

خونریزی هنگام عمل در تعویض کامل مفصل زانو و نیاز به تزریق خون با استفاده و بدون استفاده از تورنیکت

چکیده

پیشگفتار: استفاده از تورنیکت در تعویض کامل مفصل زانو TKA^۱ توسط بسیاری از جراحان توصیه می‌شود. با این حال؛ شواهد مبنی بر تأثیرگذاری آن در کاربرد این جراحی در حاله‌ای از ابهام قرار دارد. ما تأثیر استفاده از تورنیکت را در کاهش خونریزی و میزان نیاز به انتقال خون در جراحی TKA ارزیابی کردیم.

مواد و روش‌ها: بیماران مراجعه کننده به دو بیمارستان در تبریز برای انجام عمل جراحی TKA در یک دوره یک‌ساله «مورد - کنترل» بررسی و در این مطالعه قرار گرفتند. ۸ بیمار مرد و ۲۳ زن از نظر استفاده از تورنیکت در طول عمل جراحی TKA به دو گروه تقسیم شدند: در گروه اول، تورنیکت از ابتدای جراحی تا اتمام سفت شدن سیمان باد شده بود و در گروه دوم، این اقدام قبل از مرحله شروع سیمان‌گذاری و تا سخت شدن سیمان رخ داده بود. همه این مراحل توسط یک جراح منفرد، با تکنیک یکسان و تحت بی‌حسی ناحیه‌ای، با مصرف مادهٔ ترومبولیتیک یکسان و پیشگیری از عفونت انجام شد. افت سطح هموگلوبین در روز اول بعد از جراحی، اندازه‌گیری و با سطح قبل از عمل در دو گروه، مقایسه شد. نیاز به تزریق خون نیز بین دو گروه، مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

نتایج: ۲۳ بیمار (۷۴/۲٪) نیاز به تزریق خون نداشتند و این در حالی بود که ۸ مورد آنها (۲۵/۸٪) نیاز به تزریق و انتقال خون داشتند. گروه بدون تورنیکت ۴ مورد و گروه با تورنیکت ۴ مورد به گرفتن خون نیاز داشتند. میانگین مدت زمان جراحی ۷۵/۸۱±۲۶/۳ دقیقه بود. میانگین سطح HB قبل از عمل، ۱۲/۶۶±۱/۶۷ بود که بعد از عمل ۱۱/۰۹±۱/۶۲ به دست آمد. اختلاف میزان هموگلوبین قبل و بعد از عمل در گروه بدون تورنیکت ۱/۳۶ و با تورنیکت ۱/۹۶ بود.

نتیجه‌گیری: اگرچه استفاده از تورنیکت مدت زمان این عمل جراحی را کاهش می‌دهد اما تأثیر قابل توجهی در حفظ سطح هموگلوبین و نیاز به تزریق خون پس از عمل جراحی ندارد.

واژگان کلیدی: آرتروپلاستی، تعویض مفصل زانو، تورنیکت، تزریق خون

دریافت مقاله: ۱۱ ماه قبل از چاپ؛ مراحل اصلاح و بازنگری: ۱ بار؛ پذیرش مقاله: ۳ ماه قبل از چاپ

*دکتر جعفر سلیمان پور، *دکتر سیامک کاظمی صوفی، *دکتر امین مرادی

مقدمه

*جراح متخصص ارتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران.

تعویض کامل مفصل زانو (TKA)^۱ یکی از جراحی‌های رایج ارتوپدی است که برای تسکین درد، بهبود عملکرد و تحرک در بیمارانی که پاسخ ضعیف به درمان غیرجراحی دارند؛ انجام می‌شود^(۱). عوارض تعویض کامل مفصل زانو نادر است، اما از مشکلات جزئی تا تهدیدکنندهٔ زندگی متغیر است. هنگامی که عمل جراحی توسط جراحی با سابقهٔ تعداد عمل بالا در بیمارستان تخصصی انجام شود، بروز عوارض به طور بالقوه کاهش می‌یابد^(۲). استفاده از تورنیکت توسط برخی از جراحان توصیه می‌شود، اگرچه فواید آن در تعویض مفصل زانو هنوز قطعی نیست^(۳). به لحاظ تئوری، استفاده از تورنیکت می‌تواند از دست دادن خون را کاهش دهد، اگرچه این امر با عوامل دیگری مانند تأخیر در بهبود زخم و کاهش محدوده حرکتی مفصل همراه است^(۳). تورنیکت بادی معمولاً در طول TKA برای کاهش از دست رفتن خون در حین عمل و بهبود وضعیت دید در حین جراحی، کاهش زمان جراحی و بهبود پیوند از سیمنت استفاده می‌شود^(۴). احتمالاً استفاده از تورنیکت باعث بهتر شدن تثبیت شکستگی نمی‌شود، اما ممکن است باعث درد بیشتر بعد از عمل، یا کاهش دامنهٔ حرکتی مفصل شود^(۶). اعتقاد بر این است که استفاده از تورنیکت، باعث

نویسنده مسئول:

دکتر سیامک کاظمی صوفی

تلفن همراه: ۰۹۱۲۰۱۴۹۶۵۴

dr.s.kazemisufi@gmail.com

1. Total knee arthroplasty

عوامل، مدت زمان جراحی به عنوان یک عامل خطر جدی توجه کمتری را به خود جلب کرده است.^(۶)

در مطالعه حاضر، تأثیر استفاده از تورنیکت در کاهش خونریزی هنگام عمل و بعد از عمل جراحی TKA و همچنین میزان نیاز به انتقال خون بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

بیمارانی که از اکتبر ۲۰۱۷ تا سپتامبر ۲۰۱۸، برای (TKA) به بخش ارتوپدی بیمارستان‌های امام رضا (ع) و ولیعصر مراجعه کرده بودند؛ به عنوان گروه‌های مورد مطالعه در بررسی «مورد-شاهد» ما در نظر گرفته شدند. در بیمارستان اول، عمل TKA بدون تورنیکت انجام و فقط هنگام سیمان‌گذاری از تورنیکت استفاده شد. در بیمارستان دوم، از زمان شروع جراحی از تورنیکت استفاده شد. این مطالعه توسط کمیته اخلاق منطقه‌ای دانشگاه علوم پزشکی تبریز تأیید شد (شماره ثبت 414.1398.rec.Tbzmed.Ir). برای تعیین حجم نمونه از نرم افزار G-power 3.1.9.2 استفاده شد. با در نظر گرفتن $\alpha=0.05$ و توانمندی ۸۰٪، اندازه نمونه در هر گروه ۱۵ عدد تخمین زده شد. معیار ورود به مطالعه، بیماران ۵۰ تا ۸۵ سال بودند که باید تحت TKR^۳ (تعویض کامل زانو) با استئوآرتریت اولیه یا ثانویه زانو قرار می‌گرفتند. بیماران مبتلا به اختلالات انعقادی و مصرف‌کنندگان داروهای ضد انعقادی و بیماران که به طور همزمان تعویض دو طرفه مفصل زانو داشتند و کسانی که تحت عمل جراحی مجدد قرار می‌گرفتند را از مطالعه خارج کردیم.

در این مطالعه، ۸ مرد (۲۵/۸٪) و ۲۳ زن (۷۴/۲٪) با میانگین سنی $63/6 \pm 7/86$ سال (حداقل ۵۲ سال، حداکثر ۸۱ سال) حضور داشتند. بیماران با ایجاد تعادل از نظر میانگین سنی، جنسیت، شاخص توده بدنی (BMI)^۴ به طور تصادفی در دو گروه قرار گرفتند. در گروه اول پس از آماده سازی بیمار و القای بی‌حسی، تورنیکت باد شد و عمل جراحی انجام شد و بلافاصله پس از سفت شدن سیمان تورنیکت آزاد شد. در گروه دوم، از تورنیکت به جز در مرحله سیمان‌گذاری استفاده نشد. تمام اقدامات جراحی توسط همان تیم جراحی مجرب مشابه در هر دو مرکز تحت بی‌حسی اسپینال/ اپیدورال انجام شد. برش در پوست به صورت میدلاین قدامی و کپسول و رتیناکولوم به

می‌شود میدان عمل جراحی کم خون و تمیز شود و خونریزی کاهش یابد، اما نکته دیگر در استفاده از تورنیکت این است که میزان خونریزی استخوان در طول سیمان‌گذاری احتمالاً کاهش می‌یابد و این باعث می‌شود تا از آسیب رساندن به روند تثبیت سیمان جلوگیری شود. جریان خون واکنشی طی ۵ دقیقه پس از رها کردن تورنیکت به اوج خود می‌رسد. از طرف دیگر، تورنیکت همچنین می‌تواند با آسیب به بافت و تنش اکسیداتیو همراه باشد. تورنیکت از دست دادن خون در حین عمل جراحی را کنترل می‌کند، اما نمی‌تواند خونریزی بعد از عمل را کنترل کند، و هنوز هم نقش تورنیکت در کاهش مجموع خون از دست رفته بیماران تحت TKA یکی از نکات مبهم است.^(۷) در سال ۲۰۰۹، انجمن Hip and Knee (مفصل ران و زانو) آمریکا اعلام کرد ۹۵٪ از جراحان در TKA از تورنیکت استفاده می‌کنند.^(۷) با این حال، به دلیل عوارض جانبی تورنیکت، برخی از جراحان ترجیح می‌دهند TKA را بدون استفاده از تورنیکت انجام دهند.^(۸،۴) به دلیل آثار بالقوه زیان‌بار استفاده طولانی‌مدت از تورنیکت، استفاده از آن در جراحی می‌تواند با خطراتی همراه باشد. پس از عمل جراحی، درد، تورم اندام، سفتی، تأخیر در بهبود قدرت عضلانی و احساس ناراحتی، نکرور بافت چربی زیرجلدی، پوسته پوسته شدن پوست، هماتوم، باز شدن زخم و افزایش خطر عفونت‌های زیرپوستی گزارش شده است.^(۹،۸،۵) درد اندام در بیمارانی که با استفاده از تورنیکت تحت عمل جراحی قرار گرفته‌اند، احتمالاً ناشی از فشار مستقیم تورنیکت روی اعصاب و بافت نرم است. افزایش فشار داخلی بافت نرم به دلیل برقراری مجدد جریان خون، پس از باز شدن تورنیکت، ممکن است منجر به درد در ناحیه عمل شود.^(۹) عوارض نادر که در اثر استفاده طولانی‌مدت از تورنیکت در طول TKA وجود دارد عبارتند از: فلج عصبی یا نوروپراکسی، سندرم کمپارتمان، رابدومیولیز، نارسایی کلیوی، آسیب عروقی، ترومبوز ورید عمقی، آمبولی ریه، ادم حاد ریوی و ایست قلبی بلافاصله پس از باز کردن تورنیکت.^(۲) همچنین، استفاده از تورنیکت ممکن است بر بازگشت عملکرد، تحرک زانو پس از عمل و موفقیت بالینی تأثیر بگذارد.^(۸،۴) علی‌رغم موارد ذکر شده فوق، TKA مستقلاً یک عامل خطر ایجاد ترومبوز ورید عمقی (DVT)^۲ است. برخی از محققان نیز معتقدند دستکاری استخوان، گشاد شدن کانال مدولاری و مدت زمان جراحی، عوامل خطر دیگر ابتلا به DVT هستند. اگرچه از بین همه این

3. Total Knee Replacement

4. Body Mass Index

2. Deep Vein Thrombosis

صورت مدیال پاراپاتلار بود. از نوع و برند پروتز زانوی مشابه در هر دو گروه استفاده شد. پانسمان بعد از عمل، پانسمان فشرده شده Jones بود. برای پیشگیری از بیماری ترومبوآمبولیک (TED) از هیپارین با وزن مولکولی کم (LMWH)^۵ تحت عنوان Enoxaparin sodium 4000 U.I (۴۰ میلی‌گرم) استفاده شد که طی ۱۲ تا ۲۴ ساعت اول بعد از عمل تجویز می‌شد و روزانه به مدت چهار هفته ادامه داشت. پروفلاکسی آنتی‌بیوتیکی و پروتکل‌های توانبخشی در هر دو گروه مشابه بودند. سطح هموگلوبین قبل از عمل و ۲۴ ساعت اول بعد از عمل، در بیماران ارزیابی شد. مدت زمان پروترومبین و شمارش پلاکت نیز در تمام بیماران، قبل از عمل، بررسی شد. نیاز برای تزریق در هر دو گروه توسط جراح ارتوپد بر اساس میزان Hb بیمار که اگر کمتر از ۸/۰ (g/dl) بود و یا بیمار علائم کم‌خونی از قبیل سرگیجه، تهوع، ضعف (asthenia)، رنگ‌پریدگی مخاطی با Hb بین ۸/۰ تا ۱۰/۰ (g/dl) داشت تعیین شد. در بیماران مبتلا به بیماری‌های قلبی - عروقی یا ریوی، آستانه انتقال به میزان ۹/۰ (g/dl) تنظیم شد^(۱۱،۱۰). میزان انتقال خون مورد نیاز طی عمل، و همچنین بعد از عمل جراحی، با توجه به شاخص‌های بالینی و آزمایشگاهی توسط جراح تعیین شد. سعی بر این بود که سطح هموگلوبین پس از رد کردن دلایل دیگری غیر از هیپوولمی، با انتقال خون بالاتر از ۹ حفظ شود. انتقال خون بر اساس واحدهای خونی تزریقی محاسبه و قبل از تجزیه و تحلیل آماری به میلی‌لیتر تبدیل شد. زمان جراحی در هر بیمار در هر دو گروه ثبت شد. نتایج تحقیق با استفاده از آمار توصیفی (انحراف معیار ± میانگین و فراوانی (درصد) تجزیه و تحلیل شد. به منظور مقایسه هموگلوبین خون و میزان انتقال خون و زمان جراحی در گروه‌های با و بدون تورنیکت، از آزمون T-test مستقل استفاده شد. همچنین مقادیر هموگلوبین در دو گروه قبل عمل و صبح بعد از عمل، با استفاده از روش ANOVA آنالیز شد. مقایسه شاخص‌ها در هر دو جنس، با آزمون T-test مستقل انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS 24 انجام شد و مقدار $p < 0.05$ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

نتایج

۳۱ بیمار در این مطالعه وارد شدند. آنها به دو گروه با مداخله تورنیکت و بدون تورنیکت تقسیم شدند. در این مطالعه، ۸ نفر

بحث

استفاده از تورنیکت بر اساس این ایده استوار است که میزان از دست دادن خون قبل از عمل کاسته می‌شود و همچنین زمینه جراحی همراه با خونریزی کمتری را ایجاد می‌کند و دید واضح‌تری می‌دهد. در نتیجه، بیماران ممکن است نیاز به انتقال خون کمتری داشته باشند^(۱۳،۱۲). به صورت تئوریک، آزاد کردن تورنیکت بلافاصله بعد از سیمان‌گذاری موجب نشت خون در میدان عمل می‌شود و در نتیجه باعث افزایش زمان عمل می‌گردد. در مقابل، برخی از مطالعات ارتباط معنی‌داری بین زمان تورنیکت و مدت زمان عمل جراحی ارائه نداده‌اند^(۱۴). اگرچه برخی مطالعات نشان می‌دهند نیاز به انتقال خون کمتر و

5. Low Molecular-Weight Heparin

جدول ۱

	Preoperative HB (g/dL)	Post-Operation HB (g/dL)	Surgery Duration (min)
Without Tourniquet	12.08 ± 1.64	10.72 ± 1.45	95.13 ± 11.17
With Tourniquet	13.41 ± 1.46	11.43 ± 1.75	77.5 ± 30.30
P-Value	0.025	0.226	0.043

جدول ۲

Group		Frequency (%)
Without tourniquet	No transfusion	11 (73.3%)
	With transfusion	4 (26.7%)
With tourniquet	No transfusion	12 (75%)
	With transfusion	4(25%)

جدول ۳

	Mean difference before and after	P-Value
With tourniquet	1.96	<0.001
Without tourniquet	1.36	<0.001
With transfusion	2.11	<0.001
Without transfusion	1.52	0.003
Total	1.67	<0.001

مقابل، مطالعات Tie و همکاران تفاوت معنی‌داری در میزان خونریزی نشان نمی‌دهد^(۲۳). در مجموع نتیجه این سه مطالعه، آزاد کردن تورنیکت باعث ایجاد رپرفیوژن خون می‌شود که آن هم باعث افزایش خونریزی در اثر فعالیت فیبرینولیتیک می‌گردد^(۲۴،۱۸). اما از طرف دیگر، خونریزی در میدان عمل را با هموستاز بهتر و مؤثرتر کنترل خواهیم کرد. ما همچنین می‌توانیم کنترل بهتری بر از دست دادن خون پنهان بعد از عمل داشته باشیم. این نکته‌ایست که در مطالعات Haung و همکاران و Zan و همکاران در نظر گرفته نشده است. در متآنالیزهای انجام شده توسط Tie و همکارانش در سال ۲۰۱۱، استفاده از تورنیکت باعث کاهش زمان عمل شده بود، بدون این که بر میزان خونریزی تأثیر گذاشته باشد^(۹).

در بعضی دیگر با استفاده از تورنیکت این نیاز بیشتر می‌شود، اما مطالعه ما هیچ تفاوتی نشان نداد^(۱۹،۱۵).

برخی محققان معتقد بودند که استفاده از تورنیکت هیچ تأثیری در میزان کلی از دست دادن خون ندارد، که مطابق با مقاله حاضر است، اما این امر با مطالعه Alcelik و همکاران مغایرت دارد. Alcelik و همکاران، عمدتاً بر خونریزی هنگام عمل متمرکز بودند^(۲۰). در حالی که مطالعه ما با اندازه‌گیری سطح Hb قبل و بعد از عمل (صبح روز بعد)، میزان خون از دست رفته قابل مشاهده و غیرقابل مشاهده در بافت نرم را هم که هنگام جراحی قابل رؤیت نیست در نظر گرفته است.

نتایج مطالعات توسط Haung و همکاران و Zan و همکاران نشان داد که در صورت آزاد شدن زودهنگام تورنیکت، میزان از دست دادن خون در حین عمل جراحی افزایش می‌یابد^(۲۲،۲۱).

میزان عفونت، دقت موقعیت پروتز، بهبود زخم یا تأخیر در بهبود توجه نکردیم.

نتیجه‌گیری

ما اثر تورنیکت را در جراحی TKA بررسی کردیم. اگرچه مدت زمان جراحی با استفاده از تورنیکت کوتاه‌تر بود، اما نیاز به انتقال خون با کاربرد تورنیکت تفاوت معنی‌داری نداشت. پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی با اندازه نمونه بزرگتر، تأثیر مصرف تورنیکت بر میزان عفونت، بهبودی بعد از عمل، ترمیم زخم و وضعیت صحیح پروتز بررسی شود.

مطالعات *Tai* و همکارانش نشان داد استفاده از تورنیکت با زمان بالا، باعث کاهش خونریزی حین عمل می‌شود و مصرف کوتاه‌مدت آن باعث کاهش از دست رفتن خون پنهان (منتشر در بافت نرم، اعم از عضله) و از دست رفتن خون بعد از عمل می‌شود (به واسطه مجبور شدن به خونگیری مناسب برای دید بهتر در زمانی که تورنیکت آزاد است) و در نتیجه نیاز به انتقال خون کمتر است^(۲۵). مطالعه ما تفاوت معنی‌داری در نیاز به انتقال خون در دو گروه نشان نداد. این اختلاف در نتیجه ممکن است از روش‌های مختلف هموستاز یا زمان باد شدن تورنیکت ناشی شود.

در مطالعه حاضر، مقدار انتقال خون به میزان قابل توجهی هنگام استفاده از تورنیکت کاهش نیافت. استفاده از پودرهای هموستاتیک در محل جراحی، تکنیک‌های مختلف جراحی، زمان متفاوت برای رهاسازی تورنیکت و ارزیابی خونریزی پنهان می‌تواند همه دلایل اختلاف در نتایج گزارش شده باشد^(۲۶).

مطالعه ما محدودیت‌های کمی داشت: اصلی‌ترین آن، تعداد کم بیماران مورد مطالعه بود. بیمارستان‌ها نیز در مناطق مختلف شهر، با ویژگی‌های مختلف اجتماعی و اقتصادی بودند. بنابراین، شرایط سلامت عمومی آنها می‌تواند در نتایج کلی تأثیر داشته باشد (در مناطق فقیرتر افراد پس از تخریب و دژنراسیون بیشتری در زانو مراجعه کرده باشند، که خود می‌تواند روی زمان عمل و خونریزی تأثیر بگذارد). اندازه‌گیری هموگلوبین هم فقط در روز اول بعد از عمل وارد محاسبات شد و شاید سطح آن در روزهای سوم یا چهارم هم می‌توانست مفید باشد. ما همچنین به

منابع

1. Jones CA, Beaupre LA, Johnston D, Suarez-Almazor ME. Total joint arthroplasties: current concepts of patient outcomes after surgery. *Rheum Dis Clin North Am*. 2007;33(1):71-86.
2. Ledin H, Aspenberg P, Good L. Tourniquet use in total knee replacement does not improve fixation, but appears to reduce final range of motion. *Acta Orthop*. 2012;83(5):499-503.
3. Rai M, Mohapatra A, Radhesh, Bhandary B. Post-operative clinical outcomes in patients with or without the use of tourniquet in total knee replacement surgery. *International Journal of Orthopaedics Sciences*. 2017;3(4):201-3.
4. Zhang W, Li N, Chen S, Tan Y, Al-Aidaros M, Chen L. The effects of a tourniquet used in total knee arthroplasty: a meta-analysis. *J Orthop Surg Res*. 2014;9(1):13.
5. Zhou K, Ling T, Wang H, Zhou Z, Shen B, Yang J, et al. Influence of tourniquet use in primary total knee arthroplasty with drainage: a prospective randomised controlled trial. *J Orthop Surg Res*. 2017;12(1):172.
6. Hernandez AJ, Almeida AM, Favaro E, Sguizzato GT. The influence of tourniquet use and operative time on the incidence of deep vein thrombosis in total knee arthroplasty. *Clinics (Sao Paulo)*. 2012;67(9):1053-7.
7. Berry DJ, Bozic KJ. Current practice patterns in primary hip and knee arthroplasty among members of the American Association of Hip and Knee Surgeons. *J Arthroplasty*. 2010;25(6):2-4.
8. Rosenstein AD, Michelov YA, Thompson S, Kaye AD. Benefits of limited use of a tourniquet combined with intravenous tranexamic acid during total knee arthroplasty. *Ochsner J*. 2016;16(4):443-9.

9. Tai TW, Lin CJ, Jou IM, Chang CW, Lai KA, Yang CY. Tourniquet use in total knee arthroplasty: a meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19(7):1121-30.
10. Moráis S, Ortega-Andreu M, Rodríguez-Merchán C, Padilla-Eguiluz NG, Pérez-Chrzanowska H, Figueredo-Zalve R, et al. Blood transfusion after primary total knee arthroplasty can be significantly minimised through a multimodal blood-loss prevention approach. *Int Orthop.* 2014;38(2):347-54.
11. Woolson ST, Wall WW. Autologous blood transfusion after total knee arthroplasty: a randomized, prospective study comparing predonated and postoperative salvage blood. *J Arthroplasty.* 2003;18(3):243-9.
12. Nishiguchi M, Takamura N, Abe Y, Kono M, Shindo H, Aoyagi K. Pilot study on the use of tourniquet: a risk factor for pulmonary thromboembolism after total knee arthroplasty? *Thromb Res.* 2005;115(4):271-6.
13. Vandebussche E, Duranthon LD, Couturier M, Pidhorz L, Augereau B. The effect of tourniquet use in total knee arthroplasty. *Int Orthop.* 2002;26(5):306-9.
14. Fukuda A, Hasegawa M, Kato K, Shi D, Sudo A, Uchida A. Effect of tourniquet application on deep vein thrombosis after total knee arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2007;127(8):671-5.
15. Aglietti P, Baldini A, Vena L, Abbate R, Fedi S, Falciani M. Effect of tourniquet use on activation of coagulation in total knee replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;371:169-77.
16. Hsu K-L, Chang C-W, Yang C-Y, Wang J-H. Tourniquet Use in Total Knee Arthroplasty. In: Rozim Zorzi A, de Miranda JB, editors. *Primary Total Knee Arthroplasty.* London: IntechOpen Limited; 2018. p. 81.
17. Katsumata S, Nagashima M, Kato K, Tachihara A, Wauke K, Saito S, et al. Changes in coagulation-fibrinolysis marker and neutrophil elastase following the use of tourniquet during total knee arthroplasty and the influence of neutrophil elastase on thromboembolism. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2005;49(4):510-6.
18. Li B, Wen Y, Wu H, Qian Q, Lin X, Zhao H. The effect of tourniquet use on hidden blood loss in total knee arthroplasty. *Int Orthop.* 2009;33(5):1263-8.
19. Tetro AM, Rudan JF. The effects of a pneumatic tourniquet on blood loss in total knee arthroplasty. *Can J Surg.* 2001;44(1):33-8.
20. Alcelik I, Pollock RD, Sukeik M, Bettany-Saltikov J, Armstrong PM, Fismer P. A comparison of outcomes with and without a tourniquet in total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Arthroplasty.* 2012;27(3):331-40.
21. Huang Z, Ma J, Zhu Y, Pei F, Yang J, Zhou Z, et al. Timing of tourniquet release in total knee arthroplasty. *Orthopedics.* 2015;38(7):445-51.
22. Zan PF, Yang Y, Fu D, Yu X, Li GD. Releasing of tourniquet before wound closure or not in total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Arthroplasty.* 2015;30(1):31-7.
23. Tie K, Hu D, Qi Y, Wang H, Chen L. Effects of tourniquet release on total knee arthroplasty. *Orthopedics.* 2016;39(4):e642-50.
24. Harvey E, Leclerc J, Brooks C, Burke D. Effect of tourniquet use on blood loss and incidence of deep vein thrombosis in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 1997;12(3):291-6.
25. Tai T-W, Chang C-W, Lai K-A, Lin C-J, Yang C-Y. Effects of tourniquet use on blood loss and soft-tissue damage in total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(24):2209-15.
26. Cai D, Fan Q, Zhong H, Peng S, Song H. The effects of tourniquet use on blood loss in primary total knee arthroplasty for patients with osteoarthritis: a meta-analysis. *J Orthop Surg Res.* 2019;14(1):348.