

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**



FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARIA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN

ESPECIALIDAD EN:
ORTOPEDIA

**CORRECCION DE LA DEFORMIDAD ANGULAR OSEA
(GENUVALGO). ANALISIS DE LAS GRAPAS DE BLOUNT VS
PLACAS EN BISAGRA.**

T E S I S

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE MÉDICO ESPECIALISTA EN:

ORTOPEDIA

P R E S E N T A:

DR. OSCAR ANGEL CARMONA GALARZA.

PROFESOR TITULAR: DR. JUAN ANTONIO MADINAVEITIA VILLANUEVA

ASESOR DE TESIS: DR. RAMIRO CUEVAS OLIVO.

MÉXICO, DF FEBRERO DE 2013





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DRA. MATILDE L. ENRIQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA DE ENSEÑANZA

DRA. XOCHIQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ
SUBDIRECTORA DE POSGRADO
Y EDUCACIÓN CONTINUA

DR. LUIS GÓMEZ VELÁZQUEZ
JEFE DE ENSEÑANZA MÉDICA

DR. JUAN ANTONIO MADINAVEITIA VILLANUEVA
PROFESOR TITULAR

DR. RAMIRO CUEVAS OLIVO
ASESOR CLÍNICO

DR. SAUL RENAN LEON HERNANDEZ
ASESOR METODOLÓGICO

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES. MARIA ELENA Y OSCAR.

POR DARME LAS ARMAS NECESARIAS PARA ENFRENTAR LA VIDA, SU
PACIENCIA, SU ENTREGA QUE ES MI MOTOR DE VIDA.

A MI HERMANO ALFREDO.

POR ENSEÑARME LA LEALTAD Y CARIÑO

A MI ABUELA ELIEZER

POR DARME SUS BENDICIONES EN TODO MOMENTO, Y AHORA EN EL CIELO

A MI NOVIA PAMELA

POR SU PACIENCIA Y CARIÑO EN LOS MOMENTOS DIFICILES

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	7
I.I. FISILOGIA DE LAS DEFORMIDADES EN VALGO.....	7
I.II. DIAGNOSTICO DIFERENCIAL.....	10
I.III. TRATAMIENTO.....	10
I. IV. HISTORIA.....	13
I. V. TECNICA QUIRURGICA.....	22
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
III. JUSTIFICACIÓN	26
IV. OBJETIVOS	26
V. HIPOTESIS	27
VI. DISEÑO METODOLOGICO	27
VII. MUESTRA	27
VIII. MATERIAL Y MÉTODOS	27
VIII. I VARIABLES	28
VIII. II. CRITERIOS DE INCLUSION.....	28
VIII. III. CRITERIOS DE EXCLUSION.....	28
VIII. IV. CRITERIOS DE ELIMINACION	28
VIII. V. ANALISIS ESTADISTICO	29

IX. RESULTADOS	30
X. DISCUSIÓN	32
XI. CONCLUSIONES	37
XII. BIBLIOGRAFÍA	38
XIII. ANEXOS	41

I. INTRODUCCION

Las deformidades angulares como el genoalگو y el genovaro, son preocupaciones comunes en los primeros años de vida y una de las principales consultas del medico ortopedista. Para la mayoría de los niños, el problema representa una variación fisiológica normal, y esta corrige espontáneamente con el paso del tiempo. En algunos otros casos una alineación patológica conduce a problemas estéticos o funcionales que requieren ser manejados de forma quirúrgica (1).

El adecuado conocimiento de la historia natural de las deformidades angulares y de los patrones normales de crecimiento son necesarios para evaluar y saber diferenciar una mala alineación en todos aquellos menores que valoramos a diario en la consulta, con ello poder dar un adecuado seguimiento y tratamiento, así como una buena orientación a los padres del problema por el que acuden con sus hijos.

I.I FISILOGIA DE LAS DEFORMIDADES EN VALGO

La evaluación clínica de las deformidades angulares debe incluir una historia familiar amplia, la cual es necesario tener una descripción detallada del inicio y la progresión de la deformidad. Un niño en el que se observa una deformidad angular sintomática o en aquel que presenta una breve historia de una progresión rápida en la deformidad de los miembros pélvicos debe hacer

sospechar de una enfermedad concomitante como por ejemplo, un trastorno neurológico congénito, tumores o infecciones (1,2).

El niño normal en los primeros años de vida por lo general al estar de pie con las piernas abiertas, la grasa subcutánea puede enmascarar una angulación fisiológica en varo. La torsión tibial interna a menudo acompaña al genovaro fisiológico, y esta se acentúa mientras el niño se encuentra de pie o caminando. El pie plano y la torsión tibial externa puede acompañar al genovalgo y del mismo modo acentuar el aspecto de las rodillas valgus. El niño debe ser observado de pie, con especial atención a las rodillas durante la fase de apoyo para determinar si se produce una deformidad lateral (genu varo) o medial (genu valgo). Los niños con varo o valgo fisiológico en las rodillas por lo general no muestran dicha deformidad. Sin embargo, en condiciones patológicas dicha desviación es a menudo una incompetencia de los ligamentos de la rodilla. Esta incompetencia ligamentaria aumenta el potencial de progresión de forma continua de la deformidad (3).

La historia natural del genovaro y genovalgo fisiológico ha sido definido por Salenius y Vankka, ellos estudiaron el desarrollo del ángulo tibio-femoral en 1480 niños normales (Fig. 1), describiendo que el ángulo tibio-femoral durante el primer año es de 15 grados en varo, y a medida que el niño se acerca a los 18 meses el ángulo se incrementa gradualmente a la posición neutra y las extremidades inferiores aparecen rectas. Durante el segundo y tercer año de vida, aumenta el ángulo tibio-femoral a un promedio de 12 grados de valgo, durante los años siguientes, el valgo poco a poco se reduce a la de la edad del adulto, siendo 7 grados en el hombre y 8 grados en la mujer (2).

Al obtener una radiografía Anteroposterior de las rodillas para medir el ángulo tibio-femoral de forma adecuada, las piernas se deben colocar en rotación neutra, ya que si colocan en rotación externa se reducirá la deformidad en valgo y en rotación interna aumentará.

En el pasado, los autores han recomendado el uso de la distancia entre los cóndilos femorales para medir el genuvaro y la distancia entre los maléolos de los tobillos para medir el genuvalgo. Estas medidas nunca se han mostrado tan exactas o reproducibles y no permiten la variación normal en la longitud de las piernas (4,5).

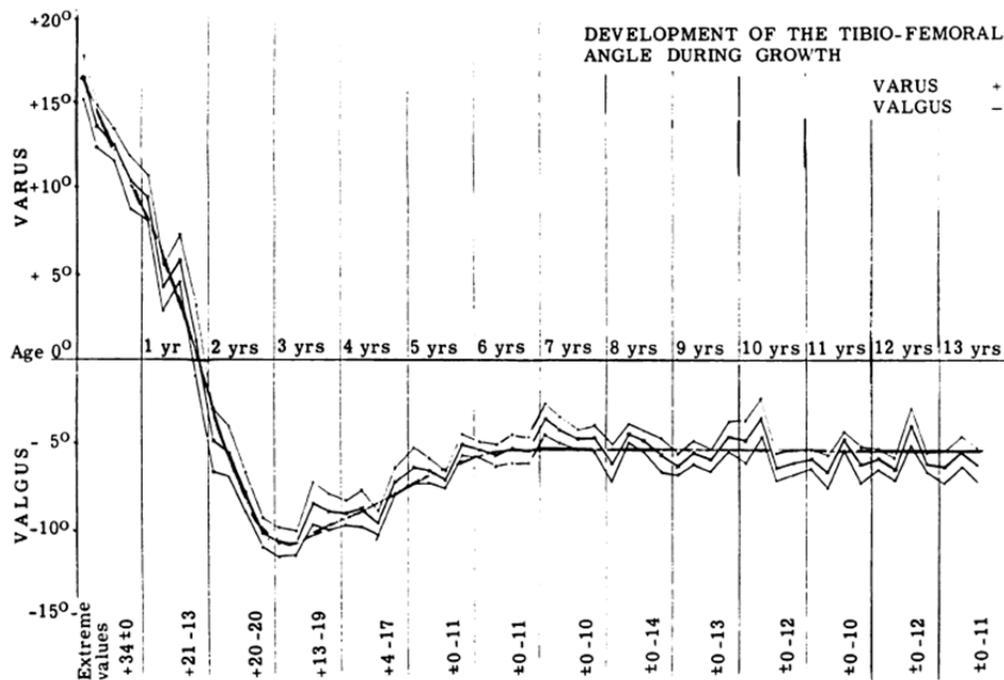


Fig1.

I. II. DIAGNOSTICO DIFERENCIAL

El diagnóstico diferencial incluye la enfermedad ósea metabólica, como el raquitismo, valgo postraumático, o displasia esquelética, y Osteomalacia.

El genu valgum puede resultar del sobre crecimiento de la tibia proximal medial, seguido a una fractura de la tibia proximal conocida como fractura de Cozen, o a una lesión fisaria lateral distal del fémur. Las displasias esqueléticas más comúnmente asociados con el genu valgum son la displasia condroectodérmica conocida como la enfermedad de Ellis-van Creveld, las mucopolisacaridosis tipo IV y finalmente la displasia espondiloepifisaria tardía (1,6,7).

I. III. TRATAMIENTO.

El tratamiento conservador de la rodilla valga incluye la educación de los padres con respecto a la historia natural del valgo fisiológico. Si en el medio pie, la rodilla o en las piernas el dolor es significativo, los aparatos ortopédicos pueden brindar algún alivio de los síntomas, pero esto no alterara la alineación de los miembros inferiores.

Las férulas no están indicadas para el tratamiento del genu valgum fisiológico, pero si en aquellos casos, para la corrección del valgo en niños menores de 4 años en quienes también están recibiendo tratamiento para enfermedades metabólicas, tales como el raquitismo; el tratamiento quirúrgico por lo general se puede aplazar hasta la edad de 10 a 11 años (4).

La corrección de valgo en el niño esqueléticamente inmaduro, con 1 a 2 años de crecimiento restante se puede lograr por medio de la hemiepifisiodesis, preferentemente con colocación de las grapas de Blount (2,4).

La colocación de las grapas en los niños pequeños a menudo resulta en una corrección rápida (dentro de 4-6 meses), pero una vez retiradas las grapas la reanudación del patrón de crecimiento normal de la fisis en la actualidad crea incertidumbre por la posibilidad de una recurrencia en la deformidad angular de las extremidades inferiores (4).

Una vez que se ha conseguido un valgo adecuado, las grapas deben ser retiradas para evitar una sobrecorrección en varo de las rodillas. Una lesión de la fisis subyacente puede causar una disminución parcial del crecimiento. El cierre prematuro fisario no representa problema si está cercano al final del crecimiento del menor, sin embargo, en aquellos niños en donde existe la posibilidad de varios años para el cierre de la fisis esta situación crea un conflicto en la toma de decisión de colocar las placas a edades tempranas (4,7).

A menudo el genoalگو surge principalmente desde el fémur, sin embargo, no es correcto asumir que esto siempre es el caso para las deformidades en valgo. La alineación anatómica del fémur y la tibia deben ser evaluados por separado; a pesar de que la deformidad puede estar presente sólo en un hueso (1).

La colocación de las grapas en el fémur y la tibia se puede considerar, si la edad ósea estimada para el cierre de la fisis es menor de 18 meses, para proporcionar una corrección máxima (2).

La técnica de la colocación de las grapas, aunque es simple, requiere de tomarse en consideración detalles importantes. La técnica de colocación, el tamaño de la grapas, y el seguimiento son tres puntos claves para este procedimiento.

Las grapas son generalmente colocadas extraperiostealmente y deben abarcar la fisis pero no de forma excesiva, se deben colocar de forma paralela a la fisis, requiriendo en ocasiones cierta orientación oblicua a nivel de la cortical externa de la metafisis del hueso; el uso de un intensificador de imágenes facilita su colocación y previene de errores. Dos grapas por localización son generalmente suficientes, tres pueden ser utilizadas si el hueso es inusualmente largo (4,8).

Los seguimientos deben ser evaluados con un eje mecánico con intervalos de 3 meses, algunas correcciones de la deformidad deben observarse a los 3 a 6 meses después de la cirugía. Una vez que un eje mecánico fisiológico se ha obtenido en el niño, las grapas deben ser removidas o una epifisiodesis definitiva debe ser realizada por métodos que producen un arresto fisario definitivo como el procedimiento de Pnemister (7).

Una recurrencia de la deformidad en valgo es muy frecuente que se produzca, si se colocan las grapas en niños muy pequeños, como en aquellos menores de 10 años de edad o en niños en los que se observa una corrección rápida del valgo,

dentro los 6 meses posteriores a la cirugía. La reanudación del crecimiento no se observara si las grapas permanecieron por mas de 24 meses o si fueron colocadas superiosticamente (8).

Las osteotomías son un método alternativo para la corrección de las deformidades. El sitio de la corrección de la deformidad depende del sitio anatómico de la desviación en el fémur y o tibia (9).

El fémur es el lugar con frecuencia de la deformidad en valgo. El uso de una fijación interna con placas permite una corrección inmediata del valgo en el fémur, y es preferible para la mayoría de los adolescente.

Un abordaje lateral del fémur distal permite la exploración y liberación del nervio peroneo, el cual debe ser tomado en cuenta en deformidades severas.

El uso de fijadores externos también se ha empleado principalmente en aquellos casos, que además de corregir el valgo, se busca alargar la extremidad cuando existen deformidades severas. La utilización de fijadores circulares como el Ilizarov puede facilitar la corrección de las angulaciones combinadas con la longitud del hueso(10).

I. IV. HISTORIA

La plasticidad del crecimiento óseo ha sido observado por décadas. Varias deformidades tales como el acortamiento de los pies por parte de la población China, y la elongación del cráneo por parte de los Egipcios y ciertas tribus indias de America, se han producido por medio de métodos artificiales (11).

Se ha observado que al presentarse presiones paralelas al eje de la fisis afecta el crecimiento óseo, produciendo que disminuya su crecimiento longitudinal. Delpech fue el primero en reconocer esto científicamente en 1829 cuando describió una deformidad en varo del tobillo en una mujer joven con una superficie articular oblicua a nivel de la tibia distal, presuponiendo que este fenómeno se debió a una presión excesiva en la epífisis distal de la tibia (13).

Este fenómeno fue apreciado también por Hueter y Volkmann en 1862, por lo que llevo tiempo después a lo que ahora conocemos como las leyes de las presiones epifiseales de Hueter-Volkmann(12).

A través de la historia, el metal ha sido utilizado en la cirugía para lograr ciertos propósitos. En 1565, Petronius utilizó una placa de oro para corregir un paladar hendido. Hieronymus Fabricus, en 1666, utilizó un alambre de metal para mantener afrontados los bordes de una herida. John K. Rodger de Nueva York empleó un alambre de plata en forma de lazo para aproximar fragmentos de una fractura, y en 1883, Lister unió fragmentos de una fractura patelar con un alambre de hierro. Jacoel empleó grapas en el siglo XIX y las grapas fueron utilizadas en cirugías ortopédicas hasta 1906.(13,14)

Haas en 1945 interrumpió temporalmente el crecimiento de la epífisis con un aro de alambre y probó que el crecimiento se restablece una vez retirado el dispositivo, pero no fue hasta que el Dr Walter Blount fue el primer cirujano en

emplear unas grapas rígidas a través de la línea epifiseal para provocar un arresto longitudinal del crecimiento del hueso.

El Dr. Blount fue el primero en reportar este procedimiento en la Sociedad Ortopédica de Chicago en diciembre de 1945. En julio de 1949, publicó un reporte preliminar denominado "Control of Bone Growth by Epiphyseal Stapling", el cual apareció en el Journal of Bone and Joint Surgery, donde describía el tamaño de las grapas utilizando como medida estándar 3/32 pulgadas y únicamente colocando solo una grapa por lado, observándose posteriormente que era insuficiente para detener el crecimiento, provocando fatiga del material⁽⁵⁾. Blount recomendó el uso de 3 grapas por cada lado como una unidad, su segunda recomendación que hizo fue de no colocar las grapas en niños menores de 8 años debido a las fallas observadas con una sola grapa.

La técnica original sugiere la colocación a ciegas sin cortar la capa de cartílago para visualizar la línea del disco de crecimiento, usando rayos x, para determinar la correcta posición de las grapas.

Blount menciona que algunos cirujanos preferían incidir el periostio y desperiostizar para crear una especie de ventana para exponer el disco fisario. Este procedimiento, sin embargo, con el tiempo y con la experiencia se ha observado que es un error por la presencia de arrestos fisarios prematuros ^(6,7).

En su primer reporte presentó 13 casos, 6 de los cuales fueron deformidades angulares, y en los que demostró que el crecimiento de la fisis continuaba una

vez que fueron retiradas las grapas, por lo que posteriormente propuso 4 cuestionamientos.

1. ¿Cual es el diseño y el tamaño ideal de las grapas.?
2. ¿Por cuánto tiempo y cual es la edad ideal para dejar las grapas?
3. ¿Qué factores son los que influyen en el cierre fisario?
4. ¿Cuál es la velocidad de crecimiento del disco de crecimiento posterior al retiro de las grapas? ⁽¹⁾

En 1952 Blount realizo en su segundo reporte ya con una población de 90 niños, de forma parcial respondió el segundo cuestionamiento, en el que estableció que las grapas podían permanecer al menos dos años y posteriormente con la expectativa de que el crecimiento se reanude cercano al cierre fisario definitivo. Una segunda conclusión postulo que después de remover las grapas había un crecimiento acelerado local que duraba pocos meses ^(3,4).

En respuesta a su primera pregunta Blount en 1954, rediseño las grapas, fabricando dos nuevos tamaños que fueron 7/8 y 5/8 de pulgada.

Cherry en 1951 presento resultados a 11 meses de forma satisfactoria, promulgándose en contra del retiro temprano de la grapas. Ese mismo año Thrap-Meyer recomendaron la colocación de las grapas a la edad de 8 a 10 años en niñas y 12 años en niños como la edad ideal ⁽⁴⁾.

Brockway, Craig y Cockrell en 1954 reportaron sus complicaciones en las que destacaban fatiga de las grapas, deformidad en hiperextensión de las rodillas, extrusión de las grapas, cierre fisario temprano, deformidad en valgo o varo de las rodillas⁽⁶⁾.

Las reportadas por May y Clements fueron extrusión, infección, mala localización de las grapas, deformidad de la rodillas, parálisis del ciático poplíteo externo, fracturas, y pérdida de la corrección ⁽⁷⁾ .

En 1961 en su trabajo “errores técnicos que cometemos en la cirugía de engrapado” Trias, Mueller y Ray describieron en 17 pacientes en quienes se les colocó las grapas, la necesidad de realizar 6 osteotomías y 2 acortamientos femorales para obtener resultados satisfactorios, e indicaron que si la hemiepifisiodesis y el engrapado se realiza adecuadamente, las complicaciones pueden ser evitadas ⁽⁹⁾.

En 1967 Goff tras realizar 120 biopsias en niños en diferentes estadios de la desaceleración del crecimiento, concluyó que la compresión directa con las grapas adecuadamente colocadas inhiben la proliferación de cartílago epifisario. Las células del cartílago y las trabéculas provisionalmente calcificadas son reducidas. Estas células tienen gran resistencia y continúan preservando su poder osteogénico por al menos 44 meses. El primer signo de desaceleración fue la degeneración y acortamiento de las columnas hipertrofiadas. Los canales

vasculares metafisarios disminuyeron y el número de osteoblastos. Todas las células hipertrofiadas del cartílago desaparecían y se formaban puentes óseos nuevos de la metafisis a la epífisis^(5,9).

En 2007, Stevens presentó su técnica de epifisiodesis con placas de 2 orificios fijadas con 2 tornillos (placas en 8). En donde argumenta que el sistema de fijación no comprime la fisis como en el caso de las grapas y presenta una mayor adhesión al hueso. Además explica que las dificultades que se han presentado con las grapas en algunos pacientes con baja estatura al realizarles la hemiepifisiodesis con las medidas convencionales de las grapas, por lo general las patas de las mismas suelen ocupar más de la mitad del disco fisario, produciendo un cierre por completo de la fisis. Por el contrario, si las patas son cortas con respecto a la longitud a la fisis de crecimiento, la fijación es menor, favoreciendo la extrusión del implante⁽¹⁴⁾.

El uso de un dispositivo dinámico, además argumenta Stevens, que proporciona una ventaja en cuestión de una fijación más firme, incluso a ambos lados de la fisis, cuando los tornillos pasan la totalidad del diámetro del hueso, actuando de tal manera en el control total del crecimiento de la fisis en el sitio de la colocación del implante. Teóricamente, al poder cambiar la dirección el sitio en donde se colocan los tornillos de la placa también se puede lograr un grado más eficiente en la modificación de la angulación de la extremidad

Goyeneche y colaboradores realizó un estudio comparativo de la corrección de las deformidades angulares con las grapas de Blount y las placas en 8, donde describe que las angulaciones logradas con los dos dispositivos obtuvieron una desviación de 29.3 grados ($P=0.04$) para las grapas y de 26.6 grados ($P=0.04$) para las placas en 8, sin embargo para al término de las 8 semanas, para el grupo de las grapas se obtuvo 48.1 grados y 49.8 grados para las placas en 8 ($P=0.41$). Esto demuestra que inicialmente la corrección de las angulaciones es mayor con las grapas, pero finalmente no hay diferencia importante entre los dos métodos al cabo de 8 semanas de valoración (11).

La longitud inicial media de los fémures fue de 64,25 mm, siendo la tasa de crecimiento máxima registrada en las primeras 4 semanas del estudio. En la cuarta semana, los fémures con grapas tenía una longitud media de 78,5 mm, mientras que en el grupo de las placas en 8 alcanzó una longitud de 82.83mm. La cual se mantuvo hasta el final del estudio. Entre las semanas cuarta y octava observaron que el crecimiento presentaba una desaceleración, quedando la longitud final de los fémures para el grupo de las grapas de 83,17 y para el grupo de las placas en 8 de 85,7 ($p = 0,02$).

Histológicamente las características morfológicas del cartílago de crecimiento se evaluaron teniendo en cuenta la zona de proliferación, la hipertrofia, la mineralización y osificación. La arquitectura celular, la altura de las columnas, y el número de células fueron analizadas y se observó zonas de desorganización celular cerca del sitio de la inserción del implante. En ninguna de las

preparaciones se encontraron evidencia de una lesión del cartílago de crecimiento debido al implante.

Goyeneche concluye en su trabajo que la sustitución de las patas de las grapas por tornillos, mejora la sujeción al hueso o cartílago epifisario por parte del implante, evitando la extrusión del mismo en los niños pequeños. El micromovimiento que guarda los tornillos con la placa disminuye o anula el efecto del estrés sobre el implante que es lo que finalmente provoca la ruptura. El diseño con un agujero central facilita la colocación exacta sobre el cartílago de crecimiento.

Otras características teóricas de la placa sobre las grapas son que con las grapas se crea una bisagra rígida que no sólo actúa sobre la periferia, sino también a lo largo de las patas de las grapas, provocando que se transmitan las fuerzas hasta el centro de la fisis. Sin embargo, con las placas en 8 actúa como una bisagra verdadera, lo que limita el crecimiento sólo en la periferia, como consecuencia que la corrección sea más rápida, sin embargo esto no ha podido ser demostrado claramente^(20,21).

Burghardt's en 2008 en su estudio, describió que de acuerdo a su impresión clínica en el análisis de las placas en 8 la corrección es mas rápida utilizando las grapas por lo que el considera que es mejor utilizarlas en pacientes en los que esta próximo a la edad del cierre del disco de crecimiento; también menciona que una adecuada colocación de las grapa actúa de forma inmediata frenando el

crecimiento de la fisis, inhibiendo en gran parte el crecimiento a la periferia de la placa. En contraste, las placas en 8 tienen un período de latencia, debido a la elasticidad intrínseca del sistema, antes de actuar como punto de apoyo sobre el sitio de fijación en el hueso. Estudios histológicos realizados en ambos grupos de fijación no se observaron cambios importantes en el cartílago de crecimiento (15). En el 2010 Burghardt realiza una extensa búsqueda de los factores que pudieran ocasionar la fatiga de las placas en 8, ya que en algunas ciudades de los Estados Unidos se estaban reportando algunas rupturas del implante principalmente a nivel de los tornillos. Recabo información de todos los centros especializados en ortopedia pediátrica donde obtuvo un total de 65 casos reportando alguna falla mecánica, encontrando que en la mayoría de los casos la falla del implante ocurría en los tornillos de la placa en 8, y no la propia placa. Explica el fenómeno argumentando que como la placa es de titanio sólido y los tornillos son canulados, tienen una sección transversal más pequeña en su diámetro, por lo que hacen más débil el implante al momento de las carga en el arresto fisario (12,15,16).

La fatiga del implante se produce casi siempre en el tornillo en la región metafisaria del hueso en la cortical lateral, y no donde la cabeza del tornillo se encuentra adosada a la placa, presumiblemente a causa de presentar 3 puntos en donde se produce la flexión del tornillo. De igual forma explican que una causa de la falla es, si la placa no se adosa totalmente al hueso y de forma alternada se aprietan los 2 tornillos (como en las tuercas de las llantas de los automóviles), entonces pudiera ocasionar que una parte de la placa no se encuentre lo mas cercana al hueso y con ello poniendo en riesgo la parte del

tornillo que queda expuesta a producirse una ruptura del mismo. Argumenta también que el peso corporal es probablemente un factor crucial en la ruptura pero sin embargo hasta el momento no se ha descrito de forma clara esta aseveración (17,18).

I. V. TECNICA QUIRURGICA

El procedimiento quirúrgico se realiza bajo anestesia utilizando manguito neumático, con el paciente posicionado en supino en una mesa radioluciente, la fisis es localizada con el intensificador de imágenes en ambos planos, frontal y lateral, y una incisión de 2.5cm centímetros verticalmente es realizada (19).

Durante la disección, el cirujano debe evita lesionar los nervios cutáneos, tales como el nervio safeno en el fémur distal medial, la rama infrapatelar del nervio safeno en la parte distal medial de la rodilla y el nervio safeno en el tobillo. Las sucesivas capas de tejido se divide longitudinalmente hasta alcanzar el periostio, el cual se deja intacto, ya que está firmemente adherido al hueso y no puede ser levantado con separadores. Los vasos epifisarios se dejan intactos.

Para el caso de la tibia proximal o distal se utiliza una placa en ocho de 12mm y una de 16 mm para el fémur distal.

Se coloca una aguja de calibre 20 o alambre de pequeño diámetro a través del orificio de la guía central de la placa, colocándola de modo que esté centrada sobre la placa de crecimiento (fig. 2 a). La posición de la placa se verifica en

anteroposterior y lateral con el intensificador de imágenes, y se ajusta hasta la posición deseada (Fig. 2 b).

Con una broca de 3,2 mm canulada se perfora la cortical exterior hasta una profundidad de 5 mm en cada orificio de la placa. Se coloca tornillos canulados de 24 o 32 mm en cada orificio (Fig. 2 c). El autor recomienda el uso de tornillos de 32mm para el lado metafiseal, porque la remodelación de la metafisis durante el crecimiento puede causar que tornillos cortos se puedan empujar hacia afuera. Antes de apretar los tornillos de forma definitiva, los tejidos blandos son examinados de forma cuidados para asegurarse que estructuras como la pata de ganso y la fascia no sean atrapados debajo de la placa. Una vez verificado lo anterior se retiran los clavillos guías. Finalmente se toman proyecciones en anteroposterior y lateral con el intensificador de imágenes(Fig. 2 d). El manguito neumático se desinfla, se realiza hemostasia con el electrocauterio, y se infiltra la herida con bupivacaína al 0.5% y con epinefrina. La incisión es cerrada por planos con sutura absorbible. Se coloca un Tegaderm sobre la herida y un vendaje compresivo es colocado en la extremidad operada, se coloca hielo sobre la herida.

El paciente puede irse a casa ese mismo día del evento quirúrgico o pasar una noche en el hospital de acuerdo a la tolerancia al dolor. Pueden ser utilizadas las muletas de forma opcional por 3 a 7 días, después se comienza con movilidad activa progresivamente de la extremidad de acuerdo a la tolerancia del dolor por parte del paciente.

La terapia física es otorgada solo si el niño no presenta flexión de la rodilla de forma adecuada en la primera visita, la cual correspondería a los 7 a 14 días después de la cirugía, cuando la herida es examinada. El regreso a las actividades, incluyendo deportes de contacto, es permitido después de las 4 meses después de la cirugía. Los pacientes con placas a nivel del fémur deben ser vistos en intervalos de 3 a 4 semanas y aquellos pacientes con placas en la tibia deben ser valorados en intervalos de 4 a 6 meses para monitorizar el crecimiento y la corrección de la deformidad, esto es, porque el fémur logra una corrección mas rápida que la tibia por su mayor tasa de crecimiento a nivel fisario (18,19).

Una vez que la corrección se ha logrado se toma un eje mecánico, haciendo mediciones del ángulo tibio-femoral y el eje mecánico para determinar los cambios en la angulación de la articulación. Una ligera sobre corrección de la línea de Mikuliez es recomendada (Fig 3,4), porque una vez que las placas sean retiradas se ha observado una regresión de la angulación por un crecimiento residual del disco de crecimiento. En promedio la corrección se logra de 5 a 13 meses después de su colocación y posteriormente las placas se retiran (19).

El retiro es logrado bajo anestesia general y con el uso de manguito de isquemia. La herida previa se disecciona por planos y puede ser retirada la cicatriz si se desea. En la mayoría de los casos la placa se localiza fácilmente con la disección, sin embargo se recomienda el uso de intensificador de imágenes en

los casos en que la localización del implante sea difícil o una poca experiencia del cirujano. Es importante siempre preservar la integridad del periostio y el anillo pericondral para minimizar el riesgo de formar una barra fiseal que pueda ocasionar su cierre prematuro (19).

El regreso a todas las actividades incluyendo los deportes de contacto es permitido dentro de la 4 semana después del retiro de las placas, con seguimientos regulares hasta la madurez ósea. Durante los subsecuentes consultas, se deben tomar ejes mecánicos para monitorizar la evolución de la deformidad con respecto con la original. Si presenta residida el paciente en la angulacion se deben de colocar nuevamente las radiografías (19).

II. JUSTIFICACION

El tratamiento de las deformidades angulares (genu valgo) con las placas en bisagra, evita las complicaciones observadas con el uso de las grapas de Blount como el desanclaje, cierre fisario prematuro, ruptura del implante; con el uso de un solo implante en la población mexicana.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿El tratamiento de las deformidades angulares (genuvalgo) con las placas en bisagra previene las complicaciones (desanclaje, ruptura de material, cierre fisario prematuro) que ocurre con las grapas de Blount?

IV. OBJETIVO

Describir la efectividad de la hemi epifisiodesis con placas en bisagra en la corrección de las deformidades angulares (genu valgo) en la población mexicana.

V. HIPOTESIS

Las corrección de las deformidades angulares (genu valgo), mediante la hemi epifisiodesis con placas en bisagra permite una mejoría en las deformidades angulares con un menor índice de complicaciones

VI. DISEÑO METODOLOGICO

Longitudinal, prospectivo de intervención deliberada con controles históricos.

VII. MUESTRA

Muestreo de conveniencia con el número de casos accesibles a dos años.

Para las comparaciones de los desenlaces con los controles históricos se calculará la potencia estadística del estudio para valorar la probabilidad de error beta.

VIII. MATERIAL Y METODOS

- Valoración pre quirúrgica
- Estudios radiográficos AP y lateral de ambas rodillas 3, 6, 9 12 meses.
- Eje mecánico 3, 6, 9, 12 meses.
- Edad ósea
- Tratamiento quirúrgico mediante colocación de placa en bisagras
- Seguimiento a 24 meses
- Estudios radiográficos

I. VARIABLES

- Variables independientes:

- Edad.

- Género.

- Técnica quirúrgica

- Variables dependientes:

- Angulo femoro tibial por eje mecánico

- Angulo Q

- Resultados radiológicos

II. CRITERIOS DE INCLUSION

Pacientes atendidos en el servicio de Ortopedia Pediátrica de enero de 2006 a octubre de 2011

Edad de 8 a 14 años

Deformidad angular en valgo de rodilla

Previo consentimiento informado

III. CRITERIOS DE EXCLUSION

Mayores de 14 años.

Menores de 8

Tratamientos quirúrgicos fallidos previos dentro y fuera de este Instituto

Patologías Ortopédicas Asociadas

IV. CRITERIOS DE ELIMINACION

Pacientes que abandonen el tratamiento

V. ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS para Windows. Se registró las variables demográficas mediante porcentajes para variables dicotómicas y promedios con desviación estándar para las variables cuantitativas.

Se realizó la prueba T de Student para muestras pareadas para verificar diferencias en las variables cuantitativas en el momento prequirúrgico a los 6 meses y momento último de seguimiento considerándose una $p < 0.05$ como significativo.

IX. RESULTADOS

Un total de 13 pacientes completaron el seguimiento hasta los 12 meses, siendo en el grupo de las grapas un total de 7 pacientes, con un promedio de edad de 11.47 +/- 1.1 años, de los cuales 4 fueron hombres y 3 mujeres, observándose 1 paciente con un índice de masa corporal por debajo de 20; 1 paciente con un índice de masa corporal por arriba de 30; 4 pacientes con un índice de masa corporal entre 20 a 25 ; finalmente 1 paciente entre un índice de masa corporal entre 25 a 30 con un promedio de 24.5 +/- 3.5. (Tabla 2, Anexo). Dentro de las angulaciones en el prequirúrgico se observó un promedio de 14 grados para el lado derecho y de 13.85 grados para el lado izquierdo, y para el final del estudio se observó un promedio de 5.57 grados para el lado derecho y 9 grados para el lado izquierdo (Tablas 1,5. Anexo).

Para el grupo de las placas en bisagra fue un total de 6 pacientes, con un promedio de edad de 11.5 +/- 1.5 años, de los cuales 3 fueron mujeres y 3 fueron hombres, observándose 1 paciente con un índice de masa corporal por debajo de 20; 5 pacientes con un índice de masa corporal entre 20 a 25., con un promedio de 21.4 +/- 1.8. (Tabla 4. Anexo) Dentro de las angulaciones prequirúrgicas se observó un promedio de 11.6 grados para el lado derecho y de 13.1 grados para el lado izquierdo, y para el final del estudio se observó un promedio de 11.6 grados para el lado derecho y 13.16 grados para el lado izquierdo (Tablas 3,5. Anexo).

Se compararon todos los grupos para valorar la comparabilidad en el momento inicial del estudio, para saber si tenían alguna relación entre ellos y que fueran estadísticamente significativos, siendo estos valores en donde P se acercaba al 1, observándose que para el grupo de índice de masa corporal y la angulación prequirúrgica tenían una significancia estadística (Tabla 6. Anexo).

Posteriormente esos grupos se realizó un análisis de covarianza donde se comparo las angulaciones a los 6 meses de ambos grupos observándose una significancia estadística de p 0.01 para el lado derecho y de p 0.61 para el lado izquierdo con una potencia de 77.6%, de igual forma se comparo ambos grupos para el índice de masa corporal para valorar su significancia estadística encontrándose para el lado derecho con una p de 0.01 y para el lado izquierdo una p de 0.42 con una potencia de 54.3% (Tabla 7. Anexo).

X. DISCUSION

El método de Blount aun continua en boga después de 60 años desde su descripción en 1945 y es por hoy, uno de los principales tratamientos para la corrección de las deformidades angulares en los menores, sin embargo a pesar del tiempo, las complicaciones persisten en torno a múltiples factores como el caso de la deformidad o ruptura del implante, donde el Dr Blount nos sugiere la colocación de 3 grapas por lado operado para disminuir la posibilidad de reoperación debido a la falla del material.

En el caso de la extrusión, que forma parte de una de las principales complicaciones con este sistema, llevo al rediseño de las grapas con dentaciones en sus patas mejorando su fijación al hueso, sin embargo se presentaron diversos problemas para el retiro de las mismas una vez que el niño ha cumplido la edad estimada que esta cercana al cierre definitivo de la fisis.

El error en la colocación de las grapas también forma parte de la gama de problemas encontrados, debido a la dificultad técnica para identificar la línea del disco de crecimiento por métodos radiográficos al momento de su colocación, por lo que en muchas ocasiones a pesar de que en la proyección anteroposterior se observe adecuadamente el sitio de colocación, en la proyección lateral no se encuentra correctamente tomando la fisis y como consecuencia conlleva a una ruptura, extrusión o a una no adecuada corrección de las deformidades angulares.

Desde su descripción en 2007 por Stevens de un nuevo sistema de corrección de las deformidades angulares en los niños, los problemas observados con la placas en 8 con respecto a la fatiga de los tornillos a nivel metafisario, descrito en 2010 por el Dr Burghardt, llevo al rediseño de la mismas colocándoles un sistema de bisagra a nivel central con el objetivo de moldear de tal forma el implante a la superficie de contacto con el hueso, de tal manera que se buscaba con este cambio, absorber las fuerzas de tensión al momento de la corrección en la angulación del hueso evitando la fatiga de los tornillos y distribuyendo las fuerzas a nivel de la placa y los tornillos y no únicamente en estos últimos. También al presentar esta nueva modificación, en teoría se obtiene un mejor control en la colocación de los tornillos a nivel de la fisis y así evitar realizar arrestos fisarios en todo el espesor del disco de crecimiento con la posibilidad que durante los controles con el intensificador de imágenes en el momento de la cirugía se pueda redireccionar el sitio de colocación de los tornillos dando mas angulación a los mismos y evitar arrestos fisarios no deseados.

Se pudo observar que a pesar de las modificaciones que se realizaron en el diseño de las placas se obtuvieron resultados parecidos a los establecidos por Goyeneche en sus estudios, en donde al principio del seguimiento las grapas presentaron una corrección mas rápida de las deformidades angulares que en el grupo de las placas, pero al cabo de 6 meses la velocidad de corrección fue similar para los dos sistemas y para el final de estudio el patrón de corrección no presento cambio alguno, sin embargo en el grupo de las placas en bisagra, se

presentaron casos como del sujeto II que a los 3 meses de posoperado obtuvo una corrección cercana al estado de angulación inicial de la deformidad en el prequirúrgico, pero al cabo de 6 meses se observó una corrección muy importante llegando a tener una sobrección de la deformidad llegando casi a neutro, por lo que fue necesario el retiro del implante y al cabo de cumplir los 12 meses la angulación fue prácticamente similar que en el prequirúrgico considerándose una recidiva de la angulación con la posibilidad de realizar una hemiepifisiodesis definitiva por el método de Pnemister.

En el caso del paciente III del grupo de las placas, a lo largo de los 12 meses del estudio la corrección de la deformidad angular desde su estado prequirúrgico hasta el final del estudio no hubo una variación significativa por lo que hasta este momento no se ha podido retirar las placas por la pobre evolución lograda en la corrección de la angulación: a pesar de lo expresado anteriormente en ninguno de nuestros pacientes se ha observado una fatiga del material a nivel de los tornillos o de la misma placa y la localización de las mismas se encuentran en el sitio adecuado en todos los controles subsecuentes.

Para poder valorar la correlación de las variables estudiadas y conocer si los resultados obtenidos tenían alguna significancia estadística, se realizó una comparabilidad de todas las variables en el momento inicial del estudio donde aquellos valores que se acercaban más al valor de 1, de los grupos de estudio, tenían un valor parecido por variable estudiada, encontrándose que tanto el índice de masa corporal como las angulaciones prequirúrgicas de la

extremidades del lado derecho tenían una relación importante.

Una vez que se determinó la comparabilidad de nuestras variables, controlando los datos prequirúrgicos con la corrección por medio del análisis de covarianza valorando si el índice de masa corporal es determinante en la diferencia de grados de valgo a los 6 meses, se observó que no fue un factor determinante para el desenlace de los resultados obtenidos, sin embargo por el número tan bajo de pacientes en el período estudiado de ambos grupos se calculó la potencia a los 6 meses obteniéndose un 54.3%, por lo que para tener una potencia del 80% se requieren de 12 pacientes por cada grupo para un total de 24, y para una potencia de 90% se requiere 17 pacientes por cada grupo a estudiar para un total de 34 pacientes.

A pesar de los esfuerzos realizados en todos estos años con la evolución de los dispositivos para la corrección de las deformidades angulares en los niños, con el fin de evitar las complicaciones observadas con las grapas de Blount al cambiar las patas de las mismas por tornillos y de un sistema de fijación rígido a uno que se amolda a la superficie del hueso para disminuir las fuerzas de tensión que producen la fatiga de los materiales, finalmente se ha observado que no existe una diferencia importante en los resultados en un período de un año de seguimiento y que los costos de las placas en bisagra con respecto a las grapas de Blount son elevados para el entorno económico de nuestros pacientes que vemos a diario en la consulta.

Por ello a pesar de que la colocación de las grapas de Blount no implica un procedimiento con una alta curva de aprendizaje, si es necesario el tomar ciertas consideraciones en el momento de la colocación de las grapas, así como una selección acuciosa de los pacientes a tratar y llevar un adecuado seguimiento de los mismos para obtener los mejores resultados en la corrección de las deformidades angulares.

XI. CONCLUSIONES.

1. La corrección de las deformidades angulares es mayor con el uso de las grapas de Blount en un periodo de corto tiempo como lo reportado en los estudios realizados por Goyeneche
2. La efectividad de la corrección de las deformidades angulares con las grapas de Blount y placas en bisagra es similar en un periodo de un año de seguimiento.
3. Nuestro estudio tiene una debilidad estadística en los resultados obtenidos por el poco universo de pacientes, por tanto para que se adquiriera una potencia estadísticamente significativa se requiere de un universo mínimo de 17 pacientes por cada grupo de estudio para obtener un total de 34 pacientes.
4. No se observaron complicaciones como las reportadas en la literatura con las placas en 8 con respecto a la fatiga de los tornillos de fijación de la placa durante el seguimiento a un año, sin embargo se presentaron pobres resultados en la corrección de la deformidad angular en un paciente al final del estudio, por lo que se requiere valorar la posibilidad de una mala técnica o una falla del implante en estudios posteriores.
5. El uso de las placas en bisagra en nuestro medio hospitalario represento una limitante para la captura de pacientes en la consulta, ya que los costos elevados con respecto a las grapas de Blount ocasionaba que los paciente no aceptaran el tratamiento o buscaran otras instituciones para la atención medica, por tanto como todo dispositivo nuevo que sale al mercado requiere del proceso de evolución de ensayo y error para determinar su justo valor en las ventajas o no que representa frente a las grapas de Blount

XII. BIBLIOGRAFIA

1. Walter P. Blount. A Mature Look at Epiphyseal Stapling. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. June 1971; 77: 158-163.
2. Salenius P. The Development of the Tibiofemoral Angle in Children. *J Bone Joint Surg* 1975; 57-A, 259-261
3. Haas SL. Retardation of bone growth by a wire loop. *J Bone Joint Surg Am*.1945; 27:25–36
4. Arkin AM, Katz JF. The effects of pressure on epiphyseal growth; the mechanism of plasticity of growing bone. *J Bone Joint Surg Am*. 1956; 38:1056–1076
5. Hall-Craggs EC, Lawrence CA (1969) The effect of epiphyseal stapling on growth in length of the rabbit's tibia and femur. *J Bone Joint Surg Br* 51:359–365
6. Phemister DB. Operative arrestment of longitudinal growth of bones in the treatment of deformities. *J Bone Joint Surg Am*. 1933; 15:1–15
7. Owen JR, Partial Epiphysiodesis at the Knee to Correct Angular Deformity. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1985; 198: 184-190.
8. Paley D. Frontal plane mechanical and anatomic axis planning. In: Paley D (ed) Principles of deformity correction, 1st edn Corr. 3rd printing. Revised edn. Springer, Berlin, 2005; 61–97
9. R. N. Hensinger. Angular Deformities of the Lower Limbs in Children. *The Iowa Orthopaedic Journal*. 1975;9:16-24

10. Robert C. Zuege. Epiphyseal Stapling for Angular Deformity at the Knee. *J Bone and Joint Surg.* 1979; 61-A: 320-329.
11. Rodolfo A. Goyeneche, Correction of Bone Angular Deformities: Experimental Analysis of Staples Versus 8-plate. *J Pediatr Orthop* 2009; 29:736–740.
12. Charles H Frantz. Epiphyseal Stapling: A Comprehensive Review. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 1971; 77:149-157
13. Aure'lien Courvoisier. *Epiphyseal stapling of the proximal tibia for idiopathic genu valgum.* *J Child Orthop.* 2009; 3:217–221
14. Peter M. Stevens. Guided Growth for Angular Correction A Preliminary Series Using a Tension Band Plate. *J Pediatr Orthop.* 2007; 27; 243-259.
15. Burghardt RD. Hemiepiphyseal Arrest in a Porcine Model. *J Pediatr Orthop* 2011; 31: e25–e29
16. Mielke, Cary H. Hemiepiphyseal Stapling for Knee Deformities in Children Younger than 10 Years. *J Pediatr Orthop.* 1996; 16: 423-429
17. Rolf D. Burghardt, Mechanical Failures of eight-Plate Guided Growth System for Temporary Hemiepiphysiodesis. *J Pediatr Orthop.* 2010; 30:594–597
18. Burghardt RD. Temporary hemiepiphyseal arrest using a screw and plate device to treat knee and ankle deformities in children: a preliminary report. *J Child Orthop.* 2008; 2:187–97
19. Stevens PM, Klatt JB. Guided growth for pathological physes: radiographic improvement during realignment. *J Pediatr Orthop.* 2008; 28:632–639.

20. Stevens PM, Maguire M, Dales MD, et al. Physeal stapling for idiopathic genu valgum. *J Pediatr Orthop.* 1999; 19:645–649.
21. Aykut US. The effect of temporary hemiepiphyseal stapling on the growth plate: a radiologic and immunohistochemical study in rabbits. *J Pediatr Orthop.* 2005; 25:336–341

XIII. ANEXOS

TABLA 1. ANGULACIONES PREQUIRURGICAS, 3 MESES, 6 MESES, 9 MESES Y 12 MESES DE LAS GRAPAS DE BLOUNT

PX	PRE QX		3 MES		6 MES		9 MES		12 MES	
	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ
I	12	12	8	7	2	5	2	5	2	5
II	15	20	12	20	8	17	7	14	6	12
III	12	11	4	8	2	6	10	8	9	8
IV	14	9	12	9	6	10	4	8	2	7
V	18	19	18	18	16	18	12	18	9	16
VI	15	14	13	10	11	10	4	5	4	5
VII	12	12	6	9	6	7	6	6	7	10

Der: Derecho
Izq: Izquierdo
Px: Paciente

**TABLA 2. RELACION DE PACIENTES POR EDAD, PESO, TALLA, IMC,
GENERO DE LAS GRAPAS DE BLOUNT.**

PACIENTE	EDAD (AÑOS)	PESO	TALLA	IMC	GENERO
I	11.1	60	1.56	24.65483235	M
II	13.11	74	1.68	26.21882086	M
III	12	59	1.59	23.33768443	F
IV	11.5	42	1.5	18.66666667	F
V	10.1	60.7	1.41	30.5316634	M
VI	12.4	62	1.58	24.8357635	M
VII	10.11	56	1.54	23.61275089	F

IMC: Indice de Masa Corporal

**TABLA 3. ANGULACIONES PREQUIRURGICAS, 3 MESES, 6 MESES, 9
MESES Y 12 MESES DE LAS PLACAS EN BISAGRA**

PX	PRE QX		3 MES		6 MES		9 MES		12 MES	
	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ
I	11	12	7	10	7	8	5	7	4	5
II	12	11	10	9	4	5	3	5	12	11
III	12	14	12	14	11	13	8	13	7	12
IV	12	12	12	11	9	8	6	7	5	7
V	12	18	11	16	9	14	10	16	10	15
VI	11	12	8	10	7	9	6	8	6	7

Der: Derecho
Izq: Izquierdo
Px: Paciente

TABLA 4. RELACION DE PACIENTE POR EDAD, PESO, TALLA, IMC, GENERO DE LAS PLACAS EN BISAGRA

PACIENTE	EDAD (AÑOS)	PESO	TALLA	IMC	GENERO
I	13.9	47	1.6	18.359375	M
II	10.7	45	1.4	22.95918367	M
III	12.11	70	1.83	20.90238586	M
IV	12.2	49	1.5	21.77777778	F
V	10.8	38	1.34	21.1628425	F
VI	9.5	45	1.38	23.6294896	F

IMC: Índice de Masa Corporal

TABLA 5. COMPARABILIDAD DEL ESTADO INICIAL

	Grapas	Placas	P
Genero	4 (57.1)	3 (50)	0.61
Edad	11.4 (1.1)	11.5 (1.5)	0.93
Peso	59.1 (9.4)	49.0 (10.9)	0.10
Talla	1.55 (0.08)	1.50 (2.18)	0.58
IMC	24.5 (3.5)	21.4 (1.8)	0.08
Preqx Der	14.0 (2.2)	11.6 (0.5)	0.03
Preqx Izq	13.8 (4.1)	13.1 (2.5)	0.73

IMC: Índice de Masa Corporal.
 Preqx Der: Prequirúrgico Derecho
 Preqx Izq: Prequirúrgico Izquierdo

TABLA 6. COVARIANZA A LOS 6 MESES

6 MESES		
	Derecho	Izquierdo
Grapas	5.2 (10.8)	10.0 (0.8)
Placas	10.0 (1.0)	9.3 (1.0)
P	0.01	0.61

TABLA 7. COVARIANZA A LOS 6 MESES PARA IMC

6 MESES IMC		
	Derecho	Izquierdo
Grapas	5.2 (0.9)	10.3(0.9)
Placas	10.0(1.1)	8.9 (1.1)
P	0.01	0.42



Fig 2.

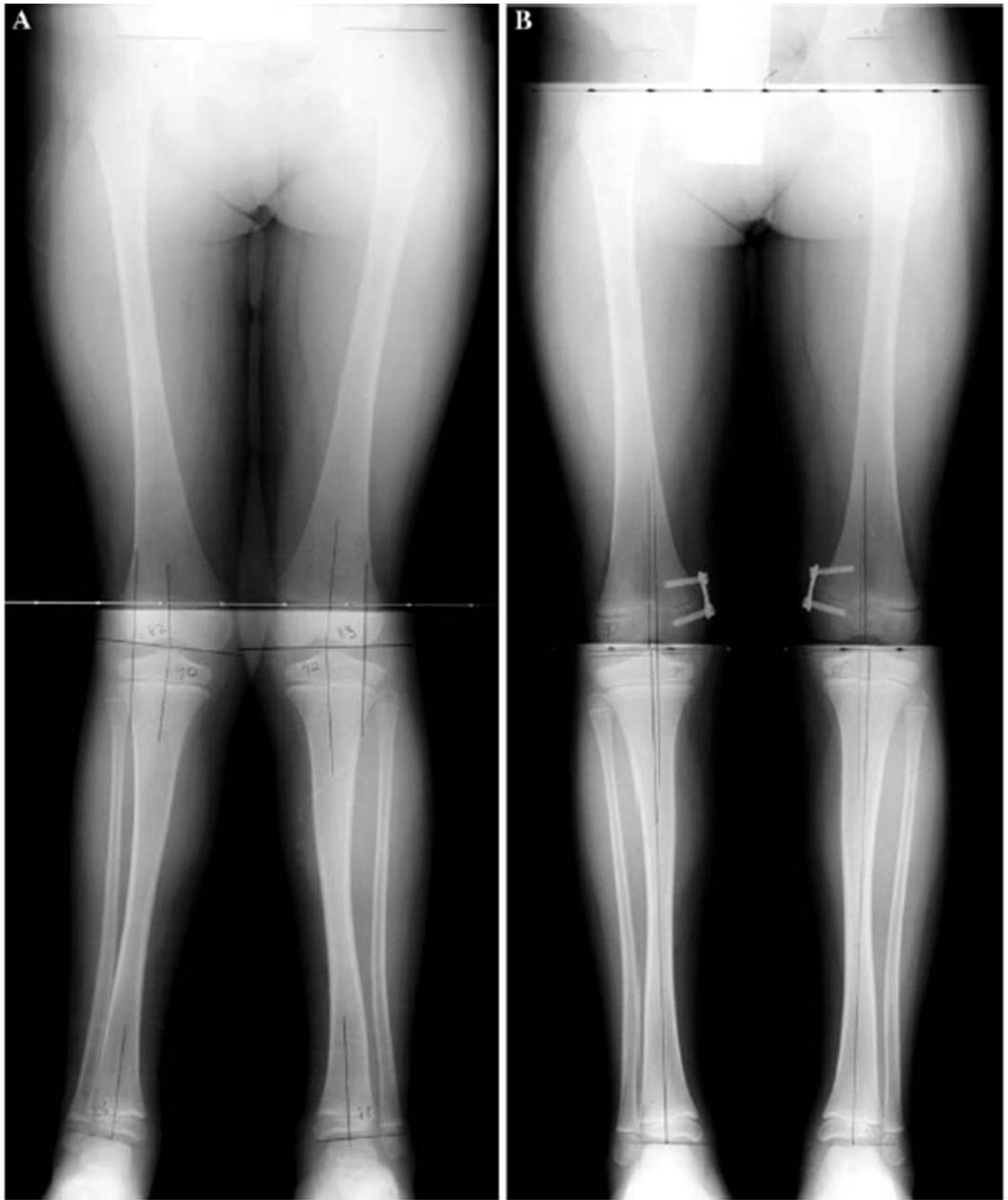


Fig 3.

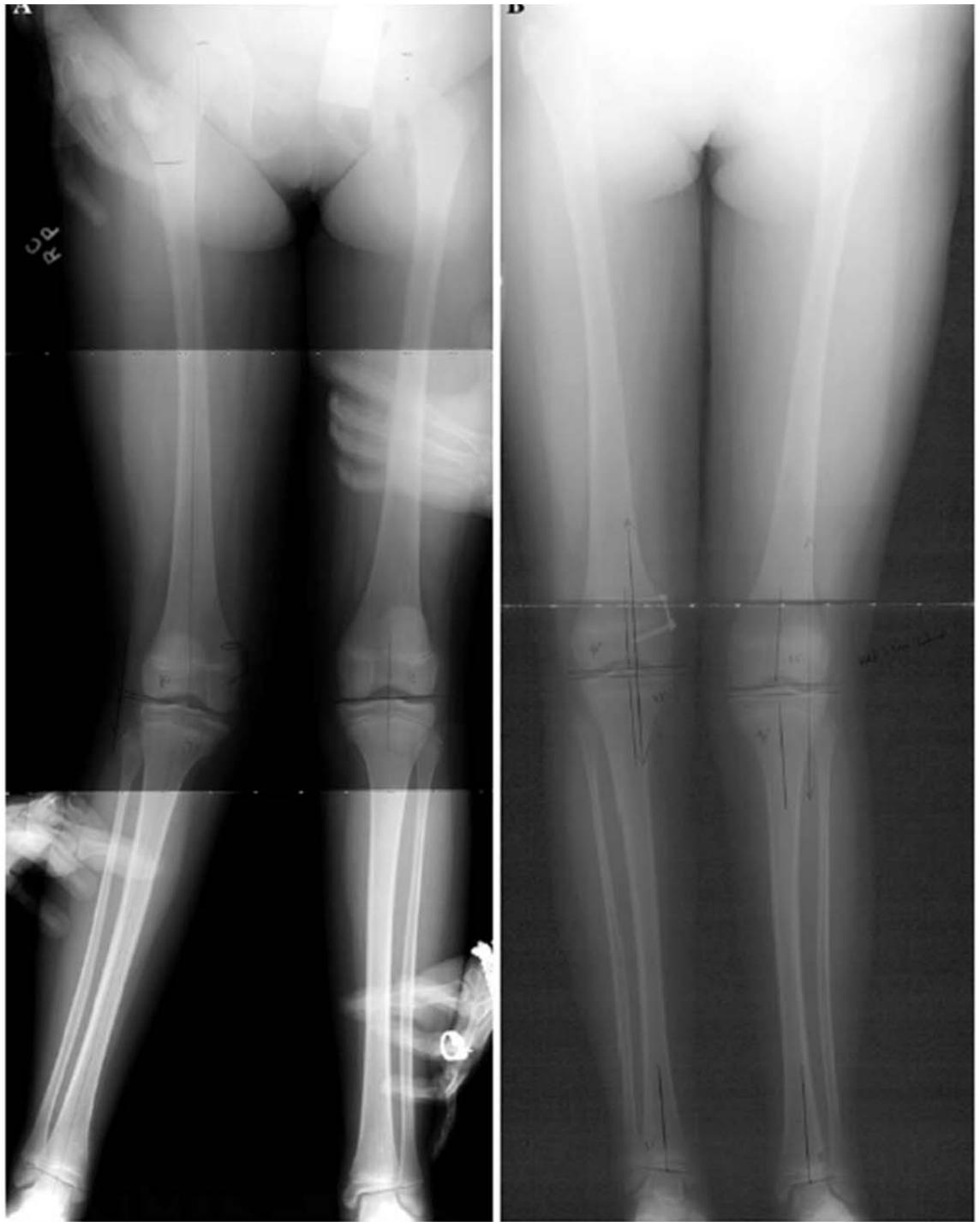


Fig 4.