مجله دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد
سال ۶۹، شماره ۷
مهر ۱۴۰۵، صفحه ۸۳۳-۸۲۲

www.mums.ac.ir
Medical Journal of Mashhad
University of Medical Sciences
Vol 69 No7, P: 822-833
Aug 2026

مقاله اصلی

مقایسه فاصله تکمه تیبیال تا شیار تروکلئار (TT–TG) در سی‌تی‌اسکن و ام‌آرآی در بیماران دچار دررفتگی کشکک

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۵/۰۲- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۷/۲۸

محمدسبحان اردکانی[۱*]
شیوا عسکرپور[۲]
علی سبحان اردکانی[۳]
سمانه قاسمی‌پور[۴]

[۱] گروه رادیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران.
[۲] گروه رادیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد ، ایران.
[۳] دانشجوی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران.
[۴] دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران.

Email: sobhan.mo@gmail.com

خلاصه

مقدمه: فاصله بین تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار (TT–TG) یکی از معیارهای مهم در ارزیابی ناپایداری کشکک محسوب می‌شود. اندازه‌گیری این فاصله در سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی ممکن است با یکدیگر متفاوت باشد. هدف پژوهش حاضر مقایسه اندازه‌گیری فاصله بین تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار در سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی و ارزیابی پایایی درون‌ارزیاب و میزان توافق بین دو روش تصویربرداری در بیماران مبتلا به دررفتگی کشکک بود.

روش کار: در این مطالعه گذشته‌نگر جفت‌شده، ۲۰ بیمار تحت سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی قرار گرفتند. یک رادیولوژیست، فاصله استخوانی بین تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار را در دو نوبت با فاصله یک ماه اندازه‌گیری کرد و در نوبت دوم از نتایج اندازه‌گیری اولیه بی‌اطلاع بود. پایایی درون‌ارزیاب با استفاده از ضریب همبستگی درون‌طبقه‌ای ارزیابی شد. اندازه‌گیری‌های جفت‌شده با استفاده از آزمون t جفت‌شده و تحلیل‌های حساسیت با یکدیگر مقایسه شدند. همچنین، میزان توافق بین دو روش با استفاده از تحلیل بلاند–آلتمن بررسی شد.

نتایج: میانگین سنی بیماران ۲۴٫۵۰ ± ۷٫۷۴ سال بود و ٪۶۰ آنان زن بودند. در نخستین نوبت اندازه‌گیری، میانگین فاصله بین تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار در سی‌تی‌اسکن ۱۵٫۴۷ ± ۴٫۱۸ میلی‌متر و در تصویربرداری تشدید مغناطیسی ۱۴٫۱۵ ± ۳٫۸۰ میلی‌متر بود. اندازه‌گیری انجام‌شده با سی‌تی‌اسکن به‌طور میانگین ۱٫۳۲ میلی‌متر بیشتر از تصویربرداری تشدید مغناطیسی بود (فاصله اطمینان ٪۹۵ [CI]: ۰٫۵۸ تا ۲٫۰۷ میلی‌متر؛ p =۰٫۰۰۱۴). ضریب ICC برای سی‌تی‌اسکن برابر با ۰٫۹۶۵ (فاصله اطمینان ٪۹۵: ۰٫۹۱۳ تا ۰٫۹۸۶) و برای تصویربرداری تشدید مغناطیسی برابر با ۰٫۹۵۵ (فاصله اطمینان ٪۹۵: ۰٫۸۸۴ تا ۰٫۹۸۲) به دست آمد. در نخستین نوبت اندازه‌گیری، حدود توافق از ۱٫۷۹- تا ۴٫۴۴ میلی‌متر بود. در اندازه‌گیری‌های میانگین‌گیری‌شده از دو نوبت، سوگیری میانگین ۱٫۵۸ میلی‌متر و حدود توافق ۱٫۸۸- تا ۵٫۰۴ میلی‌متر بود.

نتیجه گیری: اندازه‌گیری فاصله استخوانی بین تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار با سی‌تی‌اسکن در مقایسه با تصویربرداری تشدید مغناطیسی مقادیر بالاتری نشان داد، هرچند هر دو روش از پایایی بالای درون‌ارزیاب برخوردار بودند. حدود توافق در سطح بیمار نشان می‌دهد که این دو روش را نمی‌توان قابل جایگزین با یکدیگر در نظر گرفت.

کلمات کلیدی

فاصله تکمه درشت‌نی–شیار تروکلئار؛ دررفتگی کشکک؛ سی‌تی‌اسکن؛ تصویربرداری تشدید مغناطیسی.

پی نوشت: این مطالعه فاقد تضاد منافع می‌باشد.

Doi: 10.22038/mjms.2026.28543

مقدمه

دررفتگی کشککِ به‌طور شایع در نوجوانان و جوانان رخ می‌دهد و ممکن است با آسیب قابل‌توجه به سطوح مفصلی همراه باشد. در یک مطالعه گروه متوالی که بیماران پس از نخستین دوره تروماتیک مورد ارزیابی قرار گرفتند، ایساکسون و همکاران ناهنجاری‌های غضروفی یا استئوکندرال همراه را در ۴۳٪ از زانوهای مبتلا شناسایی کردند. این یافته‌ها بر اهمیت تصویربرداری در ارزیابی هم‌زمان آسیب‌های ساختاری و نیز ویژگی‌های آناتومیکی مرتبط با تصمیم‌گیری و مدیریت درمانی بعدی تأکید می‌کنند (۱).

یکی از پارامترهای رایج مورد ارزیابی در بررسی راستای اندام، فاصله تکمه درشت‌نی–شیار تروکلئار (TT–TG) است که میزان جابه‌جایی یا انحراف لترال تکمه درشت‌نی نسبت به تروکلئای استخوان ران را اندازه‌گیری می‌کند. تفسیر این شاخص می‌تواند در تصمیم‌گیری درباره اصلاح راستای تکمه درشت‌نی در بیماران مبتلا به ناپایداری کشککِ مؤثر باشد. اگرچه سی‌تی‌اسکن مبنای اولیه برای اندازه‌گیری این فاصله بوده است، تصویربرداری تشدید مغناطیسی نیز روش جایگزینی برای ارزیابی لندمارک‌های آناتومیکی مرتبط فراهم می‌کند. علاوه بر این، تصویربرداری تشدید مغناطیسی امکان ارزیابی هم‌زمان آسیب‌های غضروفی همراه را فراهم می‌سازد؛ ازاین‌رو، قابل‌مقایسه بودن اندازه‌گیری‌های فاصله بین تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار بین این دو روش تصویربرداری از نظر بالینی اهمیت دارد (۲, ۳).

مطالعات منتشرشده، ارزیابی‌های متفاوتی درباره میزان توافق بین اندازه‌گیری‌های به‌دست‌آمده از سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی ارائه کرده‌اند. در یک مطالعه اولیه، اسچویتل و همکاران توافق بالایی را بین دو روش تصویربرداری گزارش کردند و اندازه‌گیری مبتنی بر تصویربرداری تشدید مغناطیسی را با استفاده از نقاط مرجع استخوانی یا غضروفی قابل اتکا دانستند. در مقابل، کامپ و همکاران نشان دادند که تصویربرداری تشدید مغناطیسی به‌طور کلی مقادیر پایین‌تری را نسبت به سی‌تی‌اسکن ارائه می‌دهد، هرچند پایایی بالایی بین ارزیابان در هر یک از روش‌های تصویربرداری مشاهده شد. یافته‌های آنان این نگرانی را مطرح کرد که اندازه‌گیری‌های حاصل از این دو روش را نتوان لزوماً به‌صورت قابل جایگزین مورد استفاده قرار داد؛ به‌ویژه در شرایطی که نتایج تصویربرداری در برنامه‌ریزی جراحی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۴, ۳).

شرایط تصویربرداری و نحوه اخذ تصاویر ممکن است تا حدی اختلافات مشاهده‌شده را توضیح دهند. هئو و همکاران کاهش سیستماتیک مقادیر فاصله بین تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار به‌دست‌آمده از تصویربرداری تشدید مغناطیسی را گزارش کردند و تفاوت‌هایی را در وضعیت قرارگیری زانو بین دو نوبت تصویربرداری نشان دادند. نتایج این مطالعه بیانگر آن است که اختلاف در اندازه‌گیری‌ها ممکن است نه‌تنها ناشی از نوع روش تصویربرداری، بلکه متأثر از نحوه انجام و شرایط تصویربرداری نیز باشد. انتخاب لندمارک‌های آناتومیکی و ویژگی‌های بیماران نیز ملاحظات مهم دیگری را مطرح می‌کنند. دای و همکاران در کودکان با بلوغ اسکلتی ناکامل اختلاف قابل‌توجهی بین اندازه‌گیری‌های سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی نشان دادند. این یافته‌ها بر ضرورت تفسیر برآوردهای مربوط به توافق بین دو روش با توجه به ویژگی‌های جمعیت مورد مطالعه و روش‌های اندازه‌گیری به‌کاررفته تأکید می‌کنند (۵, ۶).

در مجموع، این مطالعات نشان می‌دهند که تکرارپذیری و توافق دو جنبه متمایز از عملکرد اندازه‌گیری را ارزیابی می‌کنند. ممکن است یک ارزیاب در هر یک از روش‌های تصویربرداری، اندازه‌گیری‌های پایدار و سازگاری به دست آورد، اما در عین حال، مقادیر اندازه‌گیری‌شده در دو روش تصویربرداری به‌طور سیستماتیک با یکدیگر متفاوت باشند. ازاین‌رو، بررسی میانگین اختلاف بین اندازه‌گیری‌ها در کنار دامنه پراکندگی اختلافات فردی، ارزیابی کامل‌تری از عملکرد اندازه‌گیری ارائه می‌دهد و صرفاً اتکا به برآوردهای پایایی کافی نیست. تفاوت‌های گزارش‌شده در مطالعات پیشین، ضرورت انجام مقایسه‌های جفت‌شده بیشتر را تحت شرایط اندازه‌گیری که به‌طور دقیق و شفاف توصیف شده‌اند، مطرح می‌کند (۵, ۳). بر این اساس، مطالعه تحلیلی مقطعی حاضر با هدف مقایسه اندازه‌گیری‌های

فاصله بین تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار به‌دست‌آمده از سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی در بیماران مبتلا به دررفتگی کشکک انجام شد. این مطالعه با بررسی میزان توافق بین دو روش تصویربرداری، درصدد بود تا به تفسیر صحیح‌تر اندازه‌گیری‌های فاصله بین تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار در کاربردهای بالینی کمک کند.

روش کار

این مطالعه تحلیلی مقطعی گذشته‌نگر در یک بیمارستان تخصصی و ارجاعی سطح سوم در یزد، ایران انجام شد. تأییدیه اخلاقی از کمیته اخلاق مؤسسه در تاریخ ۲۳ فوریه ۲۰۲۲ دریافت شد؛ نام نهاد تأییدکننده و کد تأییدیه اخلاقی، به‌منظور انجام داوری دوسوکور، در صفحه عنوان جداگانه مقاله درج شده است. بررسی پژوهشی سوابق بالینی موجود در سال ۲۰۲۳ انجام شد و بیماران مراجعه‌کننده به درمانگاه ارتوپدی را که طی سال‌های ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۲ تحت تصویربرداری از زانو قرار گرفته بودند، دربرگرفت. بیماران، و در مورد شرکت‌کنندگانی که در زمان اخذ رضایت کمتر از ۱۸ سال داشتند، والدین یا سرپرستان قانونی آنان، از طریق تماس تلفنی با پژوهشگران ارتباط برقرار کردند. اهداف مطالعه برای آنان توضیح داده شد و رضایت آگاهانه شفاهی از شرکت‌کنندگان بزرگسال یا از والدین یا سرپرستان قانونی شرکت‌کنندگان زیر ۱۸ سال اخذ شد.

شرکت‌کنندگان و معیارهای ورود و خروج

بیماران در صورتی واجد شرایط ورود به مطالعه بودند که ۱۴ تا ۵۰ سال سن داشتند، تشخیص دررفتگی اولیه یا عودکننده کشکک توسط متخصص ارتوپدی برای آنان ثبت شده بود و پیش از انجام جراحی، هر دو روش سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی از یک زانو برای آنان انجام شده بود. تشخیص بیماری بر اساس سابقه بالینی ثبت‌شده، معاینه فیزیکی و یافته‌های تصویربرداری تعیین شد. حداکثر فاصله زمانی مجاز بین انجام سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی یک ماه در نظر گرفته شد. همچنین، وجود پرونده بالینی کامل و تصاویر قابل دسترس با کیفیت کافی برای اندازه‌گیری فاصله بین تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار الزامی بود. معیارهای خروج از مطالعه شامل سابقه جراحی قبلی در زانوی مورد بررسی پیش از انجام تصویربرداری، عدم انجام هر یک از بررسی‌های تصویربرداری پیش از عمل، ناقص بودن سوابق بالینی یا تصویربرداری، وجود آرتیفکت‌های تصویری یا کیفیت نامناسب تصاویر به‌گونه‌ای که اندازه‌گیری قابل اعتماد فاصله بین تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار امکان‌پذیر نباشد، وجود ناهنجاری‌های شدید استخوانی یا بیماری‌هایی که در ارزیابی تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار اختلال ایجاد می‌کردند، و همچنین انصراف از رضایت برای شرکت در مطالعه بود. نمونه‌گیری به روش سرشماری انجام شد. تمامی بیماران واجد شرایطی که طی دوره موردنظر، یعنی از سال ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۲، به درمانگاه ارتوپدی بیمارستان محل انجام مطالعه مراجعه کرده و هر دو روش سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی پیش از عمل زانو را انجام داده بودند، برای ورود به مطالعه در نظر گرفته شدند. در نهایت، ۲۰ بیمار واجد شرایط وارد مطالعه شدند که در مجموع ۲۰ زانو را شامل می‌شد؛ به این معنا که از هر بیمار تنها یک زانو در مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. دامنه سنی نمونه نهایی ۱۵ تا ۴۰ سال بود. حداقل حجم نمونه با استفاده از فرمول مربوط به مقایسه دو میانگین وابسته، با در نظر گرفتن خطای نوع اول ۰٫۰۵، توان مطالعه ۸۰٪ و اطلاعات حاصل از مطالعات پیشین، ۱۲ بیمار برآورد شده بود. به‌منظور جبران احتمال حذف برخی موارد به دلیل ناقص بودن اطلاعات یا ناکافی بودن کیفیت تصاویر، تعداد نهایی بیماران واجد شرایط برای مطالعه ۲۰ نفر تعیین شد.

تصویربرداری تشدید مغناطیسی

تصویربرداری تشدید مغناطیسی با استفاده از دستگاه MAGNETOM Avanto ساخت شرکت Siemens با قدرت میدان مغناطیسی ۱٫۵ تسلا (۱٫۵-T) انجام شد. بیماران در وضعیت طاق‌باز قرار گرفتند و زانوی مورد بررسی به‌صورت مرکزی داخل کویل اندام ثابت شد. برای حمایت از زانو، افزایش راحتی بیمار و به حداقل رساندن حرکات حین تصویربرداری، از پدهای حمایتی استفاده شد.

تصاویر محوری با وزن‌دهی چگالی پروتون همراه با سرکوب چربی با پارامترهای زیر تهیه شدند:

- **زمان تکرار (TR):** ۲۸۰۰ میلی‌ثانیه
- **زمان اکو (TE):** ۴۹ میلی‌ثانیه
- **میدان دید (FOV):** ۱۷۰ × ۱۷۰ میلی‌متر
- **ضخامت برش:** ۳٫۵ میلی‌متر
- **فاصله بین برش‌ها:** ۰٫۵ میلی‌متر
- **ماتریس تصویربرداری:** ۲۵۶ × ۲۵۶

تصویربرداری سی‌تی‌اسکن

تصویربرداری سی‌تی‌اسکن با استفاده از دستگاه SOMATOM Emotion 16 ساخت شرکت Siemens انجام شد. بیماران در وضعیت طاق‌باز (supine) قرار گرفتند و هر دو زانو در حالت کاملاً کشیده قرار داده شدند. قسمت جلویی هر دو پا (Forefeet) در سطح مفاصل متاتارسوفالانژیال با نوار چسب به یکدیگر ثابت شد. تصاویر مارپیچی در محدوده‌ای شامل تقریباً ۱۰ سانتی‌متر بالاتر و ۱۰ سانتی‌متر پایین‌تر از خط مفصل زانو تهیه شدند. پارامترهای تصویربرداری شامل ولتاژ تیوب ۱۱۰ کیلوولت (kV)، جریان تیوب ۶۰ میلی‌آمپر (mA)، Pitch برابر با ۱٫۵ و ضخامت برش ۱ میلی‌متر بود.

اندازه‌گیری تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار و ارزیابی مجدد

یک رادیولوژیست با ۱۰ سال سابقه در تصویربرداری اسکلتی‌عضلانی فاصله تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار را در تصاویر محوری سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی، با استفاده از لندمارک‌های استخوانی اندازه‌گیری کرد. ابتدا یک خط مرجع مماس بر حاشیه‌های خلفی استخوانی کندیل‌های داخلی و خارجی استخوان ران ترسیم شد. سپس، خطی عمود بر این خط مرجع، از طریق عمیق‌ترین نقطه شیار تروکلئار استخوانی رسم گردید. در مرحله بعد، این خطوط مرجع به برش محوری‌ای که قدامی‌ترین نقطه تکمه درشت‌نی را نشان می‌داد، منتقل شدند؛ به‌گونه‌ای که موقعیت و جهت‌گیری خطوط حفظ شود. سپس، خط دومی عمود بر خط مرجع کندیل‌های خلفی، از طریق این نقطه رسم شد. در نهایت، فاصله تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار بر حسب میلی‌متر و به‌صورت کوتاه‌ترین فاصله بین دو خط عمود ثبت شد. عرض استخوان ران در همان برش محوری که برای تعیین خط مرجع تروکلئار استفاده شده بود، با اندازه‌گیری فاصله بین اپی‌کندیل داخلی و خارجی استخوان ران تعیین شد. میزان فلکسیون زانو نیز در تصاویر ساژیتال سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی، با اندازه‌گیری زاویه بین محور طولی بخش دیستال فمور و محور طولی بخش پروگزیمال تیبیا ارزیابی شد. در این ارزیابی، اکستنشن کامل زانو معادل صفر درجه در نظر گرفته شد. تمامی اندازه‌گیری‌ها با استفاده از نرم‌افزار MARCO PACS Web DICOM Viewer انجام گرفت. به‌منظور کاهش احتمال سوگیری یادآوری، تمامی تصاویر پیش از ارزیابی ناشناس‌سازی شدند، کد شناسایی اختصاص یافتند و به‌صورت تصادفی در اختیار رادیولوژیست قرار گرفتند. هر یک از بررسی‌های تصویربرداری توسط همان رادیولوژیست در دو نوبت و با فاصله یک ماه ارزیابی شد. در نوبت دوم، رادیولوژیست به نتایج اندازه‌گیری‌های قبلی و همچنین اندازه‌گیری‌های انجام‌شده با روش تصویربرداری دیگر دسترسی نداشت. این روند با هدف کاهش تأثیر نتایج قبلی بر اندازه‌گیری‌های بعدی و افزایش اعتبار ارزیابی‌ها انجام شد.

تحلیل آماری

تجزیه‌وتحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. متغیرهای کمی به‌صورت میانگین ± انحراف معیار و در موارد لازم، همراه با دامنه تغییرات گزارش شدند. متغیرهای کیفی نیز به‌صورت فراوانی و درصد ارائه شدند. برای بررسی توزیع نرمال داده‌های اندازه‌گیری‌شده و همچنین اختلافات جفت‌شده بین اندازه‌گیری‌های سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی، از آزمون شاپیرو–ویلک استفاده شد. مقایسه اصلی بین سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی براساس اندازه‌گیری‌های نوبت اول و با استفاده از آزمون t جفت‌شده دوطرفه انجام شد. میانگین اختلاف جفت‌شده که به‌صورت سی‌تی‌اسکن منهای تصویربرداری تشدید مغناطیسی تعریف شده بود، همراه با فاصله اطمینان ۹۵٪ گزارش شد. از آنجا که اختلافات جفت‌شده در نوبت اول از توزیع نرمال انحراف داشتند، به‌منظور انجام تحلیل حساسیت از آزمون رتبه‌ای علامت‌دار ویلکاکسون نیز استفاده شد. در تحلیل‌های حساسیت تکمیلی،

اندازه‌گیری‌های نوبت دوم و همچنین میانگین اندازه‌گیری‌های دو نوبت در سطح هر بیمار با یکدیگر مقایسه شدند. میانگین دو نوبت برای هر روش تصویربرداری به‌طور جداگانه محاسبه شد. برای انجام این مقایسه‌ها، از آزمون t جفت‌شده و آزمون رتبه‌ای علامت‌دار ویلکاکسون استفاده شد. اندازه اثر استانداردشده برای داده‌های جفت‌شده به‌صورت Cohen's d_z گزارش شد. این شاخص از تقسیم میانگین اختلاف جفت‌شده بر انحراف معیار اختلافات جفت‌شده محاسبه شد. به‌منظور ارزیابی پایایی درون‌ارزیاب، اندازه‌گیری‌های انجام‌شده توسط رادیولوژیست در دو نوبت، با فاصله زمانی یک ماه و بدون دسترسی وی به نتایج نوبت اول، با استفاده از ضریب همبستگی درون‌طبقه‌ای ارزیابی شدند. برای محاسبه ICC از مدل اثرات تصادفی دوطرفه با معیار توافق مطلق استفاده شد. پایایی درون‌ارزیاب برای سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی به‌صورت جداگانه ارزیابی شد. توافق بین اندازه‌گیری‌های سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی با استفاده از تحلیل بلاند–آلتمن بررسی شد. این تحلیل برای اندازه‌گیری‌های حاصل از نوبت اول، نوبت دوم و همچنین میانگین اندازه‌گیری‌های دو نوبت به‌طور جداگانه انجام گرفت. سوگیری میانگین به‌صورت میانگین اختلاف جفت‌شده بین اندازه‌گیری‌های سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی محاسبه شد. همچنین، حدود توافق ٪۹۵ با استفاده از فرمول میانگین اختلاف ± ۱٫۹۶ × انحراف معیار اختلافات جفت‌شده محاسبه شد. تعداد و درصد اندازه‌گیری‌هایی که در خارج از این حدود توافق قرار داشتند، ثبت شد. همچنین، برای بررسی اینکه آیا میزان اختلافات با مقدار اندازه‌گیری‌ها تغییر می‌کند یا خیر، ارتباط بین اختلافات جفت‌شده و میانگین متناظر آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. به عبارت دیگر، بررسی شد که آیا اندازه اختلاف بین سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی با افزایش یا کاهش مقدار اندازه‌گیری تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار تغییر می‌کند یا خیر. تمامی آزمون‌های آماری به‌صورت دوطرفه انجام شدند و مقادیر p کمتر از ۰٫۰۵ از نظر آماری معنادار در نظر گرفته شدند.

نتایج

در این مطالعه، ۲۰ بیمار مبتلا به دررفتگی کشکک وارد شدند. میانگین سنی بیماران ۲۴٫۵۰ ± ۷٫۷۴ سال بود (دامنه سنی: ۱۵ تا ۴۰ سال)؛ از این میان، ۱۲ بیمار (٪۶۰) زن و ۸ بیمار (٪۴۰) مرد بودند. برای تمامی بیماران، اندازه‌گیری فاصله تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار در هر دو روش سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی و در هر دو نوبت ارزیابی در دسترس بود و در متغیرهای مورد تحلیل، هیچ داده مفقودی وجود نداشت. میانگین اندازه‌گیری‌های تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج آزمون شاپیرو–ویلک نشان داد که برای هیچ‌یک از چهار مجموعه اندازه‌گیری مجزا، شواهدی دال بر انحراف از توزیع نرمال وجود نداشت (در تمامی موارد، **p>۰,۰۵**). بااین‌حال، اختلافات جفت‌شده بین اندازه‌گیری‌های سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی در نوبت اول از توزیع نرمال انحراف داشتند (p=0.037). در مقابل، برای اختلافات جفت‌شده در نوبت دوم (p=0.713) و همچنین اختلافاتی که بر اساس میانگین اندازه‌گیری‌های دو نوبت محاسبه شده بودند (p=0.183)، انحراف معناداری از توزیع نرمال مشاهده نشد.

جدول ۱. اندازه‌گیری فاصله تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار براساس روش تصویربرداری و نوبت ارزیابی

اندازه گیری	سی‌تی‌اسکن، میانگین ± انحراف معیار	تصویربرداری تشدید مغناطیسی، میانگین ± انحراف معیار
نوبت اول	۴٫۱۸ ± ۱۵٫۴۷	۳٫۸۰ ± ۱۴٫۱۵
نوبت دوم	۴٫۶۰ ± ۱۵٫۵۳	۳٫۹۸ ± ۱۳٫۶۹
میانگین دو نوبت	۴٫۳۵ ± ۱۵٫۵۰	۳٫۸۵ ± ۱۳٫۹۲

واحد اندازه‌گیری: میلی‌متر(mm)

تمامی اندازه‌گیری‌ها بر حسب میلی‌متر گزارش شده‌اند. در هر نوبت ارزیابی و همچنین در میانگین حاصل از دو نوبت، ۲۰ بیمار مورد بررسی قرار گرفتند؛ میانگین اندازه‌گیری‌ها برای هر بیمار، به‌طور جداگانه و براساس روش تصویربرداری محاسبه شد. در

مقایسه اصلی که بر اساس اندازه‌گیری‌های نوبت اول انجام شد، مقادیر فاصله بین تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار به‌دست‌آمده از سی‌تی‌اسکن به‌طور میانگین ۱٫۳۲ میلی‌متر بیشتر از مقادیر حاصل از تصویربرداری تشدید مغناطیسی بود (فاصله اطمینان ٪۹۵ [CI]: ۰٫۵۸ تا ۲٫۰۷ میلی‌متر). این اختلاف در آزمون t جفت‌شده از نظر آماری معنادار بود (t=3.726، p=0.0014) و اندازه اثر استانداردشده برای داده‌های جفت‌شده برابر با ۰٫۸۳ بر اساس Cohen's d_z به دست آمد. با توجه به انحراف اختلافات نوبت اول از توزیع نرمال، به‌منظور انجام تحلیل حساسیت، آزمون رتبه‌ای علامت‌دار ویلکاکسون نیز انجام شد که نتیجه‌ای مشابه و سازگار با آزمون t جفت‌شده نشان داد (p=0.0013).

در تحلیل‌های حساسیت، اندازه‌گیری‌های سی‌تی‌اسکن همچنان به‌طور معناداری بیشتر از اندازه‌گیری‌های تصویربرداری تشدید مغناطیسی بودند؛ این اختلاف هم در نوبت دوم و هم در میانگین اندازه‌گیری‌های دو نوبت مشاهده شد (جدول ۲). میانگین اختلاف بین سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی در این دو حالت، به‌ترتیب ۱٫۸۴ میلی‌متر و ۱٫۵۸ میلی‌متر بود. نتایج آزمون رتبه‌ای علامت‌دار ویلکاکسون نیز وجود اختلاف معنادار را در نوبت دوم (p=0.0032) و در اندازه‌گیری‌های میانگین‌گیری‌شده دو نوبت (p<۰٫۰۰۱) تأیید کرد.

جدول ۲. مقایسه جفت‌شده اندازه‌گیری‌های سی‌تی‌اسکن (CT) و تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI)

اندازه گیری	میانگین اختلاف (میلی‌متر)	فاصله اطمینان ٪۹۵ (میلی‌متر)	آماره t	مقدار p	اندازه اثر
نوبت اول	۱٫۳۲	−۰٫۵۸ تا ۲٫۰۷	۳٫۷۲۶	۰٫۰۰۱۴	۰/۸۳
نوبت دوم	۱٫۸۴	−۰٫۷۹ تا ۲٫۸۸	۳٫۶۸۲	۰٫۰۰۱۶	۰/۸۲
میانگین دو نوبت	۱٫۵۸	−۰٫۷۶ تا ۲٫۴۱	۴٫۰۰۷	<۰٫۰۰۱	۰/۹۰

میانگین اختلافات به‌صورت سی‌تی‌اسکن منهای تصویربرداری تشدید مغناطیسی محاسبه شده است. مقادیر p بر اساس آزمون t جفت‌شده دوطرفه به دست آمده‌اند. پایایی درون‌ارزیاب برای هر دو روش تصویربرداری بالا بود. این پایایی با استفاده از ضریب همبستگی درون‌طبقه‌ای تک‌اندازه‌گیری، بر اساس مدل توافق مطلق ارزیابی شد. مقدار ضریب همبستگی درون‌طبقه‌ای تک‌اندازه‌گیری برای تصویربرداری تشدید مغناطیسی برابر با ۰٫۹۶۵ و برای تصویربرداری تشدید مغناطیسی برابر با ۰٫۹۵۵ بود. فواصل اطمینان ٪۹۵ مربوط به این ضرایب در جدول ۳ ارائه شده‌اند.

جدول ۳. پایایی درون‌ارزیاب اندازه‌گیری‌های فاصله تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار

روش تصویربرداری	ضریب همبستگی درون‌طبقه‌ای (ICC)	فاصله اطمینان ٪۹۵ (95% CI)
سی‌تی‌اسکن	۰٫۹۶۵	۰٫۹۱۳–۰٫۹۸۶
تصویربرداری تشدید مغناطیسی	۰٫۹۵۵	۰٫۸۸۴–۰٫۹۸۲

برای برآورد ضریب همبستگی درون‌طبقه‌ای از مدل اثرات تصادفی دوطرفه، با معیار توافق مطلق و تک‌اندازه‌گیری استفاده شد. تحلیل بلاند–آلتمن در هر سه مقایسه، سوگیری میانگین مثبت را برای اندازه‌گیری‌های سی‌تی‌اسکن در مقایسه با تصویربرداری تشدید مغناطیسی نشان داد (جدول ۴). در نوبت اول، سوگیری میانگین ۱٫۳۲ میلی‌متر بود و حدود توافق ٪۹۵ از ۱٫۷۹- تا ۴٫۴۴ میلی‌متر به دست آمد. در نوبت دوم، سوگیری میانگین ۱٫۸۴ میلی‌متر بود و حدود توافق ٪۹۵ در محدوده ۲٫۵۴- تا ۶٫۲۱ میلی‌متر قرار داشت. در مجموع، یک بیمار (٪۵) در نوبت اول و دو بیمار (٪۱۰) در نوبت دوم، مقادیر اندازه‌گیری‌شده‌ای خارج از حدود توافق مربوطه داشتند. در اندازه‌گیری‌های میانگین‌گیری‌شده از دو نوبت ارزیابی، سوگیری میانگین ۱٫۵۸ میلی‌متر بود و حدود توافق ٪۹۵ در دامنه ۱٫۸۸- تا ۵٫۰۴ میلی‌متر قرار داشت. در این حالت، یک بیمار (٪۵) خارج از حدود توافق قرار گرفت. همبستگی بین اختلافات جفت‌شده و میانگین متناظر اندازه‌گیری‌های جفت‌شده از نظر آماری معنادار نبود (r=0.293،

p=0.210). به همین ترتیب، در نوبت اول نیز همبستگی معناداری مشاهده نشد (p=0.292 ،r=0.248) و در نوبت دوم نیز این ارتباط از نظر آماری معنادار نبود (p=0.220 ،r=0.287). این یافته‌ها نشان می‌دهند که میزان اختلاف بین اندازه‌گیری‌های سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی با بزرگی مقدار اندازه‌گیری تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار ارتباط معناداری نداشت.

جدول ٤. ارزیابی کامل توافق بین اندازه‌گیری‌های سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی با استفاده از تحلیل بلاند–آلتمن

مقایسه	سوگیری میانگین (میلی‌متر)	حد پایین ۹۵٪ حدود توافق (میلی‌متر)	حد بالای ۹۵٪ حدود توافق (میلی‌متر)	خارج از حدود توافق، n (%)
نوبت اول	۱٫۳۲	-۱٫۷۹	۴٫۴۴	۱ (۵٪)
نوبت دوم	۱٫۸۴	-۲٫۵۴	۶٫۲۱	۲ (۱۰٪)
میانگین دو نوبت	۱٫۵۸	-۱٫۸۸	۵٫۰۴	۱ (۵٪)

اختلافات به‌صورت سی‌تی‌اسکن منهای تصویربرداری تشدید مغناطیسی محاسبه شدند. حدود توافق بر اساس فرمول میانگین اختلاف جفت‌شده ± ۱٫۹۶ × انحراف معیار اختلافات جفت‌شده محاسبه شدند.

بحث

در این مطالعه جفت‌شده بر روی بیماران مبتلا به دررفتگی کشکک، اندازه‌گیری تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار استخوانی در سی‌تی‌اسکن نسبت به تصویربرداری تشدید مغناطیسی مقادیر بالاتری را نشان داد؛ به‌طوری‌که میانگین اختلاف در ارزیابی نخست ۱٫۳۲ میلی‌متر بود (فاصله اطمینان ٪۹۵: ۰٫۵۸ تا ۲٫۰۷ میلی‌متر) و هنگامی که اندازه‌گیری‌های هر دو نوبت با یکدیگر میانگین‌گیری شدند، این اختلاف به **۱٫۵۸** میلی‌متر رسید. جهت این اختلاف در تمامی تحلیل‌های حساسیت نیز ثابت باقی ماند.

پایایی درون‌ارزیاب برای هر دو روش سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی بالا بود؛ بااین‌حال، حدود توافق تحلیل بلاند–آلتمن بر اساس میانگین اندازه‌گیری‌های دو نوبت، در دامنه ۱٫۸۸- تا ۵٫۰۴ میلی‌متر قرار داشت. این یافته‌ها دو ویژگی متمایز در عملکرد اندازه‌گیری را نشان می‌دهند: رادیولوژیست توانست اندازه‌گیری‌ها را در هر یک از روش‌های تصویربرداری با تکرارپذیری بالا انجام دهد، در حالی که مقادیر به‌دست‌آمده از دو روش تصویربرداری همچنان در سطح فردی با یکدیگر تفاوت داشتند. بنابراین، نتایج مطالعه بیانگر تکرارپذیری مطلوب اندازه‌گیری‌ها درون هر روش و توسط یک ارزیاب تحت پروتکل‌های تصویربرداری و اندازه‌گیری به‌کاررفته است؛ بااین‌حال، این یافته‌ها قابل‌جایگزین بودن اندازه‌گیری‌های سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی با یکدیگر را تأیید نمی‌کنند.

جهت اختلاف مشاهده‌شده با نتایج چندین مطالعه جفت‌شده یا مقایسه‌ای پیشین همخوانی دارد، هرچند میزان این اختلاف در مطالعات مختلف متفاوت بوده است. اسچویتل و همکاران در صورت استفاده از لندمارک‌های غضروفی، مقادیر تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار به‌دست‌آمده از تصویربرداری تشدید مغناطیسی را پایین‌تر از مقادیر **سی‌تی‌اسکن** گزارش کردند. همچنین، کامپ و همکاران در بیماران مبتلا به ناپایداری کشکک، میانگین مقادیر ۱۴٫۷ میلی‌متر در تصویربرداری تشدید مغناطیسی **و** ۱۶٫۹ میلی‌متر در سی‌تی‌اسکن را گزارش کردند؛ این اختلاف در زیرگروهی از بیماران که تحت استئوتومی تکمه درشت‌نی قرار گرفته بودند، بیشتر بود. هئو و همکاران نیز اندازه‌گیری‌های پایین‌تر تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار در تصویربرداری تشدید مغناطیسی را گزارش کردند؛ به‌طوری‌که میانگین اختلاف **سی‌تی‌اسکن** و تصویربرداری تشدید مغناطیسی برابر با ۲٫۸ میلی‌متر بود. آنان همچنین قرارگیری نسبی زانو در وضعیت واروس هنگام انجام تصویربرداری تشدید مغناطیسی را به‌عنوان یکی از عوامل فنی بالقوه مؤثر بر این اختلاف مطرح کردند.

در یک مرور نظام‌مند و فراتحلیل نیز میانگین‌های تجمیعی تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار در گروه‌های مبتلا به ناپایداری کشکک، در سی‌تی‌اسکن بالاتر از تصویربرداری تشدید مغناطیسی گزارش شدند؛ هرچند این میانگین‌های گروهیِ تجمیع‌شده، برآوردهای جفت‌شده از میزان توافق در سطح فردی محسوب نمی‌شوند. بنابراین، اختلاف میانگین کمتر مشاهده‌شده در مطالعه حاضر به شواهد موجود درباره یک الگوی تکرارشونده مبنی بر بالاتر بودن مقادیر تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار در سی‌تی‌اسکن نسبت به تصویربرداری تشدید مغناطیسی می‌افزاید، در حالی که نشان می‌دهد میزان این اختلاف در جمعیت‌ها و پروتکل‌های تصویربرداری مختلف ثابت نیست (۴, ۵, ۳, ۷). مطالعات دیگر نشان می‌دهند که نوع روش تصویربرداری به‌تنهایی نمی‌تواند این الگو را توضیح دهد. در مطالعه‌ای که از یک پروتکل تصویربرداری تشدید مغناطیسی با استفاده از کویل بدن و با هدف حفظ زانو در وضعیت اکستنشن استفاده کرده بود، مقادیر تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار به‌دست‌آمده از سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی تفاوت قابل‌توجهی با یکدیگر نداشتند. همچنین، بای و همکاران در یک گروه از بیماران با بلوغ اسکلتی ناکامل، پس از همسان‌سازی، تفاوت معناداری بین اندازه‌گیری‌های دو روش تصویربرداری مشاهده نکردند و نشان دادند که در صورت فلکسیون زانو کمتر از ۱۰ درجه، مقدار تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی تغییر کند.

اگرچه این یافته‌ها را نمی‌توان مستقیماً با جمعیت عمدتاً بزرگسال مطالعه حاضر مقایسه کرد، اما از این دیدگاه حمایت می‌کنند که وضعیت قرارگیری بیمار و تکنیک تصویربرداری می‌توانند بر میزان اختلاف مشاهده‌شده بین اندازه‌گیری‌های سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی تأثیرگذار باشند (۴, ۷, ۲). وضعیت قرارگیری بیمار می‌تواند یکی از عوامل مؤثر در مطالعه حاضر باشد. تصویربرداری سی‌تی‌اسکن در حالی انجام شد که زانوها در وضعیت اکستنشن کامل قرار داشتند، درحالی‌که در پروتکل تصویربرداری تشدید مغناطیسی از کویل اندام همراه با پدهای حمایتی استفاده شد. اگرچه میزان فلکسیون زانو اندازه‌گیری شده بود، زاویه فلکسیون در هر یک از روش‌های تصویربرداری و ارتباط آن با اختلاف جفت‌شده اندازه‌گیری‌های تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار در بخش نتایج گزارش نشده است. بنابراین، داده‌های مطالعه حاضر نمی‌توانند مشخص کنند که آیا فلکسیون زانو یا چرخش تیبیوفمورال می‌تواند بخشی از اختلاف مشاهده‌شده را توضیح دهد یا خیر. پروتکل‌های تصویربرداری از نظر ضخامت برش نیز با یکدیگر تفاوت داشتند؛ ضخامت برش در سی‌تی‌اسکن برابر با ۱ میلی‌متر و در تصویربرداری تشدید مغناطیسی برابر با ۳٫۵ میلی‌متر بود و در تصویربرداری تشدید مغناطیسی همچنین فاصله‌ای بین برش‌ها وجود داشت. این تفاوت‌ها ممکن است از طریق اثر حجم جزئی بر شناسایی دقیق لندمارک‌های استخوانی تأثیر بگذارند.

بااین‌حال، موارد مذکور صرفاً توضیحات فنی محتمل برای اختلاف مشاهده‌شده هستند و سازوکارهایی محسوب نمی‌شوند که در مطالعه حاضر به‌طور مستقیم اثبات شده باشند. همچنین، مطالعات گسترده‌تر در زمینه تصویربرداری تأکید دارند که مقادیر تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار می‌توانند تحت تأثیر وضعیت قرارگیری بیمار، نحوه تعریف و انتخاب لندمارک‌های آناتومیک و پروتکل اندازه‌گیری قرار گیرند (۸, ۴). اهمیت بالینی سوگیری میانگین باید در کنار حدود توافق در سطح فردی مورد توجه قرار گیرد. میانگین اختلاف بین اندازه‌گیری‌های سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی نسبتاً محدود بود؛ بااین‌حال، حدود توافق برای اندازه‌گیری‌های میانگین‌شده دامنه‌ای نزدیک به ۷ میلی‌متر داشت و از حالتی که مقدار تصویربرداری تشدید مغناطیسی تا ۱٫۸۸ میلی‌متر بیشتر از سی‌تی‌اسکن بود تا حالتی که مقدار سی‌تی‌اسکن تا ۵٫۰۴ میلی‌متر بیشتر از تصویربرداری تشدید مغناطیسی بود، گسترده می‌شد. اختلافی با این میزان می‌تواند در تفسیر نتایج یک بیمار، به‌ویژه زمانی که مقدار اندازه‌گیری‌شده در نزدیکی یک آستانه تصمیم‌گیری قرار دارد، تأثیرگذار باشد. آستانه ۲۰ میلی‌متر که به‌طور متداول در بحث‌های مربوط به اصلاح راستای تکمه درشت‌نی مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید در نظر داشت که تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار تنها یکی از مؤلفه‌های یک ارزیابی چندعاملی است که عواملی از جمله علائم

بالینی، معاینه فیزیکی، ارتفاع کشکک، مورفولوژی تروکلئا و راستای اندام را نیز دربر می‌گیرد. بنابراین، آستانه‌های مورد استفاده و نحوه به‌کارگیری آن‌ها باید در چارچوب روش تصویربرداری و یافته‌های بالینی بیمار تفسیر شوند و نباید به‌عنوان یک معیار مستقل برای تصمیم‌گیری در نظر گرفته شوند.

از آنجا که در مطالعه حاضر، حاشیه از پیش تعیین‌شده‌ای برای هم‌ارزی قابل قبول تعریف نشده بود و همچنین تغییر طبقه‌بندی بیماران بر اساس آستانه‌های تصمیم‌گیری در سطح فردی مورد ارزیابی قرار نگرفت، این مطالعه نمی‌تواند هم‌ارزی بالینی سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی را اثبات کند یا مشخص سازد که انتخاب روش تصویربرداری در چه نسبتی از بیماران می‌تواند منجر به تغییر تصمیم درمانی شود (۸, ۱, ۷).

از نظر کاربرد بالینی، یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهند که نباید مقدار تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار استخوانی به‌دست‌آمده از تصویربرداری تشدید مغناطیسی معمول را مستقیماً جایگزین مقدار حاصل از سی‌تی‌اسکن کرد و همچنین نباید از یک ضریب اصلاح ثابت و عمومی برای تبدیل مقادیر بین این دو روش استفاده شود. در مقایسه اندازه‌گیری‌های متوالی، استفاده از یک روش تصویربرداری ثابت و به‌کارگیری پروتکل یکسان از نظر وضعیت قرارگیری بیمار و روش اندازه‌گیری می‌تواند به تفسیر دقیق‌تر نتایج کمک کند. در گزارش‌های تصویربرداری باید نوع روش تصویربرداری، لندمارک‌های آناتومیک مورد استفاده، وضعیت قرارگیری زانو و روش اندازه‌گیری به‌طور مشخص ذکر شوند.

تصویربرداری تشدید مغناطیسی همچنان اطلاعات مهمی درباره آسیب‌های غضروفی و سایر آسیب‌های بافت نرم پس از دررفتگی کشکک فراهم می‌کند، در حالی که سی‌تی‌اسکن امکان ارزیابی دقیق ساختارهای استخوانی را فراهم می‌سازد. بااین‌حال، یافته‌های مطالعه حاضر نشان نمی‌دهند که یکی از این دو روش باید برای ارزیابی جامع بالینی جایگزین روش دیگر شود ([۸], [۹], [۱۰]). یکی از نقاط قوت این مطالعه، طراحی جفت‌شده آن است؛ به این معنا که هر دو روش تصویربرداری برای یک زانو و با حداکثر فاصله زمانی یک ماه در دسترس بودند. این طراحی، میزان تغییرپذیری بین بیماران را در مقایسه دو روش کاهش می‌دهد. همچنین، رادیولوژیست نسبت به نتایج اندازه‌گیری‌های قبلی بلایند بود، اندازه‌گیری‌ها پس از یک فاصله زمانی یک‌ماهه تکرار شدند و علاوه بر پایایی، توافق بین دو روش نیز مورد ارزیابی قرار گرفت.

بااین‌حال، چندین محدودیت نیز باید مورد توجه قرار گیرد. حجم نمونه مطالعه کم بود و بیماران تنها از یک مرکز انتخاب شدند. همچنین، ورود به مطالعه به بیمارانی محدود بود که هر دو بررسی تصویربرداری پیش از عمل را انجام داده بودند؛ بنابراین، احتمال وجود سوگیری انتخاب و محدودیت در تعمیم‌پذیری نتایج وجود دارد. اندازه‌گیری‌ها تنها توسط یک رادیولوژیست انجام شد؛ ازاین‌رو، پایایی بین ارزیابان و تکرارپذیری اندازه‌گیری‌ها بین ارزیاب‌های مختلف مورد بررسی قرار نگرفت. در نتیجه، عدم قطعیت بیشتری در مورد فواصل اطمینان برآوردهای ICC و همچنین حدود توافق وجود دارد. در نهایت، این مطالعه اختلافات بین اندازه‌گیری‌ها را با تصمیمات جراحی، عود بیماری یا پیامدهای بالینی بیماران مرتبط نکرد و همچنین حاشیه هم‌ارزی از پیش تعیین‌شده را مورد آزمون قرار نداد.

جمع‌بندی

در مجموع، در جمعیت مورد مطالعه، اندازه‌گیری میانگین تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار استخوانی در سی‌تی‌اسکن به‌طور مداوم بالاتر از تصویربرداری تشدید مغناطیسی بود، در حالی که هر دو روش تصویربرداری از پایایی درون‌ارزیاب بالایی برخوردار بودند. حدود توافق در سطح فردی نشان می‌دهند که تکرارپذیری مناسب اندازه‌گیری‌ها در یک روش تصویربرداری، نباید به‌عنوان شواهدی مبنی بر قابلیت جایگزینی و استفاده متقابل از دو روش تصویربرداری تلقی شود. بنابراین، تفسیر اندازه‌گیری‌های تکمه درشت‌نی و شیار تروکلئار باید همواره با توجه به روش تصویربرداری مورد استفاده انجام شود؛ این موضوع به‌ویژه در مواردی اهمیت دارد که مقدار اندازه‌گیری‌شده به آستانه‌های تصمیم‌گیری بالینی نزدیک باشد. در مطالعات چندمرکزی آینده، لازم است وضعیت قرارگیری زانو استانداردسازی شود، از چندین ارزیاب استفاده شود و میزان توافق بین سی‌تی‌اسکن و تصویربرداری تشدید مغناطیسی در

مقایسه با یک حاشیه از پیش تعیین‌شده و از نظر بالینی قابل قبول برای هم‌ارزی مورد ارزیابی قرار گیرد.

اعلامیه‌ها

تأییدیه اخلاقی و رضایت آگاهانه

این مطالعه به تأیید کمیته اخلاق پژوهشی دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، ایران رسید (کد تأییدیه اخلاق: IR.SSU.MEDICINE.REC.1400.486؛ تاریخ تأیید: ۲۳ فوریه ۲۰۲۲). رضایت آگاهانه به‌صورت شفاهی و از طریق تماس تلفنی از شرکت‌کنندگان بزرگسال اخذ شد. در مورد شرکت‌کنندگان کمتر از ۱۸ سال نیز رضایت آگاهانه از والد یا سرپرست قانونی آنان دریافت شد.

حمایت مالی

نویسندگان برای انجام این مطالعه هیچ‌گونه حمایت مالی اختصاصی دریافت نکرده‌اند.

مشارکت نویسندگان

محمد سبحان اردکانی، شیوا عسکرپور، علی سبحان اردکانی و سمانه قاسمی پور هر یک متناسب با نقش و مسئولیت خود در مراحل مختلف پژوهش، از جمله ایده‌پردازی و طراحی مطالعه، جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها، تفسیر یافته‌ها، تهیه نسخه اولیه مقاله و بازبینی و ویرایش انتقادی دست‌نوشته مشارکت داشتند. تمامی نویسندگان نسخه نهایی دست‌نوشته را بررسی و تأیید کرده‌اند و مسئولیت صحت، یکپارچگی و تمامیت علمی این پژوهش را می‌پذیرند.

دسترسی به داده‌ها

داده‌های ***ناشناس‌سازی‌شده*** پشتیبان یافته‌های این مطالعه، در صورت درخواست منطقی و با رعایت الزامات اخلاقی و مقررات مؤسسه مربوطه، ممکن است توسط نویسنده مسئول مکاتبات در اختیار متقاضیان قرار گیرد.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که در ارتباط با این پژوهش ***هیچ‌گونه تعارض منافع*** ندارند.

استفاده از هوش مصنوعی مولد

از ابزارهای هوش مصنوعی مولد به‌منظور کمک در ویرایش زبانی، بهبود وضوح و شفافیت بیان علمی و قالب‌بندی دست‌نوشته استفاده شد. نویسندگان تمامی مطالبی را که با کمک هوش مصنوعی تهیه یا ویرایش شده بود، به‌طور انتقادی بررسی و بازبینی کردند و مسئولیت کامل صحت، یکپارچگی علمی و محتوای نهایی دست‌نوشته را بر عهده دارند. ابزارهای هوش مصنوعی مولد به‌عنوان نویسنده یا هم‌نویسنده مقاله معرفی نشده‌اند و هیچ‌گونه مسئولیتی در قبال جنبه‌های مختلف این پژوهش بر عهده نداشته‌اند.

References

1. Isacsson A, Olsson O, Englund M, Frobell RB. Incidence and concomitant chondral injuries in a consecutive cohort of primary traumatic patellar dislocations examined with sub-acute MRI. Int Orthop. 2023;47(4):973-81. doi:10.1007/s00264-023-05707-y.

2. Perez AR, Coladonato C, Sonnier JH, Saucedo ST, Avendano JP, Corvi J, et al. Patients with first-time or recurrent patellar dislocation have a similar high rate and extent of articular cartilage injury observed on magnetic resonance imaging. Arthrosc Sports Med Rehabil. 2024;6(1):100849. doi:10.1016/j.asmr.2023.100849.

3. Camp CL, Stuart MJ, Krych AJ, Levy BA, Bond JR, Collins MS, et al. CT and MRI measurements of tibial tubercle-trochlear groove distances are not equivalent in patients with patellar instability. Am J Sports Med. 2013;41(8):1835-40. doi:10.1177/0363546513484895.

4. Schoettle PB, Zanetti M, Seifert B, Pfirrmann CWA, Fucentese SF, Romero J. The tibial tuberosity-trochlear groove distance; a comparative study between CT and MRI scanning. Knee. 2006;13(1):26-31. doi:10.1016/j.knee.2005.06.003.

5. Ho CP, James EW, Surowiec RK, Gatlin CC, Ellman MB, Cram TR, et al. Systematic technique-dependent differences in CT versus MRI measurement of the tibial tubercle-trochlear groove distance. Am J Sports Med. 2015;43(3):675-82. doi:10.1177/0363546514563690.

6. Dai ZZ, Sha L, Zhang ZM, Liang ZP, Li H, Li H. Comparing the tibial tuberosity-trochlear groove distance between CT and MRI in skeletally immature patients with and without patellar instability. Orthop J Sports Med. 2021;9(1):2325967120973665. doi:10.1177/2325967120973665.
7. Bae K, Aldosari AM, Kang MS. The difference in tibial tuberosity to trochlear groove distance between CT and MRI arises from the degree of knee flexion during imaging. J Pediatr Orthop. 2023;43(9):e761-8. doi:10.1097/BPO.0000000000002481.
8. White AE, Otlans PT, Horan DP, Calem DB, Emper WD, Freedman KB, et al. Radiologic measurements in the assessment of patellar instability: a systematic review and meta-analysis. Orthop J Sports Med. 2021;9(5):2325967121993179. doi:10.1177/2325967121993179.
9. Barbosa RM, da Silva MV, Macedo CS, Santos CP. Imaging evaluation of patellofemoral joint instability: a review. Knee Surg Relat Res. 2023;35(1):7. doi:10.1186/s43019-023-00180-8.
10. Aivazoglou LU, Toma MK, Arruda PHC, Ormond Filho AG, Guimarães JB, Silva FD. Knee MR using a body coil is equivalent to CT in measuring the TT-TG distance: removing the systematic bias. Rev Bras Ortop. 2022;57(1):82-8. doi:10.1055/s-0040-1718511.

Original Article

Comparison of tibial tuberosity to trochlear groove (TT–TG) distance on CT scan and MRI in patients with patellar dislocation

Received: 24/07/2026 - Accepted: 20/10/2026

Mohamad Sobhan Ardakani[1*]
Shiva Askarpour[2]
Ali Sobhanardekani[3]
Samaneh Ghasemipour[4]

[1] *Department of Radiology, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.*

[2] *Department of Radiology , School of Medicine , Shahid Sadoughi University of Medical Sciences , Yazd , Iran.*

[3] *Medical Student, School of Medicine, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.*

[4] *Department of Radiology, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.*

Email: sobhan.mo@gmail.com

Abstract

Introduction: The distance between the tibial tuberosity and the trochlear groove (TT–TG) is a key metric in the assessment of patellar instability. Measurements of this distance may differ between computed tomography (CT) scans and magnetic resonance imaging (MRI). The aim of this study was to compare TT–TG distance measurements obtained via CT and MRI, evaluate intra-rater reliability, and assess the level of agreement between these two imaging modalities in patients with patellar dislocation.

Methods: In this retrospective paired study, 20 patients underwent both CT and MRI scans. A radiologist measured the bony distance between the tibial tuberosity and the trochlear groove on two separate occasions, one month apart; the radiologist was blinded to the initial measurement results during the second assessment. Intra-rater reliability was evaluated using the intraclass correlation coefficient (ICC). Paired measurements were compared using a paired t-test and sensitivity analyses. Additionally, the level of agreement between the two imaging methods was examined using Bland–Altman analysis.

Results: The mean age of the patients was 24.50 ± 7.74 years, and 60% were female. During the first measurement session, the mean TT–TG distance was 15.47 ± 4.18 mm on CT scans and 14.15 ± 3.80 mm on MRI scans. Measurements obtained via CT scan were, on average, 1.32 mm greater than those obtained via magnetic resonance imaging (95% confidence interval [CI]: 0.58 to 2.07 mm; p = 0.0014). The intraclass correlation coefficient (ICC) was 0.965 (95% CI: 0.913 to 0.986) for CT scans and 0.955 (95% CI: 0.884 to 0.982) for magnetic resonance imaging. For the first set of measurements, the limits of agreement ranged from -1.79 mm to 4.44 mm. Based on the average of two sets of measurements, the mean bias was 1.58 mm, with limits of agreement ranging from -1.88 mm to 5.04 mm.

Conclusion: Measurements of the distance between the tibial tubercle and the trochlear groove yielded higher values when performed via CT scan compared to magnetic resonance imaging, although both methods demonstrated high intra-rater reliability. The limits of agreement at the patient level indicate that these two methods cannot be considered interchangeable.

Keywords: Tibial tubercle–trochlear groove distance; patellar dislocation; CT scan; magnetic resonance imaging.

Acknowledgement: There is no conflict of interest