



Universidad de Valladolid

Facultad de Medicina

Departamento de Cirugía, Oftalmología, Otorrinolaringología
y Fisioterapia

TRABAJO FIN DE GRADO

**Bases anatomorradiológicas de los abordajes
quirúrgicos para
fracturas posteriores de la meseta tibial**

Autores: Arroyo Ruiz, Ramón y Ramos Soto, Marina

Tutor:
Héctor J. Aguado Hernández



ÍNDICE

RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN	3
MATERIAL Y MÉTODOS	6
RESULTADOS	9
DISCUSIÓN.....	11
CONCLUSIÓN	16
BIBLIOGRAFÍA.....	17

RESUMEN

Introducción y objetivos: Las fracturas de la meseta tibial en cirugía ortopédica son una de las más complejas en abordaje y planificación. El objetivo de este trabajo es realizar un estudio anatomoradiológico de las relaciones anatómicas entre las estructuras de la meseta tibial posterior con el fin de sugerir modificaciones en los abordajes actuales que disminuyan el daño iatrogénico.

Materiales y métodos: Análisis prospectivo de 50 resonancias magnéticas para realizar mediciones de las relaciones de las estructuras anatómicas entre sí en la región posterior de la rodilla. Con el programa visor de resonancias magnéticas del HCUV y el software de diseño AutoCAD® llevamos a cabo una serie de mediciones utilizando los criterios de Ninomya.

Resultados: La distancia entre la bifurcación de la arteria poplítea (BAPo) y la superficie articular tibial (SAT) fue 47,1 mm (33,5-57,6; SD:5,6), la distancia entre la BAPo y la punta de la cabeza del peroné (PCP) fue 37,1 mm (20,8-54,2; SD:6,7), la distancia del nervio peroneo común (NPC) rodeando el cuello del peroné a la SAT fue 45,9 mm (36,2-62,3; SD:5,3) y la distancia del NPC rodeando el cuello del peroné a la PCP fue 35,2 mm (23,1-58,9; SD:6). La distancia mínima de la arteria poplítea a la perpendicular (CA) a la línea más ancha medial-lateral de la meseta tibial (TA) fue 6 mm (0-12,8; SD:3), la distancia mínima de la arteria poplítea al borde posterior de la meseta tibial 6,5 mm (2,6-11; SD:1,9), la distancia mínima del NPC a TA fue 30,1 mm (17,4-48,5; SD:7,7) y distancia mínima del NPC a la meseta tibial fue 17,9 mm (11,1-34; SD:5,3).

Conclusión: Para evitar las lesiones iatrogénicas, se propone limitar la disección distal en los abordajes laterales debido a la distancia de la bifurcación de la arteria tibial anterior respecto a la superficie de la meseta tibial media 47,1 mm (SD: 5,6 33,5-57,6), teniendo especial cuidado en las mujeres. Además al encontrar que el NPC rodea la cabeza del peroné a una distancia media de 35,2 mm (SD: 6 23,1-58,9) se propone una incisión curvilínea que siga el trayecto del nervio en el abordaje lateral. Planteamos el abordaje de medial



hacia lateral como el más seguro y recomendamos un estudio radiológico previo con la extremidad en la posición deseada para su posterior abordaje.

Palabras clave: *abordaje quirúrgico, anatomía, arteria poplítea, fracturas de la meseta tibial, nervio peroneo común, radiología.*

INTRODUCCIÓN

Las fracturas de la meseta tibial son lesiones de creciente importancia. El incremento de la realización de actividades deportivas de riesgo en las que la integridad física se ve más comprometida y el envejecimiento de la población actual ha supuesto un aumento de la incidencia de este tipo de fracturas.¹ Jentzsch et al² establecen su prevalencia en “*el 2% de todas las fracturas, un 8% de todas las fracturas en pacientes ancianos, y un 10% de todas las fracturas de la tibia*”. Para Weimann et al¹ suponen un 5-8% de las fracturas del miembro inferior. A su vez, para Purnell et al³ dentro de las fracturas de la meseta tibial, un 55-70% de las fracturas involucran a la meseta lateral, un 10-23% ocurren en la meseta medial y el 30% son bicondilares.

El mecanismo de producción de este tipo de fracturas varía según la edad del paciente. En pacientes jóvenes predominan fracturas por mecanismos directos generalmente correspondientes a impactos de alta energía (accidentes de tráfico, actividades deportivas...) frente a grupos de edades más avanzadas en que los la osteoporosis hace que la etiología principal sean la caídas.^{1,2}

En la cirugía ortopédica, se trata de una de las fracturas más complejas y la mala planificación de su tratamiento tanto pre como postoperatoria puede dar lugar a múltiples complicaciones. Éstas varían desde el desarrollo de una artrosis post-traumática, infecciones, lesión del nervio peroneo, trombosis venosa profunda, hasta falta de consolidación de la fractura.^{1,4,5,6}

Dada la heterogeneidad de estas fracturas y en busca de una manera de simplificar tanto su nomenclatura como la planificación del abordaje terapéutico han surgido numerosas clasificaciones de las mismas.

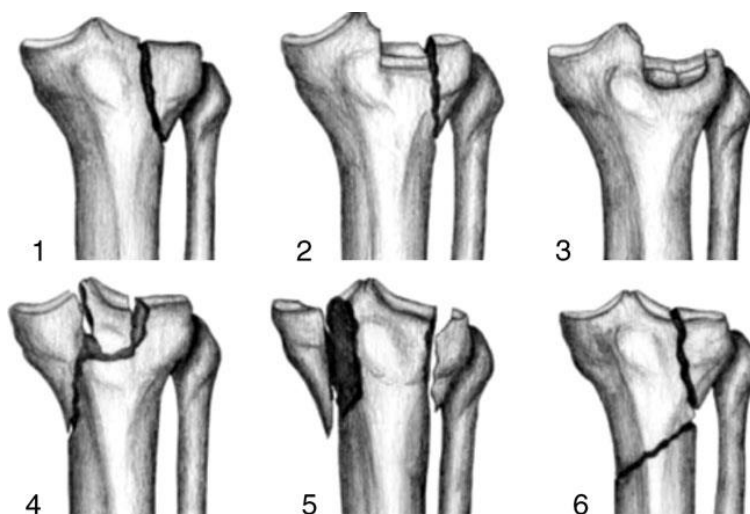
Dos son las más utilizadas en la actualidad, la propuesta por Schatzker en primer lugar, y el sistema de clasificación de la Association for Osteosynthesis/Orthopaedic Trauma Association (AO/OTA).

En 1979 el doctor Joseph Schatzker propuso su clasificación basada en la localización, morfología y tratamiento de las fracturas de la meseta tibial.⁷

Partiendo de una radiografía antero-posterior de la rodilla clasifica las fracturas de la meseta tibial en:

- I: Fracturas desplazadas de la meseta tibial lateral.
- II: Fracturas desplazadas de la meseta tibial lateral con fragmento deprimido.
- III: Fracturas de la meseta tibial con depresión central.
- IV: Fracturas del cóndilo medial.
- V: Fracturas bicondilares.
- VI: Fracturas con disociación metáfiso-diafisiaria.

Figura 1. Clasificación de Schatzker.⁸



La clasificación AO por su parte describe tres tipos principales, cada uno de los cuales se subdivide a su vez en 3 grupos, según la afectación articular y 3 subgrupos, según el patrón de fractura.⁹

Samaraji R. et al¹⁰ identificaron, con el fin de disminuir la variabilidad diagnóstica, que la clasificación de Schatzker ofrece menor variabilidad interobservador que la clasificación AO/OTA. Sin embargo, y pese a lo común

de esta clasificación y tras años de aplicación clínica, se ha visto que la clasificación de Schatzker no es capaz de definir correctamente las fracturas de la meseta tibial localizadas en el plano posterior, lo que supone que no tengan ni un diagnóstico ni un tratamiento completamente adecuado. Por esta razón, la búsqueda de una nueva clasificación más completa ha sido objeto de estudio en los últimos años.

De los nuevos métodos de clasificación, destaca el propuesto por Luo et al¹¹, que divide la meseta tibial en tres compartimentos: columna medial, columna lateral y columna posterior. A su vez, la columna posterior está dividida en dos mitades: una medial y otra lateral.

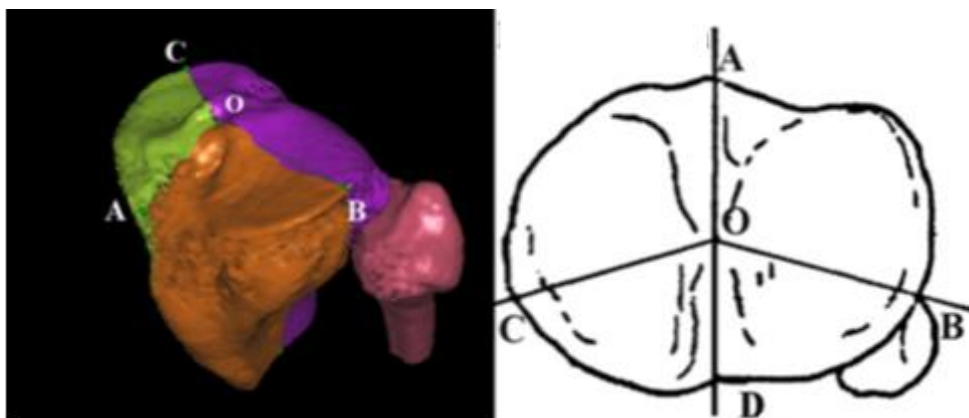


Figura 2. Representación esquemática del sistema de clasificación de 3 columnas. El punto A representa la tuberosidad tibial, el punto B la zona más anterior de la cabeza de la tibia, el punto C es la cresta posteromedial de la tibia proximal y el punto D es el surco posterior.¹²

Tanto la nueva clasificación como la correspondencia con la de Schatzker quedan reflejadas en la siguiente tabla (tabla nº1).

Tipo de Fractura	Correspondencia con Schatzker	Columnas implicadas
Tipo 1	III	Fractura de cero columnas (depresión articular central pura)
Tipo 2	I y II	Fractura de una columna
Tipo 3	IV	Fractura de dos columnas
Tipo 4	V y VI	Fractura de tres columnas

Tabla nº1: Correspondencia Schatzker-Luo



Además, Subba Rao et al¹³ describieron una mayor y más simple reproducibilidad tanto intra como interobservador, medida con el correspondiente estadístico kappa, de mayor calidad en las fracturas clasificadas según la clasificación de las tres columnas con respecto a la de Schatzker.

Esta gran diversidad de patrones de fractura ha propiciado que la búsqueda de un abordaje quirúrgico óptimo se haya convertido en el objeto de estudio de muchos autores en los últimos años. Las fracturas de la columna posterior, a pesar de ser una minoría y no haber sido contempladas hasta hace poco, deben ser tratadas como parte de la fractura articular con un abordaje quirúrgico seguro que permita su correcta consolidación.

Por ello nuestro objetivo es realizar un estudio anatómo-radiológico de la meseta tibial para poder aportar nuevas ideas para futuros abordajes y poner de manifiesto las limitaciones de los actuales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Análisis prospectivo de 50 resonancias magnéticas tomadas en el Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Clínico Universitario de Valladolid durante los meses de marzo, abril y mayo de 2017.

Las imágenes fueron tomadas con equipos de Resonancia Magnética de 1,5 Teslas de GENERAL ELECTRIC[®] (Boston, Massachusetts, EEUU), incluyendo entre las secuencias solicitadas la secuencia 3D-TOF (Three-dimensional time-of-flight) para poder apreciar con mayor claridad la bifurcación de la arteria poplítea.

Analizamos las imágenes en estaciones barco, utilizadas habitualmente en el Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Sólo seleccionamos aquellos cortes que tuvieron una adecuada visualización de las estructuras a analizar.

Excluimos de nuestro estudio las resonancias procedentes de pacientes que presentaran quiste de Baker (ya que en algunos casos, si el quiste es de gran tamaño puede desplazar lateralmente la arteria poplítea) o rotura del ligamento cruzado posterior (la inestabilidad articular puede aumentar la distancia entre la superficie de la meseta tibial con respecto a la arteria poplítea).

Partiendo de un corte axial en secuencia 3D-TOF a nivel de 5-10 mm de la superficie articular aplicamos los criterios de Ninomya.¹⁴ Se trazaron dos líneas tangentes a los bordes anterior y posterior de la meseta tibial y se calculó la bisectriz del ángulo que formaba la intersección de dichas rectas. Hallamos la paralela a esta bisectriz en el punto más ancho medial-lateral (TA) y en su punto medio trazamos una línea perpendicular (CA) (Fig. 3).

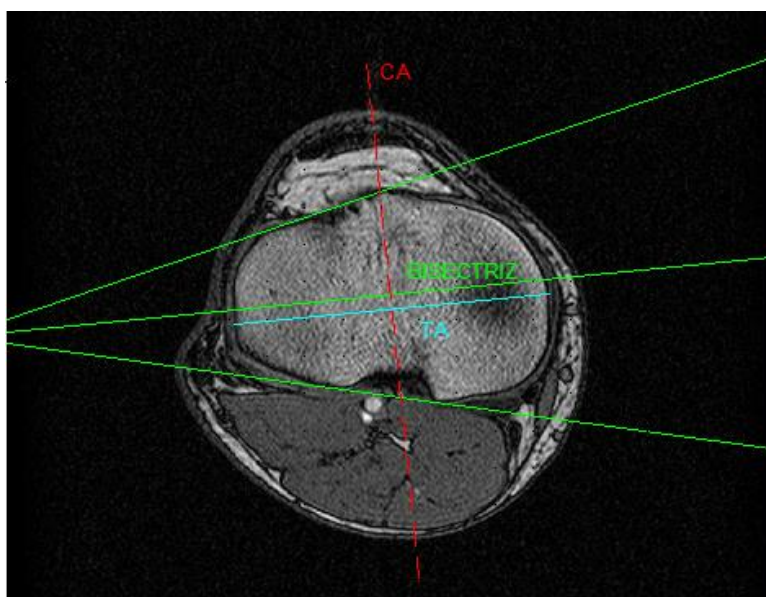


Figura 3. Corte axial en secuencia 3D-TOF de rodilla derecha. Las dos líneas verdes son **tangentes** a los bordes anterior y posterior de la meseta, que forman el ángulo al cortarse que determina la **bisectriz**. La **TA** (línea azul) es la paralela a esta bisectriz en el punto ms ancho de la meseta tibial. La **CA** (línea roja) pasa perpendicular en el punto medio de la TA.

Una vez hecho, se localizó la arteria poplítea (APO), su bifurcación en tibial anterior y tibial posterior, y el nervio peroneo común (NPC).

Con el de software de diseño asistido por ordenador utilizado para dibujo 2D y modelado 3D AutoCAD® llevamos a cabo una serie de mediciones, tales como: longitud de segmento TA, distancia mínima de arteria poplítea a CA, distancia mínima de arteria poplítea a borde posterior meseta tibial, distancia

mínima de nervio peroneo común (NPC) a TA y distancia mínima de nervio peroneo común (NPC) a la meseta tibial.

De manera paralela, con el programa visor de resonancias magnéticas del HCUV y utilizando los cortes coronales de las resonancias disponibles, tomamos cuatro mediciones: distancia entre la bifurcación de la arteria tibial anterior y la superficie articular tibial, distancia entre la bifurcación de la arteria tibial anterior y la punta de la cabeza del peroné, distancia del NPC rodeando el cuello del peroné a la superficie articular tibial y distancia del CPE rodeando el cuello del peroné a la punta de la cabeza del peroné (figura nº4). Para una realización más exacta de estas alturas, siempre estuvimos un mínimo de dos observadores realizando el análisis, además de comprobar que las estructuras se encontraban al mismo nivel tanto en los cortes axiales como coronales.

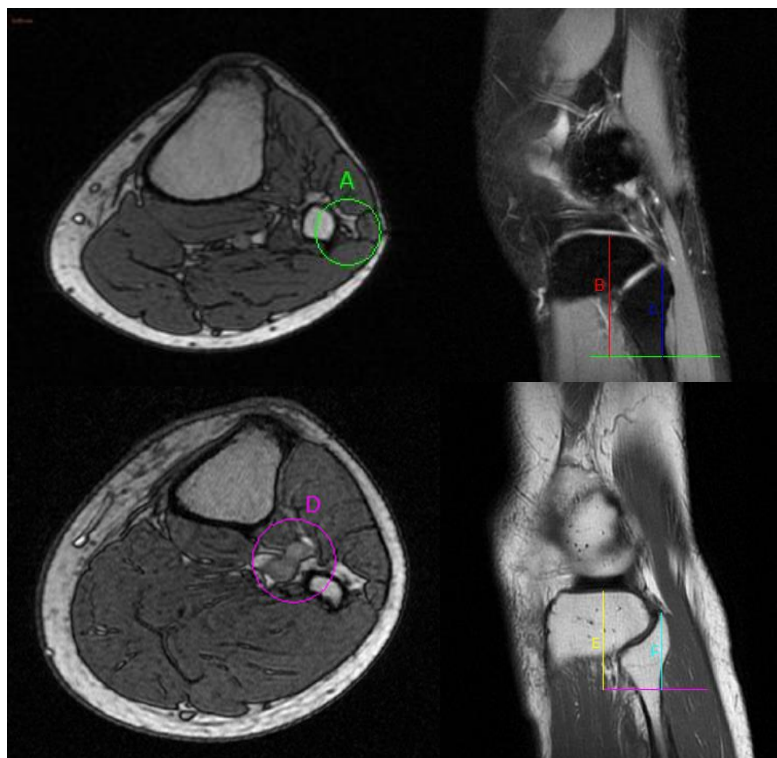


Figura 4. Corte axial y coronal rodilla derecha.

A: Nervio peroneo común rodeando cuello del peroné.

- B: Distancia de A a la superficie articular tibial.
- C: Distancia de A a la punta de la cabeza del peroné.

D: Bifurcación de la arteria tibial anterior.

- E: Distancia de D a la superficie articular tibial
- F: Distancia de D a la punta de la cabeza del peroné.

Se contactó telefónicamente con los pacientes de los que no se disponían datos a cerca de su peso y altura, para el cálculo del IMC.

Las variables numéricas se resumen con medias, desviaciones típicas, mínimos y máximos. Las variables cualitativas con porcentajes. Se dividen los pacientes según el sexo.

Se resumen con medias las variables numéricas. Se contrasta si existe relación de estas variables con la edad y el sexo usando modelos de análisis de la covarianza.

Se calculan los coeficientes de correlación parciales, por la edad y el sexo, para la relación entre parejas de variables numéricas.

Se consideran como estadísticamente significativos valores de p menores a 0.05. Los cálculos se realizan utilizando el paquete estadístico R v 3.3.1.¹⁵

RESULTADOS

Fueron analizadas un total de cincuenta resonancias magnéticas. De éstas, se excluyeron siete: dos no tenían el estudio completo al carecer de la secuencia 3D-TOF, cuatro presentaban patología que podía alterar la anatomía objeto de estudio (tres presentaban un quiste de Baker y en una había rotura del ligamento cruzado posterior) y una resonancia estaba tomada de forma incorrecta por lo que no era posible visualizar la bifurcación de la arteria tibial anterior.

De las cuarenta y dos resonancias restantes, 19 correspondían a mujeres y 23 a varones, resultando un total de 20 rodillas derechas y 22 rodillas izquierdas. La edad media de los paciente fue 50,6 años (rango 17-75; SD:14,2). Se presentan los resultados de las mediciones anatómicas de las 42 resonancias de rodillas en la tabla 1, expresadas en medias, desviación estándar y valores mínimo y máximo.

	Media	SD	Min	Max	Edad p-valor	Sexo p-valor	IMC p-valor
EDAD	50,6	14,2	17	75	-	-	-
IMC	26,3	3,8	19,1	35,2	0,0997	0,538	-
TA	73,1	4,8	64,3	83,6	p<0,001	p<0,001	0,663
APO-CA	6	3	0	12,8	0,562	0,36	0,033
RATIO	0,1	0	0	0,2	0,369	0,201	0,032
APO-MT	6,5	1,9	2,6	11	0,359	0,065	0,16
NPC-TA	30,1	7,7	17,4	48,5	0,698	0,08	0,995
NPC-MT	17,9	5,3	11,1	34	0,333	0,057	0,86
BAPo-SAT	47,1	5,6	33,5	57,6	0,625	0,469	0,555
BAPo-PCP	37,1	6,7	20,8	54,2	0,363	0,167	0,985
NPC-SAT	45,9	5,3	36,2	62,3	0,775	0,084	0,2
NPC-PCP	35,2	6	23,1	58,9	0,676	0,064	0,191

Tabla nº2: Descripción de las mediciones anatómicas expresadas en medias, desviación estándar y valores mínimo y máximo

n: número de observaciones; SD: desviación típica; min: mínimo; max: máximo

IMC: índice de masa corporal; TA: máximo diámetro medial-lateral de la meseta tibial; APO-CA: distancia entre arteria poplítea y línea media articular; RATIO: Relación APO-CA/TA; APO-MT: distancia entre arteria poplítea a la meseta tibial; NPC-TA: distancia entre el nervio peroneo común y el punto lateral del máximo diámetro medial-lateral de la meseta tibial; NPC-MT: distancia entre el nervio peroneo común y la meseta tibial; BAPo-SAT: distancia entre la bifurcación de la arteria poplítea y la superficie articular tibial; BAPo-PCP: distancia entre bifurcación arteria poplítea y punta de la cabeza del peroné; NPC-SAT: distancia entre nervio peroneo común rodeando el cuello del peroné y superficie articular tibial; NPC-PCP: distancia entre nervio peroneo común rodeando el cuello del peroné y punta de la cabeza del peroné.

La arteria poplítea se localizó lateral con respecto a la línea media (CA) de la TA (*diámetro máximo medial-lateral transverso de la meseta tibial en corte axial*) en el 95,24% de los casos y coincidente en el 4,76% (2 casos de 42). No se observaron resonancias en las que la localización de la arteria fuera medial.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en varias de las medidas realizadas:

- Longitud de la TA con respecto al sexo, con una mayor longitud en el sexo masculino (75,8 mm; SD:4,4) con respecto al femenino (69,8 mm; SD: 2,7).
- Distancia de la arteria poplítea con la línea media con respecto al IMC ($r:-0,337$; $p=0,033$), es decir, con una asociación débil a mayor IMC menor distancia de la arteria poplítea con la línea media.
- Distancia mínima entre la bifurcación de la arteria poplítea con la superficie articular tibial y la longitud de la TA ($r:0,411$; $p=0,009$), es decir, con una asociación débil a mayor longitud de TA hay una mayor distancia entre la bifurcación y la superficie articular tibial.
- Distancia mínima entre el nervio peroneo común y el límite más lateral de la línea TA con respecto al sexo ($p=0,008$). Se observó que esta distancia era mayor en hombres (32,8 mm; SD: 7,5) con respecto a mujeres (26,8 mm SD:6,6).
- Distancia mínima entre el nervio peroneo común rodeando el cuello del peroné y la punta de la cabeza del peroné con respecto al sexo ($p=0,034$), encontrando de nuevo una mayor distancia en hombres (36,7 mm SD: 6,7) que en el mujeres (33,4 mm; SD:4,6)

No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en el resto de las variables medidas con respecto a talla, sexo o IMC.

DISCUSIÓN

Los objetivos del tratamiento de la fractura de la meseta tibial son la obtención de la congruencia articular, la consolidación ósea, y conseguir una articulación estable, alineada, móvil e indolora, además de la reducción al mínimo del riesgo de artrosis postraumática y de lesiones iatrogénicas.

Desde 1980 se han conseguido resultados fiables en las intervenciones, lográndose grandes avances en las vías de abordaje, las técnicas de fijación y reducción.

En general, la elección de la vía de abordaje idónea viene determinada por el patrón de fractura y la localización del paquete neurovascular, últimamente mejorada gracias a la utilización del TAC.¹⁶

El que denominaríamos “abordaje perfecto”, sería aquel que nos permitiera ver la máxima superficie articular, combinado con un daño mínimo de los tejidos blandos y estructuras vitales.¹⁷

Una mala planificación y elección del abordaje nos puede llevar al daño de la arteria poplítea durante el acto quirúrgico.

En nuestro estudio, la arteria poplítea presentó una localización lateral a CA en el 95,2% de los casos y coincidente en el 4,76% sin observarse ninguna resonancia en la que su localización fuese medial. Estos datos son similares a los estudios realizados por Ninomya¹⁴ con un 95%, Keser¹⁸ con un 94,3% o Sanz-Pérez¹⁹ con un 94,1%. Además, Matava et al, tras realizar un estudio en 14 cadáveres, localizó la arteria poplítea en posición anterior con respecto a la vena y el nervio y posterior y lateral con respecto a la inserción del ligamento cruzado posterior.¹⁸

Cuando estudiamos la distancia de la arteria poplítea al borde posterior de la meseta tibial obtuvimos una medida media de 6,5 mm (2,6-11 SD:1,9). A lo largo del tiempo esta medida ha sido objeto de estudio de múltiples autores, que han obtenido resultados similares a los nuestros. Ezamin et al²⁰ analizando cortes axiales de la meseta tibial con la extremidad con 0° de flexión obtuvo una media de 9,9 mm en el miembro derecho y 10,24 mm en el miembro izquierdo. Resultados parecidos obtuvieron Sanz-Pérez et al¹⁹ al medir la distancia de la arteria poplítea con el muro posterior del menisco externo con una media de 10,1 mm. El estudio con ultrasonidos en rodillas con osteoartritis de Erikson et al²¹ mostró una distancia media de 8 mm. Araujo Goes et al²² realizaron medidas a diferentes niveles obteniendo una media de 9,54 mm a nivel de la línea articular y 6,59 a 9 mm de la articulación. Zaidi et al²³ también realizaron varias medidas pero difiriendo en el grado de flexión de la pierna obteniendo unos resultados de 3,9-10,8 mm, 4,0-8,1 mm y 4,2-7,6 mm a 0, 60 y 90° de flexión respectivamente.

Tanto en los trabajos de Farrington et al como en el de Yang et al la distancia de la arteria poplítea con respecto a la superficie articular tibial fue menor de 10 mm. Resultados similares obtuvieron Bisicchia et al.²⁰ Las medias con los valores más pequeños los obtuvieron los estudios de Mitshuiro et al, con una media de $4,9 \pm 0,3$ mm, y de Kim et al que, al medir esta distancia a 2 cm de la línea articular en cadáveres, obtuvieron una media de $6,2 \pm 4,2$ mm.²⁰

Aunque similares, en nuestro estudio hemos podido apreciar que la medida de la arteria poplítea al borde posterior de la meseta tibial varían en función del nivel al que se realice dicha medición (de ahí que nuestros resultados sean más parecidos a los obtenidos por Araujo Goes et al a 9 mm de la superficie articular) y de la posición en flexión o extensión de la extremidad del paciente, tal y como apuntaron en su estudio Kim et al²⁴ difiriendo de lo dicho en 1995 por Zaidi et al²³ quienes en su estudio concluyeron que la flexión de la rodilla no separaba la arteria de la tibia.

En nuestro estudio, la distancia de la arteria poplítea a la CA tuvo una media de 6 mm (3-12,8 SD:3). La misma medida realizada por Keser et al¹⁸ en rodillas con una flexión de 10° obtuvo una media de 6,7 mm. Al igual que realizaron en sus estudios Ninomya¹⁴ y Keser¹⁸, calculamos en cada paciente el ratio con respecto a la TA para así poder eliminar el efecto de los diferentes tamaños de meseta tibial en cada paciente. La media de nuestro ratio fue de 0,1 (0-0,2 SD:0) no encontrándose diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) de la misma manera que ocurre en el estudio de Keser et al¹⁸ donde su ratio tuvo una media de 0,090 en varones (SD:0,043) y de 0,090 en mujeres (SD:0,046).

El abordaje posterolateral estaría indicado en aquellas fracturas en las que exista una línea de fractura coronal con un fragmento posterolateral desplazado.¹⁸

Este abordaje fue descrito por primera vez por Lobenhoffer et al²⁵ en 1997 y numerosas variaciones han aparecido desde entonces, siendo las principales diferencias la presencia o la ausencia de la cabeza del peroné y la forma de realización de la incisión inicial.²⁶ Sin embargo este enfoque no está

exento de complicaciones tales como rigidez, lesión iatrogénica del CPN o lesión de la arteria tibial anterior.

Hui Sun et al²⁷ realizó un estudio para la evaluación del abordaje postelateral mediante la medida de distancias de estructuras vitales de la región poplíteica en 8 rodillas de cadáver. En éste, la longitud media del NPC expuesto fue de 56,48 mm, mientras que la distancia desde que el nervio peroneo rodea el cuello del peroné hasta la superficie de la meseta tibial fue de 42,18 mm. En nuestro estudio la altura del NPC rodeando el cuello del peroné a la superficie de la meseta tibial tuvo una media de 45,9 mm (36,2-62,3 SD: 5,3) siendo un resultado similar.

Por tanto las intervenciones en las que se realiza una osteotomía del peroné, aunque consiguen una mayor exposición, son potencialmente más dañinas. Además las modificaciones propuestas tanto por Shi-Min Chang et al²⁸, con una incisión lineal desde la parte medial de la cabeza del peroné desde unos 8-10 cm, como la propuesta por Tao et al²⁹, con una incisión en forma de L medial al gastrocnemio lateral, pueden causar daños. Por ello, la incisión ideal podría ser una en L curvilínea, como la propuesta por Hui Sun et al²⁷, que quizá mejoraría si en su parte más distal se cerrase a hacia el interior, siempre que su extensión no alcanzara la bifurcación de la arteria tibial anterior en la parte profunda del abordaje.

En cuanto a la bifurcación de la arteria tibial, encontramos que existe una distancia de 47,1 mm a la superficie de la meseta tibial (33,5-57,6 SD: 5,6) y 37,1 mm (20,8- 54,2 SD: 6,7) a la punta de la cabeza del peroné. En otros estudios, como el de Heidari et al³⁰, calculaban la distancia existente desde la apertura de la membrana interósea a la superficie de la meseta tibial, siendo ésta de 46,3±9.0 mm (27–62 mm). El hecho de que la arteria tibial anterior pase del compartimento posterior de la rodilla al anterior a través de la membrana interósea justo tras su bifurcación hace comprender que estas medidas tengan valores tan próximos.

La limitación en la extensión distal de la incisión en el abordaje lateral se determinó entre 5-7 cm por debajo de la interlínea articular, para evitar la lesión



de la arteria tibial anterior²⁶. Sin embargo, estos valores se determinaron sin la realización de un estudio anatómico. Seg, es recomendable acotar un poco los límites de la extensión, dado que los establecidos podrían facilitar la lesión iatrogénica.

También se debe tener especial cuidado con el tamaño del material de osteosíntesis, ya que placas para estabilizar fracturas posteriores podrían llevar a la lesión del paquete vascular en su porción distal.

Dadas estas complicaciones que pueden resultar del abordaje posterolateral, no sorprende que múltiples autores hayan buscado otros abordajes alternativos.

Yu et al³¹ proponen un abordaje anterior para solucionar las complicaciones relacionadas con el abordaje posterolateral. Con la adición de una resección parcial de la cabeza del peroné consiguen una buena exposición del foco de fractura, útil para la reducción y fijación de las mismas. Con el mismo objetivo Hsieh et al³² realizan una incisión en forma de L-invertida de comienzo en el polo superior de la rótula hasta el margen inferior del foco de fractura, consiguiendo estabilizar la columna posterolateral con un abordaje anterolateral no extendido. Un abordaje parecido fue planteado por Bermudez et al³³ pero fracasó a la hora de tratar fracturas con mucha inestabilidad metafisiaria.

Sin embargo, Solomon et al³⁴ en un estudio comparativo de ambos abordajes falló a favor del posterolateral como mejor abordaje para la reducción, estabilización y funcionalidad de las fracturas posterolaterales. También Chen et al³⁵ compararon ambos abordajes y aunque obtuvieron resultados satisfactorios con un abordaje anterolateral extendido concluyeron que para las fracturas posterolaterales era mejor el abordaje tradicional posterolateral.

Bhattacharyya et al³⁶ por otro lado, valoraron en 13 pacientes el abordaje posteromedial para el tratamiento directo de las fracturas laterales, realizando la disección de medial a lateral, siempre debajo del musculo



poplíteo, para proteger el paquete vasculonervioso. Concluyeron que el abordaje era seguro y fiable para tales fracturas.

Sin embargo más adelante, Zhu et al³⁷ sugirieron que debido al bloqueo por la cabeza gastrocnemio medial era necesario, en algunos casos, su desinserción para poder exponer la tibia posterolateral. Pero este hecho hace más difícil la recuperación postoperatoria.

Finalmente Xianfeng He et al³⁸ propuso un abordaje similar al de Bhattacharyya, pero realizando una incisión en L invertida, que permitía una mayor visualización, siendo capaces de realizar la retracción del gastrocnemio medial sin su liberación. Ellos mismos admitían que existían ciertas limitaciones en su técnica, como la dificultad para la visualización de la región lateral en pacientes con sobrepeso o muy musculados.

CONCLUSIÓN

Hay numerosas estructuras que son subsidiarias de una posible lesión iatrogénica en la reparación de las fracturas posteriores de la meseta tibial.

Teniendo en cuenta los resultados de nuestro estudio concluimos que, por seguridad, no se debe ampliar distalmente la disección más de 4 cm en la región lateral dado que la bifurcación de la arteria tibial se encuentra una distancia media de 47,1 mm. Además, ya que la longitud de la TA es mayor en el sexo masculino que en el femenino y es directamente proporcional a la distancia entre la superficie de la meseta tibial y la bifurcación de la arteria tibial, en las mujeres se debe tener especial cuidado a la hora de ampliar la disección.

Viendo que el nervio peroneo común rodea el cuello del peroné a una distancia media de 35,2 mm desde la superficie de la meseta tibial, las incisiones rectilíneas que no sigan el contorno del nervio pueden conllevar un daño del mismo. Un nuevo enfoque de disección y evitar la osteotomía de la cabeza del peroné puede evitar lesiones iatrogénicas neurovasculares.

Podemos decir por tanto que a pesar de que no exista abordaje perfecto, si la fractura lo permite, hay menos probabilidad de dañar estructuras vitales en un abordaje medial extendido a lateral.

Al variar la distancia de la arteria poplítea a la superficie articular tibial en función de la posición del miembro, recomendamos un estudio radiológico previo con la extremidad en la posición deseada para su posterior abordaje.

Con todo esto el daño iatrogénico puede ser evitado en mayor medida.

BIBLIOGRAFÍA

1. Weimann A, Heinkele T, Herbort M, Schliemann B, Petersen W, Raschkel MJ, “Minimally invasive reconstruction of lateral tibial plateau fractures using the jail technique: a biomechanical study” BMC Musculoskeletal Disorders 2013, 14:120
2. Jentzsch T, Fritz Y, Veit-Haibach P, Schmitt P, Sprengel K, Werner CML, “Osseous vitality in single photon emission computed tomography/computed tomography (SPECT/CT) after balloon tibioplasty of the tibial plateau: a case series” BMC Medical Imaging (2015) 15:56
3. Purnell M: Diagnosis and surgical treatment of Schatzker type IV variant biplanar medial tibial plateau fractures in alpine skiers. Techniques in Knee Surgery. 2007; 6(1): 17-28
4. Lin S, Mauffrey C, Hammerberg EM, Stahel PF, Hak DJ, “Surgical site infection after open reduction and internal fixation of tibial plateau fractures” Eur J Orthop Surg Traumatol (2014) 24:797–803
5. Wang J, Wei J, Wang M, “The distinct prediction standards for radiological assessments associated with soft tissue injuries in the acute tibial plateau fracture” Eur J Orthop Surg Traumatol (2015) 25:913–920
6. Alberto Cuéllar-Avaroma, Ana Cristina King-Martínez, Armando Hernández-Salgado, Rubén Torres-González. Complicaciones en las fracturas complejas de la meseta tibial y factores asociados. Cir Ciruj 2006;74:351-357
7. Schatzker J, McBroom R, Bruce D. “The tibial plateau fracture. The Toronto experience 1968-1975”. Clin Ortheop Relat Res. (1979) 138:94-104



8. Martijn A. J. te Stroet, Micha Holla, Jan Biert, Albert van Kampen. The value of a CT scan compared to plain radiographs for the classification and treatment plan in tibial plateau fractures. *Emerg Radiol* (2011) 18:279–283
9. Müller ME, Nazarian S, Koch P, et al. (1990) *The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones*. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag.
10. Charalambous CP, Tryfonidis M, Alvi F, Moran M, Fang C, Samaraji R, et al. “Inter- and intra-observer variation of the Schatzker and AO/OTA classifications of tibial plateau fractures and a proposal of a new classification system”. *Ann R Coll Surg Engl*. 2007;89(4):400-4
11. Luo CF, Sun H, Zhang B, Zeng BF, “Three-column fixation for complex tibial plateau fractures.” *J Orthop Trauma*. 2010 Nov;24(11):683-92.
12. Guang Yang · Qilin Zhai · Yi Zhu · Hui Sun · Sven Putnis · Congfeng Luo. The incidence of posterior tibial plateau fracture: an investigation of 525 fractures by using a CT-based classification system. *Arch Orthop Trauma Surg* (2013) 133:929–934
13. Subba Rao SPP, Lewis J, Haddad Z, Paringe V, Mohanty K, “Three-column classification and Schatzker classification: a three- and two-dimensional computed tomography characterisation and analysis of tibial plateau fractures” *Eur J Orthop Surg Traumatol* (2014) 24:1263–1270
14. Ninomiya JT, Dean JC, Goldberg VM. Injury to the popliteal artery and its anatomic location in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1999;14:803---9.
15. R Core Team (2013). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
16. Chan PS, Klimkiewicz JJ, Luchetti WT, et al. Impact of CT scan on treatment plan and fracture classification of tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma* 1997;11(7):484–489
17. Hui Sun, Cong-Feng Luo, Guang Yang, Hui-Peng Shi, Bing-Fang Zeng. Anatomical evaluation of the modified posterolateral approach for posterolateral tibial plateau fracture. *Eur J Orthop Surg Traumatol* (2013) 23:809–818
18. Keser S, Savranlar A, Bayar A, Ulukent SC, Ozer T, Tuncay I. Anatomic localization of the popliteal artery at the level of the knee joint: a magnetic resonance imaging study. *Arthroscopy*. 2006;22:656---9.
19. M. Sanz-Pérez, D. García-Germán, J. Ruiz-Díaz, I. Navas-Pernía y J. Campo-Loarte. Localización de la arteria poplítea y su relación con el

- riesgo vascular en la sutura del cuerno posterior del menisco externo. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2015;59(3):165---171
20. Ezamin, AR, Hasyama AH, Suppiah S, Suraini MS, Arifaizad A, Paisal H, Nasir MN, Sidique SF and Hariati J. Popliteal Artery to Tibial Plateau Distance at the Knee Level: A Radiological Study to Assess Injury Risks in Osteoarthritic Knees Using Dual Source Dual Energy CT Scan. *Pertanika J. Sci. & Technol.* 2017;25(1): 371 - 378
21. Eriksson, K, Bartlett, J. Popliteal artery–tibial plateau relationship before and after total knee replacement: a prospective ultrasound study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.* 2010;18(7), 967-970.
22. Araujo Goesa RF, Cardoso Filhoa A, Oliveira Castroa GNP, Bolpato Louresa F, Monteiro Da Palma I, Kinderc A, Labronici PJ. Magnetic resonance study on the anatomical relationship between the posterior proximal region of the tibia and the popliteal artery. *Rev Bras Ortop* 2015;50(4): 422–429
23. Zaidi SH, Cobb AG, Bentley G. Danger to the popliteal artery in high tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg Br.* 1995;77(3):384–6.
24. Kim J, Allaire R, Harner CD. Vascular safety during high tibial osteotomy: a cadaveric angiographic study. *Am J Sports Med.* 2010;38(4):810–5.
25. Lobenhoffer P, Gerich T, Bertram C, Lattermann T, Pohlemann H, Tschern H. Treatment of posterior tibial plateau fractures via posteromedial and posterolateral exposures. *Unfallchirurg* 1997; 100(12):957–967
26. Utku Kandemir, MD1 Jeffrey Maclean, MS, MD1. Surgical Approaches for Tibial Plateau Fractures. *J Knee Surg* 2014;27:21–30
27. Hui Sun Cong-Feng Luo Guang Yang Hui-Peng Shi Bing-Fang Zen. Anatomical evaluation of the modified posterolateral approach for posterolateral tibial plateau fracture. *Eur J Orthop Surg Traumatol* (2013) 23:809–818
28. Shi-Min Chang, He-Ping Zheng, Hai-Feng Li, Yong-Wei Jia, Yi-Gang Huang, Xin Wang, Guang-Rong Yu. Treatment of isolated posterior coronal fracture of the lateral tibial plateau through posterolateral approach for direct exposure and buttress plate fixation. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery* July 2009, Volume 129, Issue 7, pp 955–962
29. Tao J, Hang DH, Wang QG, Gao W, Zhu LB, Wu XF, Gao KD (2008) The posterolateral shearing tibial plateau fracture: treatment and results via a modified posterolateral approach. *Knee* 15:473–479



30. Nima Heidari, MBBS, MRCS(Eng), MSc, FRCS(Tr&Orth),* Surjit Lidder, BSc(Hons), MBBS, MRCS(Eng),†Wolfgang Grechenig, MD,‡ Norbert P. Tesch, MD,§ and Annelie M. Weinberg, MDk. The Risk of Injury to the Anterior Tibial Artery in the Posterolateral Approach to the Tibia Plateau: A Cadaver Study. *J Orthop Trauma* Volume 27, Number 4, April 2013
31. Yu B, Han K, Zhan C, Zhang C, Ma H, Su J. Fibular head osteotomy: A new approach for the treatment of lateral or posterolateral tibial plateau fractures. *The Knee* 17 (2010) 313–318
32. Hsieh CH, “Treatment of the Posterolateral Tibial Plateau Fractures using the Anterior Surgical Approach” *Int J Biomed Sci* 2010; 6 (4): 316-320
33. Bermúdez CA, Ziran BH, Barrette-Grischow MK. Use of horizontal rafting plates for posterior elements of complex tibial plateau fractures: description and case reports. *J Trauma*. 2008 Nov;65(5):1162-7.
34. Solomon LB, Stevenson AW, Lee YC, Howie DW, “Posterolateral and anterolateral approaches to unicondylar posterolateral tibial plateau fractures: a comparative study.” *Injury, Int. J. Care Injured* 44 (2013) 1561–1568
35. Chen HW, Zhou SH, Liu GD. Zhao X, Pan J, Ou S, Fei J, “An extended anterolateral approach for posterolateral tibial plateau fractures” *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2015) 23:3750–3755
36. Bhattacharyya T, McCarty LP 3rd, Harris MB, Morrison SM, Wixted JJ, Vrahas MS, Smith RM. The posterior shearing tibial plateau fracture: treatment and results via a posterior approach. *J Orthop Trauma*. 2005 May-Jun;19(5):305- 10.
37. Zhu Y, Yang G, Luo CF, Smith WR, Hu CF, Gao H, Zhong B, Zeng BF. Computed tomography-based Three-Column Classification in tibial plateau fractures: introduction of its utility and assessment of its reproducibility. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012 Sep;73(3):731-7.
38. Xianfeng He Penghan Ye Yong Hu Lei Huang Feng Zhang Guanyi Liu Yongping Ruan Congfeng Luo A posterior inverted L-shaped approach for the treatment of posterior bicondylar tibial plateau fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* (2013) 133:23–28