

Relación anatómica de proximidad de la arteria poplítea ateromatosa con el plano esquelético. Estudio “in vivo” mediante RX simple

Parte I

Consideraciones anatómoquirúrgicas relativas al riesgo de su lesión en cirugía reconstructiva de rodilla

Carlos M. Autorino, Marcos Galli Serra, Emiliano Alvarez Salinas, Horacio Rivarola Etcheto y Cristian

Hospital Universitario Austral

Correspondencia: Dr. Carlos María Autorino

carlos.autorino@gmail.com | cautorino@cas.austral.edu.ar

Luis María Campos 523 (CP: 1426) | CABA. | 11 4 771 4569

RESUMEN

Introducción: la lesión de la arteria poplítea en cirugía reconstructiva alrededor de la rodilla es infrecuente. Su incidencia es de 0,03 % en artroplastía protésica (mayor en revisiones) y 0,005 % en cirugía artroscópica (reconstrucción del LCP). Sin embargo se presume que habría más casos que los realmente comunicados. Se elaboró una **línea de investigación** en base a la **hipótesis** de que al flexionar la rodilla, el alejamiento de la arteria poplítea del plano óseo es realmente limitado.

El **objetivo** del presente trabajo (parte I) consistió en **investigar “in vivo” la proximidad de la arteria poplítea aterosclerótica con el plano esquelético en diversos grados de flexo-extensión registrando dicha distancia en RX simples**. En la parte II, se estudiará “in vivo” mediante RM.

Materiales y métodos: se estudiaron radiográficamente 12 pacientes de ambos sexos, entre 51 y 83 años, con ateromatosis poplítea. Se obtuvieron RX. de perfil en extensión y en diversos grados de flexión. Se definieron planos de referencia al plano esquelético en relación a los cuales tomar los registros. Se registró la distancia entre la arteria y el plano esquelético en diferentes planos esqueléticos. Se calculó la diferencia entre las distancias promedio correspondientes a cada plano en extensión y en flexión de 90°.

Resultados: la distancia promedio de excursión arterial entre la extensión y la flexión (90°) fue menor a 1 cm.

Discusión: la arteria poplítea se halla, en alguna medida, “ligada” o “anclada” al plano esquelético fundamentalmente por las arterias geniculares. Asimismo, impresiona que la ateromatosis genera una característica pérdida de complacencia.

Conclusión: el desplazamiento posterior de los vasos poplíteos al flexionar la rodilla, si bien es real, es notablemente reducido, contrastando con el margen de seguridad supuesto por la enseñanza tradicional.

ABSTRACT

Introduction: The incidence of popliteal artery lesion is less than 0,03% in total knee arthroplasty and 0,005% during PCL reconstruction. However, we presumed there are more cases than those actually reported. Our hypothesis was that the movement of the popliteal artery away from the bone in flexion is really limited. The aim was to investigate “in vivo” the proximity of the atherosclerotic popliteal artery to the skeletal plane, with varying degrees of flexo-extension of the knee.

Materials and Methods: Radiographic study of 12 patients of both genders between 51 and 83 years old, with popliteal atheromatosis demonstrated radiographically. X-Rays were obtained in extension and 90° of flexion, the distance between the artery and the bone was recorded for every skeletal plane. Subsequently, we calculated the difference between the average distance for each skeletal plane in extension and 90° of flexion.

Results: The average distance between the popliteal artery in extension and 90° of flexion was less than 1 cm.

Discussion: The findings in this study contrast with the consensus recommendation: The popliteal artery is “bound” or “anchored” to the bone

Conclusion: The posterior displacement of the popliteal vessels with the flexion of the knee is really limited.

Introducción

En cirugía reconstructiva de rodilla, la complicación caracterizada por injuria de la arteria poplítea es infrecuente a la vez que grave. Se estima una incidencia de 0,03 % en artroplastía protésica.⁽¹⁾

La American Association of Hip and Knee Surgeons realizó una encuesta entre sus miembros con el objetivo de investigar sus percepciones y experiencias en los litigios por malpráctica. Adhirieron a la encuesta el 56,3 % de los miembros; el 78 % de los mismos reconocieron que, al menos una vez, ya habían tenido experiencia de enfrentar un litigio. El nivel de entrenamiento acreditado correspondía a práctica de nivel jerarquizado, ya que el 89 % practicaba más de 100 procedimientos artroplásticos anuales. Fueron estudiadas 490 demandas; la causa más frecuente correspondió a lesión nerviosa luego de RTC o RTR, registrándose 64 casos (13 %); la injuria vascular fue causal en 31 casos (6,3 %).⁽²⁾

Se presume que habría más casos que los realmente comunicados en el contexto de comunicaciones científicas: se trataría de un enmascaramiento de las complicaciones, las cuales son finalmente ventiladas durante los litigios por mala-praxis en el marco de la pericia médico-legal.

Así, en una revisión de 4.350 injurias vasculares, la **cirugía artroplástica** fue la principal causa de las mismas.⁽³⁾ De hecho, dicha presunción coincide con la experiencia personal de los autores a propósito de consultas de segunda opinión.

En cirugía artroscópica de rodilla, siendo una técnica quirúrgica mínimamente invasiva, la incidencia de lesión vascular es reducida (6:120.000, es decir una incidencia de 0,005 %), si bien puede tener resultados "catastróficos"⁽⁴⁾

Se ha descrito detalladamente la complicación vascular por injuria aguda de la arteria poplítea durante la reconstrucción artroscópica del ligamento cruzado posterior⁽⁵⁾; dicha lesión se produce, en general, durante la realización del túnel tibial⁽⁶⁾.

Uno de los recaudos recomendados para evitar dicha lesión consiste en labrar el túnel tibial con la rodilla en 90° de flexión argumentando que, en tal posición, la arteria poplítea se alejaría del plano óseo. (Figura 1)

Por otra parte, la lesión de la arteria poplítea en el transcurso de la **osteotomía** o de la **artroplastía protésica** es asimismo infrecuente. Se ha documentado que la injuria es más frecuente en cirugía de revisión que en la primaria.

Al igual que para la reconstrucción del LCP, tanto para la osteotomía cuanto para la resección tibial proximal, durante la artroplastía protésica se describe y enfatiza

como nota técnica la realización del paso crítico en posición de flexión, procurando alejar a la a. poplítea del plano óseo⁽⁷⁾.



Figura 1. Reconstrucción artroscópica del LCP, donde se evidencia la íntima relación entre la guía intraarticular y la clavija guía.

Sin embargo, han llamado la atención de los autores del presente estudio ciertos hechos de observación práctica y de documentación bibliográfica discordantes con la aseveración clásica:

- Sobre la morfología descriptiva y topográfica de la arteria poplítea ateromatosa en el transcurso de estudios radiográficos: el alejamiento de la arteria poplítea del plano esquelético durante la flexión de la rodilla no es tan amplio como es supuesto.
- Sobre la comunicación de complicaciones vasculares aún habiendo respetado la posición de flexión al momento de practicar la sección ósea.⁽⁸⁾
- Sobre la observación durante la práctica de disección sistemática.

Se elaboró una **línea de investigación** en base a la **hipótesis** de que al flexionar la rodilla, el alejamiento de la a. poplítea del plano óseo, si bien existe, es realmente limitado a los niveles de potencial instrumentación en el transcurso de diversos procedimientos reconstructivos (reconstrucción de LCP, osteotomía, artroplastia protésica). Así, se sugiere que, en realidad, la flexión no sería "per se" suficiente para evitar la complicación por

injurias vasculares, sobre todo en casos de pérdida de la elasticidad parietal vascular (Ej.: por ateromatosis).

El **objetivo** del presente trabajo (Parte I) consistió en investigar "in vivo" la proximidad de la arteria poplítea aterosclerótica con el plano esquelético, en diversos grados de flexo-extensión registrando dicha distancia en RX simples. En la Parte II, se estudiará "in vivo" mediante RM.

Materiales y métodos

Se procedió al estudio radiográfico de 12 pacientes de ambos sexos, con edades comprendidas entre 51 y 83 años, con ateromatosis poplítea demostrada radiográficamente.

Las RX de perfil fueron obtenidas en extensión y flexión de 90°.

Se definieron los siguientes planos (Figura 2):

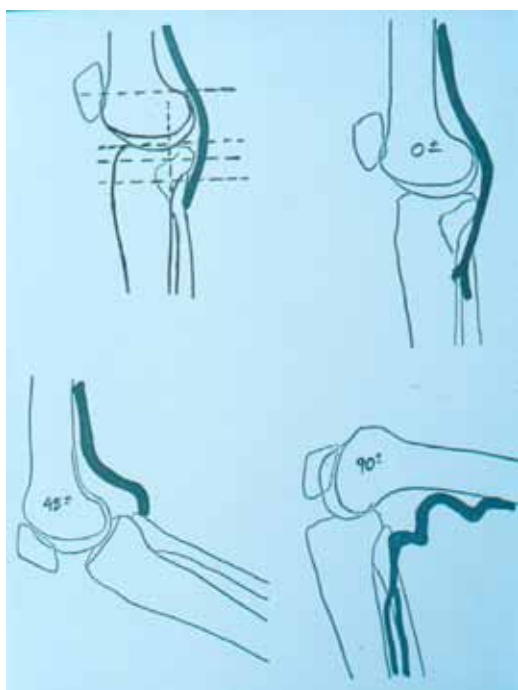


Figura 2. Se evidencian los niveles de corte (supracondíleo, transarticular, epifisario tibial y epífiso-metafisario). En los calcos de RX se evidencia el patrón típico de neomorfología de la arteria poplítea ateromatosa en diversos grados de flexión.

1. **Supracondíleo (SC):** tangente al borde proximal de los cóndilos femorales, en la intersección con la cortical diafisaria femoral posterior.
2. **Transarticular (TA):** tangente a la interlínea articular a nivel del plano subcondral.
3. **Epifisario tibial (E):** intermedio entre 2) y 4)
4. **Epífiso-metafisario o epifisario distal (ED):** tangente al borde proximal del tubérculo tibial anterior.

Se registró la distancia existente entre la arteria poplítea y el plano esquelético a nivel de cada uno de los planos definidos. Se calculó la diferencia entre las distancias promedio correspondientes a cada plano medidas en extensión y en flexión de 90°.

Resultados

La distancia promedio de excursión arterial entre la extensión y la flexión a 90° fue menor a 1 cm en los planos transarticular, epifisario tibial y epífisometafisario.

Plano	Extensión	Flexión 90°	Diferencia
Supracondíleo	0,76	1,84	1,08
Transarticular	2,37	3,24	0,87
Epifisario tibial	0,74	1,3	0,56
Epífiso-metafisario	0,78	1,12	0,38

(Distancias expresadas en cm)

Discusión

Los planos definidos en el presente estudio se han establecido procurando representar planos de aplicación habitual en diversas etapas de cirugía reconstructiva de rodilla: 1) planificación, 2) tipificación de defectos y, 3) en el curso de intervenciones quirúrgicas reconstructivas de la rodilla.

Representan:

- a) niveles de **instrumentación** (Ej.: guías de corte, guías para labrado de túneles)
- b) planos de referencia para fundamentar mediciones a partir de **reparos fijos** (Ej.: restablecimiento de la "línea articular")
- c) planos que permiten tipificar **defectos** o fundamentar **recursos reconstructivos** (Ej.: modularidad protésica, compromiso ligamentario).

El plano **supracondíleo** es: a) nivel de referencia para osteotomías supracondíleas y, b) reparo fijo para establecer distalmente el plano transversal correspondiente a la "línea articular".

El plano **transarticular** es: a) nivel de referencia en diversas instrumentaciones (guías tibiales en cirugía artroscópica, estiletos (*stylus*) orientadores del nivel articular en RTR; b) anatómicamente: establece el plano condral, la inserción de los LC, el plano meniscal y la penetración de las ramas de la arteria genicular media.

El plano **epifisario** es nivel de referencia para: a) osteotomías planares transversales (Coventry); b) tipificar descenso de la línea articular (Ej.: conversiones "osteotomía - RT").

El plano **epifiso-metafisario** es: a) nivel de referencia para osteotomías planares transverso-oblicuas (Puddu); b) reparo fijo para establecer proximalmente el plano transversal correspondiente a la "línea articular"; c) anatómicamente: c.1- orienta sobre un nivel "crítico" de vulnerabilidad de la arteria poplítea por su fijeza y proximidad al plano esquelético, protegida por el cuerpo carnoso del músculo poplíteo; c.2- representa un nivel "crítico" en la tipificación de defectos óseos, por cuanto es el plano de inserción del ligamento patelar. Los hallazgos realizados en el presente estudio contrastan con la recomendación consensuada: **la distancia registrada entre el plano vascular y el esquelético resulta tan escaso que maniobras desafortunadas de tan solo milímetros exponen al compromiso vascular traumático.**

Nuestra observación resulta coincidente con la realizada por otros autores empleando técnicas de medición digital en diagnóstico por imágenes⁽⁹⁾.

La a. poplítea se halla, en alguna medida, "ligada" o "anclada" al plano esquelético por diversas estructuras anatómicas:

- en el sector femoral o supra-articular por: a) los márgenes del anillo del tercer aductor y, b) las arterias geniculadas femorales
- en el sector articular por la arteria genicular media
- en el sector tibial o infra-articular por: a) las arterias geniculadas tibiales; b) la arteria tibialis anterior que accede al compartimiento sural anterior a través del ojal que le ofrece la membrana interósea; c) los márgenes del anillo del sóleo.

Las arterias geniculares juegan pues un rol fundamental manteniendo la relación de vecindad de la arteria poplítea con el plano esquelético.

Se ha descrito como variante anatómica vinculable con el anclaje de la arteria poplítea a la vez que con riesgo incremental de la injuria vascular a la emergencia alta de la arteria tibialis anterior, estimándose su incidencia en el 6% de las rodillas.⁽¹⁰⁾

Anatomistas clásicos de la escuela sajona han descrito la morfología del eje vascular de la arteria femoral y de la arteria poplítea durante la flexo-extensión de cadera y rodilla respectivamente.⁽¹¹⁾

En las ilustraciones originales se aprecia que el segmento de la arteria poplítea que verdaderamente se aleja de modo significativo del plano articular durante la flexión es el sector central, correspondiendo su proyección al nivel capsular central.

El eje vascular adopta **morfología cambiante durante**

la flexo-extensión, observándose diversos patrones según la edad. Mediante estudios dinámicos de la morfología arterial (angiografía digital) ha sido posible documentar que la morfología de la arteria poplítea es variable en distintos grados de flexión de la rodilla, caracterizándose por cierta tortuosidad determinada por varias curvas distales al anillo del tercer aductor. Justamente, **en voluntarios mayores de 60 años, a pesar de progresar la extensión, las curvas tienden a mantenerse.**^(12, 13)

La arteria poplítea aterosclerótica presenta una característica pérdida de elasticidad; por tanto, procurando fundamentar en tal circunstancia elementos de riesgo potencial de lesión vascular durante procedimientos reconstructivos, se suma, al natural vínculo con el plano esquelético, la propia pérdida de complacencia parietal.

Efectivamente, la experiencia comunicada a partir de una recopilación de casos estudiados en la Mayo Clinic atribuye a la enfermedad arteriosclerótica preexistente y a la deformidad en flexión estructurada factores predisponentes relevantes de la complicación vascular aguda.⁽¹⁴⁾

La técnica endoscópica de reconstrucción del LCP ha ganado terreno en relación a la técnica de reconstrucción a cielo abierto o "*in-lay*".

Los detractores de dicha técnica argumentan que, si bien es poco frecuente, la lesión de la arteria poplítea durante la realización del túnel tibial representa un riesgo concreto. Aquellos que la realizan recomiendan recaudos conducentes a reducir el riesgo lesional de la arteria poplítea^(15, 16, 17).

a) **Palpación:** palpar directamente por vía posteromedial la emergencia del túnel tibial

b) **Radioscopia:** control radioscópico durante la realización del túnel, asegurando bajo visión en tiempo real que los instrumentos punzantes y/o cortantes no excedan en demasía la cortical posterior.

c) **Fresas:** se recomienda la utilización de fresas con cabezas cónicas a la vez que maniobradas manualmente.

d) **Protección:** mediante la interposición de curetas curvas que protejan el avance de la fresa, cubriendo su emergencia.

e) **Posición articular:** todos los autores recomiendan realizar el procedimiento con la rodilla en posición de 90° para alejar los vasos poplíteos.

El reducido desplazamiento arterial durante la flexión sugiere que el **verdadero factor estructural de protección de la arteria poplítea durante la osteotomía tibial en el transcurso de los procedimientos**

reconstructivos de referencia consiste en la interposición de las partes blandas (músculo poplíteo y plano fibroso capsular posterior) entre los planos esquelético y arterial. (Figura 3)



Figura 3. A y B - Relación de la arteria poplítea en un paciente con osteotomía de cierre tibial. Se evidencia cómo a pesar de la flexión de rodilla, la arteria poplítea se mantiene próxima al plano tibial.



Figura 4. Preparaciones anatómicas en las cuales se identifica la relación de la arteria en el hueso poplíteo y la variación de su posición en extensión (A) y flexión (B).



Figura 5. Relación del corte tibial con la cápsula posterior.



Figura 6. Arteria poplítea ateromatosa en rodilla implantada con RTR (A-B-C-D).

Conclusión

La hipótesis fue confirmada: el desplazamiento posterior de los vasos poplíteos al flexionar la rodilla, si bien existe, es realmente reducido a nivel de los planos transversales metadiafisarios del segmento tibial involucrados en procedimientos reconstructivos de práctica habitual (LCP, osteotomía, RTR).

Deben tomarse todos los recaudos técnicos para evitar la lesión vascular (exposición quirúrgica respetando planos anatómicos, separación suave, protección de áreas críticas con instrumentos romos, entrenamiento específico procurando el dominio del instrumental motorizado).

Bibliografía

1. Siebenrock KA, Wahab KH, Werlen S, Kalthor M, Leunig M, Ganz R. Abnormal extension of the femoral head epiphysis as a cause of cam impingement. *Clin Orthop Relat Res* 2004;418:54-60.
2. Clohissy JC, MacClure JT. Treatment of anterior femoroacetabular impingement with combined hip arthroscopy and limited anterior decompression. *Iowa Orthop J* 2005;25:164.
3. Tannast M, Siebenrock KA, Anderson SE. Femoroacetabular impingement: Radiographic diagnosis-What the radiologist should know. *Am J Roentgenol* 2007;188:1540-1552.
4. James SL, Ali K, Malara F, Young D, O'Donnell J, Connell D A. MRI findings of femoroacetabular impingement. *Am J Roentgenol* 2006;187:1412-1419.
5. Chan YS, et al. Evaluating hip labral tears using magnetic resonance arthrography: a prospective study comparing hip arthroscopy and magnetic resonance arthrography diagnosis. *Arthroscopy* 2005;1250.
6. Hack K, Di Primio G, Rakhra K, Beaulé PE. Prevalence of cam-type femoroacetabular impingement morphology in asymptomatic volunteers. *J Bone Joint Surg Am* 2010;92(14):2436-2444 doi: 10.2106/JBJS.J.01280.
7. Ganz R. Surgical dislocation of the hip. A technique with full access to femoral head and acetabulum without the risk of avascular necrosis. *J Bone Joint Surg Br* 2001;83(8):1119-1124.
8. Gautier E, Ganz K, Krügel N, Gill T, Ganz R. Anatomy of the medial femoral circumflex artery and its surgical implications. *J Bone Joint Surg Br* 2000;82:679.
9. Lavigne M, Parvizi J, Beck M, Siebenrock KA, Ganz R. Anterior femoroacetabular impingement. Part I. Techniques of joint preserving surgery. *Clin Orthop* 2004;418:61-66.
10. Ribas M. Femoroacetabular osteochondroplasty by means of an anterior minimally invasive approach. *Hip Intern* 2007;2:91-98.
11. Ribas M, Candiotti L, Vilarrubias JM. Tratamiento quirúrgico del síndrome de atrapamiento femoroacetabular anterior de la cadera. *J Bone Joint Surg Br Proceedings* 2005.
12. Byrd JWT. Hip arthroscopy utilizing the supine position. *Arthroscopy* 1994;10:275-280.
13. Byrd JW. Hip arthroscopy. The supine position. *Clin Sports Med* 2001;20(4):703-731.
14. Byrd JW. Portal anatomy. En: Byrd T (ed.) *Operative Hip Arthroscopy*, New York, NY: Springer; 2005:110-116.
15. Murphy S, Tannast M, Kim YJ, Buly R, et al. Debridement of the adult hip for femoroacetabular impingement: indications and preliminary clinical results. *Clin Orthop Relat Res* 2004;(429):178-181.
16. Philippon MJ, Schenker ML. Arthroscopy for the treatment of femoroacetabular impingement in the athlete. *Clin Sports Med* 2006;25:299-308.
17. Crawford JR, Villar RN. Current concepts in the management of femoroacetabular impingement. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87(11):1459-1462.
18. Beaulé PE, Le Duff MJ, Zaragoza E. Quality of life following femoral head-neck osteochondroplasty for femoroacetabular impingement. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89: 773-779.
19. Mengelle D, Burgo F, Aliaga Saenz A, Autorino C. Osteoplastia femoroacetabular sin luxación coxofemoral en el síndrome de choque femoroacetabular. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2010;75(4):363-369.
20. Laude F, Sariali E, Nogier A. Femoroacetabular impingement treatment using arthroscopy and anterior approach. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467(3):747-752.
21. Sink EL, Beaulé PE, Sucato D, Kim YJ, Millis MB, Dayton M, Trousdale RT, Sierra RJ, Zaltz I, Schoenecker P, Monreal A, Clohissy J. Multicenter study of complications following surgical dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93(12):1132-1136. doi: 10.2106/JBJS.J.00794.
22. Beaulé PE, Allen DJ, Clohissy JC, Schoenecker P, Leunig M. The young adult with hip impingement: deciding on the optimal intervention. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91(1):210-221.
23. Matsuda DK, Carlisle JC, Arthurs SC, Wierks CH, Philippon MJ. Comparative systematic review of the open dislocation, mini-open, and arthroscopic surgeries for femoroacetabular impingement. *Arthroscopy* 2011;27(2):252-269.