁵ o ángulo de compresión anterior.⁶⁷ 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.¹⁴⁴ 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.¹⁷³, y los hallazgos radiológicos en el seguimiento.¹⁴⁴

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.^{3,165,195}

	AVA / AVP		
	Pre-operatoria	Post-operatoria	Seguimiento (meses)
Aebi y cols. ³	0,57	0,92	0,87 (12)
Lindsey y Dick ¹⁶⁵	0,61	0,83	0,81 (35)
Müller y cols. ¹⁹⁵	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).³ 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.¹⁶⁵ 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.^{165,195} 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).³ Pero como objeción, el período de seguimiento es corto (12 meses),³ respecto a los 35¹⁶⁵ y 77¹⁹⁵ 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.¹⁶²

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.^{52,137,144,161,195,230,250} 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.⁶⁶ 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.⁶⁶ 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.¹⁷⁵

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%.^{22,39,48,79,88,89,90,167,195,228,240,247,248,257,268} 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%.^{22,79,88,89,90,228,247,248,268} 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.^{6,42,57,72,96,133,150,155,196,240,247,276,278,284,290}

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%.^{3,153,163,177,228,268,278} 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%.³ 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.²⁷⁸

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.²⁶⁸

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.²⁶⁸

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).^{8,9,59,149,181,186} 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.^{8,43,48,149,167,195,203,247,248,292} 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.⁴³ Y está demostrado que las fijaciones posteriores segmentarias cortas transpedicular están asociadas con una tasa de fallos inaceptables.^{2,8,9,10,22,39,48,90,91,137,149,159,181,186,188,195,232,250,257,262} 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.^{76,187} 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.^{20,249,282}
- 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.^{3,43,71,75,100,141,203,211,212}
- 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.¹⁸⁷
- 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.²⁴⁰
- La colocación de injerto transpedicular para rellenar el vacío producido al restaurar la altura del cuerpo vertebral fracturado.^{3,52,61,62,74,155,165,187,203,205}
- 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.^{3,88,89,90,132,148,155,165,187,195}

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.^{149,186} 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.¹⁸⁶ 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 ⁸	IS	20°	4°	8° (34)	%AVA	33%	4,2%	12% (34)	Si	50%
Alanay y cols. SIN injerto ⁸	IS	20°	2,4°	8° (35)	%AVA	40%	5,8%	16% (35)	Si	40%
Benson y cols. ²²	1	16°	-4°	5° (22)	-	-	-	-	Si	25%
Carl y cols. ³⁹	1	-	7°	6° (23)	AVA/AVP	0.71	0.77	0.74 (23)	Si	26%
Cho y cols. SIN PMMA ⁴⁸	1	18°	6°	12° (30)	%AVA	48%	46%	52% (30)	Si	22%
Esses y cols. ⁹⁰	1	18°	3°	- (17)	-	-	-	-	Si	7%
Kramer y cols. ¹⁴⁹	1	9°	4°	17° (33)	CV	15°	10°	16° (33)	Si	36%
Lindsey y Dick ¹⁶⁵	1	17°	6°	15° (35)	CV	17°	8°	8° (35)	No	6%
McNamara y cols. ¹⁸⁸	1	5°	4°	13° (22)	AVA/AVP	0.61	0.83	0.81	Si	46%
Müller y cols. ¹⁹⁵	2	4°	-11°	5° (77)	%AVA	54%	53%	- (22)	Si	46%
Speth y cols. ²⁵⁰	1	18°	9°	20° (35)	CV	18°	5°	9° (77)	Si	50%
Stephens y cols. ²⁵⁷	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.¹⁸⁶ 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.¹⁸⁷ A diferencia de los artículos donde se instrumenta la vértebra fracturada que no presentan fallos en el montaje vertebral.^{87,218,240} 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).²⁴⁰

La ruptura de los tornillos de la instrumentación no significa un mal resultado clínico.^{8,9,10,48,165,195,230} Stephens y cols. en su serie de 16 pacientes tratados mediante instrumentación tipo CD[®], 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.²⁵⁷ Atribuible a que la construcción falla con las cargas repetidas que se producen durante la curación debido a la distribución de las cargas.¹⁸¹ 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[®] 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[®].³⁹ Benson y cols. (1992) presentan un 25% de fallos de la instrumentación tipo Fijador Interno de AO[®] (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.²² Luego existe una disociación clínico – radiológica,²² también comentada por otros autores.^{6,8,33,169,195,218} 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[®] (68% de la serie).¹⁸⁶

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.¹⁴⁹ Datos similares a los presentados por Müller y cols. y Shen y cols.^{195,240} 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.^{9,10,39,148,262} 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.¹³⁷ 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.⁷⁷

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.^{234,289}

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.