Research in Sport Medicine and Technology, Volume 12 - Issue 24 / 2022

Kharazmi University

Research in Sport Medicine and Technology

Print ISSN: 2252 - 0708 Online ISSN: 2588 - 3925

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

Reliability of Body Landmarks Analyzer for Measuring the Quadriceps Angle

Mohammad Yousefi [1] | Hamidreza Zangoei [2]

1. Ph.D, University of Birjand,Birjand,Iran.
2. Ph.D Student, University of Tehran, Tehran, Iran.

Corresponding Author: Mohammad Yousefi; m.yousefi@Birjand.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received: April 26, 2021
Revised: February 13, 2022
Accepted: February 20, 2022

Keywords:
Reliability,
Q Angle,
Genovarum,
Genovalgum,
BLA System

How to Cite:
Yousefi, Zangoei. **Reliability, Q angle, Genovarum, Genovalgum, BLA system.** *Research In Sport Medicine and Technology*, 2022: 12(24): 32-42

Abstract

Genovarum and Genovalgum are the most common postural deformities of the knee joint. A quadriceps angle is used to measure these anomalies. Methods of measuring this angle are divided into two categories: invasive and non-invasive. The purpose of the present research was to study the inter/intra rater reliability of the non-invasive Body Landmarks Analyzer method for measuring of the quadriceps angle. Seventeen males (Age: 23.40 ± 1.7 years, height: 176.32 ± 6.41 cm, weight: 72.25 ± 14.6 kg, and BMI: 22.33 ± 1.38, kg/m2). participated in this study. Body landmarks analyzer system consists of a pen (sender) and camera (receiver), both of which are equipped with IR sensors. Anatomical Landmarks of the ASIS, medial and lateral epicondyle, tibial tuberosity, and medial and lateral malleolus were used to diagnose and calculate the quadriceps angle position. Intra-class correlation coefficient (ICC) two-way mixed model on absolute agreement was used to identify the inter/intra raters' reliability. The results showed that the intra-rater reliability for the first technician was 0.83; The second technician is 0.81 and the third technician is 0.8. In addition, the inter-rater reliability was also 0.85. Therefore, it can be stated that the Body Landmark Analyzer method has good reliability for use in the extraction of knee joint abnormalities. Therefore, it can be suggested that this system be used along with other non-invasive methods.

Published by Kharazmi University, Tehran, Iran. Copyright(c) The author(s) This is an open access article under e: CC BY-NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.3.8]

پژوهش در طب ورزشی و فناوری

شاپا چاپی: ۰۷۰۸-۲۲۵۲ شاپا الکترونیکی: ۳۹۲۵-۲۵۸۸

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

پایایی دستگاه آنالیزور لندمارک های بدن برای اندازه گیری زاویه ی کوادریسپس

محمد یوسفی *[۱] | حمیدرضا زنگوئی [۲]

۱. . استادیار، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

۲. دانشجوی دکتری آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: محمد یوسفی m.yousefi@Birjand.ac.ir

اطلاعات مقاله:

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: مهر ماه ۱۴۰۰

تاریخ ویرایش: دی ماه ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: بهمن ماه ۱۴۰۰

واژه‌های کلیدی:

پایایی، زاویه Q،

زانوی پرانتزی،

زانوی ضربدری، سیستم BLA

ارجاع:

یوسفی و زنگوئی. **پایایی دستگاه آنالیزور لندمارک های بدن برای اندازه گیری زاویه ی کوادریسپس.** پژوهش در طب ورزشی وفناوری. ۱۴۰۱،۱۲(۲۴): ۴۲-۳۲

چکیده

زانوی پرانتزی و ضربدری شایع ترین تغییر شکل های پاسچرال مفصل زانو می باشند. به منظور اندازه گیری این ناهنجاری ها، از زاویه کوادریسپس استفاده می شود. روش های اندازه گیری این زاویه به دو دسته تهاجمی و غیرتهاجمی تقسیم می گردد. هدف از این مطالعه بررسی پایایی درون/ بین آزمونگر روش غیرتهاجمی آنالیز لندمارک های بدن برای اندازه گیری زاویه کوادریسپس می باشد. هفده آزمودنی مرد (سن: ۱/۷ ± ۲۳/۴۰ سال، قد: ۶/۴۱ ± ۱۷۶/۳۲ سانتی-متر، وزن: ۱۴/۶ ± ۷۲/۲۵ کیلوگرم و شاخص توده بدنی: ۱/۳۸ ± ۲۲/۳۳ کیلوگرم بر مترمربع) در این تحقیق شرکت نمودند. سیستم آنالیزور لندمارک های بدنی از یک قلم (فرستنده) و دوربین (گیرنده) که هر دو مجهز به سنسور IR هستند تشکیل شده است. موقعیت های آنتروپومتریک خار خاصره ای قدامی فوقانی، اپی کندیل داخلی و خارجی فمور، برجستگی درشت نئی و قوزک داخلی و خارجی مچ پا برای تشخیص و محاسبه وضعیت زاویه کوادریسپس مورد استفاده قرار گرفت. برای تشخیص پایایی درون و بین گروهی از مدل دو طرفه ی مختلط ضریب همبستگی درون گروهی بر روی توافق مطلق برای پیدا کردن میزان اعتبار درون/ بین آزمونگرها استفاده شد. نتایج نشان داد که پایایی درون آزمونگر برای تکنسین اول ۰،۸۳؛ تکنسین دوم ۰،۸۱ و تکنسین سوم ۰،۸ می باشد. علاوه براین، پایایی بین آزمونگر نیز ۰،۸۵ به دست آمد. بنابراین می توان چنین نتیجه گرفت که روش آنالیز لندمارک های بدن پایایی مناسب برای استفاده در استخراج ناهنجاری های مفصل زانو دارد. لذا می توان پیشنهاد کرد که در کنار سایر روش های غیرتهاجمی از این سیستم نیز استفاده گردد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.3.8]

مقدمه

سلامت سیستم اسکلتی انسان تحت تأثیر عوامل زیادی از جمله سبک زندگی، شغل، فرهنگ و حتی محیط زیست می‌باشد. هنگامی که ناراستایی‌های اسکلتی مطرح می‌شوند، بیشتر به ناهنجاری‌های ستون فقرات توجه می‌شود، در حالیکه سایر قسمت‌های بدن نیز مستعد بروز ناهنجاری‌ها می‌باشند (۱). به عنوان مثال؛ از مهم‌ترین تغییر شکل‌های اسکلتی مفصل زانو می‌توان به زانوی پرانتزی[1] و ضربدری[2] اشاره نمود (۲). این تغییرات بیومکانیکی منجر به تغییر مزیت مکانیکی عضلات، حس عمقی و فیدبک ران و زانو می‌شوند و نهایتاً سبب اختلال عصبی– عضلانی و کنترل اندام تحتانی خواهند شد. زانوی پرانتزی و ضربدری از ناهنجاری‌های شایع اندام تحتانی می‌باشند که می‌توانند باعث برهم خوردن خط جاذبه نسبت به سطح اتکا و در نهایت تغییرات قابل توجه در شاخص تعادل فرد گردند (۳). مفصل پتلوفمورال[3] نیز، نیروی عضله کوادریسپس را توسط استخوان فمور تحمل نموده و استخوان پتلا در این مفصل، نیروی مکانیکی کوادریسپس را به زانو منتقل می‌کند. نیرویی که به پتلا اعمال می‌شود مربوط به عضله است که کشش را در زاویه‌ای به نام زاویه Q اعمال می‌نماید (٤–٦).

زاویه کوادریسپس که اولین بار توسط هانگرفورد (۱۹۷۹) شناخته شد (۷)، به عنوان زاویهٔ حاده بین دو خط فرضی ترسیم شده از خار خاصره قدامی فوقانی به مرکز پتلا و از مرکز پتلا به برجستگی درشت نئی تعریف می‌شود (۸). این زاویه در ارزیابی‌های عملکرد زانو و جنبش مفصل پتلوفمورال بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد (۹). افزایش این زاویه با اختلال در راستای اکستنسوری (۱۰) و درد قدام زانو، نیمه دررفتگی یا دررفتگی پتلا و آسیب‌های ناشی از پرکاری اندام تحتانی ارتباط مستقیمی دارد (۱۱–۱٤). زاویه Q در مردان ۸–۱۵ درجه و در زنان ۱۲–۱۹ درجه طبیعی تلقی می‌شود (۱۵, ۱٦). همچنین اندازه‌گیری این زاویه اغلب به عنوان یکی از عوامل مؤثر جهت تشخیص ضرورت جراحی و به عنوان وسیله ارزیابی نتیجه جراحی نیز استفاده می‌شود (۱۷).

روش‌های اندازه‌گیری زاویه Q به دو دسته تهاجمی (مستقیم) و غیرتهاجمی (غیرمستقیم) تقسیم می‌شوند (۱۸). روش‌های تهاجمی شامل رادیوگرافی معمولی (اشعه ایکس) و اسکن موضعی با استفاده از کامپیوتر (سی‌تی‌اسکن) است و به عنوان استاندارد (معیار) طلایی توصیف شده‌اند (۱۹, ۲۰). تکنیک‌های تهاجمی به دلیل اینکه نتایج آن تحت تأثیر تفاوت بافت نرم در میان نمونه‌ها قرار نمی‌گیرد، به عنوان دقیق‌ترین و معتبرترین روش ثبت زاویه زانو در سطح فرونتال مطرح گشته و برای روایی سنجی هر روش جدید اندازه‌گیری به کار گرفته می‌شوند (۲۱, ۲۲). اندازه‌گیری این زاویه توسط رادیوگرافی بسیار دقیق بوده و در ۹۸

[1] Genovarum

[2] Genovalgum

[3] Patellofemoral Joint

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.3.8]

درصد موارد یکسان است ولی با توجه به گستردگی منطقه عکس برداری جهت رادیوگرافی و عوارضی که تابش اشعه یونیزان برای بیمار دارد و همچنین تهاجمی بودن، هزینه بالا، مسائل اخلاقی، نارضایتی آزمودنی‌ها و همیشه در دسترس نبودن، معمولاً روش اندازه‌گیری رایجی نمی‌باشد (۲۳). لذا به منظور جلوگیری از آسیب‌های احتمالی در استفاده از روش‌های تهاجمی، به کارگیری شیوه‌های غیرتهاجمی حائز اهمیت می-باشد. از جمله روش‌های غیرتهاجمی، روش گونیامتری است. این روش به طور وسیع در تحقیقات و درمان-های کلینیکی برای ارزیابی دامنه حرکتی و اندازه‌گیری زوایای مفصل استفاده می‌شود (۲٤).

روش گونیامتری برای اولین بار توسط مور (۱۹۸٤) به عنوان روشی کم هزینه، در دسترس و آسان برای اندازه‌گیری این زاویه مطرح شد (۲۵). در حال حاضر پایایی و اعتبارسنجی اندازه‌گیری زاویه کوادریسپس با گونیامتر در مقابل رادیوگرافی مورد تردید است (۲٦). اسمیت و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای مروری به بررسی قابلیت اطمینان و اعتبار زاویه Q در اندازه‌گیری‌های بالینی پرداختند. بررسی آنها نشان داد که هیچ توافقی در مورد پایایی اندازه‌گیری زاویه Q وجود ندارد، به عبارتی دیگر پایایی بین آزمونگر ۰/۲–۰/۷ و درون آزمونگر ۰/۲۲–۰/۷۵ به دست آمد که این اختلاف ممکن است به دلیل عدم استاندارد سازی یا کنترل روش‌های اندازه‌گیری باشد که متغیرهای بالقوه گمراه کننده محسوب می‌شوند (۲۷). شولتز و همکاران (۲۰۰٦) نیز به این نتیجه رسیدند که قابلیت اطمینان اندازه‌گیری زوایه کوادریسپس برای یک آزمونگر با گونیامتر بین ۸۹ تا ۹۰ درصد می‌باشد (۲۸). همچنین مرچانت و همکاران (۲۰۲۰) یک پروتکل ساده، قابل اطمینان و عملی را برای اندازه‌گیری بالینی زاویه کوادریسپس توسط گونیامتر ارائه دادند. میانگین زاویه Q را برای تمام بزرگسالان ۱۵ درجه و با انحراف استاندارد ۲/۷۱ درجه محاسبه نمودند (۲۹). بنابراین با توجه به اختلاف نظرهای مطرح شده می‌توان بصورت کلی نقایص روش گونیامتری را در چند مورد بیان نمود؛ ۱. درجات مختلفی از پایایی این وسیله (۲۸)، ۲. همبستگی پایین بین مقادیر کلینیکی و رادیوگرافی برای زاویه Q (۳۰)، اندازه‌گیری بیشتر از یک بار برای یک آزمودنی و تفاوت زوایه بدست آمده در هر بار اندازه‌گیری، ۳. وقت‌گیر بودن روند اندازه‌گیری و ٤. احتمال تغییر در وضعیت بدن هنگام به کارگیری آن روی اندام تحتانی به سبب اعمال فشار (۲۹).

بنابراین خطای استاندارد اندازه‌گیری زاویه کوادریسپس با روش گونیامتری ۲/٤ درجه است، این خطا مساوی با افزایش یا کاهش نیروی خارجی کوادریسپس به پتلا معادل ۲/۹ کیلوگرم می‌باشد که می‌تواند نیرویی معادل ٦۸ کیلوگرم از کشش پتلا را نادیده بگیرد (۳۱). این چنین خطای بزرگی می‌تواند در تصمیم گیری بالینی، مهم و معنادار باشد. بنابراین روش‌های دیگری غیر از اندازه‌گیری با گونیامتر به نظر قابل توجیه می‌رسد. در همین راستا برای کاهش خطاهای موجود در روش‌های دیگر اندازه‌گیری (مخصوصا روش گونیامتری) تصمیم به ابداع روشی گرفته شد که زوایه Q را با خطای ناچیز محاسبه نماید. در روش ابداعی که از طریق امواج مادون قرمز (که هیچ ضرری برای بدن انسان ندارد) اطلاعات پردازش می‌شود و در هنگام آزمون هیچ-گونه تماس بدنی با آزمودنی برقرار نمی‌شود، نهایتاً همین مسأله باعث از بین رفتن بسیاری از منابع خطا در

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.3.8]

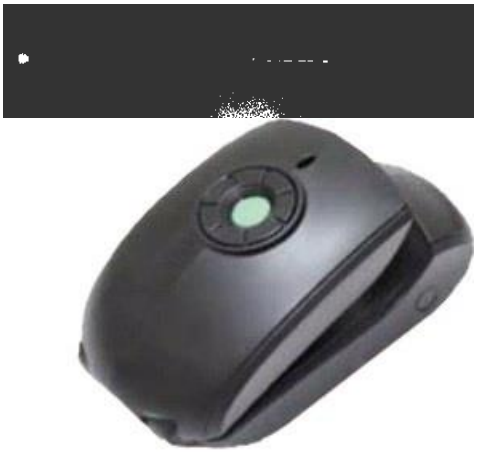
اندازه‌گیری می‌شود. بنابراین محقق علاوه بر ارئه این روش جدید، به دنبال پاسخ این سوال است که کدام یک از روش‌های غیرتهاجمی معتبرتر (پایایی بیشتر) می‌باشد. از این رو هدف این تحقیق بررسی پایایی دستگاه آنالیزور لندمارک‌های بدنی برای اندازه‌گیری زاویه Q است.

روش پژوهش

این مطالعه از نوع توصیفی- مقایسه‌ای می‌باشد. ۱۷ مرد سالم (سن: ۱/۷ ± ۲۳/۴۰ سال، قد: ۶/۴۱ ± ۱۷۶/۳۲ سانتی‌متر، وزن: ۱۴/۶ ± ۷۲/۲۵ کیلوگرم و شاخص توده بدنی: ۱/۳۸ ± ۲۲/۳۳ کیلوگرم بر مترمربع) انتخاب شدند. برآورد حجم نمونه نیز، با کمک نرم افزار G-Power با سطح معناداری ۰/۰۵، اندازه اثر متوسط (۰/۵) و توان آماری ۰/۸ (β = ۰/۲) تعیین شد.

روش اجرا

سیستم آنالیزور لندمارک‌های بدنی از یک قلم (فرستنده) و دوربین (گیرنده) که هر دو مجهز به سنسور IR هستند (کد ثبت اختراع: ۹۳۲۰۸) تشکیل شده است (شکل ۱).



شکل ۱. سیستم آنالیزور لندمارک‌های بدنی

به منظور تنظیم سیستم، فضای موجود می‌بایست کالیبره باشد. فضای لازم برای کالیبراسیون در این مطالعه با طول، عرض و ارتفاع ۲ متر مکعب انتخاب گردید (۳۲). سپس موقعیت‌های آنتروپومتریک خار خاصره‌ای قدامی فوقانی، اپی کندیل داخلی و خارجی فمور، برجستگی درشت نئی و قوزک داخلی و خارجی مچ پا برای تشخیص و محاسبه وضعیت زاویه Q مورد استفاده قرار گرفت. به این ترتیب، لندمارک‌های آناتومیکی توسط آزمونگر شناسایی شده و سپس با مارکرهای رفلکتیو مشخص شدند (شکل ۲). آزمونگرها نیز، متخصصان آسیب شناسی ورزشی با سابقه حداقل یکسال فعالیت با دستگاه مذکور بودند.

در مرحله دوم، آزمودنی به صورت قدامی (رو به دوربین) با فاصله ۲ متر از موقعیت دوربین مستقر شد و آزمونگر با قرار گرفتن در کنار آزمودنی لندمارک‌های ذکر شده را با استفاده از قلم مشخص نمود. مختصات مکانی تمام مارکرهای مشخص شده توسط نوک قلم بطور خودکار به سیستم رایانه ارسال گردید (نرم افزار

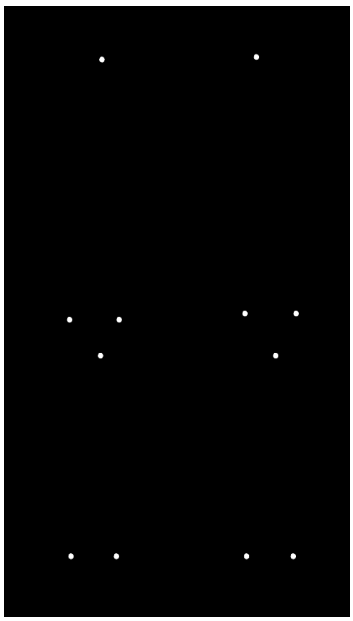
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.3.8]

BLA متعلق به شرکت پویان آزما) (شکل ۳). برای هر آزمودنی، سه اندازه‌گیری توسط تکنسین‌های با تجربه انجام شد و میانگین این سه آزمون برای تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار گرفت.



شکل۲. لندمارک‌های آناتومیکی



شکل۳. نرم افزار سیستم BLA

یافته‌ها

نتایج اولیه شامل میانگین، انحراف استاندارد و خطای استاندارد در جدول ۱ نشان داده شده است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.3.8]

جدول۱. میانگین، انحراف استاندارد و خطای استاندارد زاویه‌ی Q مربوط به سه تکنسین

روش	زاویه Q		
BLA	میانگین (درجه)	انحراف استاندارد (درجه)	خطای استاندارد (درجه)
تکنسین ۱	۱۵/۷۶	۲/۷۷	۰/۶۷
تکنسین ۲	۱۴/۸۲	۳/۱۰	۰/۷۵
تکنسین ۳	۱۶/۱۷	۲/۵۵	۰/۶۱

پایایی بین آزمونگر برای روش BLA از خوب تا عالی در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول۲. پایایی بین آزمونگر روش BLA

روش	زاویه Q	
	ICC	95%CI
BLA تکنسین ۱ – تکنسین ۲	۰/۸۲	(۰/۹۳ – ۰/۵۶)
BLA تکنسین ۱ – تکنسین ۳	۰/۸۰	(۰/۹۲ – ۰/۵۰)
BLA تکنسین ۲ – تکنسین ۳	۰/۷۹	(۰/۹۲ – ۰/۴۷)
BLA سه تکنسین	۰/۸۵	(۰/۹۴ – ۰/۷۱)

علاوه بر این، روابط بین اندازه‌گیری‌های هر آزمونگر یا پایایی درون آزمونگر در جدول ۳ نشان داده شده است. براساس نتایج، همبستگی عالی برای اندازه‌گیری بین هر آزمونگر بدست آمد.

جدول۳. پایایی درون آزمونگر روش BLA

روش	زاویه Q	
	ICC	95%CI
تکنسین ۱ سه بار اندازه‌گیری	۰/۸۳	(۰/۹۳ – ۰/۵۷)
تکنسین ۲ سه بار اندازه‌گیری	۰/۸۱	(۰/۹۲ – ۰/۵۰)
تکنسین ۳ سه بار اندازه‌گیری	۰/۸۰	(۰/۹۲ – ۰/۴۷)

بحث

مطالعه حاضر با هدف ارزیابی پایایی روش ابداعی جدید به منظور اندازه‌گیری زاویه‌ی کوادریسپس صورت پذیرفت. در این مطالعه از سیستم BLA (روشی ابداعی براساس امواج مادون قرمز) برای اندازه‌گیری زاویه

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.3.8]

مورد نظر استفاده شده است. توانایی آزمونگر در ارزیابی زوایه کوادریسپس با استفاده از یک سیستم معتبر و در عین حال ارزان قیمت می‌تواند فواید زیادی برای تصمیم گیری‌های بالینی داشته باشد. پس با توجه به نتایج این تحقیق که نشان دهنده‌ی ضریب همبستگی بین آزمون‌گر ۰/۸ برای زاویه Q است (ضریب همبستگی قابل قبول)، بنابراین می‌توان ادعا نمود که روش BLA برای اندازه‌گیری زاویه‌ی کوادریسپس از پایایی بالایی برخوردار می‌باشد.

در حال حاضر، برای تشخیص ناهنجاری‌های زانوی پرانتزی و ضربدری، ابتدا می‌بایست زاویه کوادریسپس محاسبه گردد و براساس این زاویه، ناهنجاری‌های زانو تشخیص داده شود. نتایج این مطالعه، ضریب تکرارپذیری اندازه‌گیری زاویه کوادریسپس با روش ابداعی را عالی نشان داد و این مقدار بسیار بالاتر از مقدار به دست آمده برای روش گونیامتری به عنوان روشی متداول بود. مطالعات متعددی وجود دارند که تکرارپذیری روش گونیامتری را مورد بررسی قرار داده‌اند. به عنوان مثال، هایم و همکاران (۲۰۰۶) پایایی اندازه‌گیری زاویه Q با گونیامتر در مقابل روش رادیوگرافی را مورد تردید قرار داد (۳۳). در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی به منظور جایگزینی دو روش رادیوگرافی (دقیق ولی تهاجمی) و روش گونیامتری (راحت و غیرقابل اعتماد) صورت گرفته است. همچنین برخلاف روش گونیامتری در اندازه‌گیری زاویه کوادریسپس 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 موردنظر 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. علاوه بر این، فرایند ذخیره سازی نتایج به آسانی انجام می‌گیرد و در مواقع لزوم، فایل‌های ثبت شده در دسترس خواهند بود (۳۴). با توجه به نتایج یوسفی و همکاران (۲۰۱۲) روش BLA را می‌توان نسبت به روش‌های غیرتهاجمی از جمله گونیامتری برای اندازه‌گیری زاویه کوادریسپس دقیق‌تر در نظر گرفت (۳۵). مزیت دیگر این روش، تشخیص هم‌زمان ژنووارووم و ژنووالگوم می‌باشد. همچنین آزمونگر همانند آنچه که در گونیامتری انجام می‌دهد قدرت دخل و تصرف و یا تغییر در زاویه‌ی به دست آمده را ندارد. زیرا اعدادی که هنگام اندازه‌گیری با روش ابداعی مشاهده می‌شوند به تنهایی هیچ ارتباطی با زوایه کوادریسپس ندارند. از این رو مشکلی که در بسیاری از روش‌های اندازه‌گیری زاویه‌ی کوادریسپس وجود دارد در روش موردنظر دیده نمی‌شود. در مقایسه نتایج پژوهش‌های انجام گرفته با نتایج پژوهش حاضر، مشخص شد که این تحقیق از نظر همبستگی روش نرم - افزار ابداعی پردازش تصویر با روش گونیامتری در حالت ایستاده با تحقیق ساکو و همکاران (۲۰۰۷) مغایرت داشته و در نتایج بدست آمده اختلاف وجود دارد، بدین معنی که این مطالعه میزان همبستگی بالاتری را گزارش می‌کند (۳۴).

گرین و همکاران (۲۰۰۱) نیز زاویه کوادریسپس ۲۵ ورزشکار (۵۰ زانو) را در دو وضعیت درازکش با چهارسر ریلکس، زانوی کاملا باز و پا در حالت خنثی و درازکش با چهارسر ریلکس و زانو در ۲۰ درجه

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.3.8]

فلکشن با دو روش گونیامتری و رادیوگرافی بررسی کردند. پایایی روش گونیامتری در مقایسه با رادیوگرافی در حالت درازکش با چهارسر ریلکس و زانوی کاملاً باز برای زانوی راست و چپ ۰/۳۲ و در حالت درازکش با چهارسر ریلکس و زانو در ۲۰ درجه فلکشن، برای زانوی چپ ۰/۱۹ و برای زانوی راست ۰/۱۳ گزارش کردند. همچنین، پایایی درون آزمونگر را در حالت اول برای زانوی چپ ۰/۳۷ و برای زانوی راست ۰/۲۲ و در حالت دوم برای زانوی چپ ۰/۲۷ و برای زانوی راست ۰/۱۴ و پایایی بین آزمونگر را در حالت اول برای زانوی راست و چپ به ترتیب؛ ۰/۲۶ و۰/۲۰ و در حالت دوم برای زانوی چپ ۰/۲۹ و برای زانوی راست ۰/۱۷ گزارش نمودند (۳۶). شولتز و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای به بررسی پایایی درون و بین آزمونگر و پایایی بین دو روش کلینیکی و رادیوگرافی در اندازه‌گیری زاویه Q برروی ۲۰ زن در حالت درازکش پرداختند. نتایج تحقیق آنها پایایی درون آزمونگر ۰/۸۱ و پایایی بین آزمونگر ۰/۸۹ را نشان داد (۲۸).

نتیجه‌گیری

در مقایسه نتایج پژوهش‌های انجام گرفته با نتایج پژوهش حاضر، مشخص شد که این تحقیق از نظر همبستگی با روش گونیامتری با تحقیق گرین و همکاران (۲۰۰۱) و شولتز و همکاران (۲۰۰۶) از لحاظ وجود همبستگی همسو و نتایج آنان را تایید می‌کند؛ ولی تحقیق حاضر نسبت به مقادیر گزارش شده توسط این محققان میزان بالاتری را گزارش می‌کند. در بررسی عدم همخوانی نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌های گرین و شولتز می‌توان چنین بیان کرد که در این تحقیق، وضعیت استاندارد در هر دو روش بوسیله ابزارهای یکسان حفظ شد و همچنین، یک دلیل احتمالی دیگر می‌تواند تجربه و مهارت بیشتر آزمونگر باشد. با توجه به مطالب فوق، در روش ابداعی پردازش تصویر اطلاعات لازم در خصوص زاویه Q بدون اینکه تماسی با بدن ایجاد شود به طور خودکار، سریع و دقیق بدون مداخله انسانی جمع‌آوری می‌شود و همچنین، به دلیل بهره‌گیری از متدهای منطقی ریاضی و کامپیوتری، دارای دقت بالایی می‌باشد. لذا، به منظور کاهش خطاهای روش گونیامتری، روش ابداعی پردازش تصویر می‌تواند جایگزین مناسبی برای این روش در اندازه‌گیری زاویه Q باشد.

References

1. Soheilipour F, Pazouki A, Mazaherinezhad A, Yagoubzadeh K, Dadgostar H, Rouhani F. The prevalence of genu varum and genu valgum in overweight and obese patients: assessing the relationship between body mass index and knee angular deformities. Acta Bio Medica: Atenei Parmensis. 2020;91(4).
2. Namavarian N, Rezasoltani A, Rekabizadeh M. A study on the function of the knee muscles in genu varum and genu valgum. Modern Rehabilitation. 2014;8(3).
3. Bakhtiaty AH, Fatemi E, Rezasoltani A. Genu varum deformity may increase postural sway and falling risk. Koomesh. 2012:330-7.
4. Herrington L, Nester C. Q-angle undervalued? The relationship between Q-angle and medio-

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.3.8]

lateral position of the patella. Clinical biomechanics. 2004;19(10):1070-3.
5. Brinkman J-M, Freiling D, Lobenhoffer P, Staubli A, van Heerwaarden R. Supracondylar femur osteotomies around the knee. Der Orthopäde. 2014;43(1):1-10.

6. Loudon JK. Biomechanics and pathomechanics of the patellofemoral joint. International journal of sports physical therapy. 2016;11(6):820.
7. Hungerford DS, Barry M. Biomechanics of the patellofemoral joint. Clinical orthopaedics and related research. 1979(144):9-15.
8. Grana WA, Kriegshauser LA. Scientific basis of extensor mechanism disorders. Clinics in sports medicine. 1985;4(2):247-57.
9. Jaiyesimi A, Jegede O. Influence of gender and leg dominance on Q-angle among young adult nigerians. African Journal of Physiotherapy and Rehabilitation Sciences. 2009;1(1):18-23.
10. Oranchuk DJ, Hopkins WG, Nelson AR, Storey AG, Cronin JB. The effect of regional quadriceps anatomical parameters on angle-specific isometric torque expression. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2021;46(4):368-78.
11 .Bessette GC, Hunter RE. The Maquet procedure. A retrospective review. Clinical orthopaedics and related research. 1988(232):159-67.
12. Brown DE, Alexander AH, Lichtman DM. The Elmslie-Trillat procedure: evaluation in patellar dislocation and subluxation. The American journal of sports medicine. 1984;12(2):104-9.
13. Çankaya T, Dursun Ö, Davazlı B, Toprak H, Çankaya H, Alkan B. Assessment of quadriceps angle in children aged between 2 and 8 years. Turkish Archives of Pediatrics/Türk Pediatri Arşivi. 2020;55(2):124.
14. Stief F, Böhm H, Ebert C, Döderlein L, Meurer A. Effect of compensatory trunk movements on knee and hip joint loading during gait in children with different orthopedic pathologies. Gait & posture. 2014;39(3):859-64.
15. Garrett BR, Grundill ML. Patella dislocations and patellofemoral instability: a current concepts review. South African Orthopaedic Journal. 2021;20(3):167-77.
16. Paranjape S, Singhania N. Effect of body positions on quadriceps angle measurement. SciMedicine Journal. 2019;1(1):20-4.
17. Dzioba RB. Diagnostic arthroscopy and longitudinal open lateral release: a four year follow-up study to determine predictors of surgical outcome. The American journal of sports medicine. 1990;18(4):343-8.
18. de Oliveira Silva D, Briani RV, Pazzinatto MF, Gonçalves AV, Ferrari D, Aragão FA, et al. Q-angle static or dynamic measurements, which is the best choice for patellofemoral pain? Clinical Biomechanics. 2015;30(10):1083-7.
19. Yousefi M, Ilbiegi S, Naghibi SE, Farjad Pezeshk SA, Zanguee H. Reliability of Body Landmark Analyzer (BLA) system for Measuring Hyperkyphosis and Hyperlordosis Abnormalities. Journal of Advanced Sport Technology. 2020;4(1):20-9.
20. Yousefi M, Ilbeigi S. The intelligent estimating of spinal column abnormalities by using artificial neural networks and characteristics vector extracted from image processing of reflective markers. African Journal of Biotechnology. 2013;12(4).
21. Portek I, Pearcy M, Reader G, Mowat A. Correlation between radiographic and clinical measurement of lumbar spine movement. Rheumatology. 1983;22(4):197-205.
22. Silva MS, Fernandes AR, Cardoso FN, Longo CH, Aihara AY. Radiography, CT, and MRI of hip and lower limb disorders in children and adolescents. Radiographics. 2019;39(3):779-94.
23. Jones CE, Cooper AP, Doucette J, Buchan LL, Wilson DR, Mulpuri K, et al. Southwick angle measurements and SCFE slip severity classifications are affected by frog-lateral positioning. Skeletal radiology. 2018;47(1):79-84.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.3.8]

24. Rahimi M, Alizadeh M, Rajabi R, Mehrshad N. The Comparison of innovative image processing and goniometer methods in Q angle measurement. World Applied Sciences Journal. 2012;18(2):226-32.
25. Moore ML. Clinical assessment of joint motion. Therapeutic exercise. 1978.
26. Moncrieff MJ, Livingston LA. Reliability of a digital-photographic-goniometric method for coronal-plane lower limb measurements. Journal of sport rehabilitation. 2009;18(2):296-315.
27. Smith TO, Hunt NJ, Donell ST. The reliability and validity of the Q-angle: a systematic review. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2008;16(12):1068-79.
28. Shultz SJ, Nguyen A-D, Windley TC, Kulas AS, Botic TL, Beynnon BD. Intratester and intertester reliability of clinical measures of lower extremity anatomic characteristics: implications for multicenter studies. Clinical Journal of Sport Medicine. 2006;16(2):155-61.
29. Merchant AC, Fraiser R, Dragoo J, Fredericson M. A reliable Q angle measurement using a standardized protocol. The Knee. 2020;27(3):934-9.
30. Roush JR, Bustillo K, Low E. Measurement error between a goniometer and the NIH ImageJ program for measuring quadriceps angle. Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice. 2008;6(2):7.
31. Nasrabadi R, Sadeghi H, Yousefi M, Birjand I. Effects of Local and Global Fatigue on the Myoelectric Variables of Selected Lower Limb Muscles in Healthy Young Active Men in Single Jump-Landing Task. 2020.
32. Li B, Heng L, Koser K, Pollefeys M, editors. A multiple-camera system calibration toolbox using a feature descriptor-based calibration pattern. 2013 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems; 2013: IEEE.
33. Haim A, Yaniv M, Dekel S, Amir H. Patellofemoral pain syndrome: validity of clinical and radiological features. Clinical Orthopaedics and Related Research®. 2006;451:223-8.
34. Sacco IC, Alibert S, Queiroz B, Pripas D, Kieling I, Kimura A, et al. Reliability of photogrammetry in relation to goniometry for postural lower limb assessment. Brazilian Journal of Physical Therapy. 2007;11:411-7.
35. Yousefi M, Ilbeigi S, Mehrshad N, Afzalpour ME, Naghibi SE. Comparing the validity of non-invasive methods in measuring thoracic kyphosis and lumbar lordosis. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences. 2012;14(4):37-42.
36. Greene CC, Edwards TB, Wade MR, Carson EW. Reliability of the quadriceps angle measurement. The American journal of knee surgery. 2001;14(2):97-103.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1401.20.24.3.8]