

کدام یک از روش‌های غیرتهاجمی در اندازه‌گیری زاویه Q در حالت طاق باز معتبرتر است؟

محمد رحیمی^۱، دکتر محمد حسین علیزاده^۲، دکتر رضا رجبی^۳، دکتر ناصر مهرشاد^۴

چکیده

سابقه و هدف: زاویه Q به عنوان زاویه حاده بین دو خط فرضی ترسیم شده از خار خاصره قدامی فوقانی به مرکز کشکک و از مرکز کشکک به برجستگی درشت نی تعریف می‌شود. اندازه‌گیری زاویه Q با استفاده از روش تهاجمی از قبیل؛ رادیوگرافی و سی تی اسکن و روش غیر تهاجمی از قبیل؛ روش گونیامتر و روش فتوگرامتری در وضعیت طاق باز انجام می‌شود. در این تحقیق، محقق علاوه بر ارائه روش جدید، به دنبال پاسخ این سوال است که کدام یک از روش‌های غیر تهاجمی معتبرتر (روایی بیشتر) است؟

مواد و روش‌ها: بدین منظور زاویه Q نه نمونه (هیجده زانو) با میانگین و انحراف استاندارد سن $24/2 \pm 23/55$ (سال)، وزن $47/10 \pm 73/0$ (کیلوگرم)، طول ران $11/3 \pm 43/11$ سانتی متر و پهنای لگن $66/39 \pm 3/0$ با استفاده از روش CT scan، روش ابداعی پردازش تصویر و روش گونیامتر در وضعیت طاق باز محاسبه و میزان همبستگی بین روش ابداعی پردازش تصویر و روش گونیامتر با روش CT scan، از طریق ضریب همبستگی پیرسون محاسبه گردید.

یافته‌ها: یافته‌های تحقیق، رابطه معنی داری را بین زوایای Q بدست آمده از روش ابداعی پردازش تصویر و روش CT scan در حالت طاق باز ($r=0/92$) و همچنین، میان روش گونیامتر و روش CT scan در حالت طاق باز نشان داد. $(p=0/001)(r=0/81)$.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق، می‌توان وسایل به کار برده شده برای محاسبه زاویه Q زانو را بر اساس میزان همبستگی که با روش CT scan دارند، طبقه‌بندی کرد. بنابراین، روش ابداعی پردازش تصویر، می‌تواند جایگزین مناسبی برای روش گونیامتر در اندازه‌گیری زاویه Q در حالت طاق باز باشد.

کلید واژه: طاق باز، CT scan، گونیامتر، روش ابداعی، زاویه Q، روایی

مقدمه

زاویه Q^۱ به عنوان زاویه حاده بین دو خط فرضی ترسیم شده از خار خاصره قدامی فوقانی^۲ به مرکز کشکک^۳ و از مرکز کشکک به برجستگی درشت نی^۴ تعریف می‌شود (۱،۲،۳،۴،۵،۶). مقادیر نرمال زاویه Q از ۱۰ تا ۱۴ درجه برای مردان و ۱۴/۵ تا ۱۷ درجه برای زنان گزارش شده است (۲). اگر چه زاویه Q به طور وسیع در تحقیقات و درمان‌های کلینیکی استفاده می‌شود، اما مطالعات کمی برای بررسی روایی آزمونی اندازه‌گیری زاویه Q انجام شده است (۴،۷)، بنابراین روش روایی بالا برای اندازه‌گیری این زاویه دارای اهمیت است (۷). اندازه‌گیری زاویه Q با استفاده از دو روش، روش تهاجمی از قبیل رادیوگرافی و سی تی اسکن (۲،۸) و روش غیر تهاجمی از قبیل؛ روش گونیامتر (۲،۸) و روش فتوگرامتری (۷،۹)، در وضعیت طاق باز انجام می‌شود.

روایی^۵ یک آزمون یا وسیله، به توانایی آن آزمون یا وسیله در درست سنجیدن آنچه باید بسنجد، اطلاق می‌شود (۱۰). روایی، به منزله مهم‌ترین خصوصیت ابزار اندازه‌گیری، معادل تناسب، معناداری و سودمندی استنباط‌ها و تفسیرهایی است که بر اساس نمره‌های آزمون به عمل می‌آید و بیانگر خصیصه تعمیم‌پذیری نمره‌های آزمون است (۱۱).

روش‌های تهاجمی، شامل رادیوگرافی معمولی (اشعه ایکس^۶) و اسکن موضعی با استفاده از کامپیوتر (سی تی اسکن^۷) است. این روش‌ها به عنوان دقیق‌ترین و معتبرترین روش ثبت زاویه مطرح گشته و برای روایی سنجی، هر روش جدید اندازه‌گیری به کار گرفته می‌شوند (۱۲،۱۳). اگر چه این روش‌ها مزیت دقت و صحت دارد، ولی به دلیل تهاجمی بودن، هزینه بالا، مسائل اخلاقی، ناراضیاتی آزمودنی‌ها، زمان‌بر بودن اندازه‌گیری و همیشه در دسترس نبودن، کمتر در تحقیقات و کلینیک‌ها استفاده می‌شود (۱۴).

روش گونیامتری به طور وسیع در درمان‌های کلینیکی برای ارزیابی دامنه حرکتی (۷،۱۵) و اندازه‌گیری زوایای مفصل (۷،۱۵،۱۶) استفاده می‌شود. از فواید این روش هزینه کم وسیله و در دسترس بودن آن است (۷) ولی مشکلاتی را برای محقق ایجاد می‌کند که از مهم‌ترین آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: مطالعات مختلف سطوح متفاوتی از پایایی و روایی این وسیله را گزارش کردند (۴،۹،۷،۱۷،۱۸)، هنگام استفاده در تحقیقاتی که طرح اندازه‌گیری‌های مکرر دارند، احتمال پیش آمدن

- 1 . The Quadriceps Femoris Angle (Q angle)
- 2 . Anterior Superior Iliac Spine
- 3 . Patella Center
- 4 . Tibial Tubercle
- 5 . Validity
- 6 . X-Ray
- 7 . CT scan

اثر روزنتال^۱ (انتظارات آزمایشگر) بوجود می‌آید، که در اثر وجود این عامل، درجه تعمیم پذیری (اعتبار بیرونی) تحت تاثیر قرار می‌گیرد (۱۹)، خسته کننده و زمان‌بر بودن استفاده از آن اگر نیاز به محاسبه زاویه بیش از یک بار و یا برای جمعیت زیاد، از دیگر محدودیت‌های استفاده از این وسیله عنوان شده است.

با ظهور تکنولوژی، اندازه‌گیری دیجیتالی برای اندازه‌گیری‌های خطی و زاویه‌ای بیشتر مورد توجه قرار گرفت (۷،۲۰). فتوگرامتری ثبت تغییرات دقیق و رابطه‌های بین بخش‌های مختلف بدن انسان را که اندازه‌گیری یا ثبت بوسیله وسایل دیگر مشکل است، مکان پذیر می‌سازد (۷،۲۰). از فواید این روش، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: فرایند ذخیره در فتوگرامتری به راحتی انجام می‌شود (۷)، کاهش خطای اندازه‌گیری ناشی از تغییرپذیری در گونیامترها، کاهش خطا به کمک آزمون‌گر در مقابل استفاده از گونیامتر (۹)، همچنین در هر زمان فایل‌های ضبط شده در دسترس است و فایده دیگر فتوگرامتری دیجیتال امکان ترکیب با فرآیند اندازه‌گیری کامپیوتری است (۷) که فتوگرامتری کامپیوتری شده ترکیب فتوگرافی دیجیتال و نرم افزار از قبیل Corel Draw^۲ است (۷،۲۱).

بنابراین برای از بین بردن خطاهای موجود در گونیامتر یونیورسال، تصمیم به ابداع روشی گرفته شد که زاویه Q را با خطای ناچیز محاسبه کند. در این تحقیق محقق علاوه بر ارائه این روش جدید، به دنبال پاسخ این سوال است که کدام یک از روش‌های غیر تهاجمی معتبرتر (روایی بیشتر) است؟ به همین منظور برای یافتن پاسخ این سوال هر یک از روش‌های موجود را با روش مبنا (CT scan) مورد مقایسه قرار خواهد داد. امید است با ساخت این ابزارها به پیشرفت رشته نوپای حرکات اصلاحی یاری شود.

مواد و روش ها

تحقیق حاضر از نوع توسعه‌ای^۳ است که به طراحی و ساخت نرم افزاری برای اندازه‌گیری زاویه Q با روش فتوگرافی پرداخته و همچنین، به اندازه‌گیری زاویه Q با استفاده از شیوه‌های مختلف اندازه‌گیری از قبیل؛ روش CT scan (۲۲)، روش گونیامتر و روش ابداعی پردازش تصویر پرداخته و در نهایت میزان همبستگی بین داده‌های جمع‌آوری شده از روش گونیامتر و روش ابداعی پردازش

1 . Rezontal

۲. نرم افزار ارزیابی وضعیت بدنی.

۳. پژوهشی که با هدف ترویج نتایج پژوهشهای بنیادی و کاربردی به منظور استفاده در تولید مواد، فرآورده‌ها، وسایل، ابزار، فرایندها و روشهای جدید و یا بهبود آنها صورت می‌گیرد (مرکز آمار ایران).

تصویر با روش CT scan (۲۲) محاسبه شد. پژوهش در شرایط حقیقی و کنترل شده‌ای انجام شده است.

جامعه آماری پژوهش حاضر را ۹ داوطلب مرد (۱۸ زانو) در دامنه سنی ۱۸ تا ۲۶ سال تشکیل دادند و معیاری غیر از رضایت شرکت کنندگان برای ورود و خروج به تحقیق وجود نداشت البته، تلاش شد تا افراد با زاویه های Q مختلف (کم، طبیعی، زیاد) در داخل نمونه ها قرار داشته باشند.

اندازه گیری زاویه Q در چهار مرحله انجام شد. در مرحله اول، آزمودنی ها فرم اطلاعات فردی و رضایت نامه کتبی را پر کردند. در مرحله دوم ابتدا با لمس کردن محل خار خاصه قدامی فوقانی (ASIS¹)، مرکز استخوان کشکک (PC²) (مرکز کشکک بوسیله نقطه تلاقی خط مرکزی عمودی و خط مرکزی داخلی / خارجی تعیین شد (۳)) و مرکز برجستگی درشت نی (TTC³) مشخص شد و سپس، با مازیک علامت گذاری گردید (۱،۲،۳،۴،۵،۶). و همچنین، پهنای لگن و طول ران آزمودنی ها اندازه گیری شد. پهنای لگن بوسیله اندازه گیری فاصله بین دو خار خاصه قدامی-فوقانی راست و چپ آزمودنی در سطح فرونتال در حالت ایستاده با متر نواری اندازه گیری شد (۲۳). و طول ران در سطح فرونتال از مرکز مفاصل (تروکانتر بزرگ ران و کندیل خارجی ران) در وضعیتی که آزمودنی روی دو پا ایستاده بود با متر نواری اندازه گیری شد (۲۳). در مرحله سوم نمونه ها به مرکز رادیولوژی منتقل و از آنها تصویر CT scan گرفته شد در این روش ابتدا ته سوزن ته گرد در محل هایی که با مازیک علامت گذاری شده بود، نصب شد (به دلیل همپوشانی چگالی استخوان خاصه و استخوان خار خاصه قدامی فوقانی، با یک روش ابداعی ته سوزن در محل سه نقطه مورد نظر برای تشخیص بهتر نقاط در تصاویر CT scan قرار داده شد) و سپس، آزمودنی ها در حالت طاق باز با چهار سر ریلکس و زانوی کاملاً باز (۹)، پاها برهنه و مستقیم به بالا و یک اسفنج (دوزنقه شکل) به طول ۱۲ سانتی متر بین دو قوزک داخلی پا (۲۴) روی تخت دستگاه قرار گرفتند و از نمونه ها عکس گرفته، و زاویه Q بوسیله متخصص رادیولوژی با کمک نرم افزار DICOM Eye استخراج و ثبت شد. در مرحله چهارم، آزمودنی ها به محل انجام تست انتقال داده شدند و آزمودنی در حالت طاق باز روی کف زمین با چهار سر ریلکس و زانوی کاملاً باز (۹)، پاها برهنه و مستقیم به بالا و یک اسفنج (دوزنقه شکل) به طول ۱۲ سانتی متر بین دو قوزک داخلی پا (۲۴) و با پشت زمینه غیر منعکس کننده (۹) قرار گرفتند. و سپس، در محل هایی که با مازیک علامت گذاری شده بود، برچسب سفید نصب شد و آزمونگر در این حالت، با استفاده از دوربین دیجیتال (Canon، ۵ مگاپیکسل)، که در نمای

1. Anterior Superior Iliac Spine.
2. Patella Center.
3. Tibial Tubercle Center.

فوقانی از اندام تحتانی در ارتفاع ۱۵۰ cm از آزمودنی روی یک سه پایه به صورتی که لنز دوربین در راستای مرکز طولی ران قرار داشت، از آزمودنی ها عکس گرفت و سپس، آزمونگر در این حالت، زاویه Q پای راست و چپ آزمودنی را با گونیامتر یونیورسال اندازه گیری کرد همچنین، آزمونگر در این وضعیت، با استفاده از دوربین دیجیتال (Canon، ۵ مگاپیکسل)، که در نمای فوقانی از اندام تحتانی در ارتفاع ۱۵۰ cm از آزمودنی روی یک سه پایه به صورتی که لنز دوربین در راستای مرکز طولی ران قرار داشت، از آزمودنی ها عکس گرفت.

نحوه محاسبه زاویه Q با استفاده از گونیامتر در حالت طاق باز

برای اندازه گیری زاویه Q از گونیامتر یونیورسال با دقت ۱ درجه استفاده شد. زاویه Q در وضعیت طاق باز به وسیله آزمونگر اندازه گیری شد. مرکز گونیامتر روی مرکز کشکک، بازوی بلند آن در جهت خار خاصه قدامی- فوقانی و بازوی کوتاه آن در جهت مرکز برجستگی درشت نی قرار داده سپس، عدد روی گونیامتر ثبت شد (۷،۹،۱۷،۱۸). این فرایند بر روی هر فرد سه دفعه تکرار شد و در نهایت میانگین سه دفعه به عنوان زاویه Q آزمودنی ثبت شد.



شکل ۱. نمونه ای از شیوه تصویر برداری بوسیله دستگاه CT scan

نحوه محاسبه زاویه Q در روش ابداعی پردازش تصویر در حالت طاق باز

برای استخراج زاویه Q از روی تصویر دیجیتال، ابتدا با استفاده از آستانه گذاری سازگار موقعیت نشانگرها در تصویر استخراج می شود. در مرحله ی بعد با استفاده از عملگرهای مورفولوژی موقعیت مرکز نشانگرها مشخص شده و در انتها از روی موقعیت مرکز نشانگرها زاویه Q محاسبه می شود.

در روش ابداعی پردازش تصویر برای اندازه‌گیری زاویه Q مبتنی بر تعیین موقعیت نسبی نشانگرهای نصب شده روی سه نقطه مورد نظر نسبت به یکدیگر است. برای پرهیز از پیچیده شدن الگوریتم‌های پردازش تصویر در مراحل بعدی اندازه‌گیری لازم است که تصاویر تحت شرایط کنترل شده‌ای از وضعیت نورپردازی و رنگ زمینه گرفته شوند. شکل ۲ نمونه‌ای از تصاویر مورد استفاده در این تحقیق و شکل ۳ نمونه‌ای از یک بخش انتخاب شده‌ی این تصاویر که در پس‌زمینه‌ی تیره گرفته شده است را نشان می‌دهد. برای افزایش دقت روش، ابعاد این بخش انتخاب شده از تصویر افزایش داده شده است. در مرحله‌ی بعد با انجام پردازش‌هایی موقعیت نشانگرها و در نهایت زاویه‌ی Q از روی تصویر مشخص می‌شود. مراحل پردازشی مختلف برای تعیین موقعیت نشانگرها و محاسبه‌ی زاویه‌ی Q با ذکر جزئیات توضیح داده شده است.



شکل ۲. نمونه‌ای از تصاویر مورد استفاده برای محاسبه‌ی زاویه‌ی Q

scaled small picture to increase pixels



شکل ۳. تصویر ناحیه‌ای که انتخاب شده و ابعاد آن افزایش داده شده است.

محاسبه‌ی زاویه‌ی Q

در اولین مرحله، برای محاسبه‌ی زاویه‌ی Q، ابتدا لازم است تصویر رنگی به تصویر سیاه و سفید تبدیل شود. در شرایط کنترل شده برای تصویر برداری، نواحی مربوط به نشانگرها را می‌توان به راحتی و با اعمال یک آستانه‌ی سازگار مطابق رابطه‌ی زیر از روی تصویر سیاه و سفید مشخص کرد.

$$I_{th}(x, y) = \begin{cases} 1, & I(x, y) > 0.95 \times \max(I(x, y)) \\ 0, & I(x, y) \leq 0.95 \times \max(I(x, y)) \end{cases}$$

اعمال این آستانه‌ی سازگار روی تصویر نشان داده شده در شکل ۳ نواحی مربوط به نشانگرها را مطابق تصویر نشان داده شده در شکل ۴ استخراج می‌کند. همانطور که در شکل ۴ مشخص است، با اعمال آستانه، تمام پیکسل‌های مربوط به موقعیت یک نشانگر تشکیل یک ناحیه‌ی پیوسته نمی‌دهند.

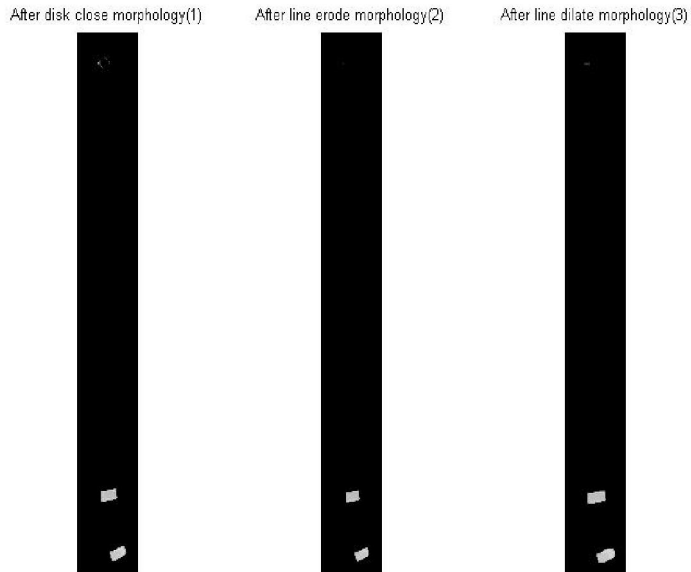
After adjustment



شکل ۴. اعمال آستانه‌ی سازگار روی تصویر و استخراج نقاط مربوط به نشانگرهای

ابعاد تصاویر ورودی عموماً با هم متفاوت است و از طرف دیگر تمامی عملگرهای مورفولوژیکی اعمال شده بر روی تصویر به طور مستقیم با تعداد پیکسل‌های تصویر مرتبط است، تمامی تصاویر در ابتدا به مقادیر مشخصی تغییر اندازه پیدا می‌کنند، در این تحقیق با ثابت در نظر گرفتن بعد افقی نسبت به عمودی تصویر، بعد عمودی تصویر برابر ۴۵۰ پیکسل در نظر گرفته می‌شود.

پس از اعمال سه عملگر مورفولوژیکی متوالی (عملگرهای Disk close، Line Erode و در نهایت Line dilate) نقاط باقی‌مانده از تصویر به صورت کاملاً واضح و آشکار مشخص کننده‌ی محل نشانگرها خواهند بود. با محاسبه‌ی فاکتور (metric که نشان دهنده‌ی گردی محدوده‌های سفید است) و مشخص کردن مراکز هر محدوده، موقعیت‌های واقعی نشانگرها تعیین می‌شوند.



شکل ۵. اعمال سه عملگر مورفولوژیکی متوالی (عملگرهای Disk close, Line Erode و در نهایت Line dilate) به ترتیب از راست به چپ.

در انتها برنامه قادر است خطوطی بین نشانگرها رسم کرده و زاویه‌ی بین این خطوط را محاسبه کند. به‌عنوان مثال، در تصویر شکل ۶ زاویه‌ی بین خطوط $160/4589$ درجه محاسبه شده و بنابراین زاویه‌ی Q برابر $19/5411$ درجه است.



شکل ۶. مقادیر نزدیک به یک نشان دهنده‌ی میزان کروی بودن نشانگر است.

از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف (K-S) برای تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها و تایید وجود رابطه بین داده‌های حاصل از روش گونیامتر و روش ابداعی پردازش تصویر با روش CT scan. ابتدا از نمودار پراکنش و سپس با توجه به توزیع داده‌ها، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شده است (سطح معناداری ۰/۰۵ و حدود اطمینان ۰/۹۵).

نتایج تحقیق

ویژگی‌های (سن، وزن، طول ران و پهنای لگن) آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. مقادیر سن، وزن، طول ران و پهنای لگن

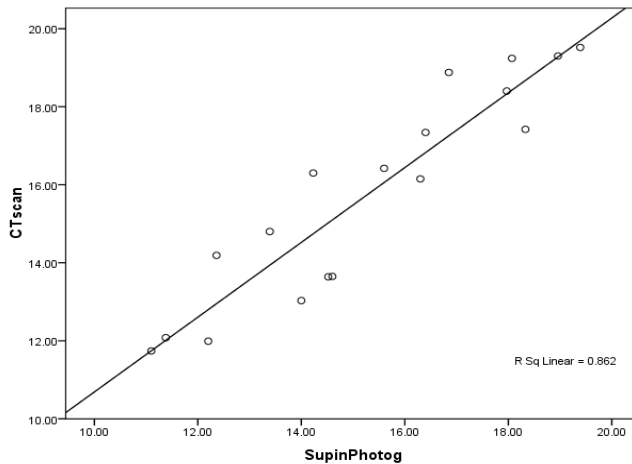
| انحراف استاندارد | میانگین | اندازه متغیر |
|------------------|---------|-----------------------|
| ۲/۲۴ | ۲۳/۵۵ | سن |
| ۱۰/۴۷ | ۷۳/۰۰ | وزن (کیلوگرم) |
| ۳/۱۷ | ۴۳/۱۱ | طول ران (سانتی متر) |
| ۳/۰۰ | ۳۹/۶۶ | پهنای لگن (سانتی متر) |

میانگین و انحراف استاندارد زاویه Q با استفاده از هر سه روش اندازه‌گیری CT scan، گونیامتر و روش ابداعی پردازش تصویر در جدول ۲ نشان داده شده است.

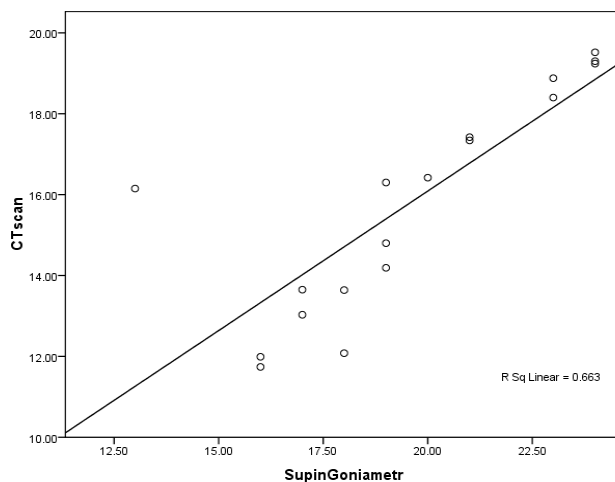
جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد زاویه Q در وضعیت طاق باز

| انحراف استاندارد | میانگین | تعداد | شاخص روش |
|------------------|---------|-------|-------------|
| ۲/۷۱ | ۱۵/۷۸ | ۱۸ | CT scan |
| ۲/۶۳ | ۱۵/۳۱ | ۱۸ | روش ابداعی |
| ۳/۲۰ | ۱۹/۵۵ | ۱۸ | گونیامتر |

از مفروضه های استفاده از ضریب همبستگی پیرسون این است که رابطه بین متغیرها باید یک رابطه خطی باشد. به منظور اثبات رابطه خطی بین متغیرها از نمودار پراکنش استفاده شده است (نمودار ۱ و ۲).



نمودار ۱. خط رگرسیون حاصل از رابطه خطی بین دو متغیر روش CT scan و روش ابداعی پردازش تصویر در اندازه گیری زاویه Q در حالت طاق باز



نمودار ۲. خط رگرسیون حاصل از رابطه خطی بین دو متغیر روش CT scan و روش گونیامتر در اندازه گیری زاویه Q در حالت طاق باز

نمودار های ۱ و ۲ نشان می دهد که رابطه بین داده های متغیر روش ابداعی پردازش تصویر و روش سی تی اسکن و همچنین، روش گونیامتر و روش سی تی اسکن در حالت طاق باز یک نوع رابطه خطی است.

یافته های تحقیق رابطه معنی داری را بین زوایای Q بدست آمده از روش ابداعی پردازش تصویر و روش سی تی اسکن در حالت طاق باز ($r=0/92$) و همچنین، میان روش گونیامتر و روش سی تی اسکن در حالت طاق باز نشان داد ($r=0/81$) (جدول ۳).

جدول ۳. نتایج آزمون ضریب همبستگی پیرسون برای رابطه بین متغیرها

| متغیر | آماره | مقدار همبستگی ضریب پیرسون (r) | تعداد | ارزش p | سطح معناداری |
|---|-------|----------------------------------|-------|-----------|-----------------|
| روش ابداعی پردازش تصویر و روش CT scan درحالت طاق باز | ۰/۹۲ | ۱۸ | ۰/۰۵ | ۰/۰۰۱ | |
| روش گونیامتر و روش CT scan درحالت طاق باز | ۰/۸۱ | ۱۸ | ۰/۰۵ | ۰/۰۰۱ | |

بحث و نتیجه گیری

با توجه به دقیق بودن زاویه Q بدست آمده از روش CT scan، در این تحقیق زاویه Q بدست آمده از هر یک روش های ابداعی پردازش تصویر و گونیامتر در وضعیت طاق باز با زاویه Q بدست آمده از روش CT scan مقایسه شده است. یافته‌های تحقیق رابطه معنی‌داری را بین زوایای Q بدست آمده از روش ابداعی پردازش تصویر و روش CT scan در حالت طاق باز ($r=0/92$) و همچنین، میان روش گونیامتر و روش CT scan در حالت طاق باز نشان داد ($r=0/81$). در مورد همبستگی بین زوایای Q بدست آمده از روش CT scan و روش گونیامتر در وضعیت طاق باز، نتایج بدست آمده از تحقیق نشان داد که بین زوایای Q بدست آمده از هر دو روش در وضعیت طاق باز همبستگی معناداری وجود دارد ($r=0/81$). که این میزان همبستگی قابل قبول است. یافته های تحقیق حاضر نشان می دهد که همبستگی نسبتاً بالا بین اندازه های زاویه Q با استفاده از دو روش CT scan و گونیامتر در حالت

طاق باز وجود دارد. با در نظر گرفتن مطالب فوق به بیان برخی از تحقیقات انجام شده در ارتباط با این موضوع پرداخته می شود.

گرین و همکاران^۱ (۲۰۰۱) زاویه Q را در دو وضعیت طاق باز با چهار سر ریلکس، زانوی کاملاً باز و پا در حالت خنثی و وضعیت طاق باز با چهار سر ریلکس و زانو در ۲۰° فلکشن با دو روش گونیامتر و رادیوگرافی اندازه گیری کردند. روایی روش گونیامتر در مقایسه با رادیوگرافی در حالت طاق باز با چهار سر ریلکس و زانوی کاملاً باز برای زانوی چپ ۰/۳۲ و برای زانوی راست ۰/۳۲ و در حالت طاق باز با چهار سر ریلکس و زانو در ۲۰° فلکشن برای زانوی چپ ۰/۱۹ و برای زانوی راست ۰/۱۳ گزارش کردند (۴) و همچنین، شولتز و همکاران^۲ (۲۰۰۶) در یک مطالعه روایی بین دو روش کلینیکی و رادیوگرافی در اندازه گیری زاویه Q بر روی ۲۰ زن در حالت طاق باز بررسی کردند و نتایج تحقیق روایی ۰/۴۲ را نشان داد (۱۸).

در مقایسه نتایج پژوهش های انجام گرفته با نتایج پژوهش حاضر، مشخص شد که این تحقیق از نظر همبستگی روش CT scan با روش گونیامتری در حالت طاق باز با تحقیق گرین و همکاران (۱۹۹۳) و شولتز و همکاران (۲۰۰۶) از لحاظ وجود همبستگی همسو و نتایج آنان را تایید می کند ولی تحقیق حاضر نسبت به مقادیر گزارش شده به وسیله گرین و همکاران (۱۹۹۳) و شولتز و همکاران (۲۰۰۶) میزان بالاتری را گزارش می کند. در این زمینه می توان چنین بیان کرد که در این تحقیق وضعیت استاندارد در هر دو روش به وسیله ابزار های یکسان حفظ شد و همچنین، یک دلیل احتمالی دیگر می تواند تجربه و مهارت بیشتر ارزیاب و اختلاف در جنسیت نمونه های این تحقیق با تحقیقات گذشته باشد. و نیز، در این تحقیق خطای تشخیص نشانه های استخوانی در سه روش از بین رفت. چون ما ابتدا نقاط مورد نظر را در اولین مرحله مشخص و سپس، در مراحل بعدی زاویه بین خطوط رسم شده از این سه نقطه را اندازه گیری کردیم در صورتی که در تحقیقات گرین و همکاران و شولتز و همکاران خطای تشخیص لندمارک های استخوانی وجود داشت.

در مورد همبستگی بین زوایای Q بدست آمده از روش ابداعی پردازش تصویر و روش CT scan در وضعیت طاق باز، نتایج بدست آمده از تحقیق نشان داد که بین زوایای Q بدست آمده از هر دو روش در وضعیت طاق باز، همبستگی معناداری وجود دارد ($r=0/92$). این بدان معناست که این روش برای محاسبه زاویه Q زانو دارای روایی بالا و مناسبی است.

تحقیقات بسیار اندکی در مورد این روش برای اندازه گیری زاویه Q صورت گرفته است که این تحقیقات، روش ابداعی پردازش تصویر را با روش گونیامتری مقایسه کرده اند (۷،۹)، و هیچکدام از

این تحقیقات روش ابداعی پردازش تصویر را با یک روش ملاک (روش های تهاجمی: MRI, CT scan, X-Ray) مقایسه نکرده اند ولی این گونه به نظر می رسد که روش ابداعی پردازش تصویر بدلیل عاری بودن از خطای آزمونگر و مستثنی بودن از مهارت آزمونگر روایی بالایی برای اندازه گیری زاویه Q زانو دارد که نتایج این تحقیق همبستگی بین اندازه های زاویه Q در حالت طاق باز با استفاده از روش ابداعی پردازش تصویر و روش CT scan را تایید می کند و همچنین، یافته های تحقیق حاضر نشان می دهد که روش ابداعی پردازش تصویر روش مناسب و با روایی بالا برای اندازه گیری زاویه Q زانو است. از مزایای این روش می توان بیان کرد که فراینده ذخیره براحتی انجام می شود (۷)، کاهش خطای اندازه گیری ناشی از تغییرپذیری در گونیامترها، کاهش خطا توسط آزمون گر نسبت به هنگام استفاده از گونیامتر (۹)، همچنین در هر زمان فایل های ضبط شده در دسترس است و فایده دیگر این روش، امکان ترکیب با فرآیند اندازه گیری کامپیوتری است (۷). و از معایب روش پردازش تصویر می توان به عدم استفاده این روش برای آزمودنی های با جنسیت مونث در کشور ایران اشاره کرد. بنابراین، روش ابداعی پردازش تصویر می تواند برای اندازه گیری زاویه Q در حالت طاق باز استفاده شود. از مهمترین دلایل همبستگی این روش می توان چنین بیان کرد که در این روش اطلاعات لازم در خصوص زاویه Q بدون اینکه تماسی با بدن ایجاد شود به طور خودکار، سریع و دقیق بدون مداخله انسانی جمع آوری می شود و همچنین، به دلیل بهره گیری از روش های منطقی ریاضی و کامپیوتری، دقت بالایی است.

این میزان خطا که در روش گونیامتر یونیورسال موجود است، می تواند ناشی از عکس العمل بدن نسبت به آن نیز باشد. در روش ابداعی، بعد از نصب نشانگرها و در هنگام اندازه گیری، هیچ گونه تماس فیزیکی با بدن انجام نمی شود و همین مسأله باعث از بین رفتن بسیاری از منابع خطا در اندازه گیری می شود. بدیهی است که این روش اندازه گیری موجب ارتقاء سطح کیفی پژوهش ها و امکان دسترسی آسان به ابزار مورد نیاز پژوهشی خواهد شد.

نتیجه گیری نهایی

همانطور که در بررسی نتایج تحقیقات مختلف بیان گردید، وسایل مختلفی با میزان روایی متفاوت، برای بررسی زاویه Q زانو وجود دارد. بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق می توان وسایل بکار برده شده برای محاسبه زاویه Q زانو را بر اساس میزان همبستگی که با روش CT scan (آندو و همکاران، ۱۹۹۳) دارند، طبقه بندی کرد. ارتباط بین زوایای Q بدست آمده از روش ابداعی پردازش تصویر و روش سی تی اسکن در حالت طاق باز ($r=0/92$) و همچنین، روش گونیامتر و روش سی

تی اسکن در حالت طاق باز ($r=0/81$) بدست آمد. بنابراین، روش ابداعی پردازش تصویر می تواند جایگزین مناسبی برای روش گونیامتر در اندازه گیری زاویه Q در حالت طاق باز باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از مدیر و مسئول مرکز CT scan بیمارستان شهدای شهرستان قاین (استان خراسان جنوبی) برای در اختیار قرار دادن امکانات این مرکز برای تهیه تصاویر مورد نیاز این تحقیق تشکر و قدردانی می کنند.

منابع:

1. Bayraktar B, Yucesir I, Ozturk A, Cakmak AK, Taskara N, Kale A, Demiryurek D, Bayramoglu A, Camlica H. 2004. Change of quadriceps angle values with age and activity. Saudi Medical J. 25(6):756-760.
2. Belchior A.C.G, Arakaki J.C, Bevilacqua-Grossi D, Reis F.A, Carvalho P.T.C. 2006. Effects in the Q angle measurement with maximal voluntary isometric contraction of the quadriceps muscle. Rev Bras Med Esporte. vol.12 no.1.
3. France L, Neste C. 2001. Effect of errors in the identification of anatomical landmark on the accuracy of Q angle values. Clinical Biomechanics J 16. 710-713.
4. Greene CC, Edwards TB, Wade MR, Carson EW. 2001. Reliability of the quadriceps angle measurement. Am J Knee Surg. 14(2):97-103.
5. Hungerford DS, Barry M. 1979. Biomechanics of the patellofemoral joint. Clin Orthop Relat Res. 144:9-15.
6. Tsujimoto K, Kurosaka M, Yoshiya S, Mizuno K. 2000. Radiographic and computed tomographic analysis of the position of the tibial tubercle in recurrent dislocation and subluxation of the patella. Am J Knee Surg. 13:83-88.
7. Sacco ICN, Allbert S, QueIroz BWC, Pripas D, Klellng I, Kimura aa, Sellmer ae, malveStlo ra & Sera mt. 2007. Reliability of Photogrammetry in Relation to goniometry for postural lower limb assessment. Rev bras fisioter. 411-17.
8. Holmes SW, Clancy WG. 1998. Clinical classification of patellofemoral pain and dysfunction. J Orthop Sports Phys Therapy. 28:299-306.
9. Roush JR, Bustillo K, Low E. 2008. Measurement Error Between a Goniometer and the NIH Image J program for measuring Quadriceps angle. J of Allied Health Sciences and Practice. 1540-580.
10. Evans R, Elwyn G, Edwards. A Review of instruments for peer assessment of physicians. BMJ. 2004. 328:1240.
11. Janda, L. 2001. The psychologists book of personality test. New York : Wiley.
12. Bryan, J.M., Mosner, E.A., Shippee, R., & Stull, M.A. 1990. Investigation of the validity of postural evaluation skills in assessing lumbar lordosis in black and white adult female sample populations. JOSPT. 12:24-28.
13. Tillotson, K.M. & Burton, A.K. 1991. Noninvasive measurement of lumbar sagittal mobility. An assessment of the flexicurve technique. Spine. 16:29-33.

14. Nagamine R, Miura H, Urabe K, Matsuda S, Chen W.J, Matsunobu T, Iwamoto Y. 1999. Radiological assessment of the position of the tibial tuberosity by means of a marking wire in knees with patellofemoral arthritis. *Skeletal Radiol.* 28:27±32.
15. Sabari JS, maltzev i, lubarsky D, liskay e, homel R. 1998. Goniometric assessment of shoulder range of motion: comparison testing in supine and sitting positions. *arch phys med Rehabil.* 79:647-51.
16. Tomsich DA, Nitz AJ, Threlkeld AJ, Shapiro R. 1996. Patellofemoral alignment: reliability. *J Orthop Sports Phys Ther.* 23:200-8.
17. Livingston LA and Mandigo JL. 1999. Bilateral Q-angle asymmetry and anterior knee pain syndrome. *Clinical Biomechanics* 14. 7–13.
18. Shultz SJ, Nguyen AD, Windley TC, Kulas AS, Botic TL, Beynnon BD. 2006. Intratester and intertester reliability of clinical measures of lower extremity anatomic characteristics: implications for multicenter studies. *Clin J Sport Med.* 16:155–161.
19. Sarhad, Z; Bazargan, A and Hejazi , A. (2008). *Research methods in the behavioral sciences*, Tehran.
20. Watson AW. 1998. Procedure for the production of high quality photographs suitable for the recording and evaluation of posture. *Rev Fisioter univ São paulo.* 5(1):20-6.
21. Mattos F, Rodrigues al. 2003. *Corel Draw 11*. Rio de Janeiro: Brasport.
22. Ando T, Hirose H, Inoue M, Shino K, Doi T. 1993. A new method using computed tomographic scan to measure the rectus femoris-patellar tendon Q-angle comparison with conventional method. *Clin Orthop Relat Res.* 289:213–219.
23. Pantano KJ, White SC, Gilchrist LA and Leddy J. 2005. Differences in peak knee valgus angles between individuals with high and low Q-angles during a single limb squat. *Clinical Biomechanics.* 20:966-972.
24. Stensdotter AK, Andersson PI, Rydh A, Hager Ross CH. 2009. Q-angle variations in standing and supine positions and for different measurement methods in women with and without patellofemoral pain. *Advances in Physiotherapy.* 11:88-96.