

طب ورزشی \_ پاییز و زمستان ۱۳۸۹

شماره ۵ \_ ص ص : ۹۶ - ۸۱

تاریخ دریافت : ۰۱ / ۰۴ / ۹۰

تاریخ تصویب : ۲۱ / ۰۶ / ۹۰

## روایی روش ابداعی پردازش تصویر در اندازه گیری زاویه Q در حالت درازکش

۱. محمد رحیمی<sup>۱</sup> \_ ۲. ناصر مهرشاد

۱. کارشناس ارشد دانشگاه تهران، ۲. استادیار دانشگاه بیرجند

### چکیده

تغییرات زاویه Q، مهم ترین عامل بروز سندروم درد کشککی-رانی در تحقیقات مختلف گزارش شده است. در این پژوهش یک روش غیرتهاجمی جدید برای اندازه گیری زاویه Q ارائه شده است. هدف از پژوهش حاضر، طراحی و تعیین روایی یک سیستم اندازه گیری زاویه Q در حالت درازکش است. این روش با استفاده از پردازش تصاویر گرفته شده از پایین تنه مقدار زاویه Q را محاسبه می کند. به این منظور زاویه Q هجده زانو با میانگین و انحراف استاندارد سن  $2/24 \pm 23/55$  (سال)، وزن  $10/47 \pm 73/00$  (کیلوگرم) و قد  $175/77 \pm 8/28$  (سانتی متر) با استفاده از روش ابداعی پردازش تصویر و روش CT scan در وضعیت درازکش محاسبه و مقدار همبستگی بین این دو روش از طریق ضریب همبستگی پیرسون محاسبه شد. نتایج نشان داد که بین زوایای Q به دست آمده از روش ابداعی پردازش تصویر با روش CT scan در حالت درازکش ارتباط معناداری وجود دارد ( $P=0/001$ ). و مقدار همبستگی ( $r=0/92$ ) به دست آمد. براساس نتایج به دست آمده، روش ابداعی پردازش تصویر همبستگی زیادی با روش CT scan در اندازه گیری زاویه Q دارد، بنابراین از روش ابداعی پردازش تصویر می توان به عنوان یک روش با دقت زیاد در کنار دیگر روش ها استفاده کرد.

### واژه های کلیدی

روایی، CT scan، پردازش تصویر، زاویه Q، درازکش.

## مقدمه

سندروم درد کشککی رانی<sup>۱</sup> (PFPS)، یکی از عارضه‌های شایع در بین افراد و ورزشکاران است (۳، ۲۲، ۲۶). از عوامل درگیرکننده PFPS، می‌توان به وجود اختلال‌های بیومکانیکی اندام تحتانی مانند آنتروورژن، پرونیشن پا، چرخش‌های ساق و تغییرات زاویه Q اشاره کرد (۴، ۱۴، ۱۵، ۱۶). در این بین تغییرات زاویه Q، مهم‌ترین عامل بروز PFPS گزارش شده است (۳، ۸، ۱۲، ۲۱، ۳۲). این وضعیت بالغ بر ۲۵ درصد افراد را درگیر می‌کند (۳۲، ۲۰) و عامل تشدیدکننده در ایجاد وضعیت‌هایی مانند ناپایداری کشککی، کندرومالاسی کشکک، آرتريت کشککی رانی، هایپرپرونیشن پا و مچ پا و سندروم ایلئوتیبیال باند است (۳، ۱۷، ۲۰، ۳۲). بنابراین استفاده از روش غیرتهاجمی با روایی بالا برای اندازه‌گیری زاویه Q حائز اهمیت است.

روایی<sup>۲</sup> اندازه‌گیری مشخص می‌کند که تا چه حد یک آزمون قادر به اندازه‌گیری خصیصه‌ای است که برای سنجش آن ساخته شده است. روایی به منزله مهم‌ترین خصوصیت ابزار اندازه‌گیری، معادل تناسب، معناداری و سودمندی استنباط‌ها و تفسیرهایی است که براساس نمره‌های آزمون به عمل می‌آید و بیانگر خصیصه تعمیم‌پذیری نمره‌های آزمون است (۱۰، ۱۸).

زاویه Q، زاویه حاده بین دو خط فرضی ترسیم‌شده از خار خاصه قدامی فوقانی به مرکز کشکک و از مرکز کشکک به برجستگی درشت‌نی تعریف می‌شود (۱۱، ۱۴، ۲۲، ۲۹، ۳۲). روش‌های اندازه‌گیری زاویه Q به دو دسته تهاجمی (مستقیم) ملاک و غیرتهاجمی (غیرمستقیم) تقسیم می‌شوند. روش‌های تهاجمی شامل رادیوگرافی معمولی (اشعه ایکس) و اسکن موضعی با استفاده از کامپیوتر (سی تی اسکن) است و به‌عنوان استاندارد (معیار) طلایی توصیف شده‌اند (۱۹). تکنیک‌های رادیوگرافی که در سال ۱۹۳۳ ابداع شدند، اصلی‌ترین روش‌های مستقیم محسوب می‌شوند (۶). تکنیک‌های تهاجمی به دلیل اینکه نتایجش تحت تاثیر تفاوت بافت نرم در میان نمونه‌ها قرار نمی‌گیرد، به‌عنوان دقیق‌ترین و معتبرترین روش ثبت زاویه مطرح شده و برای روایی‌سنجی، از روش‌های جدید اندازه‌گیری استفاده می‌شود (۲۴، ۲۸، ۳۱). البته استفاده از این روش‌ها با دقت و صحت همراه است، ولی به دلیل ماهیت آسیب‌زننده آنها (استفاده از اشعه‌های مضر مختلف) کمتر به کار

1 - Patellofemoral pain syndrome

2 - Validity

می روند (۱). در این راستا به منظور جلوگیری از آسیب‌های احتمالی در استفاده از روش‌های تهاجمی، به تدریج شیوه‌های اندازه‌گیری به سمت شیوه‌های غیرتهاجمی سوق داده شد.

شیوه‌های غیرتهاجمی مورد استفاده نیز مشکلاتی دارند. از جمله روش‌های غیرتهاجمی، روش گونیامتری است، این روش به طور وسیع در تحقیقات و درمان‌های کلینیکی برای ارزیابی دامنه حرکتی (۲۵، ۳۰) و اندازه‌گیری زوایای مفصل (۲۵، ۳۰) استفاده می‌شود. بعضی از فواید این روش، هزینه کم وسیله است، اما تقریباً به تجربه و مهارت ارزیاب وابسته است (۲۵، ۳۰)، تعیین نشانه‌های استخوانی همیشه مشکل ساز بوده است (۱۱، ۳۲)، مطالعات مختلف سطوح متفاوتی از پایایی و روایی این وسیله را گزارش کردند (۱۴، ۲۵)، همچنین خسته‌کننده و زمان بر بودن استفاده از آن در صورت نیاز به محاسبه زاویه بیش از یک بار یا در جمعیت زیاد، از دیگر محدودیت‌های استفاده از این وسیله عنوان شده است.

این نقایص نیز به تدریج به دلیل ابداع شیوه‌های گوناگون، کمتر می‌شود. با وجود این پذیرش این نقایص در شیوه‌های غیرتهاجمی، به مراتب بهتر از کاربرد شیوه‌های تهاجمی است. بنابراین براساس بررسی‌های صورت گرفته در شیوه‌های غیرتهاجمی، روش‌های گوناگونی برای به حداقل رساندن نقایص این روش‌ها به وجود آمده است. از جمله روش‌های غیرتهاجمی مورد استفاده برای محاسبه زاویه، روش پردازش تصاویر است. در این روش با استفاده از ثبت تصاویر نقاط مشخصی در بدن (نشانگرها<sup>۱</sup>) با استفاده از روش‌های ریاضی و برنامه‌نویسی کامپیوتری، زوایای قسمت‌های مختلف بدن نسبت به حالت طبیعی بررسی می‌شود.

با پیدایش فناوری‌های جدید، اندازه‌گیری دیجیتالی برای اندازه‌گیری‌های خطی و زاویه‌ای بیشتر مورد توجه قرار گرفت (۷، ۲۵). براساس فتوگرامتری جامعه آمریکا، اندازه‌گیری زاویه از روی عکس، هنر، علم و فناوری به دست آوردن اطلاعات پایا روی اشیا و محیط اطرافشان از طریق ثبت کردن، اندازه‌گیری و تغییر عکس‌های فتوگرافیک و الگوهای انرژی اشعه الکترومغناطیسی، همچنین دیگر منابع است (۷، ۲۵).

ثبت تغییرات دقیق و رابطه‌های بین بخش‌های مختلف بدن انسان که اندازه‌گیری یا ثبت آنها به وسیله وسایل دیگر مشکل است، از طریق فتوگرامتری امکان‌پذیر می‌شود (۹، ۲۵). از این گذشته، فرایند ذخیره‌سازی

---

1 - Landmarks.

در فتوگرامتری به راحتی انجام می‌گیرد (۲۵). همچنین در هر زمان فایل‌های ضبط شده در دسترس است. فایده دیگر فتوگرامتری دیجیتال، امکان ترکیب با فرایند اندازه‌گیری کامپیوتری است (۲۵).

هدف از اجرای تحقیق حاضر، طراحی و ساخت نرم‌افزاری معتبر با استفاده از روش پردازش تصویر در اندازه‌گیری زاویه Q در وضعیت درازکش بود تا در صورت داشتن دقت لازم از آن به عنوان روشی با بهره‌گیری از فناوری جدید در اندازه‌گیری‌های زاویه Q استفاده شود.

### روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع همبستگی و کاربردی بود و به طراحی و ساخت نرم‌افزاری برای اندازه‌گیری زاویه Q با روش فتوگرافی پرداخته شد. نمونه آماری پژوهش، ۹ داوطلب مرد (۱۸ زانو) در دامنه سنی ۱۸ تا ۲۶ سال بودند و تمامی شرکت‌کنندگان برگه رضایت‌نامه را امضا کردند.

اندازه‌گیری زاویه Q در سه مرحله انجام گرفت؛ در مرحله اول محل خار خاصه قدامی فوقانی (ASIS)<sup>۱</sup>، مرکز استخوان کشکک (PC)<sup>۲</sup> (مرکز کشکک به وسیله نقطه تلاقی خط مرکزی عمودی و خط مرکزی داخلی/خارجی تعیین شد (۱۱)) و مرکز برجستگی درشت نی (TTC)<sup>۳</sup> مشخص و سپس، با مایژیک علامت‌گذاری شد (۱۱، ۱۴، ۲۲، ۲۹، ۳۲). در مرحله دوم نمونه‌ها به مرکز رادیولوژی منتقل و از آنها تصویر CT scan گرفته شد. در این روش ابتدا نشانگر در محل‌هایی که با مایژیک علامت‌گذاری شده بود، نصب شد (به دلیل همپوشانی چگالی استخوان خار و استخوان خار خاصه قدامی فوقانی، با یک روش ابداعی ته سوزن ته‌گرد در محل سه نقطه مورد نظر برای تشخیص بهتر نقاط در تصاویر CT scan قرار داده شد)، سپس، آزمودنی‌ها در حالت درازکش با زانوی کاملا باز و ریلکس (۲۷)، پاها برهنه و مستقیم به بالا (۲۲) و یک اسفنج (به شکل دوزنقه) به طول ۱۲ سانتی‌متر بین دو قوزک داخلی پا روی تخت دستگاه قرار گرفتند و از نمونه‌ها عکس گرفته شد و زاویه Q توسط متخصص رادیولوژی با کمک نرم‌افزار DICOM Eye محاسبه شد.

1 - Anterior Superior Iliac Spine

2 - Patella Center

3 - Tibial Tubercle Center



شکل ۱\_ نمونه‌ای از شیوه تصویربرداری به وسیله دستگاه CT scan

در مرحله سوم، آزمودنی‌ها به محل انجام تست انتقال داده شدند و آزمودنی‌ها در حالت درازکش روی کف زمین با چهار سر ریلکس و زانوی کاملاً باز (۲۷)، پاها برهنه و مستقیم به بالا (۲۲) و یک اسفنج (به شکل دوزنقه) به طول ۱۲ سانتی‌متر بین دو قوزک داخلی پا و با پشت زمینه غیرمنعکس‌کننده قرار گرفتند، سپس در محل‌هایی که با ماژیک علامت‌گذاری شده بود، برچسب سفید نصب شد و آزمونگر در این حالت با استفاده از دوربین دیجیتال (Canon، ۵ مگاپیکسل)، که در نمای فوقانی از اندام تحتانی در ارتفاع ۱۵۰ سانتی‌متر از آزمودنی روی سه پایه به‌صورتی که لنز دوربین در راستای مرکز طولی ران قرار داشت، از آزمودنی‌ها عکس گرفت.

#### نحوه محاسبه زاویه Q در روش ابداعی پردازش تصویر

در روش ابداعی پردازش تصویر برای اندازه‌گیری زاویه Q مبتنی بر تعیین موقعیت نسبی نشانگرهای نصب‌شده روی سه نقطه مورد نظر نسبت به یکدیگر است. برای پرهیز از پیچیده شدن الگوریتم‌های پردازش تصویر در مراحل بعدی

اندازه‌گیری، لازم بود که تصاویر در شرایط کنترل شده‌ای از وضعیت نورپردازی و رنگ زمینه گرفته شوند. شکل ۲، نمونه‌ای از تصاویر مورد استفاده در این تحقیق را که در پس‌زمینه تیره گرفته شده است، نشان می‌دهد. در مراحل بعد با پردازش‌هایی موقعیت نشانگرها و در نهایت زاویه Q از روی تصویر مشخص می‌شود. مراحل پردازشی مختلف برای تعیین موقعیت نشانگرها و محاسبه زاویه Q به وسیله نرم‌افزار با ذکر جزئیات و شکل توضیح داده شده است.



شکل ۲\_ نمونه‌ای از تصاویر مورد استفاده برای محاسبه زاویه Q

scaled small picture to increase pixels



شکل ۳\_ تصویر ناحیه‌ای که به وسیله نرم‌افزار انتخاب و جدا شده است

## محاسبه زاویه Q

در اولین مرحله برای محاسبه زاویه Q، ابتدا لازم بود تصویر رنگی برای اعمال آستانه سازگار به تصویر سیاه و سفید تبدیل شود. در شرایط کنترل شده برای تصویربرداری، نواحی مربوط به نشانگرها را می‌توان به راحتی و با اعمال یک آستانه سازگار مطابق رابطه زیر از روی تصویر سیاه و سفید مشخص کرد.

(۱)

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

اعمال این آستانه سازگار روی تصویر نشان‌داده 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 نشانگر، ناحیه پیوسته‌ای را تشکیل نمی‌دهند.

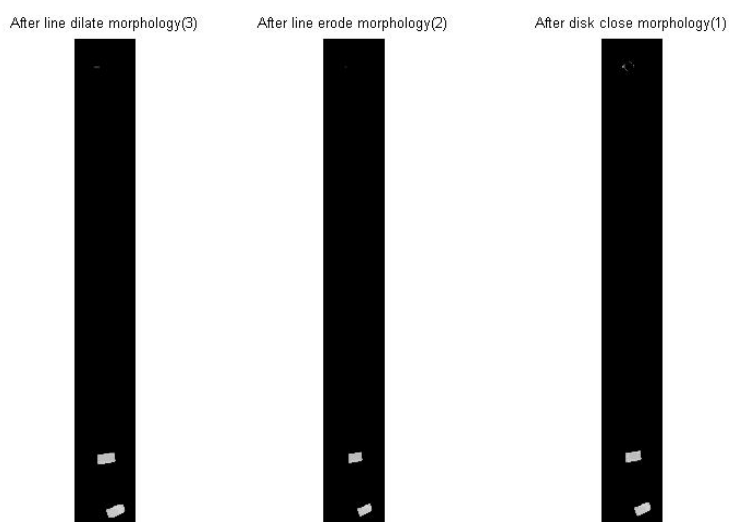
After adjustment



شکل ۴\_ اعمال آستانه سازگار روی تصویر و استخراج نقاط مربوط به نشانگرها

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

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



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

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





شکل ۶\_ مقادیر نزدیک به یک نشان دهنده میزان کروی بودن نشانگر است

از آزمون کلموگروف – اسمیرنوف (K-S) برای تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها و برای اثبات وجود رابطه بین داده‌های حاصل از هر دو روش، ابتدا از نمودار پراکنش و سپس با توجه به توزیع داده‌ها، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد (سطح معنا داری ۰/۰۵ و حدود اطمینان ۹۵٪).

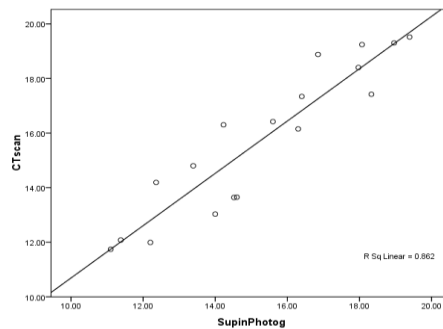
### نتایج و یافته‌های تحقیق

میانگین و انحراف استاندارد زاویه Q با استفاده از دو روش اندازه‌گیری CT scan و روش ابداعی پردازش تصویر در جدول ۱ نشان داده شده است.

از مفروضه‌های استفاده از ضریب همبستگی پیرسون این است که رابطه بین متغیرها باید خطی باشد. به منظور اثبات رابطه خطی بین متغیرها از نمودار پراکنش استفاده شد (۲).

شکل ۷ نشان می‌دهد که رابطه بین داده‌های متغیر روش ابداعی پردازش تصویر و روش سی تی اسکن در حالت درازکش یک نوع رابطه خطی است.

یافته‌های تحقیق رابطه معنی‌داری را بین زوایای Q به دست آمده از روش ابداعی پردازش تصویر و روش سی تی اسکن در حالت درازکش نشان داد ( $r = 0/92$ ).



شکل ۷\_ خط رگرسیون حاصل از رابطه خطی بین دو متغیر در اندازه‌گیری زاویه Q

جدول ۱\_ میانگین، انحراف استاندارد و آزمون ضریب همبستگی پیرسون بین متغیرهای اندازه‌گیری زاویه Q در وضعیت درازکش

ضریب همبستگی	سطح معناداری	شاخص			
		انحراف استاندارد	میانگین	تعداد	
		۲/۷۱	۱۵/۷۸	۱۸	روش CT Scan
		۲/۶۳	۱۵/۳۱	۱۸	روش ابداعی پردازش تصویر
۰/۹۲	۰/۰۰۱	روش ابداعی پردازش تصویر و روش CT Scan			

## بحث و نتیجه‌گیری

تجزیه و تحلیل یافته‌های به دست آمده از روش ابداعی پردازش تصویر و روش CT scan در وضعیت درازکش، برای اندازه‌گیری زاویه Q نشان داد که این دو روش از همبستگی قابل توجه و معنی‌داری برخوردارند ( $r = 0/92$ ) (=، به عبارت دیگر این روش برای محاسبه زاویه Q زانو روایی بالا و مناسبی دارد.

نتایج این تحقیق نشان داد که روش پردازش تصویر در اندازه‌گیری زاویه Q اعتبار قابل قبولی دارد. این امر به صورت تحلیلی نیز قابل توجیه است، چرا که در این روش می‌توان برخی از منابع خطا را به طور کلی حذف و

برخی از منابع خطا را نیز تضعیف کرد. خطای ناشی از دخالت آزمونگر در مرحله استخراج زاویه Q، خطای رزونتانال<sup>۱</sup> (انتظارهای آزمایشگر) ناشی از ذهنیت آزمونگر و خطای ناشی از واکنش عضلات آزمون‌شونده حین لمس کردن و اندازه‌گیری از جمله خطاهایی هستند که به‌صورت کامل در این روش حذف شدند. در روش پردازش تصویر، زمان اندازه‌گیری به دو بخش تقسیم می‌شود، زمان اختصاص یافته برای مرحله لمس به منظور نصب نشانگرها و همچنین زمان لازم برای استخراج زاویه Q است. بر خلاف روش گونیامتر که مرحله استخراج زاویه زمان بر است (۲۵)، در روش پردازش تصویر، این زمان کاهش می‌یابد و به زمان گرفتن یک تصویر محدود می‌شود. این کاهش زمان مرحله استخراج زاویه، خود بیانگر کاهش بسیار زیاد خطاهای احتمالی مانند حرکات آزمون‌شونده در حین اندازه‌گیری، در این مرحله است. بنابراین در این روش خطای ناشی از حرکات آزمون‌شونده بسیار ضعیف است.

تحقیقات بسیار اندکی در مورد روش فتوگرامتری (۱۳، ۳۲، ۳۳) برای اندازه‌گیری زاویه Q صورت گرفته است و هیچ کدام از این تحقیقات روش ابداعی پردازش تصویر را با یک روش ملاک (روش‌های تهاجمی: MRI, CT scan, X-Ray) مقایسه نکرده‌اند، ولی به‌نظر می‌رسد که روش ابداعی پردازش تصویر به‌دلیل عاری بودن از خطای آزمونگر و مستثنا بودن از مهارت آزمونگر دارای روایی بالایی برای اندازه‌گیری زاویه Q زانو باشد که نتایج این تحقیق همبستگی بین اندازه‌های زاویه Q در حالت درازکش را با استفاده از روش ابداعی پردازش تصویر و روش CT scan تایید می‌کند. همچنین یافته‌های تحقیق حاضر نشان می‌دهد که روش ابداعی پردازش تصویر روش مناسب و با روایی بالا برای اندازه‌گیری زاویه Q زانو است.

با وجود روایی بالا، این روش نیز مزایا و معایبی از جمله موارد زیر دارد:

بر خلاف روش گونیامتر در اندازه‌گیری زاویه Q که از ابتدا تا انتهای فرایند اندازه‌گیری با لمس بدن آزمودنی همراه است و واکنش بدن آزمودنی به فشار اعمال شده از طرف آزمونگر را به دنبال دارد، در روش ابداعی پردازش تصویر پس از نصب نشانگرها در حین مراحل تصویربرداری و استخراج زاویه هیچگونه لمسی با بدن آزمودنی وجود ندارد. بنابراین از بسیاری از منابع خطاهای احتمالی در این فرایند جلوگیری به عمل می‌آید. همچنین، فرایند ذخیره به‌راحتی انجام می‌گیرد و در هر زمان فایل‌های ضبط‌شده در دسترس است (۲۵). از معایب روش پردازش تصویر، می‌توان به عدم استفاده از این روش برای آزمودنی‌های مؤنث در ایران اشاره کرد.

از روش ابداعی پردازش تصویر می‌توان برای اندازه‌گیری زاویه Q در حالت درازکش استفاده کرد. از مهم‌ترین دلایل همبستگی این روش این است که در این روش اطلاعات لازم در مورد زاویه Q بدون اینکه تماسی با بدن ایجاد شود، به‌طور خودکار، سریع و دقیق بدون مداخله انسانی جمع‌آوری می‌شود، همچنین، به‌دلیل بهره‌گیری از روش‌های منطقی ریاضی و کامپیوتری، دقت زیادی دارد.

### نتیجه‌گیری نهایی

بر پایه یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان برای اندازه‌گیری زاویه Q زانو از روش ابداعی پردازش تصویر استفاده کرد. روش ابداعی پردازش تصویر که ارائه شد، روشی است بر پایه استفاده از روش‌های ریاضی و کامپیوتری که دخالت انسان به حداقل می‌رسد و سرعت بیشتری دارد. البته محقق پیشنهاد می‌کند به‌منظور توسعه و ترویج این روش تحقیقات بیشتری صورت پذیرد.

### سیاسگزاری

نویسندگان مقاله از مدیریت شبکه بهداشت و مسئول مرکز CT scan بیمارستان شهدای شهرستان قاین (استان خراسان جنوبی) به دلیل همکاری در تهیه داده‌های مربوط به این تحقیق و در اختیار قرار دادن امکانات این مرکز برای تهیه تصاویر مورد نیاز این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌کنند.

### منابع و مآخذ

۱. دانشمندی، حسن. علیزاده، م. ح. مقدسی، م. (۱۳۸۵). "بررسی راستای طبیعی زانوها و ارتباط آن با برخی عامل‌های مؤثر در ورزشکاران حرفه‌ای". فصلنامه المپیک. شماره ۱ (پیاپی ۳۳).
۲. علی‌آبادی، خ؛ صمدی، ع. (۱۳۸۲). "تحلیل داده‌های روانشناسی با برنامه اس پی اس ویرایش‌های ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱". انتشارات آگاه.

3. Aglietti P, Insall JN, Cerulli G.(1983). "Patellar pain and incongruence. I: Measurements of incongruence". *Clin Orthop Relat Res.* 176:PP:217–224.

4.Akinbo S.R.A, Alimi N.O and Noronha, C.C. (2004). "Relationship between bilateral knee joint osteoarthritis and the Q-angle". *South Africa Journal of Physiotherapy* 60. PP: 26-29.

5.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:PP:213-219.

6.Ashcroft, H.(1992). "Standing Sagittal Spinal Curvature In: Cyclists And Non-Cyclists". B.App.Sc. *Physiotherapy (Honours), University of South Australia.*

7.ASPRS – American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. (2000). "what is ASPRS – definition [homepage na Internet]". Bethesda: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing; [Atualizada em 2006 nov 16; acesso em 2006 Out 24]. Disponível em: <http://www.asprs.org/society/about.html>.

8.Brown DE, Alexander AH and Lichtman DM. (1984). "The Elmsie-Trillat procedure: Evaluation in patellar dislocation and subluxation". *American Journal of Sports Medicine* 12. PP:104-108.

9.Cowan Dn, Jones Bh, Frykman pn, polly Jr.(1996). "Dw, harman ea, Rosenstein Rm. lower limb morphology and risk of overuse injury among male infantry trainees". *med Sci Sports Exerc.* 28(8):PP:945-52.

10.Ebel, R.L., & Frisbie, D.A.(1986). "Essentials of educational measurement". Englewood Cliffs, NJ: Prentice-hall.

11.France L, Neste C. (2001). "Effect of errors in the indentification of anatomical landmark on the accuracy of Q angle values". *Clinical Biomechanics* J16. PP:710-713.

12.Garrick JG.(1989). "Anterior knee pain". *Physician and Sports medicine* 17. PP:75-84.

13.Gonzalez, R.C. Woods, R.E. (2002). "Digital image processing". 2nd ed. Prentice-Hall.

14. Greene CC, Edwards TB, Wade MR, Carson EW. (2001). "Reliability of the quadriceps angle measurement". *Am J Knee Surg.* 14(2):PP:97-103.
15. Grelsamer R.P. (2005). "Men and women have similar Q-angles: A clinical and trigonometric evaluation". *Journal of Bone and Joint Surgery.* 87(11),PP:1498-1501.
16. Jaiyesimi A.O and Jegede, O.O. (2009). "Influence of gender and leg dominance on q-angle among young adult nigerians". *AJPARS.* PP:18-23
17. James SL, Bates BT and Osternig LR. (1978). "Injuries to runners". *American Journal of Sports Medicine.* PP:40-50
18. Janda, L. (2001). "The psychologists book of personality test". New York : Wiley.
19. Lundo, K.M., Li, A.M., & Bibershtein, S. (1998). "Interrater and intrarater reliability in the measurement of kyphosis in postmenopausal women with osteoporosis". *Spine.* 23, PP:1978-1985.
20. McConnell J. (1986). "The management of chondromalacia patellae: A long-term solution". *Australian Journal of Physiotherapy* 32. PP:215-223
21. Moss RI, Devita P and Dawson ML.(1992). "A biomechanical analysis of patellofemoral stress syndrome". *Journal of Athletic Training* 27. PP:64-69.
22. Omololu B. B, Ogunlade O. S, Gopaldasani V. K. (2009). "Normal Q-angle in an Adult Nigerian Population". *Clin Orthop Relat Res.* 467:PP:2073-2076
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:PP:966-972.
24. Portek, I., Pearcy, M.J., Reader, G.P., & Mowat, A.G. (1983). "Correlation between radiographic and clinical measurement of lumbar spine movement". *Br.J.Rheumatol.* 22:PP:197-205.

25. Sacco ICN, Allbert S, Queiroz BWC, Pripas D, Klelling 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.* PP:411-17

26. Sanfridsson J, Arnbjornsson A, Friden T, Ryd L, Svahn G, Jonsson K. (2001). "Femorotibial rotation and the Q-angle related to the dislocating patella". *Acta Radiol.* 42:PP:218-224.

27. Sarkar A, Razdan S, Yadav J, Bansal N, Kuhar S and Pahuja P. (2009). "Effect of isometric Quadriceps activation on Q angle in young females". *Indian J Physiol Pharmacol.* 53 (3) : PP:275-278.

28. Stagnara, P., De Mauroy, J.C., Dran, G., Gonon, G.P., Costanzo, G., Dimnet, J., & Pasquet, A. (1982). "Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis". *Spine.* 7:PP:335-342.

29. Toby O, Smith E, Nathan J, Hunt E, Simon T, Donell. (2008). "The reliability and validity of the Q-angle: a systematic review". *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 16:PP:1068-1079

30. Venturni C, andré a, aguilar Bp, giacomelli B. (2006). "Confiabilidade de dois métodos de avaliação da amplitude de movimento ativa de dorsiflexão do tornozelo em indivíduos saudáveis". *Acta Fisiatr.* 13(1):PP:41-5.

31. Willner, S. (1981). "Spinal pantograph - a non-invasive technique for describing kyphosis and lordosis in the thoraco-lumbar spine". *Acta Orthop Scand.* 52:PP:525-529.

32. Wilson T and Kitsell F. (2002). "Is the Q-Angle an Absolute or a Variable Measure? Measurement of the Q-angle over one minute in healthy subjects". *Physiotherapy.* Volume 88, Issue 5, PP: 296-302.

---

33. Wilson, S. (1985). "The Pixio-5000\_A Systolic Array Processor". In Proc. IEEE Comput. Soc. Workshop Comp. Architecture for Pattern Analysis and Image Database Management, Miami Beach, FL. Nov. 18-20, PP:477-483.

34. Zonnenberg AJJ, maanen V, elvers JWH, Oostendorp RAB. (1996). "Intra/interrater reliability of measurements on body posture photographs". J Cranomand pract. 14(4):PP:326-31.