

تأثیر راستای چرخشی پروتز در آرتروپلاستی کامل زانو: ارتباط بین رضایت بیمار و مشاهدات بالینی

چکیده:

مقدمه: جایگذاری صحیح قطعات پروتز زانو در صفحه آگزیمال همچنان چالش برانگیز است. در مطالعه حاضر، تأثیر راستای چرخشی قطعات پروتز بر رضایت بیمار و نتایج عملکردی پس از جراحی آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) بررسی شد. همچنین، بررسی شد که آیا موازی بودن محورهای چرخشی قطعات می‌تواند بر نتایج تأثیر بگذارد یا خیر.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، ۸۹ بیمار تحت جراحی آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) با راستای صحیح پروتز در صفحه کرونال حداقل یک سال پس از عمل بررسی شدند. با استفاده از سی‌تی‌اسکن، راستای چرخشی قطعات و مفصل پروتزی ارزیابی شد. برای اندازه‌گیری زاویه عدم تطابق بین دو محور، تصاویر سی‌تی‌اسکن مربوطه روی هم قرار داده شدند. معیار راستای چرخشی صحیح مفصل پروتزی شامل موارد زیر بودند: (۱) راستای چرخشی صحیح قطعه فمورال؛ (۲) راستای چرخشی صحیح قطعه تیبیال و (۳) موازی بودن محورهای چرخشی دو قطعه. رضایت بیماران با استفاده از مقیاس دیداری آنالوگ (VAS) اندازه‌گیری شد. علاوه بر این، پرسشنامه نتایج آسیب زانو و استئوآرتروز (KOOS) تکمیل شد.

نتایج و بحث: راستای چرخشی صحیح قطعات فمورال و تیبیال به ترتیب در ۸۰/۹ درصد و ۶۷/۴ درصد از زانوها مشاهده شد. راستای چرخشی صحیح مفصل پروتزی در ۳۵ بیمار (۳۹/۳ درصد) دیده شد و ارتباطی با امتیازات بهتر KOOS و VAS نداشت. باین‌حال، عدم تطابق بیش از ۱۰ درجه به‌طور معناداری باعث کاهش امتیاز KOOS و رضایت بیماران شد ($p < 0.05$).

نتیجه‌گیری: مطالعه حاضر نشان داد که عدم تطابق چرخشی بیش از ۱۰ درجه بین محورهای چرخشی قطعات پروتز زانو با نتایج عملکردی ضعیف‌تر و کاهش رضایت بیماران ارتباط دارد.

واژگان کلیدی: استئوآرتروز زانو، تعویض کامل زانو، رضایت بیمار، پروتز زانو

پذیرش مقاله: ۴۱ روز قبل از چاپ

دکتر علی اکبر اسماعیلی جاه،^۱ دکتر علی مامواییان،^۱ دکتر سید مرتضی کاظمی،^۲ فرشاد صفدری،^۳ دکتر بابک شکارچی

مقدمه

با وجود نتایج مطلوب جراحی آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) عدم رضایت پس از جراحی در یک پنجم بیماران گزارش شده است.^(۱) عوامل مختلفی می‌توانند در نتایج TKA تأثیر بگذارند از جمله عوامل مربوط به بیمار، عوامل مربوط به جراح، انواع روش‌های جایگذاری پروتز و راستای پروتز. دستیابی به راستای صحیح پروتز از جمله راستای چرخشی در طول جراحی TKA برای عملکرد پایدار مفصل پروتزی و دستیابی به نتایج مطلوب ضروری است.^(۲-۴)

راستای چرخشی نامناسب اجزای پروتز می‌تواند باعث تغییر در بیومکانیک زانو شود و نتایج نامطلوبی مانند عوارض پتلا فمورال، درد، نقص در باز شدن کامل زانو، افزایش سایش پروتز و کاهش نرخ بقا را به دنبال داشته باشد.^(۵-۸) چندین نشانگر آناتومیکی و محور مفصلی برای استفاده در جایگذاری صحیح قطعات پروتز زانو معرفی شده‌اند. باین‌حال، قرارگیری صحیح قطعات در صفحه عرضی (چرخشی) به‌ویژه در خصوص قطعه تیبیال چالش برانگیز و از نظر فنی پیچیده است.

متأسفانه هیچ‌یک از نشانگرهای آناتومیکی یا تکنیک‌های حین جراحی به‌طور کامل پذیرفته نشده‌اند و همچنان بحث بر سر مؤثرترین روش که به کمترین نرخ عدم تطابق چرخشی پروتز و/یا کمترین مقدار عدم تطابق چرخشی بین دو قطعه منجر شود ادامه دارد.^(۹-۱۱)

در حال حاضر، با وجود تلاش‌هایی که برای بهینه‌سازی قرارگیری قطعات پروتز انجام شده است، برخی از بیماران در کلینیک‌های ارتوپدی مشاهده می‌شوند که از نتایج جراحی TKA راضی نیستند و جایگذاری نادرست قطعات به‌ویژه در صفحه عرضی (راستای چرخشی) در ارزیابی‌های رادیولوژیک به‌وضوح قابل تشخیص است. گزارش شده است که ۲۰ درصد از بیماران TKA دچار درد و ناتوانی عملکردی می‌شوند.^(۱۲-۱) باین‌حال مطالعات محدودی به بررسی تأثیر راستای نامناسب بر نتایج جراحی از دید بیمار پرداخته‌اند.^(۹-۱۳) دانش محدود فعلی درباره مقدار عدم تطابق چرخشی بین قطعات که از نظر بالینی مهم باشد نیاز به مطالعات بیشتر را نشان می‌دهد. علاوه بر این، تأثیرات راستای چرخشی قطعات یا عدم تطابق چرخشی در نتایج عملکردی و نیز نتایج بیمار محور TKA همچنان ناشناخته است.

۱. جراح ارتوپد، مرکز تحقیقات استخوان، مفصل و بافت‌های وابسته، بیمارستان اختر، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۲. دانشجوی دکتری، گروه ارتز و پروتز، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران.
۳. پژوهشگر علوم پزشکی، مرکز تحقیقات استخوان، مفصل و بافت‌های وابسته، بیمارستان اختر، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۴. رادیولوژیست، دانشگاه علوم پزشکی آجا، تهران، ایران.

نویسنده مسئول:
دکتر علی مامواییان

Email address:
dr.a.mavaeian@mail.com

داشتند یا آن‌هایی که هر درجه‌ای از چرخش داخلی را داشتند به‌عنوان وضعیت قرارگیری نادرست (outlier) ثبت شدند. ۲. راستای چرخشی قطعه تیپبال: زاویه بین خط آکاجی (Akagi's line) و خط خلفی تقطعه تیپبال (PTCL). وضعیت قرارگیری در صورتی صحیح بود که زاویه اندازه‌گیری شده ۹۰ درجه باشد (شکل ۲). هرگونه چرخش داخلی و چرخش خارجی بیش از ۳ درجه به عنوان outlier در نظر گرفته شد.

۳. راستای چرخشی دو قطعه نسبت به یکدیگر: دو تصویر سی‌تی‌اسکن، که PTCL و PCL را نشان می‌دهند، بر روی هم قرار داده شدند. اگر زاویه بین دو خط بین ۰-۳ درجه بود، در خط موازی در نظر گرفته شدند (شکل ۳). در غیر این صورت، دو قطعه نسبت به هم غیرموازی در نظر گرفته شدند.

در صورتی که تمامی سه اندازه‌گیری در سی‌تی‌اسکن در محدوده قابل قبول قرار داشتند، راستای چرخشی، صحیح در نظر گرفته شد. تمامی اندازه‌گیری‌ها را یک رادیولوژیست و دو جراح ارتوپد با استفاده از نرم‌افزار تخصصی سیستم سی‌تی‌اسکن انجام دادند. مقدار نهایی میانگین سه اندازه‌گیری بود. در مطالعه‌ای پیش‌بالینی، قابلیت اطمینان درون‌مشاهده‌ای و بین‌مشاهده‌ای ارزیاب‌ها بیشتر از ۰/۸ بود.

در ویزیت نهایی، پرسشنامه نتایج آسیب زانو و استئوآرتروز (KOOS) تکمیل شد. رضایت بیماران با استفاده از مقیاس دیداری آنالوگ (VAS) که از ۰-۱۰ متغیر بود اندازه‌گیری شد. اعداد بالاتر نشان‌دهنده رضایت بالاتر بودند. این مقیاس‌ها بین بیماران با و بدون راستای چرخشی صحیح مقایسه شدند.

بیماران بر اساس میزان عدم تطابق چرخشی بین دو قطعه پروتز به سه گروه تقسیم شدند: ۰-۳ درجه (گروه موازی)، ۳-۱۰ درجه (گروه عدم تطابق متوسط) و بیشتر از ۱۰ درجه (گروه عدم تطابق شدید). مقیاس‌های KOOS و VAS بین این سه گروه مقایسه شدند. اگرچه مواردی که قطعه فمورال یا تیپبال چرخش داخلی داشت در تعیین میزان کلی outlier گنجانده شدند، اما این موارد هنگام مقایسه امتیازهای KOOS و VAS از مطالعه کنار گذاشته شدند.

آمار

تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۵/۰ انجام شد. قابلیت اطمینان درون‌ملاحظه‌ای و بین‌ملاحظه‌ای با استفاده از ضریب کاپا اندازه‌گیری شد. آزمون t برای نمونه‌های مستقل به‌منظور مقایسه نمره KOOS بین بیماران با و بدون راستای چرخشی صحیح استفاده شد. نمره KOOS بین سه گروه عدم تطابق با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) مقایسه شدند. امتیازهای VAS با استفاده از آزمون مان-ویتنی U (Mann-Whitney U test) مقایسه شدند. آزمون کای دو (Chi-square) برای مقایسه متغیرهای اسمی استفاده شد. سطح معناداری $p < 0.05$ در نظر گرفته شد.

هدف اصلی مطالعه حاضر بررسی رابطه بین عدم تطابق چرخشی قطعات و نتایج عملکردی و رضایت بیماران پس از جراحی TKA بود. نویسندگان فرض کرده‌اند که راستای چرخشی نامناسب تأثیر مستقیمی در رضایت بیمار دارد. به‌علاوه، تلاش شد تا مقدار عدم تطابق چرخشی بین قطعات که از نظر بالینی مهم و بر رضایت بیمار تأثیرگذار باشد تعیین شود.

مواد و روش‌ها

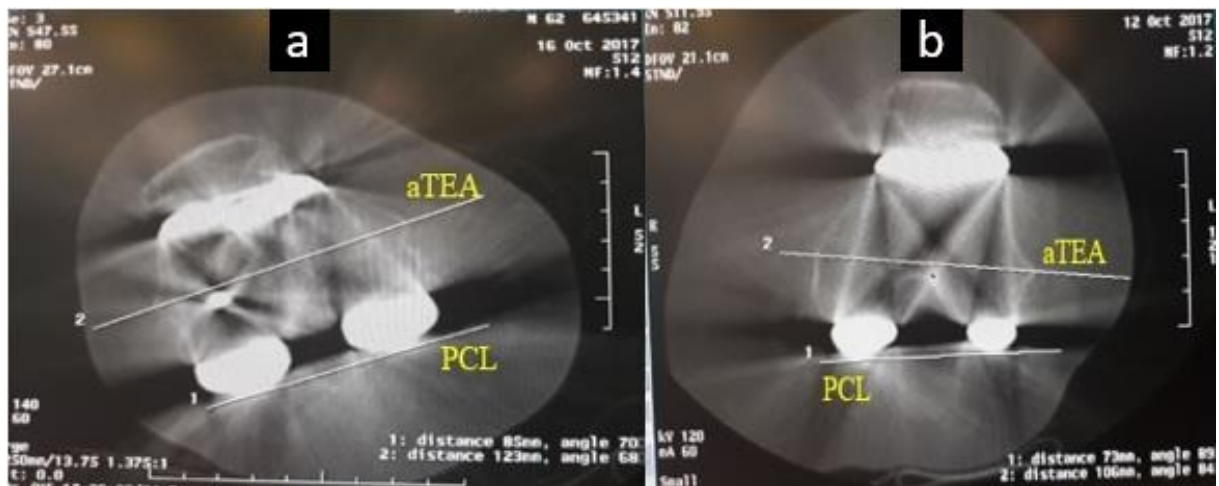
بین ژانویه ۲۰۱۶ تا مارس ۲۰۱۷، تعداد ۲۱۲ جراحی TKA روی ۲۱۲ بیمار با سابقه استئوآرتروز زانو (OA) انجام شد. بیماران را دو جراح با تجربه زانو از طریق روش پاراپاتلار قدامی-میانه یا میدواستوس با استفاده از پروتز تثبیت‌شده از خلف عمل کردند (Zimmer, Warsaw, IN, US). تمام جراحی‌ها براساس مفهوم مکانیکی جراحی آرتروپلاستی زانو انجام شد. قبل از عمل، زاویه‌های زیر در عکس‌های رادیوگرافی اندازه‌گیری شدند: زاویه واروس، زاویه پروکسیمال داخلی تیپبال، زاویه دیستال خارجی فمورال و زاویه همگرایی خط مفصل. یک سال پس از عمل، بیماران برای شرکت در مطالعه فراخوانده شدند و ۱۵۳ نفر از آن‌ها داوطلب شدند. از میان این افراد، ۵۹ بیمار به‌دلیل استئوآرتروز ثانویه، سابقه جراحی قبلی زانو، پیشرفت عفونت پس از جراحی یا شلی رباط‌ها و TKA مجدد از مطالعه کنار گذاشته شدند. در نهایت، ۱۰۹ بیمار واجد شرایط بودند و از آن‌ها خواسته شد رضایت‌نامه آگاهانه را امضا کنند. راستای کروئال اندام و قطعات پروتز در نمای AP اندازه‌گیری شد. معیارهای راستای کروئال قابل قبول به شرح زیر بودند:

- زاویه هیپ-زانو-مچ پا (HKA) = $180 \pm 3^\circ$
- خط مفصل افقی
- موازی بودن خط مفصلی قطعات پروتز

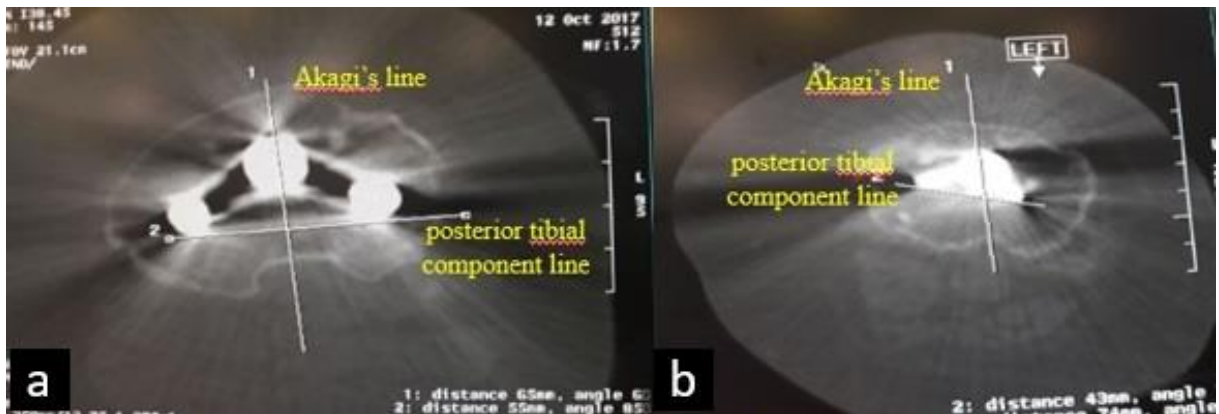
راستای کروئال قابل قبول در ۸۹ یا ۱۰۹ بیمار (۸۱/۶ درصد) مشاهده شد که برای سی‌تی‌اسکن ارجاع داده شدند. سایر بیماران از مطالعه کنار گذاشته شدند. سی‌تی‌اسکن در وضعیت خوابیده از متافیز دیستال استخوان فمور تا توبرکل استخوان تیپبا با ضخامت ۰/۶ میلی‌متر انجام شد. زانوها کاملاً کشیده شده بودند. پاها به‌گونه‌ای به هم بسته شدند که از راستای عمودی انگشت دوم اطمینان حاصل شود.

پارامترهایی که در تصاویر سی‌تی‌اسکن اندازه‌گیری شدند

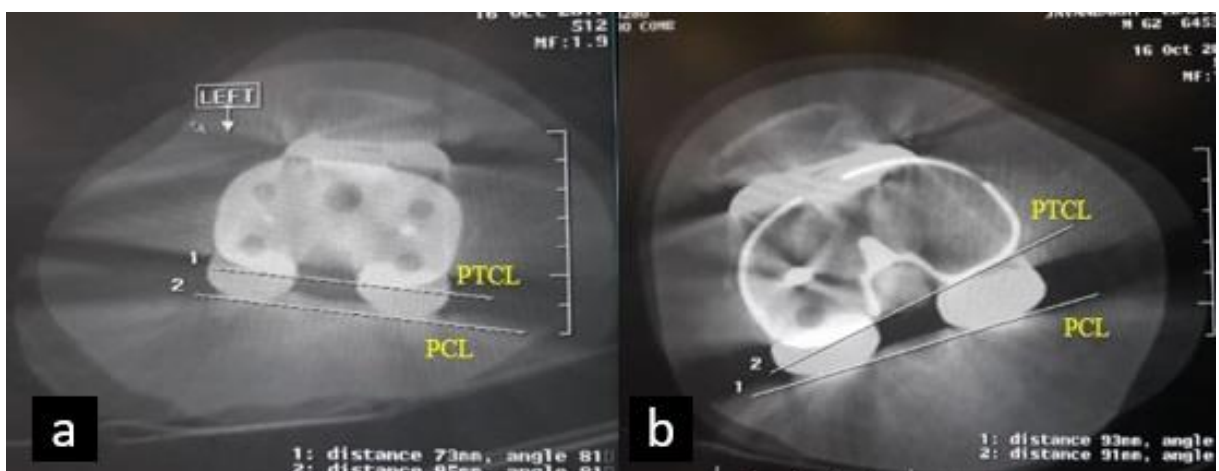
۱. راستای چرخشی قطعه فمورال: زاویه بین خط کوندیلار خلفی (PCL) قطعه فمورال و محور آناتومیک ترنس‌اپیکوندیلر قدامی-خلفی (aTEA). وضعیت چرخشی صحیح قطعه فمورال به‌صورت موازی بودن PCL و محور aTEA تعریف شد (شکل ۱). چرخش خارجی از ۰-۳ درجه به‌عنوان موازی بودن پذیرفته شد. مواردی که بیش از ۳ درجه چرخش خارجی



شکل ۱: الف) راستای چرخشی صحیح قطعه فمورال: خط کوندیلار خلفی (PCL) و محور آناتومیک ترنس‌اپیکوندیلر aTEA موازی هستند. ب) راستای چرخشی ناصحیح قطعه فمورال: واگرایی PCL و aTEA



شکل ۲: الف) راستای چرخشی صحیح قطعه تیبیال: خط آکاجی عمود بر خط جزء خلفی تیبیال (PTCL) است و ب) زاویه بین خط آکاجی و PTCL کمتر از ۹۰ درجه است.



شکل ۳: الف) راستای چرخشی موازی دو قطعه؛ خط کوندیلار خلفی (PCL) فمورال موازی با خط قطعه خلفی تیبیال (PTCL) است و ب) راستای چرخشی واگرایی دو قطعه

نتایج

صحيح بالاتر بود، اما تفاوت دو گروه از نظر آماری معنادار نبود ($84/4 \pm 5/6$ در مقابل $82/4 \pm 6$) ($p=0/088$). نتایج مشابهی نیز زمانی که نمره VAS مقایسه شد به دست آمد ($8 \pm 0/8$ در مقابل $7/6 \pm 1$) ($p=0/068$).

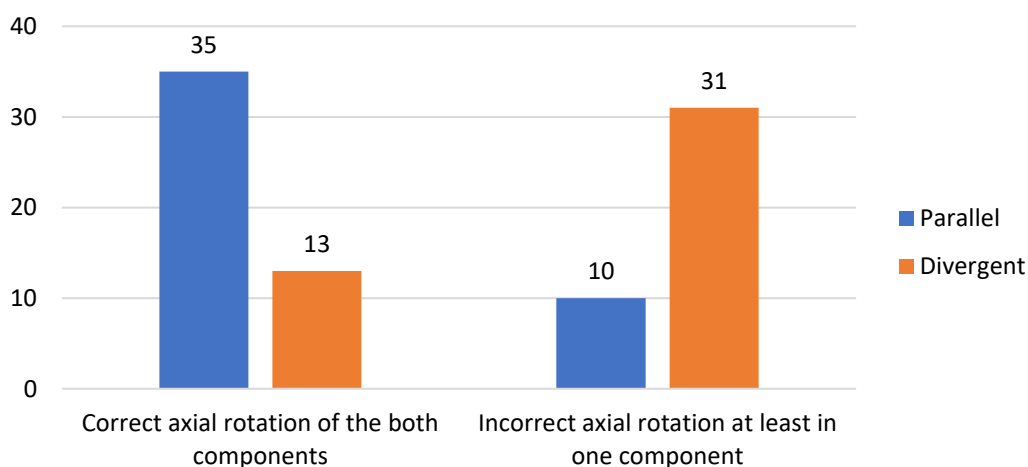
زاویه عدم تطابق بین دو قطعه از ۰ تا ۱۸ درجه متغیر بود. از مجموع ۸۹ بیمار، ۴۵ بیمار ($50/6\%$) در گروه موازی، ۲۹ بیمار ($32/6\%$) در گروه عدم تطابق متوسط و ۱۵ بیمار ($16/8\%$) در گروه عدم تطابق شدید قرار داشتند.

پس از کنار گذاشتن بیمارانی که اجزای چرخش داخلی داشتند، نمره KOOS بین سه گروه مقایسه شد: گروه موازی (۴۵ بیمار)، گروه عدم تطابق متوسط (۲۴ بیمار) و گروه عدم تطابق شدید (۱۳ بیمار). میانگین نمره KOOS در گروه عدم تطابق شدید ($76/8 \pm 3/9$) به طور معناداری پایین‌تر از میانگین امتیاز گروه موازی (84 ± 5) و گروه عدم تطابق متوسط ($85/6 \pm 4/5$) بود ($p < 0/001$). با این حال، تفاوت معناداری بین بیماران گروه موازی و گروه عدم تطابق متوسط مشاهده نشد ($p=0/396$) (شکل ۵). یافته‌های مشابهی در خصوص رضایت بیمار (VAS) مشاهده شد. نمره VAS در بیماران گروه عدم تطابق شدید ($0/9 \pm 6/9$) به طور معناداری پایین‌تر از بیماران گروه موازی ($7/9 \pm 0/8$) و بیماران با عدم تطابق متوسط ($7/8 \pm 1$) بود ($p < 0/001$). نمره VAS در دو گروه آخر مشابه بود ($p=0/703$) (شکل ۶).

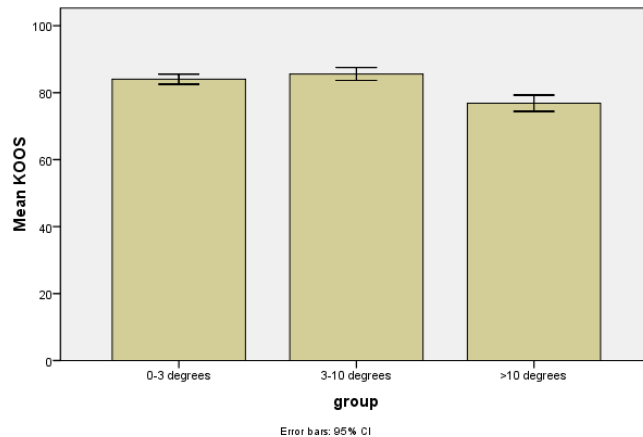
جدول ۱ ویژگی‌های بیماران را خلاصه می‌کند. براساس اندازه‌گیری‌های سی‌تی‌اسکن، قطعه فمورال در ۷۲ نفر از ۸۹ بیمار ($80/9\%$) و قطعه تیبیال در ۶۰ نفر از ۸۹ ($67/4\%$) در موقعیت چرخشی صحیح قرار داشتند. میزان outlier قطعات فمورال و تیبیال به ترتیب ۱۹/۱ درصد و ۳۲/۶ درصد بود. در ۴۸ نفر از ۸۹ بیمار ($53/9\%$)، هر دو قطعه در موقعیت صحیح قرار داشتند. در ۷ بیمار، قطعات پروتز چرخش داخلی داشتند (۲ قطعه فمورال و ۵ قطعه تیبیال) که از مطالعه کنار گذاشته شدند. شکل ۴ میزان موازی بودن راستای چرخشی دو قطعه پروتز را در بین بیمارانی که هر دو قطعه آن‌ها در وضعیت چرخشی صحیح قرار داشتند (۴۸ بیمار) و نیز بیمارانی که حداقل یکی از قطعات پروتز آن‌ها در وضعیت صحیح نبود (۴۱ بیمار) نشان می‌دهد. میزان موازی بودن راستای چرخشی دو قطعه با هم در مواردی که هر دو قطعه در راستای صحیح قرار داشتند بطور معناداری بالاتر بود ($72/9\%$ درصد در مقابل $24/4\%$ درصد) ($p < 0/001$). همان‌طور که نشان داده شده است، راستای چرخشی صحیح در ۳۵ بیمار از ۸۹ بیمار ($39/3\%$) مشاهده شد. نمره KOOS بین ۳۵ بیمار با راستای چرخشی صحیح و ۴۷ بیمار بدون راستای چرخشی صحیح مقایسه شدند. اگرچه نمره KOOS در بیماران با راستای

جدول ۱: ویژگی‌های زمینه‌ای بیماران

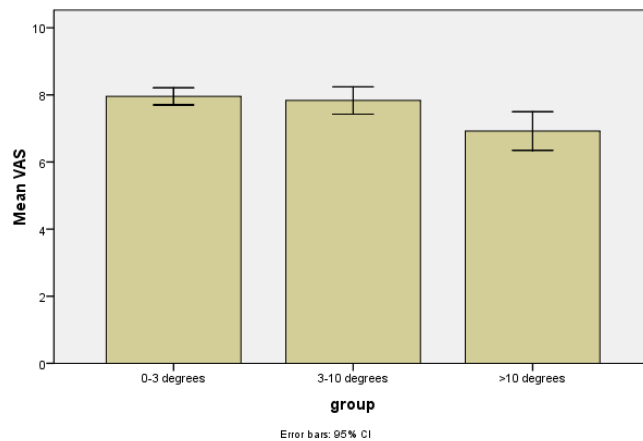
۸۹	تعداد بیماران	
$68/8 \pm 6/3$	میانگین سنی (سال)	
۲۶ (۲۹٪/۲)	مرد	جنس
۶۳ (۷۰٪/۸)	زن	
$29/4 \pm 4/1$	شاخص توده بدنی (kg/m^2)	



شکل ۴: فراوانی صفحات محوری موازی در بیمارانی که چرخش محوری صحیح هر دو جزء را دارند و در بیمارانی که حداقل در یکی از اجزا چرخش محوری نادرست دارند.



شکل ۵: مقایسه مقیاس‌های KOOS در بین بیمارانی با درجات مختلف عدم تطابق محوری بین دو جزء ($p < 0.001$)



شکل ۶: مقایسه رضایت بیمار (VAS) در بین بیمارانی با درجات مختلف عدم تطابق محوری بین دو جزء ($p < 0.001$)

بحث

در دهه‌های اخیر، نگرش به راستای صحیح مفصل زانوی پروتزی تغییرات چشمگیری داشته است. لاک و اکر (Lotke and Ecker) در ۱۹۷۷ به این نتیجه رسیدند که نتایج بهینه زمانی به دست می‌آید که اندام پس از عمل TKA در زاویه ۳-۷ درجه والگوس قرار گیرد^(۱۲). در ۱۹۷۸، دنهام و بیسپ (Denham and Bishop) گزارش دادند که خط بارگذاری باید از مرکز تیبیال عبور کند، قطعه فمورال باید در زاویه 4 ± 7 درجه والگوس نسبت به محور آناتومیک فمورال قرار گیرد و قطعه تیبیال باید در زاویه 9.0 ± 4 درجه قرار داشته باشد^(۱۴).

پس از آن، راستای خنثی به چالش کشیده شد. در یک مطالعه کوهورت گذشته‌نگر، سالزمن و همکاران (Salzmann et al.) در ۲۰۱۷ نشان دادند که ۳-۶ درجه از واروس باقی‌مانده هیچ تأثیر منفی‌ای بر نتایج TKA در افراد مبتلا به استئوآرتریت واروس نداشت^(۱۵).

شواهد فراوانی وجود دارد که نشان می‌دهد قرارگیری قطعات پروتز در وضعیت واروس باعث کاهش نرخ بقا می‌شود^(۲،۸). فانگ و همکاران (Fang et al.) راستای والگوس در محدوده ۳/۵-۷/۵ درجه را تأیید می‌کنند^(۱۶). اما والگوس باقی‌مانده در اندام ممکن است با افزایش شل‌شدگی لیگامان جانبی داخلی (MCL) میزان نیاز به جراحی مجدد را افزایش دهد^(۱۶). به‌هرحال، حتی در راستای کینماتیک، قطعات باید در صفحه کروئال موازی با خط افقی و عمود بر محور مکانیکی اندام قرار گیرند. راستای خنثی در صفحه کروئال پیش‌نیاز شرکت در مطالعه حاضر در نظر گرفته شد که به کنار گذاشتن حدود ۱۹ درصد از بیماران انجامید. راستای طبیعی در صفحه ساژیتال در تمام بیماران ما مشاهده شد. هیچ‌کدام از بیماران دچار انحراف فمورال و انقباض فلکسیونی ناشی از آن نبودند^(۱۷). علاوه‌براین، قطعه فمورال در وضعیت فلکسیون بیش از حد (بیشتر از ۳ درجه) قرار نگیرد. قطعه تیبیال با توجه به نوع پروتز کاشته‌شده شیب (slope) مناسبی داشت.

حاضر، تکنیک فاصله‌ای، تکنیک برش اندازه‌گیری شده و سایر نشانگرها بسته به وضعیت بیمار در نظر گرفته شدند. یک روش رایج برای اندازه‌گیری چرخش قطعه فمورال اندازه‌گیری زاویه بین خط کوندیلار خلفی (PCL) و TEA قطعه است که در مطالعه حاضر نیز از آن استفاده شده است. اگرچه در زمان جراحی تلاش بر این بوده است تا قطعه فمورال در ۳ درجه چرخش خارجی قرار داده شود، اما در مطالعه حاضر چرخش خارجی در محدوده ۰-۶ درجه قابل قبول بود. راستای چرخشی قطعه فمورال در ۸۰/۹ درصد از بیماران قابل قبول بود و میزان ناهماهنگی ۱۹/۱ درصد بود. گفتنی است که تنها در ۲ بیمار (۲/۲ درصد) قطعه فمورال در چرخش داخلی قرار داشت. جدول ۲ میزان ناهماهنگی قطعه فمورال را در این مطالعه با برخی از مطالعات قبلی مقایسه می‌کند^(۹-۱۱،۲۱).

چندین نشانگر و تکنیک برای قرار دادن قطعه فمورال در صفحه چرخشی معرفی شده است. متأسفانه، مشکل چرخش نادرست، علی‌رغم معرفی تکنیک‌های جدیدی مانند تکنیک ساخت و جایگذاری ایمپلنت ویژه خود بیمار (PSI) و جراحی به کمک رایانه، همچنان پابرجا است. ویکتور (Victor) مقایسه‌ای بین وضعیت قرارگیری قطعات و ثبات زانو در تکنیک برش اندازه‌گیری شده (measured resection technique) (با استفاده از نشانگرهای آناتومیک) و تکنیک فاصله‌ای (gap technique) انجام داده است. نویسنده به تغییرات نشانگرهای آناتومیک با پیشرفت استئوآرتیت و تأثیر هیپوپلازی کندیل فمورال بر قرارگیری قطعه فمورال اشاره کرده و توصیه به استفاده از هر دو تکنیک و چند نکته کلیدی شامل حفظ خط مفصلی داخلی، اجتناب از اصلاح بیش از حد ناهنجاری موجود، انتخاب اندازه مناسب و اندازه‌گیری دقیق‌تر نموده است^(۱۸). در مطالعه

جدول ۲: خلاصه برخی از مطالعات قبلی که میزان outlier چرخشی قطعه فمورال را بررسی نموده اند.

نکات	درصد outlier یا میانگین چرخش در صفحه عرضی	تعریف	روش اندازه گیری چرخش قطعه فمورال	روش جایگذاری قطعه فمورال	تعداد بیماران	هدف اصلی	نویسنده
-	وضعیت قرارگیری خنثی: ۱۶ (۲۶/۷ درصد) Outlier داخلی: ۱۶ (۲۶/۷ درصد) Outlier خارجی: ۲۸ (۴۶/۶ درصد)	چرخش خنثی قطعه فمورال بین ۰/۳ درجه تا ۳/۵ درجه چرخش داخلی نسبت به STEA در نظر گرفته شد. زاویه کوندیلار خلفی خارج از این محدوده به عنوان outlier در نظر گرفته شد.	زاویه بین STEA و PCL قطعه فمورال (زاویه کوندیلار خلفی)	-	۶۰	تعیین ارتباط بین راستای نامناسب در TKA اولیه و نتایج زود هنگام مبتنی بر بیمار	Abdelnasser همکاران (۲۰۱۹) ^(۹)
نتایج بر اساس navigaton رایانه ای به دست آمد.	TEA: ۵۶ درصد PCL: ۷۲ درصد WSL: ۶۰ درصد روش فاصله ای: ۲۰ درصد	خطای بیشتر از ۵ درجه از راستای خنثی	-	TEA، چرخش خارجی از PCL، خط Whiteside و تکنیک فاصله ای	۲۵ مورد TKA با استفاده از سیستم navigation رایانه ای	مقایسه دقت TEA، چرخش خارجی از PCL، خط Whiteside و تکنیک فاصله ای	یاو و همکاران (۲۰۰۷) ^(۱۶)
-	PSI: ۲۳ درصد CVI: ۱۷/۲ درصد کلی: ۲۰/۳ درصد	انحراف بیشتر از ۳ درجه از راستای مورد نظر در هر جهت	زاویه بین STEA و خط مماس بر PCA CT	چرخش قطعه فمورال موازی با STEA تنظیم شد.	۶۴ بیمار در هر گروه	مقایسه راستای کرونال قطعه و راستای مکانیکال اندام در صفحه کرونال بین دو روش PSI و CVI	ویکتور و همکارانش (۲۰۱۱) ^(۱۷)

قطعه تیبیال، زاویه بین TEA تیبیال و خط مماس به keel های تیبیال، روش برگر و محور قدامی خلفی (از خط آکاجی تا لبه خلفی قطعه تیبیال)^(۳۰-۲۶، ۹، ۱۳). با این حال، در مطالعه حاضر، از آخرین روش استفاده شده است. در حال حاضر، هیچ روشی به عنوان استاندارد طلایی برای اندازه‌گیری چرخش قطعه تیبیال شناخته نشده است که در جراحی مجدد بیماران با TKA دردناک اهمیت بیشتری دارد. میزان راستای چرخشی نادرست قطعه تیبیال ۳۲/۶ درصد بود. در ۵ بیمار، قطعه تیبیال چرخش داخلی داشت (۵/۶ درصد). در مطالعات قبلی که از روش‌های مختلف برای جایگذاری قطعه تیبیال و اندازه‌گیری راستای چرخشی آن استفاده کرده‌اند، میزان چرخش نادرست بین ۵/۴ درصد تا ۹۵ درصد گزارش شده است (جدول ۳)^(۳۱، ۲۲، ۲۰، ۹).

فمورال بستگی دارد^(۵). علاوه بر این، ممکن است برخی عوامل ناشناخته مانند کشش بافت‌های نرم در هم‌راستایی قطعه تیبیال با قطعه فمورال تأثیر بگذارند. روش‌های دینامیک برای زانو‌هایی با ناهنجاری کم و پروتزهای PS مناسب‌تر هستند. اخیراً اینوچنتی و همکاران (Innocenti et al.) تکنیکی را با استفاده از یک حسگر هوشمند برای جایگذاری چرخشی قطعه تیبیال نسبت به قطعه فمورال با وضعیت چرخشی ثابت توصیف کرده‌اند. نویسندگان نشان دادند که این تکنیک میزان ناهماهنگی چرخشی را کاهش می‌دهد^(۴). در مطالعه حاضر، هریک از روش‌های ممکن یا ترکیبی از آن‌ها استفاده شده‌اند. چندین روش برای اندازه‌گیری چرخش قطعه تیبیال معرفی شده است، از جمله اندازه‌گیری زاویه بین TEA فمورال و محور داخلی-خارجی پایه

جدول ۳: خلاصه برخی از مطالعات قبلی که میزان outlier چرخشی قطعه فمورال را بررسی نموده‌اند

نکات	درصد outlier یا میانگین چرخش در صفحه عرضی	تعریف	روش اندازه‌گیری چرخش قطعه فمورال	روش جایگذاری قطعه فمورال	تعداد بیماران	هدف اصلی	نویسنده
-	- چرخش طبیعی: ۲۸ (۴۶/۶ درصد) - outlier در جهت چرخش داخلی: ۲۲ (۳۶/۶ درصد) - outlier در جهت چرخش خارجی: ۱۰ (۱۶/۸ درصد)	زاویه بیش از ۱۸ درجه چرخش داخلی	پروتوکل Berger: زاویه بین محور توبروزیته تیبیا و محور قطعه تیبیال	-	۶۰	تعیین ارتباط بین راستای نامناسب در TKA اولیه و نتایج زودهنگام مبتنی بر بیمار	Abdelnasser و همکاران (۲۰۱۹) ^(۹)
-	قرینه: الف- ۱/۳ درجه در چرخش خارجی ب- ۹۱ درصد در راستای بین صفر تا ۳ درجه قرار داده شدند. ج- چرخش داخلی در ۲۰ درصد آناتومیکیال: الف- ۴/۱ درجه در چرخش خارجی ب- ۴۷/۵ درصد در راستای بین صفر تا ۳ درجه قرار داده شدند. تمام موارد در چرخش خارجی بودند	-	STEA	کورتکس قدامی تیبیا	گروه ۱: ۴۰ بیمار با یک قطعه تیبیال قرینه PS گروه ۲: ۴۰ بیمار با یک قطعه تیبیال آناتومیکیال PS	تأثیر طرح‌های جدید قطعه تیبیال بر راستای چرخشی آن ارزیابی شد.	ایندلی و همکاران (۲۰۱۵) ^(۳۱)
-	گروه ژنواروم: الف- ۱/۹ درجه چرخش داخلی نسبت به aTEA؛ ب- ۶/۱ درجه چرخش خارجی نسبت به استخوان تیبیا گروه ژنوالگوم: الف- ۳ درجه چرخش داخلی نسبت به aTEA؛ ب- ۱۲/۵ درجه چرخش خارجی نسبت به استخوان تیبیا	-	۱- زاویه بین aTEA و محور marginal خلفی ۲- قطعه تیبیال؛ زاویه بین محور marginal خلفی قطعه تیبیال و محور marginal خلفی استخوان تیبیا	تکنیک self-positioning	- ۵۰ زانوی دچار واروس (دفورمیتی برابر ۷/۸ درجه) - ۴۴ زانوی دچار والگوس (دفورمیتی برابر ۸/۷ درجه)	اندازه‌گیری وضعیت قرارگیری قطعه تیبیال در صفحه عرضی با توجه به قطعه فمورال	برهوت و همکاران (۲۰۱۱) ^(۳۷)

در سایر بیماران قطعه تیبیال در صفر تا ۱۵ درجه چرخش خارجی قرار داشت.	PSI: ۷۵ درصد در چرخش داخلی CVI: ۹۵ درصد در چرخش داخلی کلی: ۸۵ درصد در چرخش داخلی	-	-	برجستگی قدامی تیبیا با توجه به بهترین تطابق با کورتکس قدامی	۲۰ بیمار در هر گروه	مقایسه چرخش بین CVI و PSI	پارات و همکاران (۲۰۱۳) ^(۱۹)
-	روش ۱ - گروه CVI: ۲۸/۶ درصد در چرخش خارجی و ۵/۴ درصد در چرخش داخلی - گروه PSI: ۶/۷ درصد در چرخش خارجی روش ۲ - گروه CVI: ۲۱/۴ درصد در چرخش خارجی و ۴/۴ درصد در چرخش داخلی - گروه PSI: ۶/۷ درصد در چرخش خارجی روش ۳، تکرارپذیری ضعیفی داشت.	بیشتر از ۹ درجه چرخش خارجی یا بیشتر از ۱ درجه چرخش داخلی	زاویه بین سه خط با خط مماس بر keel های تیبیا اندازه گیری شد: ۱- خط مماس بر کوندیل های درسال تیبیا؛ ۲- TEA تیبیال؛ ۳- توبرکل تیبیا	-	گروه PSI: ۳۰ بیمار گروه CVI: ۲۸ بیمار	بررسی تاثیر استفاده از PSI در قرارگیری قطعه تیبیال در بهترین راستای چرخشی	هایس و تیبسکو (۲۰۱۵) ^(۲۵)
-	۳۲/۶ درصد	- بیشتر از ۳ درجه چرخش خارجی - هر مقدار از چرخش داخلی	خط Akagi	تکنیک self-range of motion با توجه به نشانه های آناتومیک و تکنیک curve-on-curve	۸۹ بیمار	ارزیابی ارتباط بین راستای چرخشی قطعات پروتز و نتایج TKA	مطالعه حاضر

تیبیال و موازی بودن دو قطعه). اگرچه نمره های KOOS و VAS در گروه اول بهتر از گروه دوم بود، این تفاوت از نظر آماری معنادار نبود. این یافته نشان می‌دهد که ممکن است عوامل دیگری مانند عوامل پیش از عمل، عوامل مرتبط با بیمار و انتظارات بیمار در رضایت او تأثیر بگذارند. در سال‌های اخیر، توجه زیادی به موازی بودن محور چرخشی قطعات فمورال و تیبیال شده است. در تحلیل دوم تأثیر عدم تطابق چرخشی بر نمره های KOOS و VAS بررسی شد. نمره ها بین گروه‌های موازی، عدم تطابق متوسط و عدم تطابق شدید پس از حذف بیمارانی که دچار چرخش داخلی قطعات پروتز بودند مقایسه شدند. میانگین نمره KOOS در گروه عدم تطابق شدید به‌طور معناداری کمتر از دو گروه دیگر بود. علاوه بر این، از مقایسه نمره های VAS (رضایت بیمار) نتایج مشابهی به دست آمد. نمره VAS در گروه عدم تطابق شدید به‌طور معناداری پایین‌تر

نویسندگان سعی کردند بررسی کنند که چگونه راستای چرخشی در نتایج عملکردی و رضایت بیمار تأثیر می‌گذارد. دو معیار برای این ارزیابی‌ها استفاده شد. KOOS برای سنجش نتایج عملکردی و VAS برای اندازه‌گیری رضایت بیمار. در هر حال، در حال حاضر، هیچ توافقی در خصوص بهترین روش برای اندازه‌گیری رضایت بیمار پس از جراحی وجود ندارد.

در این مطالعه ارزیابی پیش از عمل برای پیش‌بینی رضایت بیمار انجام نشد. علاوه بر این، از بیماران پرسیده نشد که چرا با انجام TKA موافقت کردند؛ دلیل آن شدت درد بوده یا ناتوانی^(۱). در آخرین ویزیت پس از عمل، دو پرسش‌نامه فوق توسط یک محقق ارتوپدی بی‌طرف تکمیل کرد. داده‌ها به دو روش تحلیل شدند. ابتدا، داده‌ها بین بیماران با و بدون راستای چرخشی صحیح مقایسه شد (چرخش صحیح قطعات فمورال و

باین‌حال، مطالعه حاضر نشان داد که یکی از عوامل مربوط به جراحی که ممکن است در رضایت بیمار تأثیر منفی بگذارد عدم تطابق چرخشی بیشتر از ۱۰ درجه است، درحالی‌که عدم تطابق تا ۱۰ درجه ممکن است اهمیت زیادی نداشته باشد. اگر تأثیرات منفی این مقادیر عدم تطابق با عوامل منفی دیگر تشدید شود، ممکن است جراحی اصلاحی زودهنگام ضرورت پیدا کند. بنابراین، اگرچه لازم است تکنیک‌های جراحی و شرایط مربوط به جراحی بهبود یابند و اندیکاسیون انجام جراحی رعایت شود، گفت‌وگوی پیش از عمل با بیمار درباره اهداف جراحی و میزان بهبودی‌ای که ممکن است حاصل شود برای نزدیک کردن انتظارات بیمار به واقعیت امری ضروری است.

درنهایت، موارد زیر باید به عنوان نکات کلیدی بحث در نظر گرفته شوند:

- جراحی آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) یک جراحی بزرگ ارتوپدی با نتایج خوب و رضایت بالای بیمار است که می‌تواند بهبود یابد.
 - جراحان در مقایسه با بیماران در جراحی TKA رضایت بیشتری دارند.
 - میزان رضایت بیماران تا حد قابل توجهی به جراح وابسته است و با دقت بیشتر و تحقیق می‌توان آن را افزایش داد.
 - در میان عوامل مربوط به بیمار، انتظار بیمار به نظر می‌رسد که از سایر عوامل مهم‌تر باشد. انتظارات غیرمنطقی می‌تواند به‌طور منفی در رضایت بیمار تأثیر بگذارد.
 - اطلاع‌رسانی قبل از عمل به بیماران در خصوص اهداف جراحی و نتایج آن نقش مهمی در پیشگیری از نارضایتی بیمار پس از جراحی دارد.
 - انجام جراحی آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) قبل از تخریب نقاط آناتومیکی به‌دلیل پیشرفت استئوآرتریت ضروری است.
- محدودیت اصلی مطالعه کنونی این بود که انگیزه بیمار برای انجام جراحی آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) بررسی نشد. علاوه‌براین، هنوز هیچ ابزار کاملاً معتبر و قابل‌اعتمادی برای ارزیابی رضایت بیمار پس از جراحی وجود ندارد. اگرچه معیارهای استفاده‌شده در این مطالعه رایج هستند، هرکدام از آن‌ها معایب خاص خود را دارند.

نتیجه‌گیری

راستای چرخشی نامناسب در درصد قابل‌توجهی از قطعات تیبیال مشاهده شد. به نظر می‌رسد که عدم تطابق چرخشی بیش از ۱۰ درجه می‌تواند به نتایج عملکردی ضعیف‌تر و کاهش رضایت بیمار منجر شود. باین‌حال، عدم تطابق چرخشی تا ۱۰ درجه قابل‌قبول است.

بود که نشان می‌دهد عدم تطابق چرخشی قابل توجه می‌تواند رضایت بیمار را کاهش دهد. باین‌حال، بین دو گروه دیگر از نظر نمره های KOOS و VAS تفاوت آماری معناداری وجود نداشت. این یافته نشان می‌دهد که عدم تطابق چرخشی فقط زمانی می‌تواند در نتایج TKA تأثیر بگذارد که بیشتر از ۱۰ درجه باشد.

در مطالعات قبلی، با تعاریف و روش‌های مختلف اندازه‌گیری چرخش، فراوانی عدم تطابق چرخشی تا حدود ۳۸ درصد گزارش شده است^(۳۲). اخیراً کواگوچی و همکاران (Kawaguchi et al.) دریافتند که میانگین ناهماهنگی چرخشی بین دو قطعه برابر ۱/۸ درجه چرخش داخلی قطعه تیبیال نسبت به قطعه فمورال بود (محدوده: ۱۱/۳ درجه چرخش داخلی تا ۷/۳ درجه چرخش خارجی)^(۳۳). در ۲۰۱۲، هارمن و همکاران (Harman et al.) نشان دادند که عدم تطابق چرخشی ۰-۵ درجه در هر جهتی تأثیری بر عملکرد زانو ندارد، درحالی‌که مقادیر خارج از این محدوده می‌تواند تأثیری جدی در کینماتیک زانو بگذارد^(۳۴). مانند مطالعه کنونی، لازرن و همکاران (Lutzner et al.) نشان دادند که عدم تطابق چرخشی بالاتر از ۱۰ درجه می‌تواند در کینماتیک زانو و نتایج بالینی تأثیر منفی بگذارد^(۳۵). نیکول و راولی (Nicoll and Rowley) گزارش کردند که عدم تطابق بیشتر از ۱۱ درجه ممکن است به TKA دردناک منجر شود^(۳۲). هرناندز-هرموسو و همکاران (Hernandez-Hermoso et al.) نشان دادند که وجود عدم تطابق چرخشی حداقل بین دو قطعه پروتز، چرخش خارجی کوچک قطعه فمورال و چرخش داخلی کوچک قطعه تیبیال پیش‌بینی‌کننده TKA موفق است^(۳۰). باین‌حال، اطلاعات ما در خصوص تأثیرات عدم تطابق چرخشی بر نتایج TKA همچنان محدود است و به مطالعات بیشتری نیاز است.

زمانی که داده‌های تحقیق جاری در ۲۰۱۷ تکمیل شد، نویسندگان تصمیم گرفتند که عدم تطابق چرخشی ۱۰ درجه یا بیشتر را به عنوان مقدار نشان دهنده نیاز به جراحی اصلاحی در نظر بگیرند. باین‌حال، به دلایل مختلف نتوانستند نتایج خود را در آن زمان منتشر کنند. تا کنون، همچنان هیچ توافقی در خصوص میزان عدم تطابق چرخشی که نیاز به جراحی اصلاحی را ایجاد می‌کند وجود ندارد.

ممکن است عوامل مختلفی غیر از راستای پروتزی و اندام در رضایت بیمار پس از جراحی TKA تأثیر بگذارد. عوامل متعددی شامل عوامل مربوط به جراحی و عوامل مربوط به بیمار به‌ویژه انتظارات بیمار می‌توانند در نتایج نهایی مؤثر باشند. باین‌حال، بسیاری از عوامل مربوط به بیمار مانند سن، شاخص توده بدن (BMI)، شخصیت، جنسیت و شدت استئوآرتریت (OA) در اختیار جراح نیستند، درحالی‌که دیدگاه بیمار درباره جراحی و انتظارات او از نتایج جراحی می‌تواند قبل از عمل به‌طور مؤثر راهنمایی و هدایت شوند. گزارش‌هایی وجود دارد که اهمیت انتظارات بیمار را به‌عنوان عامل اصلی تأثیرگذار در رضایت بیمار پس از عمل جراحی نشان می‌دهند^(۱،۳۶).

منابع

- Patients. *Orthopedics* 2010;33(2):76-80. doi: 10.3928/01477447-20100104-07.
- 13 Hadi M, Barlow T, Ahmed I, Dunbar M, McCulloch P, Griffin D. Does malalignment affect patient reported outcomes following total knee arthroplasty: a systematic review of the literature. *Springer Plus* 2016;5:1201. doi: 10.1186/s40064-016-2790-4.
 - 14 Denham RA, Bishop RE. Mechanics of the knee and problems in reconstructive surgery. *J Bone Joint Surg [Br]* 1978;60-B:345-352. doi: 10.1302/0301-620X.60B3.355258.
 - 15 Salzmann M, Fennema P, Becker R, Hommel H. Does Postoperative Mechanical Axis Alignment Have an Effect on Clinical Outcome of Primary Total Knee Arthroplasty? A Retrospective Cohort Study. *Open Orthop J* 2017;11:1330-1336. doi: 10.2174/1874325001711011330.
 - 16 Fang DM, Ritter MA, Davis KE. Coronal alignment in total knee arthroplasty: just how important is it? *J Arthroplast* 2009;24(6 Suppl):39-43. doi: 10.1016/j.arth.2009.04.034.
 - 17 Kazemi SM, Shafaghi T, Minaei R, Osanloo R, Abrishamkarzadeh H, Safdari F. The Effect of Sagittal Femoral Bowing on the Femoral Component Position in Total Knee Arthroplasty. *Arch Bone Jt Surg* 2017;5(4):250-254.
 - 18 Victor J. Optimising position and stability in total knee arthroplasty. *EFORT Open Rev* 2017;2(5):215-220. doi: 10.1302/2058-5241.2.170001.
 - 19 Yau WP, Chiu KY, Tang WM. How precise is the determination of rotational alignment of the femoral prosthesis in total knee arthroplasty. An in vivo study. *J Arthroplasty* 2007;22(7):1042-1047. doi: 10.1016/j.arth.2006.12.043.
 - 20 Parratte S, Blanc G, Boussemart T, Ollivier M, Le Corroller T, Argenson JN. Rotation in total knee arthroplasty: no difference between patient-specific and conventional instrumentation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21(10):2213-9. doi: 10.1007/s00167-013-2623-8.
 - 21 Aunan E, Østergaard D, Meland A, Dalheim K, Sandvik L. A simple method for accurate rotational positioning of the femoral component in total knee arthroplasty A prospective study on 80 knees with 3 years' follow-up with CT scans and functional outcome. *Acta Orthop* 2017;88(6):657-663. doi: 10.1080/17453674.2017.1362733.
 - 22 Indelli PF, Graceffa A, Baldini A, Payne B, Pipino G, Marcucci M. Relationship between tibial baseplate design and rotational alignment landmarks in primary total knee arthroplasty. *Arthritis* 2015;2015:189-294. doi: 10.1155/2015/189294.
 - 23 Akagi M, Oh M, Nonaka T, Tsujimoto H, Asano T, Hamanishi C. An anteroposterior axis of the tibia for total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 2004;420:213-219. doi: 10.1097/00003086-200403000-00030.
 - 24 Kataoka T, Iizawa N, Oshima Y, Majima T. Difference in Rotational Alignment of the Tibial Component, as Determined by the Range-of-Motion Technique and Akagi's Line, is Influenced by Tibial Varus Deformity: A Cross-Sectional Study. *J Nippon Med Sch* 2024;91(5):480-487. doi: 10.1272/jnms.JNMS.2024_91-513.
 - 1 Bourne RB, Chesworth BM, Davis AM, Mahomed NN, Charron KD. Patient satisfaction after total knee arthroplasty: who is satisfied and who is not? *Clin Orthop Relat Res* 2010;468(1):57-63. doi: 10.1007/s11999-009-1119-9.
 - 2 Lotke PA, Ecker ML. Influence of positioning of prosthesis in total knee replacement. *J Bone Joint Surg Am* 1977;59(1):77-79.
 - 3 Gromov K, Korchi M, Thomsen MG, Husted H, Troelsen A. What is the optimal alignment of the tibial and femoral components in knee arthroplasty? An overview of the literature. *Acta Orthopaedica* 2014; 85(5):480-487. doi: 10.3109/17453674.2014.940573.
 - 4 Innocenti M, Secci G, Zanna L, Sani G, Stimolo D, Matassi F, Carulli C, Civinini R. Following the anatomy of the proximal tibia with a standard anatomic technique and the use of an asymmetrical tibial base plate can lead to a mismatched internal components' rotation in mechanically aligned total knee arthroplasty. *Arthroplast Today* 2024;28:101464. doi: 10.1016/j.artd.2024.101464.
 - 5 Baldini A, Indelli PF, De luca L, Mariani PC, Marcucci M. Rotational alignment of the tibial component in total knee arthroplasty: the anterior tibial cortex is a reliable landmark. *Joints* 2013; 1(4):155-160. doi: 10.11138/jts/2013.1.4.1455.
 - 6 Abdelnasser MK, Adi MM, Elnaggar AA, Tarabichi S. Internal rotation of the tibial component in total knee arthroplasty can lead to extension deficit. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc* 2019; 28:639-647. doi: 10.1007/s00167-019-05695-w.
 - 7 Valkering KP, Breugem SJ, van den Bekerom MPJ, Tuinebreijer WE, van Geenen RCI. Effect of rotational alignment on outcome of total knee arthroplasty; A systematic review of the literature and correlation analysis. *Acta Orthopaedica* 2015;86(4):432-439. doi: 10.3109/17453674.2015.1022438
 - 8 Kim Y-H, Park J-W, Kim J-S, Park S-D. The relationship between the survival of total knee arthroplasty and postoperative coronal, sagittal and rotational alignment of knee prosthesis. *Int Orthop* 2014;38:379-385. doi: 10.1007/s00264-013-2097-9.
 - 9 Abdelnasser MK, Elsherif ME, Bakr H, Mahran M, Othman MHM, Khalifa Y. All types of component malrotation affect the early patient-reported outcome measures after total knee arthroplasty. *Knee Surg Relat Res* 2019;31:5. doi: 10.1186/s43019-019-0006-2.
 - 10 Victor J, Dujardin J, Vandenneucker H, Arnout N, Bellemans J. Patient-specific guides do not improve accuracy in total knee arthroplasty; a prospective randomized controlled trial. *Clin Orthop Relat Res* 2014;472:263-271. doi: 10.1007/s11999-013-2997-4.
 - 11 Woolson ST, Harris AHS, Wagner DW, Giori NJ. Component alignment during total knee arthroplasty with use of standard or custom instrumentation. a randomized clinical trial using computed tomography for postoperative alignment measurement. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96:366-72. doi: 10.2106/JBJS.L.01722.
 - 12 Suda AJ, Seeger JB, Bitsch RG, Krueger M, Clarius M. Are Patients' Expectations of Hip and Knee Arthroplasty Fulfilled? A Prospective Study of 130

- 25 Popescu R, Haritinian EG, Cristea S. Methods of intra- and post-operative determination of the position of the tibial component during total knee replacement. *Int Orthop* 2020;44(1):119-128. doi: 10.1007/s00264-019-04424-9.
- 26 Osano K, Nagamine R, Todo M, Kawasaki M. The effect of malrotation of tibial component of total knee arthroplasty on tibial insert during high flexion using a finite element analysis. *Sci World J* 2014;2014:695028. doi: 10.1155/2014/695028.
- 27 de Valk EJ, Noorduyn JCA, Mutsaerts ELAR. How to assess femoral and tibial component rotation after total knee arthroplasty with computed tomography: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016;24(11):3517-3528. doi: 10.1007/s00167-016-4325-5.
- 28 Heyse TJ, Tibesku CO. Improved tibial component rotation in TKA using patient-specific instrumentation. *Arch Orthop Trauma Surg* 2015;135:697-701. doi: 10.1016/j.knee.2012.10.009.
- 29 Berger RA, Crossett LS, Jacobs JJ, Rubash HE. Malrotation causing patellofemoral complications after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1998;356:144-153. doi: 10.1097/00003086-199811000-00021.
- 30 Hernández-Hermoso JA, Nescolarde L, Yañez-Siller F, Calle-García J, Garcia-Perdomo D, Pérez-Andres R. Combined femoral and tibial component total knee arthroplasty device rotation measurement is reliable and predicts clinical outcome. *J Orthop Traumatol*. 2023;24(40):1-12. doi: 10.1186/s10195-023-00718-2.
- 31 Berhouet J, Beaufils P, Boisrenoult P, Frasca D, Pujol D. Rotational positioning of the tibial tray in total knee arthroplasty: A CT evaluation. *Orthop Traumatol Surg Res* 2011;97:699-704. doi: 10.1016/j.otsr.2011.05.006.
- 32 Nicoll D, Rowley DI. Internal rotational error of the tibial component is a major cause of pain after total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br* 2010;92B(9):1238-1244. doi: 10.1302/0301-620X.92B9.23516.
- 33 Kawaguchi K, Inui H, Taketomi S, Yamagami R, Kono K, Sameshima S, Kage T, Tanaka S. Preoperative tibiofemoral rotational alignment is a risk factor for component rotational mismatch in total knee arthroplasty. *Knee* 2021;29:448-456. doi: 10.1016/j.knee.2021.02.028.
- 34 Harman MK, Banks SA, Kirschner S, Lützner J. Prosthesis alignment affects axial rotation motion after total knee replacement: a prospective in vivo study combining computed tomography and fluoroscopic evaluations. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2012;13(8):1-6. doi: 10.1186/1471-2474-13-206.
- 35 Lützner J, Kirschner S, Günther K-P, Harman MK. Patients with no functional improvement after total knee arthroplasty show different kinematics. *Int Orthop* 2012;36:1841-1847. doi: 10.1007/s00264-012-1584-8.
- 36 Gibon E, Goodman MJ, Goodman SB. Patient satisfaction after total knee arthroplasty a realistic or imaginary goal? *Orthop Clin N Am* 2017;48(4):421-431. doi: 10.1016/j.ocl.2017.06.001.