

# UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



## TRABAJO DE GRADO PROGRAMA DE CIRUGÍA COLUMNA VERTEBRAL, PELVIS Y ACETÁBULO

### APLICACIÓN DE TORNILLOS TRASPEDICULARES Y MEDICION DEL DIAMETRO PEDICULAR EN COLUMNA TORÁCICA: DESCRIPCIÓN DE TÉCNICA QUIRÚRGICA Y DISECCIÓN ANATÓMICA EN CADAVER

**Dr. Leonardo José Jaimes Sepúlveda. ¥**

**Dr. Fernando Alvarado Gómez. ¥**

**Teniente Coronel Medico Fernando Torres Romero. φ**

**Dr. Cristian Alberto Rojas Herrera\***

**¥ Ortopedista – Traumatólogo. Especialista en Entrenamiento Programa de Especialización en Cirugía de Columna Vertebral, Pelvis y Acetábulo – Universidad Militar Nueva Granada – Hospital Militar Central – Servicio de Ortopedia y Traumatología, Bogotá, D.C**

**φ Ortopedista – Traumatólogo. Docente Programa de Especialización en Cirugía de Columna Vertebral, Pelvis y Acetábulo – Universidad Militar Nueva Granada. Jefe Clínica Pelvis y Acetábulo - Servicio de Ortopedia y Traumatología - Hospital Militar Central, Bogotá - D.C.**

**\*Residente tercer año Ortopedia Ortopedia y Traumatología  
Universidad Nacional de Colombia – Servicio Ortopedia y Traumatología  
Hospital El Tunal**

Asesor académico

Dr. Víctor Arrieta Cirujano de Columna, Pelvis y Acetábulo Hospital Militar Central

Asesores Metodológicos

Dr. Henry Oliveros Anestesiólogo Intensivista Epidemiólogo

Dra. Adriana Bohorquez - Psiquiatra

**HOSPITAL MILITAR CENTRAL  
DEPARTEAMENTO DE ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGOIA  
BOGOTA D.C.  
2011**

## CONTENIDO

Resumen	5
Introducción	6
Metodología	7
Tipo de estudio	7
Identificación y Formulación del problema	7
Justificación	7
Objetivo general	8
Objetivos secundarios	8
Población de estudio	8
Criterios de inclusión	8
Criterios de exclusión	8
Técnicas de recolección de información	8
Variables del estudio	9
Procedimiento de recolección de información	9
Plan de análisis	9
Implicaciones éticas	9

Marco teórico	10
Protocolo de disección en medicina legal, ubicación y medición de pediculos con colocación de tornillos transpediculares en columna torácica	21
Resultados	25
Discusión	28
Recomendaciones	30
Anexo # 1	31
Presupuesto	32
Agradecimientos	33
Referencias bibliográficas	34



## **Aplicación de tornillos traspediculares en columna torácica: Características anatómicas pediculares en disección cadavérica y descripción de técnica quirúrgica**

Autores: Leonardo Jaimes, Fernando Alvarado, Fernando Torres Romero, Carlos Carmona Lorduy, Diego Muñoz, Christian Rojas.

**Diseño:** Descriptivo

### **Introducción**

En la evolución de las técnicas quirúrgicas eficientes para la instrumentación de columna, Boucher desarrolló hace varias décadas los tornillos pediculares para la columna lumbar siendo este el inicio al uso seguro y generalizado de los tornillos pediculares en la columna torácica. Son una alternativa a los alambres laminares, ganchos pediculares, ganchos transversos así como para los ganchos facetarios y laminares. De acuerdo a Dennis mecánicamente los tornillos son superiores involucrando los tres pilares de la columna vertebral no solo el pilar posterior. Aunque existen métodos para el uso seguro de los tornillos pediculares en la instrumentación posterior de la columna torácica, el reconocimiento anatómico apropiado con sus variantes ayudan al éxito de su procedimiento quirúrgico. Este trabajo describirá las características anatómicas de los pedículos torácicos en una muestra cadavérica, además de la técnica quirúrgica para la aplicación de tornillos pediculares en la columna vertebral por vía posterior en población colombiana, la cual difiere de otras poblaciones, como la europea o anglosajona siendo estas últimas el blanco para publicaciones científicas referentes al tema. Así también se describen los beneficios y riesgos inherentes al uso de los tornillos pediculares en la columna torácica.

### **Materiales y Métodos**

Disección cadavérica en humanos, aislando 92 pedículos torácicos describiendo altura, ancho y longitud, separando los pedículos de acuerdo a su lateralidad, desde T4 hasta T12. Cada vertebra fue removida de su localización anatómica, retirando todos los tejidos blandos asociados.

### **Resultados**

Existe variación en la orientación y forma de los pedículos de acuerdo a la localización anatómica y al lado analizado, así como en longitud y diámetros. Longitud 10.7mm promedio altura 7.5mm y ancho 5mm. Para la técnica a “mano alzada” (free hand technique) los cambios mesurables propios del segmento torácico son importantes para la correcta instrumentación con tornillos pediculares. Un adecuado conocimiento de la anatomía pedicular torácica minimiza los riesgos inherentes a la técnica quirúrgica.

Palabras clave: Tornillos pediculares, Columna torácica, instrumentación torácica

## INTRODUCCIÓN

En la evolución de las técnicas quirúrgicas eficientes para la instrumentación de columna, Boucher(1) desarrolló hace varias décadas los tornillos pediculares para la columna torácica siendo este fue un paso posterior al uso seguro y generalizado de los tornillos pediculares en la columna lumbar. Se consideran una alternativa a los alambre laminares, ganchos pediculares, ganchos transversos así como para los ganchos facetarios y laminares. De acuerdo a la teoría propuesta por Dennis (2) mecánicamente los tornillos son superiores involucrando los tres pilares de la columna vertebral no solo el pilar posterior.

Es responsabilidad del equipo encargado de llevar pacientes al quirófano para procedimientos posteriores en la columna vertebral desarrollar métodos apropiados para el posicionamiento de estos implantes, creando un ambiente idóneo pensando primeramente en la seguridad del paciente.

Aunque existen métodos para el uso seguro de los tornillos pediculares en la instrumentación posterior de la columna torácica(3), el reconocimiento anatómico apropiado con sus variantes y distintos problemas pueden ayudar relevantemente al cirujano para el éxito de su procedimiento quirúrgico.

En el presente trabajo se describirá la técnica quirúrgica para la aplicación de tornillos pediculares en la columna vertebral por vía posterior en una muestra cadavérica de Colombia, la cual difiere de otras poblaciones, como la europea o anglosajona siendo estas últimas en el blanco para publicaciones científicas referentes al tema, así como también se describen los beneficios y riesgos inherentes al uso de esta instrumentación.

## METODOLOGÍA

### **Tipo de estudio**

Estudio observacional descriptivo, tipo serie de casos, retrospectivo, realizado en disección cadavérica en el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses de la ciudad de Bogotá D.C

### **Identificación y Formulación del problema**

Dentro de las técnicas de instrumentación posterior de la columna se encuentran los tornillos pediculares, el cual es reconocido por su estabilidad en comparación a otros sistemas. Aunque su uso es más frecuente en la columna lumbar, el uso de los tornillos pediculares en la columna torácica o dorsal es cada vez mayor. La aplicación de tornillos pediculares en la columna torácica requiere una técnica quirúrgica demandante incluso en manos de cirujanos de columna experimentados. La descripción de las características anatómicas de los pedículos de las vertebrae torácicas o dorsales en cadáveres puede mejorar la técnica de aplicación de los tornillos pediculares.

### **Justificación**

Dentro de la comunidad médica colombiana existe controversia acerca del uso de tornillos pediculares en la instrumentación posterior de la columna torácica. Existe la percepción que aunque son implantes adecuados para el segmento torácico, existen otros sistemas conservadores que pueden ser mas seguros para el paciente. El aspecto mas relevante para que no exista disposición por parte de los Ortopedistas – Cirujanos de columna para el uso de estos, es la anatomía propia del segmento torácico con las relaciones neurovasculares.

El conocimiento de la técnica quirúrgica y de la anatomía para el posicionamiento de los tornillos pediculares en la columna torácica brinda a los pacientes posibilidades de correcciones con menores deformidades residuales de forma segura y eficiente. Los tornillos pediculares son una opción dentro del armamentario quirúrgico que debe tenerse en cuenta, dadas sus ventajas biomecánicas en comparación a sistemas desarrollados con anterioridad

## **Objetivo General**

Describir las características anatómicas de los pedículos vertebrales torácicos o dorsales en una muestra tomada en disección cadavérica en sus diferentes segmentos con respecto a longitud altura, diámetro en el plano transversal y en el plano cefalocaudal.

## **Objetivos secundarios**

- Describir las características anatómicas y clínicas del abordaje quirúrgico para la aplicación de tornillos pediculares realizada en cadáveres
- Describir las características anatómicas relevantes para el Ortopedista – Cirujano de columna para la aplicación de tornillos pediculares en la columna torácica
- Describir la técnica de aplicación de tornillos pediculares en la columna torácica.
- Determinar las complicaciones inherentes al abordaje y a la técnica quirúrgica

## **Población de estudio**

6 cadáveres N.N. de personas entre 22 años y 59 años de edad, hombres, los cuales se encontraban en la Morgue del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses de la ciudad de Bogotá D.C

## **Criterios de inclusión:**

- Cadáveres de personas mayores de 18 años y menores de 60 años quienes presenten integridad de la columna vertebral y que se encuentren disponibles para disección previa autorización del Instituto

## **Criterios de exclusión**

- Cadáveres con patologías de columna previas encontradas durante la disección
- Cadáveres en que no exista autorización explícita por parte del instituto de medicina legal y ciencias forenses para realizar disección.

## **Técnicas de recolección de la información**

- Edad
- Sexo
- Uso de instrumento para recolección de información para tabulación



### **Variables del estudio**

Edad: Cuantitativa. Edad del cadáver

Sexo: Nominal 1. Masculino 2. Femenino

Longitud pedicular: Cuantitativa: medida en milímetros

Altura pedicular: altura del pedículo: Cuantitativa. Medida en milímetros

Diametro transverso pedicular: Cuantitativa. Medida en milímetros

Diametro Craneocaudal pedicular: Cuantitativa. Medida en milímetros

Complicaciones: Nominal. No se presentaron

### **Procedimiento de recolección.**

Se realizó una tabla diseñada con las variables importantes para llevar a cabo el estudio. Las medidas de los pedículos torácicos son llevados en una tabla diseñada en Excel para estudiar cada vertebra Anexo 1.

### **Plan de análisis**

Programas de análisis: Se usaron los programas EXEL para realizar el análisis estadístico y el programa WORD para procesamiento del texto. Se realizará una descripción narrativa de las características de la aplicación de los implantes y de la técnica quirúrgica

### **Implicaciones éticas**

La Universidad Militar Nueva Granada tiene convenio de cooperación vigente con el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses en donde establece en la autorización para realizar estudios científicos. El Instituto autorizó realizar disecciones cadavéricas con fines académicos, por lo cual al no incluir cadáveres del Hospital Militar Central, no requiere estudio de comité de ética de esta institución. Las fechas de las disecciones se asignaron por la Coordinadora de Disección del anfiteatro del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses Dra Martha Agudelo de acuerdo al cronograma establecido para las universidades que tienen convenio con dicha institución.

## **APLICACIÓN DE TORNILLOS TRASPEDICULARES EN COLUMNA TORÁCICA: DESCRIPCIÓN DE TÉCNICA QUIRÚRGICA Y DISECCIÓN ANATÓMICA EN CADAVER**

Boucher en los años 50's introdujo los tornillos pediculares en la columna vertebral (1) siendo popularizados por Roy-Camille en los años 60's (4). Aunque se reconoce ampliamente los beneficios que presenta este tipo de instrumentación a otras mas tradicionales en la columna torácica, al momento no existe una distribución amplia de esta técnica dado el temor de que pueda existir una lesión neurológica irreversible que con otros elementos quirúrgicos puede no presentarse(5).

Lesiones traumáticas así como corrección de escoliosis idiopática en pacientes jóvenes así como la corrección de cifosis inaceptable son escenarios donde es usada la técnica de los tornillos pediculares en columna torácica por vía posterior(5,9). Biomecánicamente los tornillos pediculares toman como sitio para realizar su fijación y por ende para soportar la corrección aplicada en un acto quirúrgico las tres columnas descritas por Dennis, anterior media y posterior(6); siendo superior que la fijación realizada con ganchos y alambres en donde se realiza la fijación sobre la columna posterior.

Existen diversos métodos para la aplicación adecuada de los tornillos pediculares: la técnica a mano alzada o freehand placement(6) , la técnica apoyada en radiografías convencionales intraoperatorias(7), con fluoroscopia intraoperatoria para cada tornillo(7), asi como técnicas de fijación solo torácica como la descrita por Suk y colaboradores(5).

Independiente de cual sea la técnica de elección por el cirujano de columna todas comparten el mismo posicionamiento del paciente asi los primeros pasos de esta. En algunas instituciones el apoyo sobre en cual se deja el paciente en decúbito prono puede variar (rollos, soportes en silicona, soportes metálicos con apoyos blandos.



Figura N° 1 Posicionamiento del paciente

El paciente debe encontrarse posicionado de cubito prono, sobre soportes uno izquierdo y otro derecho de forma tal que mantenga la pared torácica anterior libre para permitir la expansión torácica, siendo los soportes lo suficientemente largos para que lleguen distalmente a las espinas iliacas anterior y superior(8), teniendo en cuenta que el área del hueco axilar debe estar libre para evitar lesiones del plexo braquial. La pared abdominal anterior debe también mantenerse libre permitiendo el vaciado del plexo venoso vertebral, ayudando esto a disminuir el sangrado intraoperatorio. (Fig N°1)

Preferiblemente debe realizarse graficación de la incisión en la línea media de la columna dorsal, para lo cual las apofosis espinosas de C7 y T1 tienen relevancia en la orientación y direccionamiento así como puede tomarse también el pliegue glúteo. La disección inicial comienza centrándose en las apófisis espinosas, despegando la musculatura paravertebral de las apófisis espinosas y parcialmente de las laminas, ayudándose con separadores para mantener el campo quirúrgico abierto. Acto seguido se debe continuar con la elevación de la musculatura de forma lateral finalizando la disección laminar y continuando hasta la apófisis transversas (Fig N°2).

Durante toda la disección debe prestarse adecuada atención al sangrado, dado que la longitud de la disección así como su magnitud lleva a que el sangrado pueda ser abundante.

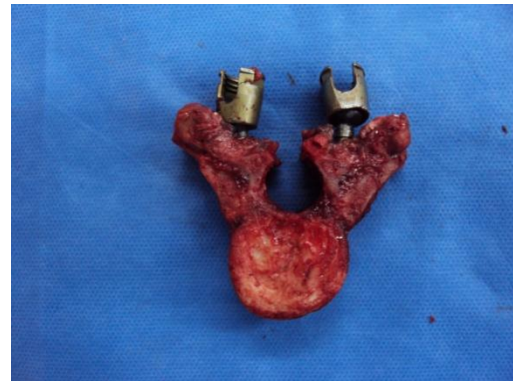
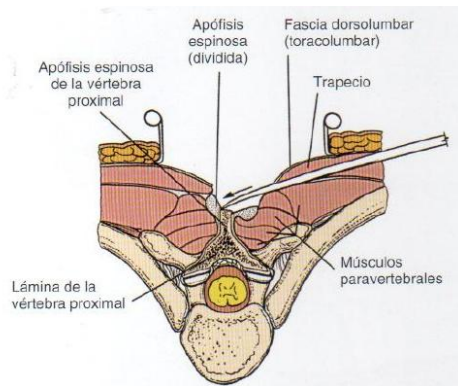


Figura N°2 Anatomía vertebral (19) y comparación para posicionamiento de tornillos pediculares

Para la aplicación de los tornillos se puede dividir en pasos:

1. Exposición vertebral: Después de la disección vertebral debe realizarse limpieza de los tejidos blandos de las facetas articulares, removiendo además 3-5mm inferiores de la faceta articular inferior, elevando además el cartílago articular(5).
2. Punto de entrada del tornillos: Muchos estudios hablan acerca de la variabilidad de las dimensiones pediculares que pueden existir entre individuos. Para esto puede ser útil la radiografía prequirúrgica del paciente. Se inicia en la vértebra mas distal que no se encuentre rotada, de tal forma que para T12 el punto de entrada se encontrara en una línea que corte a la mitad el proceso trasverso uniéndose con la lamina en el borde lateral de la pars articularis. A medida que se avanza en sentido cefálico el punto de entrada tiende a ser mas superior y medial. Entre T7 y T9 es donde se encuentra el punto se entrada mas medial de todas las vértebras en la unión del borde del proceso transversos y ligeramente lateral a la porción media de de la base del proceso articular superior. A partir de este nivel, hacia cefálico, se encuentra mas lateral y caudal. A nivel de T4 se encuentra de en una línea que se encuentre en el tercio superior del proceso transversos y un punto lateral a la pars articularis. Por último en las últimas dos vértebras superiores se encuentra en una línea que atraviese la transversa por la mitad y otra línea en el borde lateral de la pars(Fig N°3).(6,10)
3. Marcación del sitio de entrada: Puede realizarse este procedimiento con guvea, con motor y fresa o con iniciador proveído por cada casa fabricante de instrumental. Fácilmente se visualiza hueso esponjoso el iniciador caerá unos milímetros: Inmediatamente realice palpación del ingreso realizado y continúe ingresando la lezna curva despacio el cual deberá buscar el hueso anteriormente nombrado. Una

vez alcance 20 mm de profundidad direcciónla nuevamente con un instrumento curvo, abrazando siempre el perforador manual con la mano no dominante.

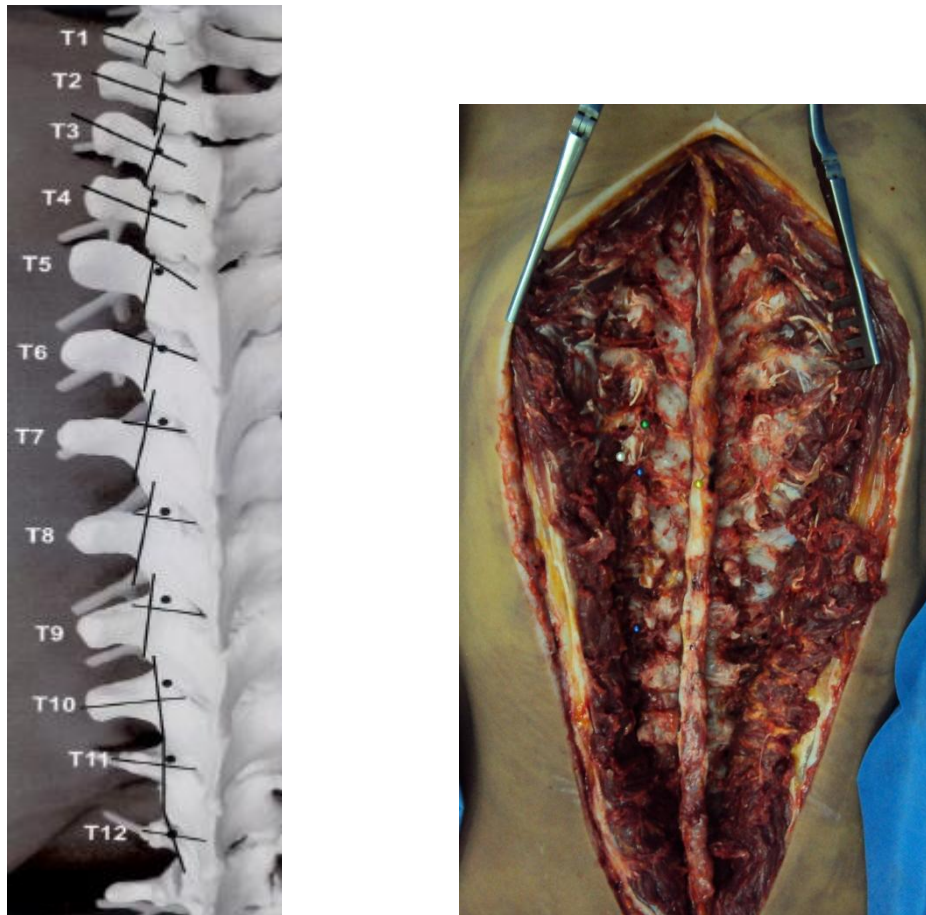


Figura N°3 Puntos de entrada pediculares para iniciados manual o con pieza de mano (6)

Después de posicionar la lesna o perforador manual lleve la perforación hasta 30 a 40mm en la columna torácica baja, 25 a 30mm en la parte media de la columna torácica y 20 a 25mm en su porción alta, esto para adultos y adolescentes. La rotación de 180° de la lezna ayudar a abrir espacio para el paso del tornillo, realizándose nuevas pruebas de integridad del canal por el cual pasa el tornillo con el palpador(5,6). (Fig N°4)

Cualquier pérdida súbita de resistencia o cualquier avance rápido puede indicar que hay una penetración de la pared pedicular.

4. Verificación del agujero de entrada y medición de la longitud del tornillos: Una vez el perforador manual o lezna es retirado debe visualizarse salida de sangre y verificar que no exista salida de liquido cefaloraquideo. Un sangrado excesivo o pulsátil pude hacer pensar que hay lesión sangrado epidural asociada a perforación de la pared medial, así como una ausencia de sangrado puede indicar una perforación de la pared lateral. Preste atención especial a los primeros 10 a 15 mm

del tracto de perforación donde se encuentra localizado el canal medular y el istmo vertebral(5,11).

5. Posicionamiento del tornillo: Una vez confirmado el trayecto del tornillo, el cual debe encontrarse sin lesiones en la pared posición el tornillo el cual debe tener al menos 5mm mas que el diámetro del orificio perforado(5,6)

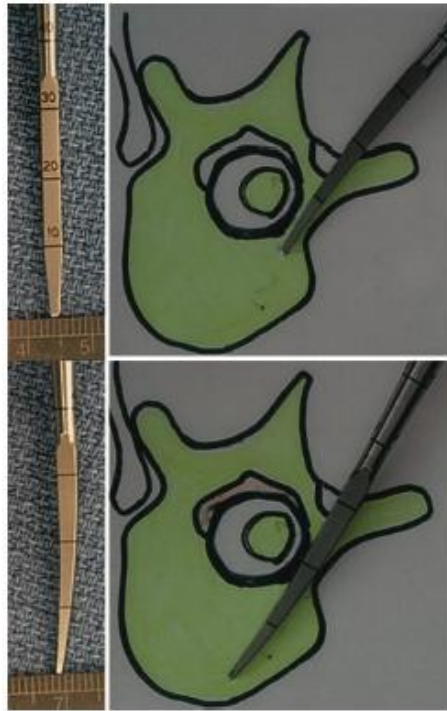


Figura N°4 Entrada de la lezna en el pedículo torácico y rotación de 90° de la lezna (6)

La longitud del tornillo debe ser medido de forma directa con los palpadores, garantizando así mismo la integridad de la pared anterior de la vertebra.

6. Confirmación de adecuado posicionamiento del tornillo: Esta verificación se puede realizar con imágenes diagnósticas, radiografías o fluoroscopia o también puede realizarse con electromiografía.

Para establecer el diámetro del tornillo debe tenerse en cuenta que para adultos el tornillos debe ocupar el 80% del pedículo y en niños puede llegar a ocupar hasta el 110% del diámetro del pedículo(5), además debe recordarse que la cortical medial es mas delgada que la cortical lateral (12)





Figura N° 5 Verificación del agujero de entrada y posicionamiento del tornillo

### **ANGULO DE ATAQUE ASOCIADO A LA LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE ENTRADA DEL TORNILLO PEDICULAR TORÁCICO**

El sitio en el cual se inicia la aplicación del implante en la vertebra es fundamental. Clásicamente se localiza en la base de la faceta articular superior, en la unión del tercio lateral con los dos tercios mediales de la faceta o del pedículo(10), con una inclinación convergente o ángulo de ataque variable de acuerdo al nivel. En T1 y T2 la angulación para la instrumentación es de 29°, descendiendo a 15° en T3, continuando dicho descenso hasta 9° en T10, aumentando en las dos últimos niveles a 11.5°. Se ha estudiado la anatomía de los pedículos torácicos con tomografía computarizada observando su composición ósea, tejido óseo cortical y esponjoso, de forma tal que se describe la posibilidad de ser tunelizado al encontrarse el paciente en cirugía. Para seguridad y certeza en la técnica el cirujano requiere conocer la posibilidad de la existencia de canales óseos conformados por el hueso esponjoso del pedículo(13)(Fig N°6). Para tal efecto se ha descrito la clasificación del canal pedicular de la siguiente manera:

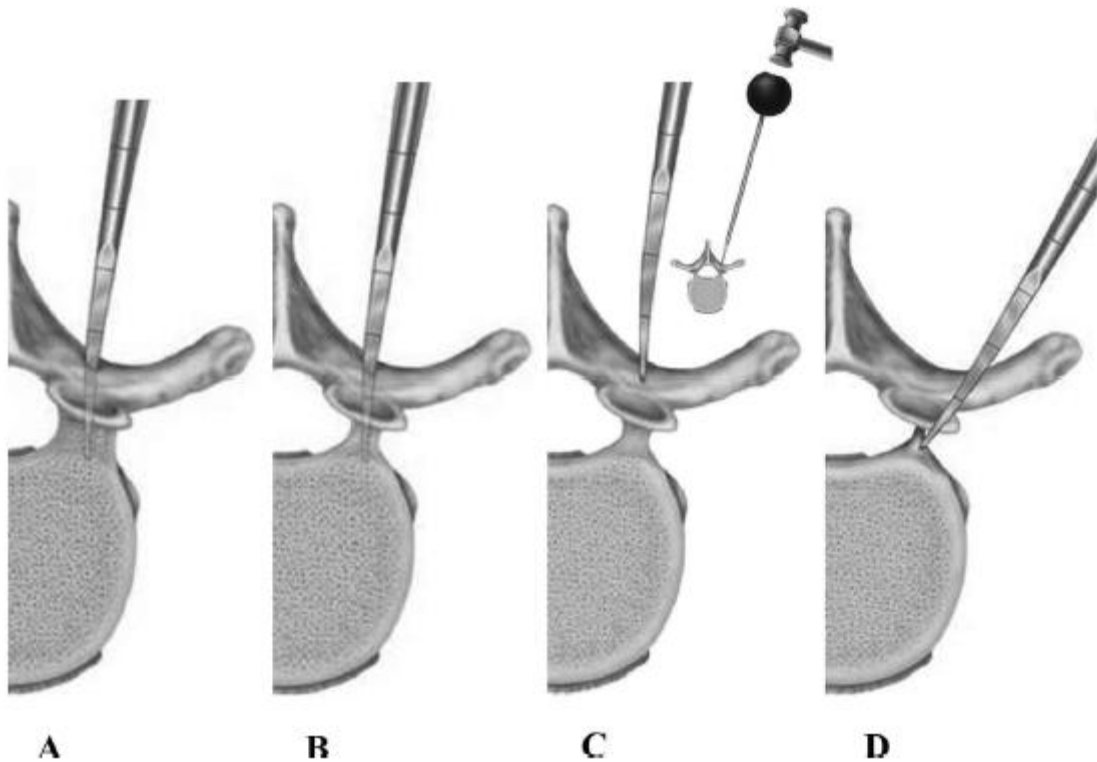


Figura N° 6 Clasificación del canal pedicular(13)

A: Canal esponjosos amplio: Pedículo amplio, paso de lezna y palpador de prueba sin dificultad

B: Canal esponjoso pequeño: Al paso de la lezna debe aplicarse fuerza moderada en comparación a un canal tipo A.

C: Canal cortical: No hay canal de tejido óseo esponjoso, la lezna debe impactarse para en el canal pedicular para que pase al cuerpo vertebral

D: Ausencia de Canal pedicular: NO es posible localizar el canal pedicular y debe el tornillo ponerse en una posición yuxtapedicular.

La clasificación se desarrollo de acuerdo a los hallazgos descritos en la tomografía de los pacientes y el la dificultad de los mismos investigadores al realizar la instrumentación pedicular en los tornillos torácicos. El cirujano de columna puede proveer la dificultad técnica previo al acto quirúrgico con una tomografía en donde se observen los pedículos, modificando su estrategia, conociendo de antemano en que niveles puede existir difícil posicionamiento de los tornillos. De acuerdo a la literatura el 90% de los pedículos se encuentra clasificado entre A y B, pero existe un 9% en donde la clasificación cobra utilidad(13). Un aspecto relevante en que en los pacientes con escoliosis de tipo congénito la tomografía revelo diferencias anatómicas



en los pedículos de una misma vertebra. En la concavidad de la curva el pedículo presenta un menor diámetro o ausencia de canal esponjoso, siendo significativamente pequeños en comparación al que se encuentra en la convexidad(12). A medida que aumenta la deformidad, así como el ángulo de Cobb disminuye la proporción de pedículos y viceversa, llegando a encontrarse canal pedicular esponjoso en el 98% de los pedículos de las convexidades(13).

### ERRORES EN EL POSICIONAMIENTO DE LOS TORNILLOS

Se encuentra descritos que en las mejores manos de cirujanos de columna pueden encontrarse los tornillos fuera de posición en el 20 a 30% del total de estos implantes colocados. Al realizarse una revisión de la literatura se encuentran largas cohortes estudios descriptivos, donde revisan al azar la posición de los tornillos, en la que aunque hay implantes fuera de su posición ideal no hay complicación clínica. Existen unos límites para considerarse que un tornillo puede estar en una posición aceptable y que no requiere reposicionamiento ni revisión(14). (Fig N°7)

1. Tornillo dentro del canal pedicular completamente: posicionamiento ideal.
2. Tornillo donde uno de los pasos de rosca se encuentra en una pared lateral pero el tornillo persiste en el pedículo
3. Tornillos que se encuentran comprometiendo 2mm de cualquiera de las paredes laterales
4. Tornillos que se encuentra dentro de la unidad pedículo-costilla (tornillo afuera adentro)

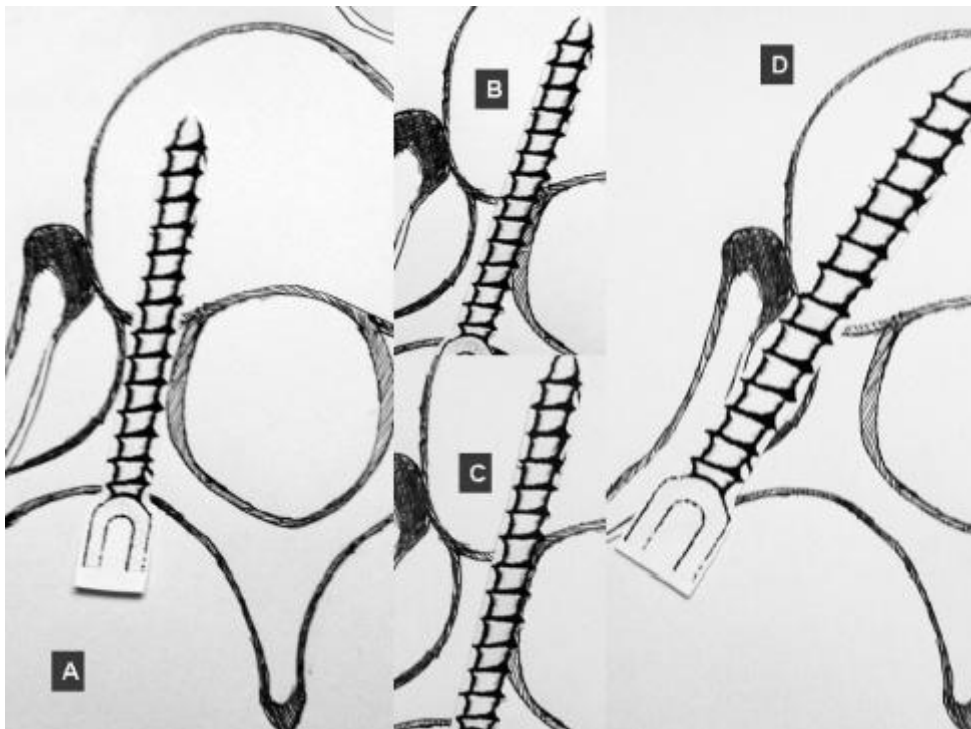


Figura N°7 Posición aceptable de los tornillos pediculares torácicos(14)

De acuerdo a la información anteriormente descrita se desarrollo una clasificación para la evaluación del posicionamiento de los tornillos pediculares en columna torácica basado en estudios imagenológicos con Tomografía Axial Computarizada(14).

Tipo I: Posicionamiento en términos aceptables (lo descrito anteriormente)

Tipo II: Todos los tornillos fuera del posicionamiento del tipo I sin ninguna complicación neurovascular neurológica o vascular

Tipo III: Posicionamiento viciado. Incluye el posicionamiento de los tornillos con complicaciones neurovasculares con lesión documentada de estructuras vitales secundaria al tornillo.

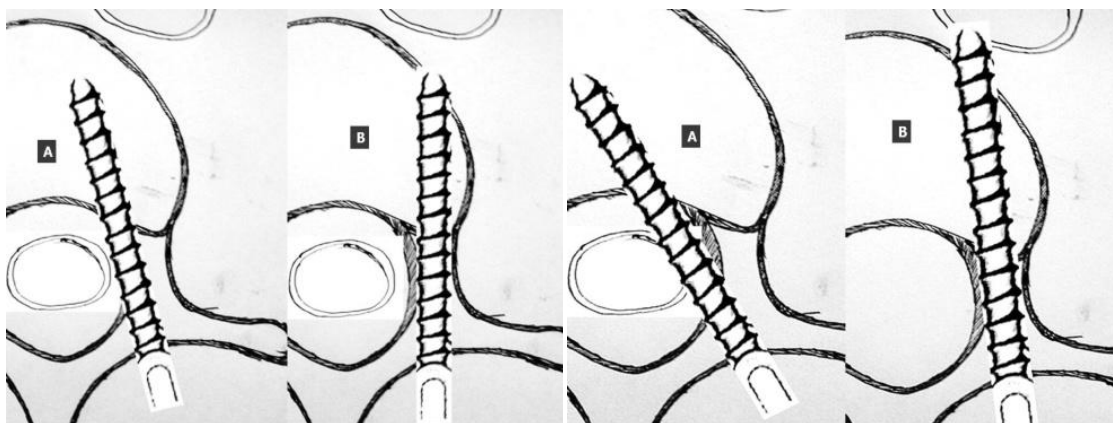


Figura N°8 Clasificación de posicionamiento inaceptable de los tornillos(14)

La invasión del implante en el canal, llamada invasión volumétrica espinal es medida de acuerdo la longitud en milímetros que se encuentra ocupando el tornillo en el canal. La máxima invasión estudiada es del 100% del volumen de un tornillos de 5.5mm, tomándose en cuenta, el espacio ocupado por el implante y el espacio que puede existir entre el tornillo y la pared medial pedicular. Exista o no este espacio, se ha llamado al área donde existe invasión zona de sombra del tornillo. Un tornillo con posicionamiento perfecto en el pedículo no presenta ocupación de volumen del canal espinal, siendo aceptable hasta una intromisión de 2mm a partir de la pared medial del pedículo(15). Los ganchos laminares y facetarios siempre presentan invasión en términos del volumen del canal, con publicaciones describiendo déficit neurológico debido al gancho(16). La aplicación de ganchos en la columna vertebral desde la introducción del instrumentación Cotrel - Dubosset ha demostrado su eficiencia en casos como la escoliosis idiopática. La instrumentación con tornillos pediculares ha ganado popularidad a medida que se pregona su seguridad en la integridad del paciente y en la corrección de deformidades evitando recidivas postquirúrgicas. Aunque los tornillos pediculares pueden presentar invasión del canal, traducido como

invasión al volumen espinal, los análisis comparativos hacen que al existir tornillos bien posicionados se disminuyan los riesgos intraoperatorios neurológicos que si pueden existir con ganchos laminares torácicos instrumentados de manera impecable, esto debido a que siempre existirá ocupación del implante en el canal medular(15).

## **TORNILLOS PEDICULARES VS GANCHOS LAMINARES**

En 1984 se introdujo la instrumentación de Cotrel – Dubosset (CDI), la cual originalmente consistía en una serie de ganchos aplicados en las láminas vertebrales unidos a barras rígidas. Previamente en la cirugía de columna se hallaba en uso la técnica propuesta por Harrington donde era predominante la distracción de la concavidad. Evolucionando con la CDI, hay un cambio en la técnica, enfatizándose en maniobras de traslación segmentaria realizado por rotación de las barras o por aproximación del segmento anatómico, siendo el estándar de oro la corrección posterior de deformidades de la columna(17). De forma más reciente, los tornillos pediculares se introducen como implantes, que de acuerdo a las teorías biomecánicas de la columna como las propuestas por, Luque, McAfee y en 1983 Denis(2), tienen ventajas comparativas con los ganchos. La teoría biomecánica de Denis describe tres columnas o pilares: anterior media y posterior. La anterior tomando la mitad anterior del cuerpo vertebral y del disco, la columna media que comprende la mitad posterior del cuerpo y del disco vertebral, y la columna posterior que ocupa el arco neural. Los ganchos, ya sean laminares o facetarios son implantes que solo se aplican en la columna posterior, sin involucrar directamente los pilares anterior y medio. Los tornillos pediculares entran por la columna posterior tomando la columna media y posterior directamente en el cuerpo vertebral. Se reporta mejor corrección y mantenimiento de esta misma con los tornillos pediculares que con ganchos laminares o facetarios en diferentes publicaciones de la literatura, para deformidades escolióticas(17), ahorrando niveles que usando ganchos pueden ser instrumentados.

La técnica de aplicación de tornillos pediculares torácicos es una preocupación constante entre los cirujanos de columna. Las características anatómicas únicas tanto neurológicas como vasculares, acompañadas de la cavidad torácica hacen que el posicionamiento de los tornillos deba ser óptimo. Las patologías propias de la columna vertebral modifican la anatomía de las áreas de inserción en aspectos como la forma la longitud y la rotación pedicular.

Al realizar la comparación con los ganchos, así estén en óptima posición, tienen mayor ocupación de espacio que un tornillo que se encuentre con una violación de la pared medial del pedículo leve o moderada y se ha demostrado que en el resultado quirúrgico en correcciones de curvas escolióticas ofrecen una mayor corrección angular primaria, con menor pérdida de la corrección e esta misma a largo plazo,

disminuyendo los niveles de fusión – longitud de la instrumentación en comparación con la instrumentación con ganchos(15).

**PROTOCOLO DE DISECCION EN MEDICINA LEGAL**  
**UBICACIÓN Y MEDICION DE PEDICULOS CON COLOCACION DE TORNILLOS**  
**TRANSPEDICULARES EN COLUMNA TORACICA. ESTUDIO EN CADAVERES**

1. Asignación de cadáver a estudiar por parte del equipo administrativo de medicina legal y ciencias forenses de Bogotá.
2. Colocación del cadáver en posición de decúbito prono.
3. Colocación de campos quirúrgicos en región torácica.(Fig N°9).
4. Marcación en piel de incisión en columna torácica

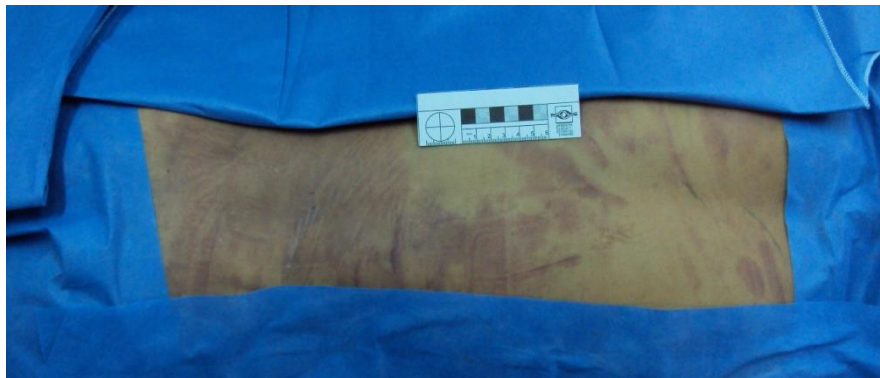


Figura N°9 Colocación de campos en región torácica

5. Incisión con bisturí de piel, tejido celular subcutáneo y fascia(Fig N°10)

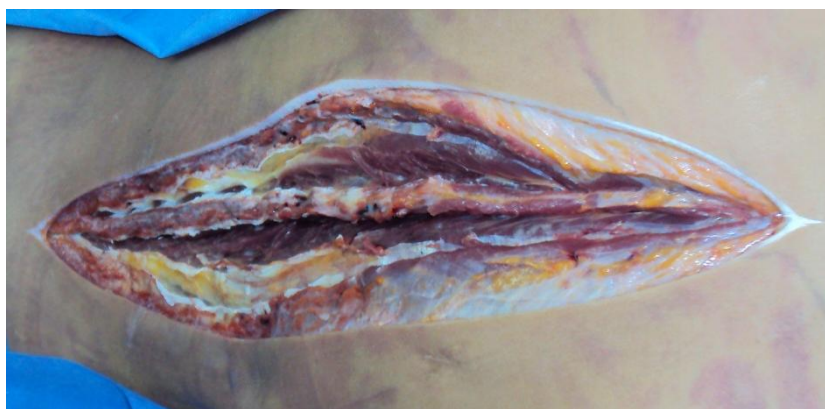


Figura N°10 Incisión y disección de tejidos blandos

6. Disección roma de musculatura paravertebral hasta las apófisis transversas con identificación de estructuras óseas(Fig N°10).
7. Marcación de estructuras con las siguientes convenciones (Fig N°11).

- a. Apófisis espinosas: amarillo
- b. Apófisis transversas: verde
- c. Facetas: azul
- d. Borde externo de facetas: blanco

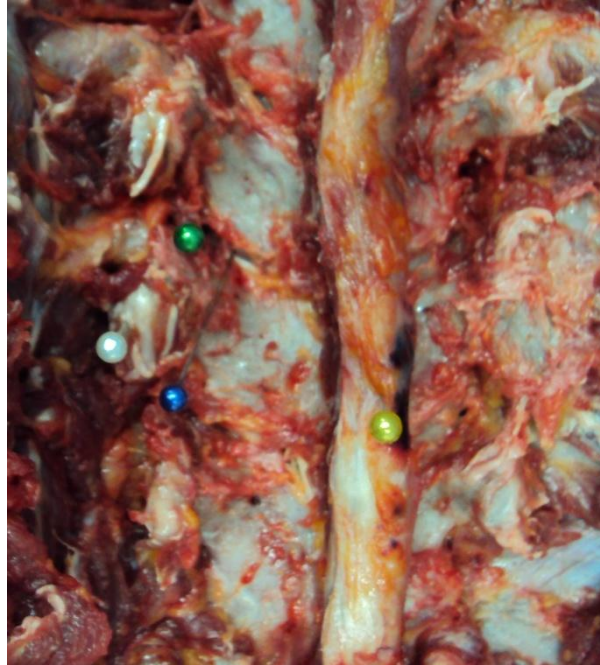


Figura N°11 Marcación de estructuras anatómicas

8. Marcación de facetas de columna torácica (Fig N°12)

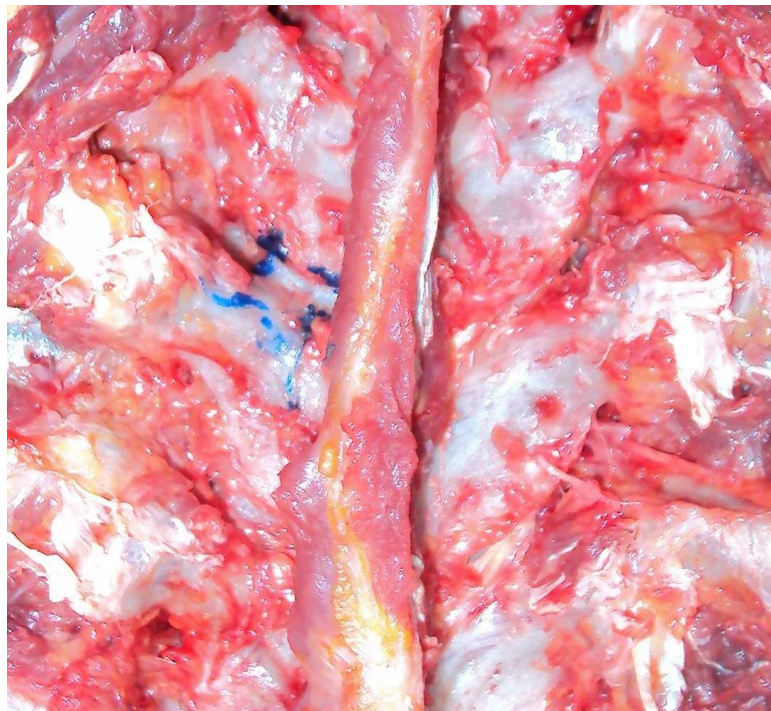


Figura N°12 Marcación de facetas en columna torácica

9. Osteotomías de borde superior de facetas en columna torácica.



10. Ubicación de punto de entrada de punzón iniciador teniendo como referencia el centro de la faceta a 3 mm distal y 2 mm hacia lateral.
11. Colocación de punzón iniciador.
12. Perforación con lezna con inclinación de 10 grados hacia media y en dirección cefálica o caudal según la vertebral
13. Palpación de túnel óseo con palpador con verificación intraosea. (Fig N°13)

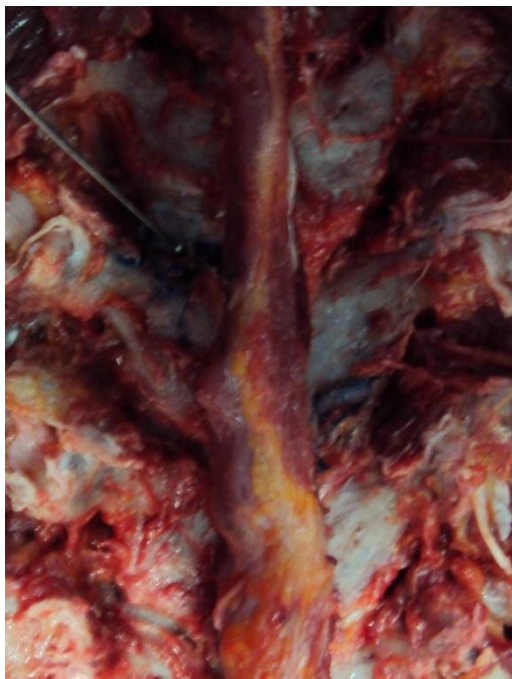


Fig N°13 Palpación del túnel óseo

14. Colocación de tornillo transpedicular en vertebra torácica (Fig N°14).

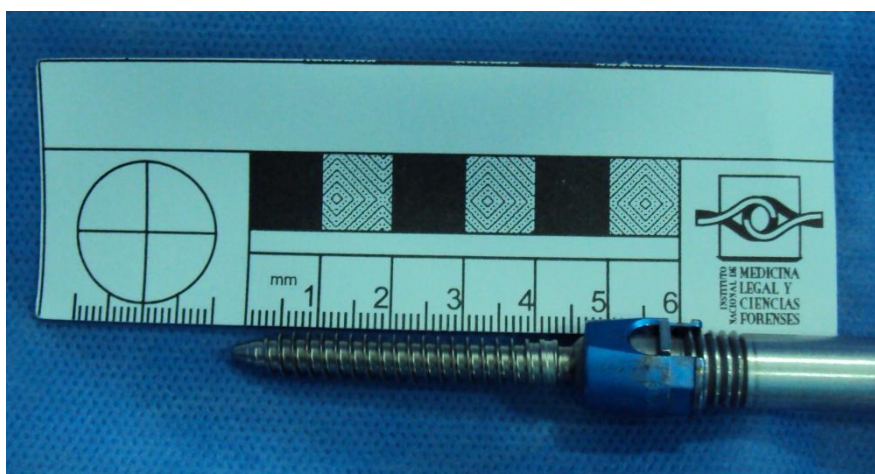


Figura N° 14 Tornillos pediculares para taller usados en cadaver

15. Realización de laminectomias de las vertebrae torácicas.

16. Extracción del espécimen con sierra neumática de la columna torácica. (Fig N°15)

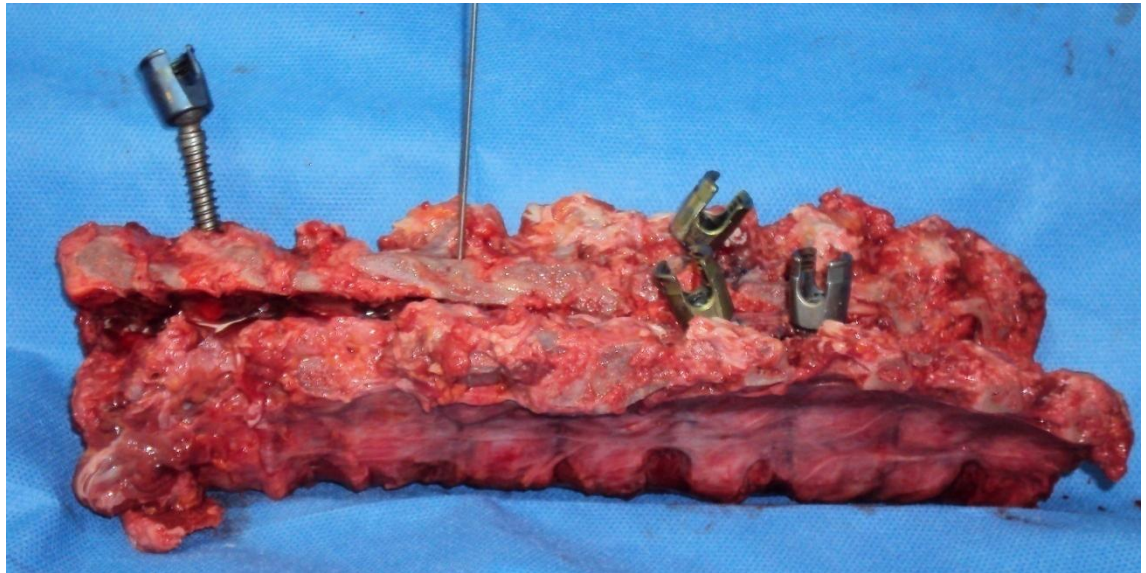


Figura N°15 Especimen de columna torácica

17. Verificación de posicionamiento de tornillos transpediculares tanto en la parte externa de la vertebrae como en el canal intramedular.

18. Realización de osteotomías de cada vertebrae para la medición

19. Medición de los pediculos de cada una de ella de manera bilateral con regla de precisión teniendo en cuenta las siguientes mediciones.

- a. Longitud
- b. Altura
- c. Diámetro en el plano transversal
- d. Diámetro en el plano céfalo caudal

20. Colocación de estructuras dentro del cadáver.

21. Cierre del cadáver.



## RESULTADOS

La práctica cadavérica brinda la oportunidad de revisar de forma metódica una técnica, en este caso para la aplicación de tornillos pediculares en columna torácica. Existen en la literatura 52 técnicas distintas solamente correspondientes al tema que corresponde al presente escrito(3). Al realizar las diferentes disecciones se encontró que la forma anatómica de las facetas articulares así como la disposición de las apófisis espinosas, hace que la lámina vertebral pueda ser disecada de forma eficiente, sin grandes espacios cubiertos de ligamento amarillo, así como también la exposición de las apófisis transversas, esenciales para el adecuado posicionamiento de los tornillos. El entrenamiento previo por los Ortopedistas – Cirujanos de Columna en la aplicación de implantes transpediculares se inicia en la columna lumbar.

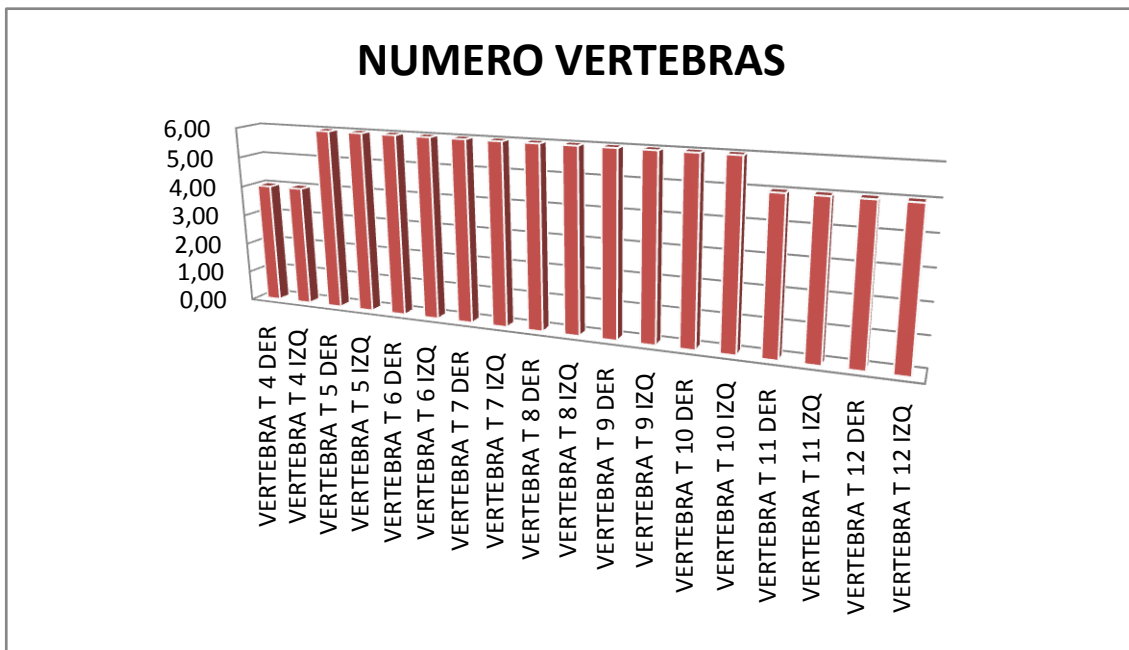
El encontrar el punto de entrada juega un papel preponderante. El primer paso es “abrir” el pedículo. Con los reparos externos correspondientes a las facetas articulares superiores y las apófisis transversas, se procede a decorticar manualmente y exponer el hueso esponjoso del pedículo. La tunelización con lezna es el momento del cual depende la posición correcta o incorrecta del tornillo. La convergencia e inclinación cefalocaudal del implante se conoce con los estudios radiográficos: La TAC proporciona información sobre el espacio o canal por el que pasará el tornillo y la radiografía la inclinación a aplicarse.

La palpación interna del túnel hecho a mano alzada con lezna revela si la posición en la cual está la perforación se encuentra dentro de los límites permitidos. Considerar desde el primer momento que las corticales pediculares torácicas son mas delgadas que en el segmento lumbar.

Se realizaron disecciones en 6 cadáveres para un total de 92 pedículos vertebrales torácicos. todos en personas de sexo masculino , se realizo disección por planos , y tomando reparos anatómicos básicos para la localización de estructuras vasculonerviosas . En cada tornillo se aplicó el protocolo de disección diseñado para el presente estudio.

Se evaluaron por niveles desde la vertebra T4 hasta la vertebra T12, tomando mediciones en tres plano , diámetro transversal , diámetro cefalocaudal y longitud del pedículo utilizando la escala en milímetros. Observamos que la estructura tridimensional del pedículo no es cilíndrica sino que tiene una zona posterior o zona de entrada esférica y una disminución del diámetro a nivel de la unión pedículo y cuerpo vertebral , obteniendo una figura no uniforme a tenerse en cuenta en el momento de la colocación de los tornillos pediculares torácicos.

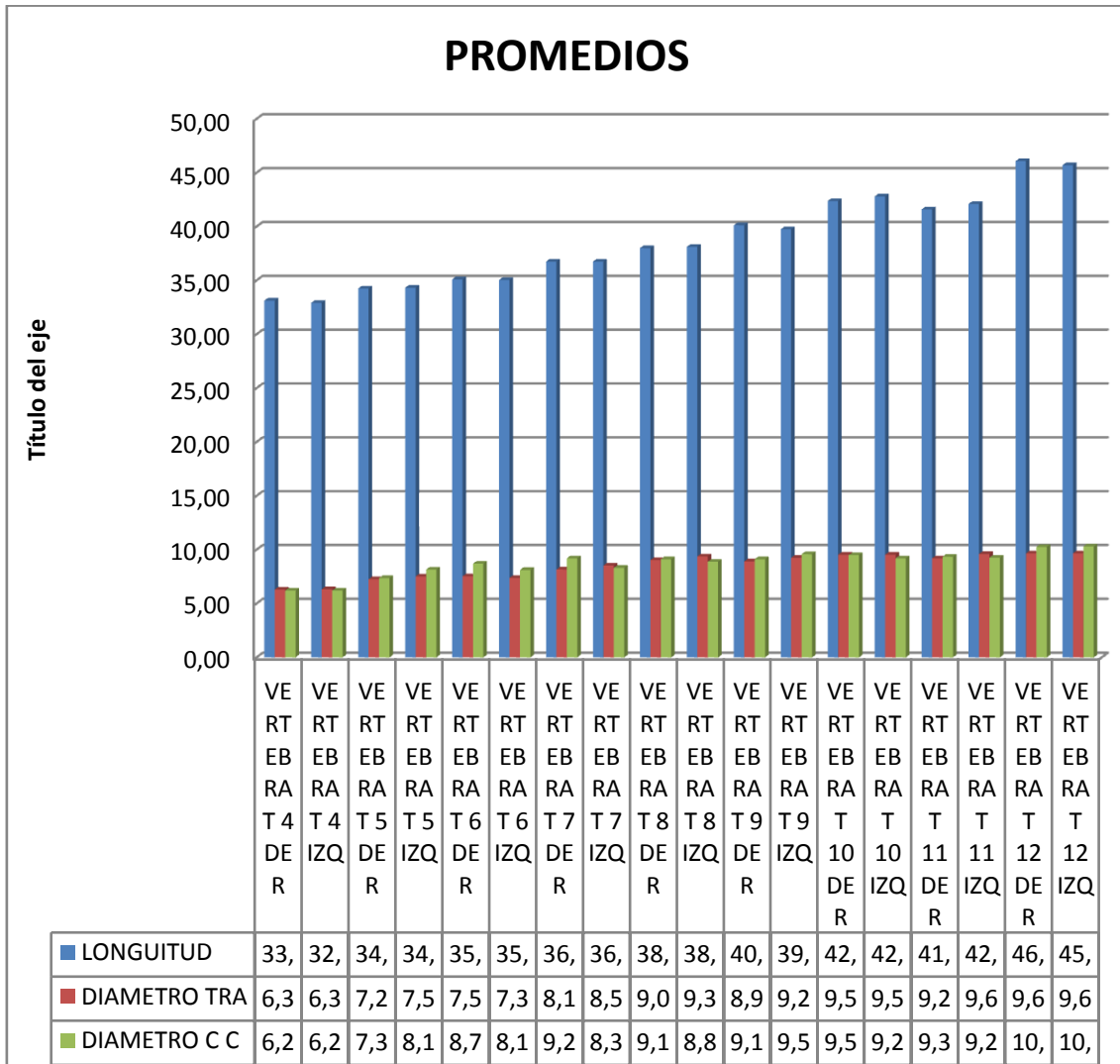
En promedio se evaluaron 5 vertebras (10 pedículos) de cada nivel torácico , observando que no hay diferencias marcadas en la longitud y diámetros de los pedículos. Tampoco hay diferencias en las medidas por lateralidad. Se colocaron tornillos pediculares multiaxiales de 5.0 x 40 mm y 5.0 x 35 mm , para verificar en las piezas anatómicas , su colocación , observando que en un 20 % (18pediculos )rupturas de la cortical lateral , y en un 10 % (9 pedículos ) ruptura de la cortical medial , de predominio en niveles por encima de T8 .



En promedio la edad de los cadáveres fue de 48 años con un intervalo entre (34 – 62 ) años , todos de sexo masculino, sin deformidades previas o lesiones en columna torácica , a cada uno de ellos se les aplico el protocolo de disección y toma de medidas, previa autorización del instituto de medicina legal.

Luego de aplicar el protocolo se extrajeron toda la pieza anatómica y se verificaron estado posicional de tornillos y ruptura de pedículos. Solo se observo esta lesión pedicular en 4 de los 92 pedículos(4.3%) y fueron en el nivel T4 y T5. La longitud y diámetro de los tornillos era mayor a lo habitual para la columna torácica ya que eran para aplicación cadavérica; se observo , lesión del cuerpo en 4 vertebras observando trazos de fractura en sus corticales posteriores zona de unión pedículo cuerpo vertebral. Ninguno de los tonillos se encontró en una posición inaceptable según la clasificación propuesta por Upendra (14). El 90% de los tornillos pediculares aplicados al revisar el espécimen cadavérico se encontraron dentro una aceptable posición,

teniendo en cuenta misma la clasificación (14). Las rupturas de la cortical medial fueron mas frecuentes a nivel de T7.



## DISCUSIÓN

En 1995 aparecen las primeras publicaciones acerca de instrumentación de la región torácica con tornillos (18). Los sistemas de fijación de la columna torácica fundamentados en tornillos pediculares ganan popularidad a nivel mundial. No es infrecuente que cada vez existan patologías en las cuales se incluyan exclusivamente en su fijación tornillos. Aunque la anatomía particular de la columna torácica hace que no exista aceptación por algunos cirujanos de columna para su uso en procedimientos usuales tales como correcciones escolióticas y cifóticas, existen múltiples publicaciones respaldando su uso(3). Las potenciales complicaciones que estas puedan presentar, ya sean neurológicas por el posible desplazamiento intracanal del tornillo al violentar la pared medial del pedículo así como respiratorias y vasculares por las estructuras vecinas crean la percepción que existen otros implantes mas seguros para la columna torácica.

Dentro de la muestra se encontró que la forma pedicular no es cilíndrica similar a lo reportado por Panjabi (12), donde realiza por medio de tomografía encuentra asimetría en forma de anterior a posterior con formas pediculares en riñón o gotas de lágrima

El riesgo presente por la mala posición de tornillos pediculares torácicos se encuentra asociado a las estructuras neurovasculares vitales que puedan verse comprometidas. En la muestra revisada la técnica a mano alzada (6) ofrece al cirujano la posibilidad de realizar una instrumentación segura sin el riesgo de irradiación que en procedimientos que requieren varios implantes puede ser amplia.

Los tornillos aplicados con adecuada técnica, deja al implante completamente aislado de las estructuras nobles circundantes, sin ocupación alguna del canal, sin contacto de ningún tipo con la fijación, teniendo en cuenta que no siempre el compromiso de las paredes pediculares indica mala posición. En la muestra cadavérica 90% de los tornillos se consideraron con posición aceptable. La evaluación posicional de los tornillos debe realizarse con radiografías y TAC. Suk (5) reporta 10% de mala posición de los tornillos tomando muestras de población de pacientes mas extensas en los cuales de forma habitual la instrumentación posterior de columna es con este tipo de fijación dejando de lado los ganchos. Solo reporta un caso de lesión neurológica resuelto en tres semanas y un caso de ruptura de la duramadre, resuelta este último con cera ósea, sin reparación directa. La fijación de columna tradicional desarrollada por Cotrel – Dubosset basada en ganchos ingresa al canal medular entrando en contacto directo con el saco dural disminuyendo el diámetro de este.

Aunque es amplia la difusión de la instrumentación posterior con ganchos, los tornillos pediculares han ganado su propio espacio en la última década, demostrando las ventajas comparativas frente a otros sistemas así como su seguridad.

## RECOMENDACIONES

- El Ortopedista – Cirujano de columna que considere dentro de su práctica habitual los tornillos torácicos debe familiarizarse tanto con la anatomía vertebral como de las estructuras nobles adyacentes
- El planeamiento quirúrgico basado en imágenes diagnósticas como radiografías convencionales y TAC dan información sobre la anatomía pedicular de cada segmento involucrado.
- Es amplia la información existente acerca de la aplicación de tornillos pediculares torácicos y su seguridad, por lo es recomendable su uso previo a los dos puntos descritos arriba
- Aunque se infiera una supuesta mayor seguridad ofrecida por implantes tradicionales como los ganchos, cualquier instrumentación presenta un potencial riesgo. Con adecuada técnica quirúrgica los tornillos son mas seguros que los ganchos
- El concepto de pilares en la columna vertebral es universalmente avanzado, siendo en el sentido biomecánico mas estable un implante que las abarque.

Anexo # 1 Tabla de recolección de datos. Medidas pediculares en medicina legal

<b>VERTEBRA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>ALTURA</b>	<b>DIAMETRO TRA</b>	<b>DIAMETRO C C</b>
VERTEBRA T 1 DER				
VERTEBRA T 1 IZQ				
VERTEBRA T 2 DER				
VERTEBRA T 2 IZQ				
VERTEBRA T 3 DER				
VERTEBRA T 3 IZQ				
VERTEBRA T 4 DER				
VERTEBRA T 4 IZQ				
VERTEBRA T 5 DER				
VERTEBRA T 5 IZQ				
VERTEBRA T 6 DER				
VERTEBRA T 6 IZQ				
VERTEBRA T 7 DER				
VERTEBRA T 7 IZQ				
VERTEBRA T 8 DER				
VERTEBRA T 8 IZQ				
VERTEBRA T 9 DER				
VERTEBRA T 9 IZQ				
VERTEBRA T 10 DER				
VERTEBRA T 10 IZQ				
VERTEBRA T 11 DER				
VERTEBRA T 11 IZQ				
VERTEBRA T 12 DER				
VERTEBRA T 12 IZQ				

## PRESUPUESTO

### Costos

Corresponden a los gastos en papelería durante la toma y recolección de información tanto en consulta externa como en la revisión de las Historias clínicas en estadística. Además de los costos de transporte destinados al desplazamiento de los investigadores hasta el instituto de medicina legal y ciencias forenses.

### Recursos humanos

Se contará con la participación del Dr. Leonardo Jaimes Especialista en Ortopedia y actual especialista en entrenamiento del programa de Cirugía de columna vertebral pelvis y acetábulo de la Universidad Militar Nueva Granada – Hospital Militar Central. Teniente Coronel Médico Fernando Torres Romero Docente del programa de cirugía de columna vertebral pelvis y acetábulo, Universidad Militar Nueva Granada - Hospital Militar Central. También el Dr Fernando Alvarado Gómez actual especialista en entrenamiento del programa de Cirugía de columna vertebral pelvis y acetábulo de la Universidad Militar Nueva Granada – Hospital Militar Central. Cristian Rojas Residente de 3er año Universidad Nacional de Columbia – Hospital el Tunal. Carlos Carmona Lorduy, Docente del programa de Ortopedia Universidad de Cartagena y Diego Muñoz, Docente Ortopedia Universidad del Cauca.

### Recursos materiales



Registros de información en anotaciones realizadas por un miembro del equipo durante la disección en físico y en registro fotográfico

### Recursos Físicos

Anfiteatro del Instituto nacional de medicina Legal y ciencias forenses de la ciudad de Bogotá D.C.

### Cronograma

La realización del proyecto se llevara a cabo en 3vmeses

	1er mes	2°mes	3° mes
Realización de disecciones cadavéricas			
Análisis de datos, presentación de resultados y conclusiones			



## **AGRADECIMIENTOS**

Al Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses por la disposición permanente de colaboración con los grupos académicos que asisten a sus instalaciones.

A todos aquellos que con su práctica profesional nos han inspirado a siempre mirar adelante con responsabilidad.

A nuestras familias por el apoyo en diferentes etapas de la realización del presente trabajo.

A nuestros colegas y compañeros

\*No se recibieron aportes económicos para este trabajo

## BIBLIOGRAFÍA

1. Boucher HH. A method of spinal fusion . J Bone Joint Surg Br 1959;41:248
2. Denis F. The three column Spine and Its Significance in the classification of acute thoracolumbar Spinal Injuries. Spine 1983;8:817.
3. Kosmopoulos V. Pedicle screw placement accuracy. A meta-analysis. Spine 2007;32:E111
4. Roy – Camille R. internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating. Clin Orthop Rel Res 1986;203:7
5. Suk SI, Kim WJ, Thoracic pedicle screw fixation in spinal deformities : are they really safe?. Spine 2001: 26: 2049-57.
6. Kim YJ, Lenke LG, Brinwell KH, Free hand pedicle screw placement in the thoracic spine: it is safe ? Spine 2004; 29: 333-42.
7. Kee D. Kim . Image- guide d thoracic pedicle screw placement: a technical study in cadavers and preliminary clinical experience. 2001. Neurosurg Focus . 10; 2; 1-5.
8. Matta J. Gonzalez M. Pasos a seguir para el montaje de cirugía de columna toracolumbar por abordaje posterior. Protocolo de manejo Hospital Militar Central. 1995
9. Belmont PJ, Klemme WR, Dhawan A. In vivo accuracy of thoracic pedicle screws. Spine 2001: 26; 2340-6
10. Hitesh N, Modi M,. Accuracy of thoracic pedicle screw using ideal pedicle entry point in severe scoliosis. Clin Orthop Rel Res. 2010: 448:1830-1837.
11. Cinotti G. Gumina S. Pedicle instrumentation in the thoracic spine: a morphometric and cadaveric study for placement of screws. Spine 1999;24:654
12. Panjabi M.M, O'Holleran JD. Complexity of the thoracic spine pedicle anatomy. 1997, Eur spine : 6;19-24}
13. Watanabe K, Lenke L. A novel pedicle channel classification describing osseous anatomy. Spine 2010: 1836-1842
14. Upendra B. Meena D. Outcome – based classification for assessment of thoracic pedicular screw placement .Spine. 2008;33; 384-390
15. Polly DW, Potter BK. Volumetric spinal canal intrusion : a comparison between thoracic pedicle screw and thoracic hooks. Spine 2004;29; 63-9.
16. Been HD. Neurologic injury after insetion of laminar hooks during cotrel dubosset instrumentation. Spine 1994;19:1402
17. Liljenqvist U, Hackenberg L, Comparative analysis of pedicle screw and hook instrumentation in posterior correction and fusion of idiopathic thoracic scoliosis . Eur Spine J 2002; 11; 336-343.
18. Suk SI. Lee CK. Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis. Spine 1995;20:1399
19. Hoppenfield S. Surgical Exposures in orthopadics. Cap 6. Columna

