# اندازه‌گیری زاویه کوادریسپس توسط روش جدید و مقایسه آن با روش متداول گونیامتری و روش مرجع رادیوگرافی در مردان سالم

یحیی سخنگویی[۱]، * ایرج عبداللهی[۱]، محمود کاظم دخت[۲]، مسعود کریملو[۳]، زاهده خانلری[۴]

۱ـ دکترای فیزیوتراپی، استادیار دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران
۲ـ کارشناس ارشد فیزیوتراپی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران
۳ـ دکترای آمار زیستی، دانشیار دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران
٤ـ کارشناس ارشد تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران

دریافت مقاله: ۹۰/۱۰/۱۲
پذیرش مقاله: ۹۱/۰۸/۰٦

* **آدرس نویسنده مسئول:** تهران، اوین، بلوار دانشجو، بن‌بست کودکیار، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، گروه فیزیوتراپی
* **تلفن:** ۲۲۱۸۰۰۳۹
* **رایانامه:** abdollahi@uswr.ac.ir

دوره سیزدهم • شماره سوم • پاییز ۱۳۹۱ • شماره مسلسل ۵۳

## چکیده

**هدف:** هدف این مطالعه کاستن از خطای اندازه‌گیری زاویه کوادریسپس به روش رایج گونیامتری با استفاده از دستگاه و روش جدیدی است که در دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی ارتقاء یافته است.

**روش بررسی:** ۴۰ مرد با ۸۰ زانوی سالم در این مطالعه متدولوژیک مورد بررسی قرار گرفتند. اجرای طرح و جمع‌آوری داده‌ها توسط یک آزمونگر که طراح و سازنده دستگاه و روش جدید نیز می‌باشد انجام شد. زاویه کوادریسپس برای هر دو پای مردان شرکت کننده با سه روش رادیوگرافی، گونیامتری و روش جدید، اندازه‌گیری شد. روایی و پایایی دستگاه و روش جدید در مقابل روش رایج گونیامتری با در نظر گرفتن اندازه زاویه در روش مرجع رادیوگرافی مورد سنجش قرار گرفت. محاسبه ICC و آزمون‌های کولموگروف ـ اسمیرنوف، تی زوج و کرولی ماکلی جهت آنالیز داده‌ها بکار رفت.

**یافته‌ها:** تکرار پذیری مطلق و نسبی برای اندازه‌گیری زاویه کوادریسپس بین روش جدید و رادیوگرافی ۰/۹۳۵ شد، درصورتی‌که این مقایسه برای روش گونیامتری عدد ۰/۶۹۶ محاسبه شد. ICC بین سه بار اندازه‌گیری با روش جدید ۰/۹۷۴ محاسبه شد.

**نتیجه‌گیری:** ارتباط بسیار قوی بین نتایج حاصل از روش جدید نسبت به رادیوگرافی بدست آمد، در صورتی که نتایج گونیامتری ارتباط ضعیف‌تری با رادیوگرافی داشت. تکرار پذیری در روش جدید با حفظ شرایط مطالعه، بسیار خوب بوده و لذا می‌توان این روش را به عنوان روشی نو در اندازه‌گیری اینگونه زوایا به کار برد.

**کلیدواژه‌ها:** زاویه کوادریسپس، اندازه گیری، رادیوگرافی، گونیامتری

## مقدمه

درد قدم زانو[1] از شایع‌ترین مشکلات زانوست که راستای نامناسب اندام تحتانی و یا کشکک، عدم تعادل عضلانی و فعالیت بیش از حد را عوامل موثر در بروز این سندرم می‌دانند(۱). با توجه به شکل استخوانی ناودان تروکلهآ ران، استخوان کشکک در یک مسیر منحنی با تقعر رو به خارج حرکت می‌کند. به طوری‌که در اکستانسیون کامل، کشکک در سمت خارج قرار گرفته و با شروع خم شدن مفصل زانو به سوی داخل می‌رود. در ۹۰ درجه فلکسیون در سمت داخل قرار داشته و تا ۱۳۵ درجه فلکسیون مجدداً به سوی خارج حرکت می‌کند. اگر استخوان کشکک در این مسیر حرکت کند اصطلاحاً دارای Tracking طبیعی می‌باشد، در غیر این صورت دچار Mal Tracking شده است(۲).

مفصل پاتلوفمورال، نیروی قوی‌ترین عضله بدن یعنی عضله چهارسرانی را از طریق استخوان فمور متحمل می‌شود. در این مفصل، استخوان پاتلا به عنوان یک استخوان سزاموئیدی است که نیروی مکانیکی آن را به مفصل زانو منتقل می‌کند. نیروی وارده بر پاتلا مربوط به عضله چهارسرانی است که کشش خود را در یک زاویه که نام رایج آن زاویه کوادریسپس است، اعمال می‌کند(۳).

زاویه عضله کوادریسپس[2] یا Q-angle اندازه‌گیری راستای عضله کوادریسپس فموریس در ارتباط با ساختارهای اسکلتی زیرین لگن، فمور و تیبا می‌باشد. این زاویه که اولین بار توسط باری هانگرفورد[3] شناخته شد، زاویه حاده‌ای است که بین راستای خط‌کش ماهیچه چهار سرانی و راستای تاندون پاتلار تشکیل می‌شود(۴). اندازه‌گیری Q-angle با محاسبه زاویه بین خطی است که خار خاصره‌ای قدامی فوقانی را به مرکز پاتلا وصل می‌کند (که نشانگر کوادریسپس است) با خط دیگری که تکمه تیبیا را به مرکز پاتلا وصل می‌کند (که نشانگر راستای تاندون پاتلا می‌باشد)(۵). درحقیقت این زاویه تخمین منطقی از بردار نیروی خارجی عمل کننده بر روی پاتلا بوسیله انقباض کوادریسپس می‌باشد و موقعیت تکمه تیبیا را در ارتباط با خط وسط قرقره فمور نشان می‌دهد(۶). بیشتر بودن این زاویه دلالت بر بد بودن راستای مکانیسم اکستانسوری زانو دارد و با درد قدام زانو، نیمه دررفتگی یا دررفتگی پاتلا و آسیب‌های ناشی از استعمال مفرط اندام تحتانی در ارتباط مستقیم است(۸، ۷). همچنین اندازه‌گیری این زاویه اغلب به عنوان یکی از عوامل مؤثر جهت تشخیص ضرورت جراحی استفاده می‌شود و به عنوان وسیله ارزیابی نتیجه جراحی نیز استفاده می‌گردد(۱۰، ۹).

زاویه کوادریسپس از لحاظ تکنیکی بسیار حائز اهمیت است، به همین جهت اندازه‌گیری آن در کلینیک‌های توانبخشی و ارتوپدی عملی رایج است و ارزیابی آن بخشی از معاینه مفصل زانو می‌باشد(۱۱). به طور کلی عواملی از قبیل افزایش والگوس زانو، ضعف عضله پهن داخلی[4]، اسپاسم عضله پهن خارجی[5] و عضله دوسررانی[6] و نوار ایلیوتیبیال، بالاتر یا پایین‌تر قرار گرفتن استخوان پاتلا و زاویه چرخش به قدام استخوان فمور[7]، موجب تغییر اندازه زاویه کوادریسپس می‌گردد.

اندازه طبیعی زاویه کوادریسپس در منابع مختلف متفاوت ذکر شده است. اینسال و همکارانش زاویه را بین ۲۰-۱۵ درجه در هر دو جنس طبیعی می‌دانند و مقدار بیشتر از آن را غیرطبیعی می‌دانند، در صورتیکه اچوید مقدار ۱۵ درجه برای مردان و ۲۰ درجه برای زنان را مقدار طبیعی می‌داند(۱۳، ۱۲). انجمن ارتوپدی آمریکا میزان طبیعی را ۱۵-۱۰ درجه و بیشتر از آن را غیرطبیعی می‌داند (۷). زمانی‌که زاویه کوادریسپس در حالت ایستاده اندازه‌گیری شود، اندازه آن بین ۲۲-۱۸ درجه خواهد بود که در زنان به علت لگن پهن‌تر بزرگتر است و زمانی‌که در حالت به پشت خوابیده اندازه‌گیری می‌شود زاویه کوچکتر است و در مردان حدود ۱۵ درجه و در زنان حدود ۲۰ درجه خواهد بود(۱۴).

اندازه‌گیری این زاویه توسط رادیوگرافی بسیار دقیق بوده و در ۹۸ درصد موارد یکسان است و لذا می‌توان از اندازه‌گیری رادیوگرافی به عنوان مرجع قابل اعتماد برای سایر روش‌های اندازه‌گیری استفاده کرد؛ ولی با توجه به گستردگی منطقه عکس‌برداری جهت رادیوگرافی و عوارضی که تابش اشعه یونیزان برای بیمار دارد معمولاً روش اندازه‌گیری شایعی نیست(۱۵). پاورز و همکاران در مطالعه‌ای روش ارزیابی و اندازه‌گیری زاویه کوادریسپس با ام. آر. آی را بسیار دقیق‌تر دانسته‌اند(۱۶).

روش گونیامتری اولین بار توسط مور در سال ۱۹۸۴به عنوان روشی کم هزینه و آسان برای اندازه‌گیری این زاویه مطرح شد (۱۷)، ولی در مطالعات متعدد نشان داده شده که این روش خطای زیادی داشته و نمی‌تواند برای چنین اندازه‌گیری ظریفی مورد اطمینان باشد. گوگیا در سال ۱۹۸۷ نشان داد که این روش برای اندازه‌گیری چنین زوایایی قابل اطمینان نمی‌باشد(۱۸). یکی دیگر از موارد محدودیت گونیامتری، فقدان پایایی نتایج بین چند آزمون‌گر می‌باشد، همچنین در صورتی که تغییرات زاویه

1- Anterior Knee Pain(AKP)
2- Quadriceps Angle
3- Barry Hungerford
4- Vastus Medialis
5- Vastus Lateralis
6- Rectus Femuris
7- Anteversion

کمتر از ۱۰ درجه باشد، این مسئله نتایج مطالعه را با استفاده از گونیامتر الکتریکی بی‌اعتبار می‌کند. (۱۹، ۱۸، ۴). اعتبارسنجی اندازه‌گیری زاویه کوادریسپس با گونیامتر در مقابل رادیوگرافی مورد تردید است. اشلاتس و همکارانش به این نتیجه رسیدند که قابلیت اطمینان اندازه‌گیری زاویه کوادریسپس برای یک آزمون‌گر با گونیامتر بین ۸۹ تا ۹۰ درصد می‌باشد(۱۹). گرین و همکارانش اندازه‌گیری گونیامتری زاویه کوادریسپس را با رادیوگرافی مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که ارتباط بین اندازه‌گیری با گونیامتر در آزمون‌گرهای مختلف دامنه بین ۱۳ تا ۳۲ درصد دارد(۲۰).

با این وجود هنوز رایج ترین وسیله برای اندازه‌گیری زاویه کوادریسپس گونیامتر است؛ زیرا هم ارزان است و هم به راحتی در دسترس می‌باشد و آموزش آن بسیار آسان‌تر از روش‌های دیگر است. اگر چه خطای استاندارد اندازه‌گیری زاویه کوادریسپس با روش گونیامتری ۲/۴ درجه است، این خطا مساوی با افزایش یا کاهش نیروی خارجی کوادریسپس به پاتلا معادل ۲/۹ کیلوگرم می‌باشد که می‌تواند نیرویی معادل ۶۸ کیلوگرم از کشش پاتلا را نادیده بگیرد(۱). این چنین خطای بزرگی می‌تواند در تصمیم‌گیری بالینی، مهم و معنادار باشد، بنابراین روش‌های دیگری غیر از اندازه‌گیری با گونیامتر به نظر قابل توجیه می‌رسد. بیشترین تفاوت‌های یافته شده در مطالعاتی که برای اندازه‌گیری خطا در اندازه‌گیری زاویه کوادریسپس وجود دارد لمس نشانه‌های آناتومیکی می‌باشد. یک خطا در تشخیص مرکز این نشانه‌ها منجر به خطای اساسی یا خطا در محاسبه زاویه می‌شود. فرانس و نستر ثابت کردند که خطایی بیشتر از ۵ میلی‌متر در لمس صحیح مرکز نشانه‌ها می‌تواند منجر به خطای ۵ درجه‌ای در محاسبه گونیامتری زاویه کوادریسپس شود(۲۱).

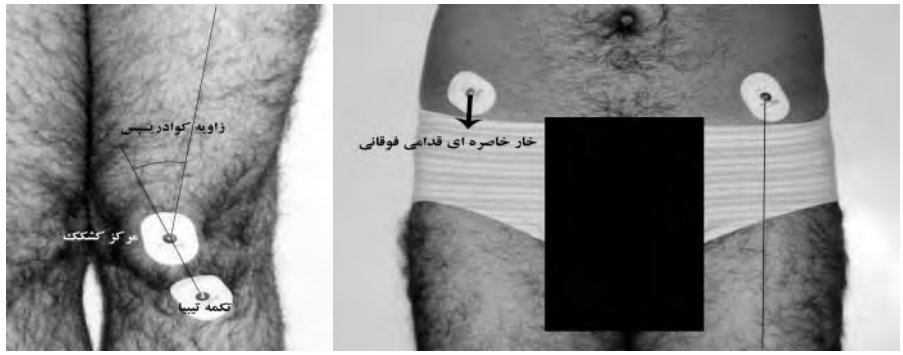
روش‌های دیگر اندازه‌گیری مانند اندازه‌گیری با استفاده از دوربین دیجیتال شاید بر گونیامتر ارجح باشد، ولی در بین آزمون‌گرهای مختلف هنوز ارجحیتی بر گونیامتری ندارد و اندازه یکسان و استانداردی به دست نمی‌دهد(۲۲).

روش پیشرفته دیگری با استفاده از حس‌گرهای مادون قرمز وجود دارد که بسیار دقیق و قابل اطمینان است ولی با توجه به تکنولوژی استفاده شده در آن بسیار گران و در انحصار چند دانشگاه دنیاست(۲۴، ۲۳). در این میان نیاز به سیستم اندازه‌گیری دیگری که دقت مناسب و هزینه‌ای پایین داشته باشد و اجرای آن نیز در حداقل زمان ممکن میسر باشد بسیار محسوس است، چرا که در بسیاری از موارد اندازه‌گیری زاویه کوادریسپس به‌منظور غربال‌گری انجام می‌شود که مستلزم انجام آن با سرعت بالا و هزینه کم می‌باشد.

## روش بررسی

این تحقیق متدولوژیک در سال ۱۳۸۸ در آزمایشگاه بیومکانیک دپارتمان فیزیوتراپی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی انجام شد که طی آن زاویه عضله کوادریسپس به سه روش متفاوت سنجیده شد. در ابتدا و قبل از شروع مرحله اصلی آزمودنی‌ها، فرم رضایت آگاهانه را امضاء کرده و با جلب رضایت کامل در این پروژه شرکت کردند. آزمودنی‌ها یک پرسش‌نامه که شامل سن، جنس، سابقه ورزش و پای غالب بود را پر کرده و در صورتی که اظهار هر گونه سابقه درد یا آسیب جدی در زانو و یا مشکلات مادرزادی در زانو داشتند کنار گذاشته می‌شدند. به دنبال آن، آزمون‌های سلامت زانو توسط پزشک همکار طرح برای او انجام می‌شد. در صورت تایید پزشک مبنی بر سلامت زانوها فرد مورد مطالعه وارد مراحل انجام تست می‌شد و نهایتاً ۴۰ نفر که واجد شرایط فوق بودند انتخاب شده و روش‌های اندازه‌گیری بر روی هر دو زانوی آنها انجام شد به‌طوری که تعداد نمونه واقعی تحقیق ۸۰ مورد شد. جمع‌آوری داده‌ها توسط یک آزمون‌گر که ۶ سال سابقه کار در کلینیک فیزیوتراپی را داشته و با نرم‌افزار کامپیوتری مربوطه آشنایی کامل داشت انجام شد. آزمون‌گر همچنین طراح و سازنده دستگاه و روش جدید نیز بود.

در مرحله اولیه، ثبت اطلاعات با اندازه‌گیری قد با متر نواری و وزن بوسیله ترازو در آزمایشگاه انجام می‌شد. پس از اندازه‌گیری قد و وزن، شاخص توده بدنی توسط آزمون‌گر با فرمول وزن به کیلوگرم تقسیم بر مجذور قد به متر محاسبه شده و در فرم اصلی ثبت می‌شد. مرحله بعدی یافتن نقاط آناتومیکی توسط آزمون‌گر برای نشان گذاری بود. نقاط خار خاصره‌ای قدامی فوقانی بر روی لگن، تکمه تیبیا بر روی قسمت فوقانی استخوان درشت نی ساق و مرکز کشکک توسط نشانگرهای چسبنده (الکترودهای ECG) بر روی هر دو پا نشانه گذاری می‌شدند. علت استفاده از این نوع الکترود ثبت نقطه‌ای، دقیق و شفاف آنها در رادیوگرافی و دوام چسبندگی آن در طول انجام تست بود(شکل ۱).




شکل ۱- چسباندن الکترود بر روی نقاط نشانه‌های آناتومیکی زاویه کوادریسپس

سپس از فرد خواسته می‌شد تا در وضعیت جفت پا بایستد و تا حد امکان از انقباض نابجا و ارادی عضلات پا خودداری کند. آزمون‌گر، مرکز گونیامتر یونیورسال را بر روی نشان وسط کشکک قرار می‌داد، بازوی بزرگ گونیامتر در امتداد و یا روی نشان لگنی قرار می‌گرفت و بازوی کوچک آن بر روی نشان تکمه تیبیا قرار داده می‌شد. در صورت تطابق دقیق محور و بازوهای گونیامتر با نشان‌ها، زاویه گونیامتر توسط آزمون‌گر خوانده شده و ثبت می‌شد. این عمل سه بار توسط آزمون‌گر با فواصل زمانی انجام آزمون با روش جدید تکرار می‌شد و متوسط اعداد بدست آمده در فرم ثبت می‌شد. پس از اتصال نقاط نشانه‌گذاری شده به هم و اندازه‌گیری با گونیامتر، برای اطمینان از میزان زاویه خوانده شده بر روی گونیامتر از یک نقاله برای اندازه‌گیری زاویه استفاده می‌شد و در صورت اختلاف زیاد در نتایج اندازه‌گیری با گونیامتر و نقاله مجددا زاویه، گونیامتری می‌شد (شکل ۲).

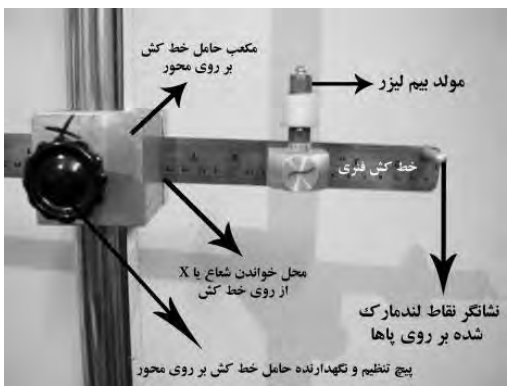
شکل ۲-گونیامتری به روش رومبرگ

برای اندازه‌گیری با دستگاه جدید در ابتدا آزمون‌گر جهت کالیبراسیون دستگاه، صفحه‌ای را بر روی محل ایستادن فرد روی دستگاه عمود می‌کرد که حاوی نقاطی در محاذات تقریبی نقاط نشان‌گذاری شده در افراد مختلف بود و زاویه بین نقاط دقیقاً ۱۵ درجه رسم شده، با تنظیم دستگاه بر روی این صفحه و محاسبه زاویه آن در صورتی‌که این زاویه بصورت درست توسط دستگاه نمایش داده می‌شد دستگاه کالیبره بوده و اندازه‌گیری بر روی فرد آغاز می‌شد، در غیر اینصورت آزمون‌گر، توسط پیچ‌های تنظیم، دستگاه را طوری تنظیم می‌کرد تا زاویه مورد نظر درست نمایش داده شود.

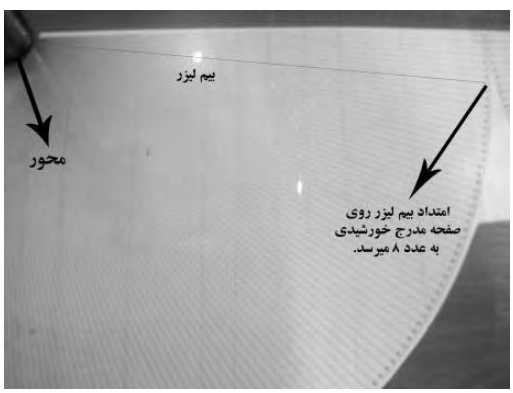
برای انجام آزمون از فرد خواسته می‌شد با همان وضعیت ایستادن که حین گونیامتری انجام داده بر روی سکوی دستگاه بایستد. آزمون‌گر نشان‌گرهای محوری دستگاه را بر روی نقاط نشان‌گذاری شده فرد تنظیم می‌کرد و اعداد نمایش داده شده توسط دستگاه را در نرم‌افزار وارد کرده و زاویه محاسبه شده را در فرم مربوطه، ثبت می‌کرد. این عمل سه بار تکرار می‌شد. زمان صرف شده برای هر بار اندازه‌گیری با دستگاه، حدود ۳ دقیقه برای ثبت نقاط و ۵ دقیقه برای محاسبه با نرم افزار بود. در بین اندازه‌گیری‌ها از فرد خواسته می‌شد چند دقیقه برای

استراحت بنشـــینند تا از خستگی و لم دادن روی پاها هنگام ثبت نقاط جلوگیری شود (در اشکال ۳ تا ۶ طریقه ایستادن فرد پشت دســتگاه و نحوه خواندن اطلاعات ثبت شــده به‌صورت مصور نمایش داده شده است).

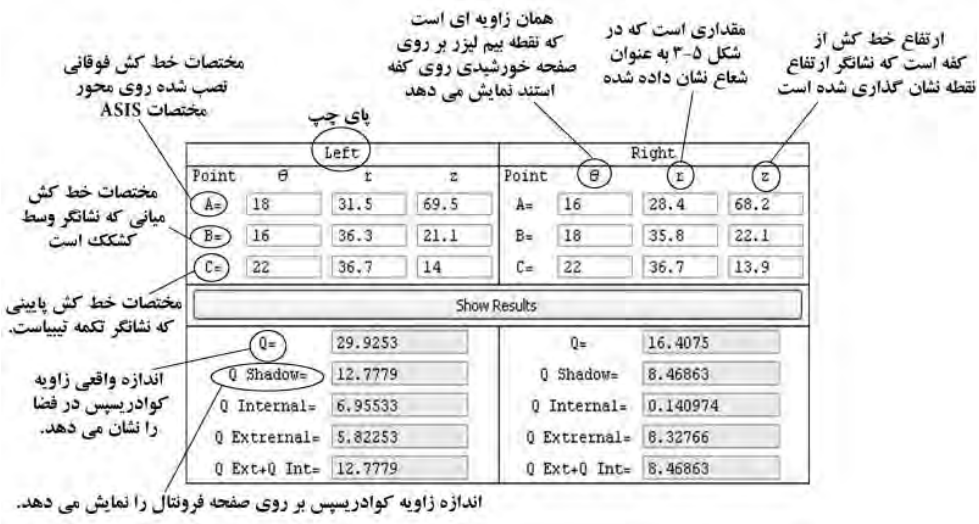
شکل ۳- طریقه ایستادن فرد مورد مطالعه بر روی دستگاه جدید اندازه‌گیری زاویه کوادریسپس. توجه کنید که چگونه نشان‌گرهای نصب شده بر روی خط‌کش‌ها روی نقاط لندمارک قرار گرفته‌اند




شکل۴- اجزاء تشکیل دهنده خط کش نمایش‌گر نصب شده بر روی محور

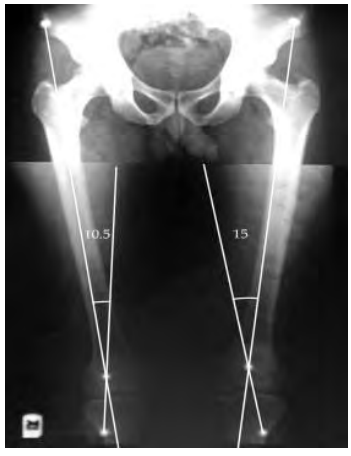


شکل۵- تصویر از بالا و نمایش کفه استند دستگاه که فرد بر روی آن می‌ایستد. نشانگر زاویه خط‌کش از نقطه صفر یعنی خط متصل کننده مرکز دو محور به یکدیگر است. با استفاده از این زاویه و طول خط کش حامل مولد بیم لیزر می‌توانیم مختصات سوم یعنی Z نقطه لندمارک شده را بیابیم (سمت چپ). فرد با همین وضعیت کمی جلوتر می‌ایستد و نشان‌گرهای نقاط لندمارک بر روی نشانه‌های آناتومیکی مشخص شده بر روی لگن و زانو تنظیم می‌شوند (سمت راست).




شکل ۶- نمایش صفحه ورود اطلاعات و محاسبه زاویه کوادریسپس که در نرم افزار Matematica ویرایش ۶ نوشته شده است

در مرحلـه نهایی برای انجـام رادیوگرافی فرد را به بیمارسـتان برده از او خواسـته می‌شـد با همان وضعیت ایسـتاده جفت پا (رومبرگ) در مقابل دسـتگاه رادیوگرافی بایستد و پس از اینکه تصویر دلخواه با نظر رادیولوژیسـت و آزمون‌گر از فرد تهیه شد توسط نرم افزار موجود در بخش رادیولوژی تصویر اصلاح شده و پرینت آن تهیه می‌شـد. این نرم‌افزار قادر اسـت با دقت بسیار بالا زاویه بین نشانه‌های مارک شده توسط آزمونگر را در تصویر رادیوگرافی محاسبه و نشان دهد.




شکل ۷- نمایشگر زاویه کوادریسپس بوسیله نمای رادیوگرافی AP. به علت بزرگ بودن ناحیه رادیوگرافی از دو Sheet رادیوگرافی استفاده می‌شد که هنگام ظهور با نرم‌افزار واحد رادیولوژی با یکدیگر جفت می‌شدند.

## یافته‌ها

آزمون تی زوجی در مورد هر سه روش اندازه‌گیری نشان داد که هیچگونـه اختلاف معناداری در اندازه‌گیری زاویه کوادریسـپس بین پای چپ و راست وجود نداشت و لذا داده‌های پای چپ و راست بعنوان داده‌های مستقل در نظر گرفته شد و تحلیل آماری بر روی ۸۰ زانو انجام شد. با بررسی آماری بر روی این ۸۰ نمونه مشخص شد که در روش رادیوگرافی میانگین زاویه کواردیسپس ۱۷/۷۶ درجه با انحراف معیار ۵/۵۱ به دست آمد درحالی‌که این مقـدار در روش گونیامتری ۱۴/۵۱ بـا انحراف معیار ۶/۳۹ و در روش جدید ۱۷/۰۶ با انحراف معیار ۶/۱۱ بدست آمد.

آزمـون کولموگروف اسـمیرنوف جهت تعییـن اختلاف توزیع متغیرها با توزیع نظری نرمال نشـان داد که می‌توان از آزمون‌های پارامتریک استفاده نمود.

برای تعیین تکرار پذیری نسـبی و اثبـات روایی روش جدید از آزمون آماری ICC اسـتفاده شـد که نتایج آن در جدول شماره یک مشهود است.

جدول۱- نتایج آزمون بررسی تکرارپذیری نسبی بین سه بار تکرار اندازه‌گیری زاویه کوادریسپس با روش جدید

| Single measures | ICC | محدوده اطمینان ۹۵٪ | |
|---|---|---|---|
| | | باند فوقانی | باند تحتانی |
| هر سه تکرار اندازه‌گیری | ۰/۹۷۴ | ۰/۹۸۲ | ۰/۹۶۲ |

بر اساس یافته‌های محاسبه شده در جدول فوق با اطمینان ۹۵٪ می‌توان گفت که در فاصله ۹۷/۴٪ تا ۹۸/۲٪ اندازه‌گیری با روش جدید تکرارپذیر است و بر اساس طبقه‌بندی بیان شده، در رتبه تکرار پذیری عالی قرار می‌گیرد؛ در حالی‌که مقدار ICC برای روش گونیامتری ۰/۶۹۶ بدست آمد که در رده ضعیف تا خوب قرار می‌گیرد.

جهت بررسی روایی روش جدید در مقایسه با دو روش دیگر، ابتدا با استفاده از آزمون کرولی ماکلی، همگن بودن کوواریانس متغیرهای وابسته در سه روش اندازه‌گیری مورد بررسی قرار گرفت و ملاحظه گردید که دارای اختلاف معناداری است ($P<۰/۰۵$) . ناهمگنی کوواریانس‌ها موجب شد که تمامی آزمون‌های تعدیل شده برای انجام آزمون تحلیل واریانس کاربرد خود را از دست دادند. لذا برای ارزیابی قدرت تمیز روش جدید، شاخصی تعریف شد که تفاضل اندازه زاویه کوادریسپس در پای غالب از پای غیرغالب بود که این مقادیر جدید توسط آزمون تی زوج بصورت دو به دو با هم مقایسه شد که نتایج آن در جدول شماره ۲ آمده است.

جدول۲- نتایج آزمون بررسی تکرارپذیری نسبی بین سه بار تکرار اندازه‌گیری زاویه کوادریسپس با روش جدید

| روش‌های مورد مقایسه | تعداد | آماره تی | مقدار احتمال |
|---|---|---|---|
| رادیوگرافی-گونیامتری | ۴۰ | ۴/۷۱۳ | <۰/۰۰۱ |
| رادیوگرافی-روش جدید | ۴۰ | ۰/۶۶۵ | ۰/۵۱۰ |
| گونیامتری-روش جدید | ۴۰ | ۵/۲۰۳ | <۰/۰۰۱ |

جدول شماره ۲ نشان می‌دهد که فقط میانگین بین دو روش رادیوگرافی و روش جدید اختلاف معنی‌دار ندارد. به‌عبارت دیگر اعداد به دست آمده از این دو روش با هم همسان‌تر هستند. توضیح اینکه در ۳۸ نفر از نمونه‌ها پای غالب، سمت راست و در دو مورد سمت چپ بوده است.

## بحث

نتایج این مطالعه، ضریب تکرار پذیری اندازه‌گیری زاویه کوادریسپس با روش جدید را عالی نشان داد و این مقدار بسیار بالاتر از مقدار بدست آمده برای روش گونیامتری که روش مرسومی است بود. مطالعات مختلفی انجام شده است که تکرار پذیری روش گونیامتری را مورد تحلیل و بررسی قرار داده‌اند. از جمله‌هایم (۲۰۰۶) اعتبارسنجی اندازه‌گیری با گونیامتر در مقابل رادیوگرافی را مورد تردید قرار داد (۶). گرین و همکاران (۲۰۰۱) نیز به نتایج نسبتا مشابهی دست یافتند(۲۰). از سال ۱۳۷۹ تاکنون تلاش‌های مختلفی جهت جایگزینی دو روش رادیوگرافی (که دقیق اما تهاجمی است) و گونیامتری (که راحت اما غیردقیق است) صورت گرفته است از جمله استفاده از دوربین‌های با سرعت بالا، سیستم‌های ترسیم الکترومغناطیسی، گونیامتر الکتریکی و شتاب‌سنج. که طی آنها تصویربرداری دیجیتال با دقت بالا و با امکانات پیشرفته انجام می‌شود(۲۵ , ۲۲). برخی از این روش‌ها علیرغم نیاز به امکانات و هزینه زیاد مزیت چندانی بر روش گونیامتری ندارند، در حالی‌که روش جدید دارای تکرارپذیری بالایی است و در عین حال از نظر هزینه ساخت بسیار کمتر از روش‌های پیچیده است.

در بخشی از تحقیق که برای نشان دادن میزان حساسیت دستگاه جدید انجام شد میانگین تفاضل پای غالب و غیرغالب مورد سنجش قرار گرفت و نشان داد که دستگاه جدید این تفاضل را بسیار نزدیک به نتایج رادیوگرافی نشان می‌دهد، درحالی‌که روش گونیامتری نتایجی بس بعید را نشان داد. این موضوع نیز دلیل دیگری بر نزدیکی و همبستگی روش جدید با رادیوگرافی است که روش مرجع اندازه‌گیری زاویه کوادریسپس محسوب می‌شود.

با اســتفاده از فرمول و مدل ریاضی طراحی شــده برای محاسبه زاویه در این مطالعه و با اســتفاده از نقاط میانگین به دست آمده از افــراد مورد مطالعه و جابجایی نقــاط روی مدل ریاضی نتایج زیر به دست آمد:

۱ـ درصورتی‌که خطای نشانه‌گذاری روی خار خاصره‌ای قدامی فوقانی توسط آزمون‌گر به میزان یک سانتی‌متر به طرفین رخ دهد زاویه کوادریسپس به میزان ۱/۱۲ درجه دچار خطا می‌گردد.

۲ـ در صورتی‌که خطای نشانه‌گذاری روی خار خاصره‌ای قدامی فوقانی توســط آزمون‌گر به میزان یک ســانتی‌متر به بالا یا پایین رخ دهــد زاویه کوادریســپس به میزان ۰/۰۸ درجــه دچار خطا می‌گردد.

۳ـ در صورتی‌کــه خطای نشــانه‌گذاری روی مرکز پاتلا توســط آزمون‌گــر بــه میزان یک ســانتی‌متر بــه طرفین رخ دهــد زاویه کوادریسپس به میزان ۸/۱۸ درجه دچار خطا می‌گردد.

۴ـ در صورتی‌کــه خطای نشــانه‌گذاری روی مرکز پاتلا توســط آزمون‌گر به میزان یک ســانتی‌متر به بــالا یا پایین رخ دهد زاویه کوادریسپس به میزان ۲/۱ درجه دچار خطا می‌گردد.

۵ـ در صورتی‌کــه خطای نشــانه‌گذاری روی تکمه تیبیا توســط آزمون‌گــر بــه میزان یک ســانتی‌متر بــه طرفین رخ دهــد زاویه کوادریسپس به میزان ۶/۴ درجه دچار خطا می‌گردد.

۶ـ در صورتی‌کــه خطای نشــانه‌گذاری روی تکمه تیبیا توســط آزمون‌گر به میزان یک ســانتی‌متر به بــالا یا پایین رخ دهد زاویه کوادریسپس به میزان ۱/۶ درجه دچار خطا می‌گردد.

از این بررســی می‌توان به حساسیت نشانه‌گذاری در اندازه‌گیری زاویه کوادریســپس پی برد. چنان‌چه گفته شد خطا به طرفین در نشــانه‌گذاری مرکز پاتلا و تکمه تیبیا به میزان قابل توجهی خطا در زاویه ایجاد خواهد کرد و نشــانگر اهمیت نشــانه گذاری در این نقاط اســت. از مزایای دستگاه جدید این است که آزمون‌گر هماننــد آنچه در گونیامتری انجام می‌دهد قدرت دخل و تصرف و یــا اهمال در خوانــدن اندازه زاویه را نــدارد، زیرا اعدادی که هنگام تنظیم دســتگاه بر روی نشــانه‌ها رؤیت می‌شود به تنهایی هیــچ ارتباطی با مقدار زاویه کوادریســپس ندارد و تنها زمانی‌که وارد نرم افزار مخصوص می‌شــوند عدد نهایی یعنی همان زاویه را نشــان خواهــد داد. به این طریق مشــکلی که در بســیاری از روش‌های اندازه‌گیری زاویه کوادریســپس وجود دارد در روش جدید دیده نمی‌شود.

## نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه روش مرجع شــناخته شده در اندازه‌گیری زاویه کوادریسپس رادیوگرافی است و این زاویه در تصویر رادیوگرافی تمامــی نقاط را در یک صفحه نشــان می‌دهد و با در نظر گرفتن ایــن موضوع که در گونیامتــری چنین امری رخ نمی‌دهد و نقاط در فضا در صفحات مختلفی اندازه‌گیری می‌شــوند، لذا مقایســه کردن اندازه زاویه به دست آمده با این دو روش از نظر ساختاری مشــکوک به نظر می‌رسد. در این تحقیق مشــخص شد دستگاه جدید که قابلیت محاســبه زاویه در صفحه واحد را دارد، نتایجی بسیار نزدیک به نتایج رادیوگرافی را نشان می‌دهد. شاید مهم‌ترین نتیجه‌گیــری در این مطالعه این باشــد کــه در اندازه‌گیری زاویه کوادریسپس با روش‌های مختلف از بین بردن کامل خطاها امری غیر ممکن است و باید تلاش شود تا با استفاده از شیوه‌های جدید تا حد امکان از میزان خطاهای اندازه‌گیری کاســته و اندازه‌گیری با دقت و سهولت بالاتری انجام شود.

## تشکر و قدردانی

ازکلیه عزیزانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند به‌ویژه دپارتمان فیزیوتراپی و آزمایشگاه بیومکانیک این گروه و داوطلبین شرکت کننده در تحقیق تشکر و قدردانی بعمل می‌آید.

## منابع


1-Livingston LA. The quadriceps angle: A review of the literature. J Orthop Sports Phys Ther. 1998; 28(2): 105-9.

2-Moro-oka T, Matsuda S, Miura H, Nagamine R, Urabe K, Kawano T, et al. Patellar tracking and patellofemoral geometry in deep knee flexion. Clin Orthop Relat Res. 2002; 394: 161-8.

3-Herrington L, Nester C. Q-angle undervalued? The relationship between Q-angle and medio-lateral position of the patella. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2004; 19(10): 1070-3.

4-Hungerford DS, Barry M. Biomechanics of the patellofemoral joint. Clin Orthop Relat Res. 1979; 144: 9-15.

5-Grana WA, Kriegshauser LA. Scientific basis of extensor mechanism disorders. Clin Sports Med. 1985; 4(2): 247-57.

6-Haim A, Yaniv M, Dekel S, Amir H. Patellofemoral pain syndrome: validity of clinical and radiological features. Clin Orthop Relat Res. 2006; 451: 223-8.

7-Bessette GC, Hunter RE. The Maquet procedure: a retrospective review. Clin Orthop Relat Res. 1988; 232:159-67.

8-Brown DE, Alexander AH, Lichtman DM. The Elmslie-Trillat procedure: evaluation in patellar dislocation and subluxation. Am J Sports Med. 1984; 12(2): 104–109.

9-Dzioba RB. Diagnostic arthroscopy and longitudinal open lateral release: a four year follow-up study to determine predictors of surgical outcome. Am J Sports Med. 1990; 18(4): 343-8.

10-Garth WP Jr, DiChristina DG, Holt G. Delayed proximal repair and distal realignment after patellar dislocation. Clin Orthop Relat Res. 2000; 377: 132-44.

11-Phillips BB. Recurrent dislocations. In: Canale ST, Campbell WC, eds. Cambell's Operative Orthopedics. 8th edition. St. Louis: Mosby; 1998, pp: 2587–2614.

12-Hvid I, Andersen LI, Schmidt H. Chondromalacia patellae. The relation to abnormal patellofemoral joint mechanics. Acta Orthop Scand. 1981; 52(6): 661-6.

13-Insall J, Salvati E. Patella position in the normal knee joint. Radiology. 1971; 101(1): 101-4.

14-Norkin CC, White DJ. Measurement of joint motion: a guide to goniometry. 3rd edition. Philadephia: F A Davis Co; 2003.

15-Ilahi OA, Kadakia NR, Huo MH. Inter- and intraobserver variability of radiographic measurements of knee alignment. Am J Knee Surg. 2001; 14(4): 238-42.

16-Powers CM. Patellar kinematics, part II: the influence of the depth of the trochlear groove in subjects with and without patellofemoral pain. Phys Ther. 2000; 80(10): 965- 973.

17-Moore ML. Clinical assessment of joint motion. In Basmajian, JV (ed) Therapeutic Exercise. 4th Edition. Baltimore: Wiliams and Wilkins; 1984, pp: 194-224.

18-Gogia PP, Braatz JH, Rose SJ, Norton BJ. Reliability and validity of goniometric measurements at the knee. Phys Ther. 1987; 67(2): 192-5.

19-Shultz SJ, Nguyen AD, Windley TC, Kulas AS, Botic TL, Beynnon BD. Intratester and intertester reliability of clinical measures of lower extremity anatomic characteristics: implications for multicenter studies. Clin J Sport Med. 2006; 16(2): 155-61.

20-Greene CC, Edwards TB, Wade MR, Carson EW. Reliability of the quadriceps angle measurement. Am J Knee Surg. 2001; 14(2): 97-103.

21-France L, Nester C. Effect of errors in the identification of anatomical landmarks on the accuracy of Q angle values. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2001; 16(8): 710-3.

22-Kannus P, Aho H, Järvinen M, Niittymäki S. Computerized recording of visits to an outpatient sports clinic. Am J Sports Med. 1987; 15(1): 79-85.

23-Piva SR, Fitzgerald K, Irrgang JJ, Jones S, Hando BR, Browder DA, et al. Reliability of measures of impairments associated with patellofemoral pain syndrome. BMC Musculoskelet Disord. [Serial on the Internet]. 2006 [cited 2007Aug 31]; 102(6): Available from: http://www.biomedcentral.com/1471-2474/7/33.

24-Lori A. Livingston; Sandi J. Spaulding.OPTOTRAK Measurement of the Quadriceps Angle Using Standardized Foot Positions. J Athl Train. 2002; 37(3): 252–255.

25-Noll BJ, Ben-Itzhak I, Rossouw P. Modified technique for tibial tubercle elevation with realignment for patellofemoral pain: a reliminary report. Clin Orthop Relat Res. 1988; 234: 178-82.

# Measuring the Quadriceps Angle by a New Method and Comparison with Goniometer and Radiography

*Sokhanguei Y. (Ph.D.)[1], *Abdollahi I. (Ph.D.)[1], Kazemdokht M. (M.Sc.)[2], Karimlou M. (Ph.D.)[3], Khanlari Z. (M.Sc.)[4]*



Receive date: 2/01/2011
Accept date: 27/10/2012

*1- Ph.D. of Physical Therapy, Assistant Professor of University of Social Welfare & Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran*
*2- M.Sc. of Physical Therapy, University of Social Welfare & Rehabilitation Scienses, Tehran, Iran*
*3- Biostatistician, Associate Professor of University of Social Welfare & Rehabilitation Scienses, Tehran, Iran*
*4- M.Sc. of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University, Karaj Branch, Iran*

*__Correspondent Author Address:__ Department of Physiotherapy, University of Social Welfare & Rehabilitation Sciences, Koodakyar St., Daneshjoo Ave., Evin, Tehran, Iran.
*__Tel:__ +98 (21) 22180039
*__E-mail:__ abdollahi@uswr.ac.ir

## Abstract

**Objective:** The purpose of this study is to decrease the amount of error when measuring Q–angles using a goniometer by the new method, a private system developed at the I.R's university of social welfare & rehabilitation sciences (USWR) by Investigator.

**Materials & Methods:** Fourty subjects with Eighty healthy knees participated in this methodologic study. One investigator participated in data collection who is a licensed physical therapist and has over 6 years of clinical experience in orthopedic physical therapy. He has designed and experienced with new method and computer program. Quadriceps angles measured bilaterally for 40 subjects were recorded. Reliability and validity with new method of the measurements were calculated with Intraclass Correlation Coefficient(ICC) & Repeated Measurement for new method and compared it's result with goniometry in contrast with radiography.

**Results:** The ICC for measuring Q-angle with a new method versus the radiography was 0.935, while the ICC for measuring Q-angle with the goniometry versus the radiography was 0.696. The ICC between measures three times obtained with a New Method was 0.974.

**Conclusion:** There is a high association between measures of Q-angle obtained with a new method compared to those obtained with radiography while this association for goniometry is low. Intratester reliability for new method is good and this method can applied as a good measurement method of Q angle.

**Keywords:** Q-angle, Measurement, Radiography, Goniometry