

مقایسه اندازه گیری ابزارهای آزمایشگاهی و CT Scan جهت ارزیابی زاویه چرخش درشتنی

فرزانه گندمی^{۱*}؛ مرتضی صائب^۲؛ بهزاد کرمی متین^۳؛ ناصر بهپور^۴

چکیده

زمینه: چرخش درشتنی یکی از دفورمیتی‌های چرخشی در راستای ساق پا است. جهت اندازه‌گیری میزان این زاویه، روش‌های متنوعی هم به صورت عکس برداری و هم به صورت آزمایشگاهی ارایه و معرفی شده است. هدف از این مطالعه، مقایسه اندازه‌گیری ابزارهای آزمایشگاهی و CT Scan جهت ارزیابی زاویه چرخش درشتنی بود.

روش‌ها: در این مطالعه نیمه تجربی، زاویه چرخش درشتنی در ۳۰ مرد ورزشکار که به روش تصادفی ساده از بین ورزشکاران رشته‌های هندبال، فوتبال، وزنه برداری، بسکتبال، دو و کشتی انتخاب شده بودند، با استفاده از پنج روش سی تی اسکن، لاواند، اثر کف پا، لکومسو و قوزکی - رانی اندازه‌گیری شد. آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ و روش‌های آماری one way ANOVA و تست تعقیبی LSD انجام شد.

یافته‌ها: بین سی تی اسکن و روش‌های اثر کف پا، لکومسو، لاواند و قوزکی-رانی تفاوت معناداری وجود داشت. اما بین روش‌های آزمایشگاهی، تفاوت معناداری مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: روش‌های آزمایشگاهی برای اندازه‌گیری چرخش درشتنی در مقایسه با سی تی اسکن از دقت و اعتبار کافی برخوردار نبوده و تنها در مشخص کردن وجود یا عدم وجود ناهنجاری می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

کلیدواژه‌ها: درشت نی، سی تی اسکن، چرخش

«دریافت: ۱۳۹۰/۹/۳۰ پذیرش: ۱۳۹۱/۱/۱۵»

۱. گروه تربیت بدنی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۲. گروه اورتوپدی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

۳. گروه بهداشت عمومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

۴. گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه رازی

* عهده‌دار مکاتبات: همدان، دانشگاه بوعلی سینا همدان، تلفن: ۰۹۱۸۸۵۶۷۰۳۲

Email: gandomif@gmail.com

مقدمه

از زانو گزارش کرده‌اند. در واقع بین چرخش (Rotation) و پیچش (Torsion)، تفاوت بنیادین وجود دارد و این تفاوت توسط روسن و سندیک (۱۹۵۵) تشریح شده است. این پژوهشگران، پیچش (تورشن) را تغییرات پیچشی یک عضو حول محور طولیش و چرخش را، حرکت یک بخش حول بخش دیگر آن تعریف کردند (۳).

دفورمیتی‌های چرخشی در راستای اندام تحتانی علاوه بر این که از نظر زیبایی‌شناسی، باعث ایجاد ظاهر ناخوشایند و غیرکارا در اندام تحتانی افراد می‌شود، بلکه

چرخش درشت نی عبارت است از پیچش یا چرخش استخوان درشت نی حول محور طولی خود، که باعث ایجاد تغییراتی در راستای سطوح حرکتی دیستال (Distal) و پروگزیمال (Proximal) درشت نی می‌شود (۱). در مطالعه‌ای که سبر (۲۰۰۰)، روی ۵۰ مرد سالم انجام داد متوسط نرمال چرخش درشتنی در پای راست ۲۹/۱ و در پای چپ ۳۰/۹ درجه گزارش شد (۲). محققان، ۶۰ درصد از ناهنجاری‌های چرخش به خارج در راستای اندام تحتانی را بالاتر از زانو و ۴۰ درصد آن را پایین‌تر

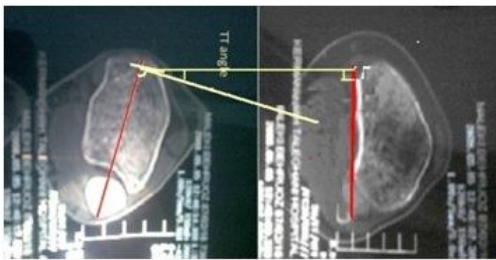
برخی ارتباطسنجی‌ها محسوس است. با عنایت به این که روش‌های ساده، کم‌هزینه و بی‌خطر گزارش شده برای اندازه‌گیری این زاویه، به‌طور جامع اعتباریابی نشده‌اند و با توجه به این مسأله که اصلاح دفورمیتی‌های اسکلتی-عضلانی و طراحی برنامه‌های اصلاحی نیاز به تشخیص به‌موقع آن‌ها دارد، لذا محقق در این مطالعه سعی دارد تا با استفاده از سی‌تی‌اسکن که روش استاندارد طلائی نام‌گذاری شده است، دقت چند روش آزمایشگاهی را که تنها توسط محققین معرفی گردیده و در زمینه رواسازی و اعتبارسنجی آن‌ها هیچ‌گونه مطالعه‌ای صورت نگرفته، مورد ارزیابی قرار دهد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر، از نوع نیمه‌تجربی بوده و جامعه آماری تحقیق را کلیه ورزشکاران مرد سطح شهر کرمانشاه تشکیل دادند. نمونه آماری این مطالعه نیز تعداد ۳۰ نفر ورزشکار بود که با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده از بین ورزشکاران باشگاه‌های مختلف در سطح شهر کرمانشاه انتخاب شدند، این افراد شامل ۵ هندبالبلیست، ۵ فوتبالیست، ۵ وزنه‌بردار، ۵ بسکتبالیست، ۵ دهنده و ۵ کشتی‌گیر بودند. دامنه سنی، قد و وزن این ورزشکار به‌ترتیب $24/6 \pm 4/8$ سال، $1/80 \pm 8/8$ متر و $77/4 \pm 13$ کیلوگرم بود. زاویه چرخش درشت‌نی در نمونه‌های مورد مطالعه، توسط چهار روش مختلف آزمایشگاهی (لاواند، اثر کف پا، لکومسو و قوزکی-رانی) و سی‌تی‌اسکن اندازه‌گیری شد. روش‌های آزمایشگاهی توسط دو آزمون‌گر، سه بار تکرار شده و در صورتی که نتایج با هم اختلاف ۵ درصدی نداشتند، میانگین آن‌ها ثبت می‌شد. که در هیچ‌کدام از آزمودنی‌های این تحقیق با رضایت شخصی و تکمیل فرم رضایت‌نامه در این مطالعه شرکت نمودند. پژوهش در کمیته اخلاق دانشگاه رازی کرمانشاه نیز به تصویب رسید. عکس‌برداری جهت اندازه‌گیری چرخش درشت‌نی

اثرات زیانباری از جمله آرتريت تخریبی زانو، شست کچ، آرتريت کف پا و محدودیت عملکرد را در پی دارد (۵ و ۴). از نظر عملکردی، نتایج مطالعات حاکی از آن است که چرخش اضافی درشت‌نی ساق پا، باعث کاهش عملکرد بازوهای گشتاوری پلاننار فلکشن در عضلاتی که از روی مفصل مچ پا عبور می‌کنند می‌شود. در این صورت، خطر بروز صدمات مفصل مچ پا، که یکی از آسیب‌پذیرترین مفاصل ورزشکاران محسوب می‌شود، افزایش می‌یابد (۶).

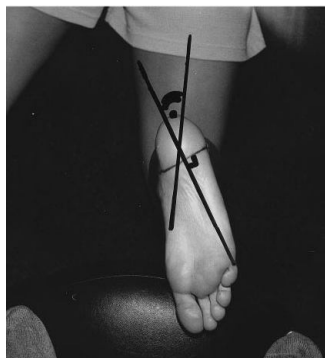
ناهنجاری‌های چرخشی در راستای ساق پا، به‌عنوان رایج‌ترین علل بیماری‌های عضلانی-اسکلتی، حس عمقی مفاصل و نورولوژیکی در کودکان و بزرگسالان گزارش شده‌است. به همین دلیل، برآورد کم‌هزینه و دقیق زاویه چرخش ساق پا، در روشن ساختن و تشخیص مشکلات حرکتی از اهمیت خاصی برخوردار است (۹-۷). برای اندازه‌گیری زاویه چرخش درشت‌نی، روش‌های متفاوتی معرفی شده است. در این بین، روش‌های آزمایشگاهی به‌دلیل کم‌هزینه بودن، بی‌خطر بودن و سهولت استفاده، بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند، اما در زمینه اعتباریابی این ابزارها گزارش دقیقی در دست نیست. کاوینی (۲۰۰۵) در مطالعه‌ای، دقت چند روش گونیامتریکی را نسبت به سی‌تی‌اسکن بررسی نمود و به‌جز روش MKS (Method as described by King and Staheli) که اعتبارش را مورد تأیید قرار داد، بقیه روش‌های آزمایشگاهی را تنها به‌عنوان تشخیص‌دهنده‌های وجود ناهنجاری گزارش کرد (۱۰). محققین بسیاری در صدد یافتن روشی ساده، بی‌خطر و کم‌هزینه برای اندازه‌گیری دقیق میزان چرخش درشت‌نی بوده‌اند، چرا که ناهنجاری‌های چرخشی در راستای اندام تحتانی، به‌عنوان عوامل احتمالی زمینه‌ساز، در بروز بسیاری از صدمات ورزشی رایج از جمله پارگی ACL (Anterior cruciate ligament)، منیسک و سندرم درد کشکی-رانی شناخته شده‌اند. ولی فقدان یک وسیله کم‌هزینه و بی‌خطر در این زمینه جهت شناسایی وجود یا عدم وجود این دفورمیتی و



تصویر ۱- اندازه‌گیری چرخش درشت‌نی با استفاده از سی‌تی‌اسکن



تصویر ۲- اندازه‌گیری چرخش درشت‌نی با استفاده از روش اثر کف پا



تصویر ۳- اندازه‌گیری چرخش درشت‌نی با استفاده از روش قوزکی-رانی

روش ارزیابی لاواند (Lavand Method): در این روش، یک ابزار آزمایشگاهی برای ارزیابی میزان چرخش درشت‌نی ساخته شد. این ابزار از دو تخته چوبی عمود بر هم تشکیل شده و دارای دو خط‌کش متحرک هم به صورت طولی و هم به صورت عرضی بود. همچنین از یک تکه چوب باریک برای تعیین محل قوزک‌ها و اندازه آن‌ها استفاده گردید. در ادامه از یک تکه چوب صاف و پودر سفید برای پیدا کردن مرکز قوزک‌ها استفاده شد به

در سال ۱۳۸۸ در بیمارستان طالقانی کرمانشاه انجام گرفت. از دستگاه سی‌تی‌اسکن، مدل CT (Cross Topography) اسپیرال با حساسیت ۹۰-۸۵ درصد و دقت عمل بالا استفاده شد. به دلیل آن‌که نتایج تحقیقات پیشین، سی‌تی‌اسکن را دقیق‌ترین روش اندازه‌گیری چرخش درشت‌نی گزارش کرده بودند، ما از این روش به عنوان روش مرجع که سایر ابزارهای آزمایشگاهی با آن مقایسه می‌شد، استفاده نمودیم. متخصص رادیولوژی آزمودنی‌های مورد مطالعه را در بهترین وضعیت قرار می‌داد، زاویه چرخش درشت‌نی آزمودنی‌ها را رسم کرده و مقادیر آن‌ها را به محقق گزارش می‌نمود. پژوهش‌های پیشین متخصص رادیولوژی، جهت ارزیابی زاویه چرخش درشت‌نی، از حاشیه سر ابتدایی و مرکز درشت‌نی - نازک‌نی سر انتهایی استخوان درشت‌نی، خطوطی را رسم نموده و زاویه تشکیل شده توسط عمودهای آن‌ها، به عنوان زاویه چرخش درشت‌نی محسوب می‌شد (تصویر ۱) (۱۱).

روش‌های آزمایشگاهی:

روش اثر کف پا (Foot print): در روش اثر کف پا، آزمودنی روی صندلی قرار می‌گرفت، کف پای آزمودنی روی کاغذ شطرنجی قرار می‌گرفت و سپس با یک گونیای کوچک، محل عمود قوزک‌ها بر صفحه شطرنجی علامت‌گذاری می‌شد. سپس دو نقطه علامت‌گذاری شده توسط خطی به هم وصل و زاویه تشکیل شده بین این خط و هرکدام از خطوط صفحه شطرنجی به عنوان زاویه چرخش درشت‌نی در نظر گرفته می‌شد (تصویر ۲) (۱۲).

روش قوزکی رانی (tigh-maleolli Method): در این روش، آزمودنی به حالت دمر خوابیده، زانوی وی در وضعیت ۹۰ درجه خم قرار می‌گرفت و مرکز قوزک‌های وی با یک خط در عرض کف پا به یکدیگر وصل می‌شد. زاویه تشکیل شده بین خط عمود بر این خط و محور طولی ران که توسط گونیامتر اندازه‌گیری می‌شد، به عنوان زاویه چرخش درشت‌نی گزارش می‌گردید (تصویر ۳) (۱۳).

یافته‌ها

در این قسمت ابتدا با استفاده از آمار توصیفی، ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها معرفی گردیده و تعداد ۳۰ مرد ورزشکار با دامنه سنی $24/06 \pm 4/8$ ، قد $1/80 \pm 8/8$ و وزن $77/40 \pm 13$ مورد مطالعه قرار گرفته شده است (جدول ۱).

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک راهه و تست تعقیبی LSD نشان داد که بین سی‌تی‌اسکن و روش اثر کف پا، بین روش لکومسو و سی‌تی‌اسکن، سی‌تی‌اسکن و روش لاواند، سی‌تی‌اسکن و روش قوزکی- رانی تفاوت معناداری وجود دارد. اما بین روش‌های آزمایشگاهی تفاوتی وجود نداشت (جدول ۲).

متوسط اندازه‌های زوایای چرخش درشت‌نی در روش‌های آزمایشگاهی قوزکی-رانی، لکومسو، اثر کف پا و لاواند در مقایسه با متوسط زاویه چرخش درشت‌نی در روش سی‌تی‌اسکن، تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای را نشان می‌دهند (جدول ۲).

جدول ۱- توصیف ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌های تحقیق

متغیرها	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد
سن	۳۰	۲۴/۰۶	۴/۸۰
قد	۳۰	۱/۸۰	۸/۸۰
وزن	۳۰	۷۷/۴۰	۱۳

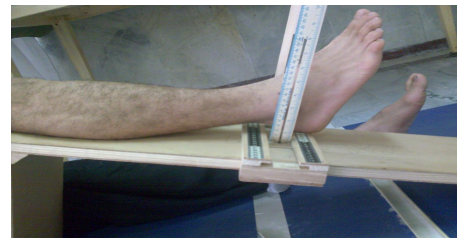
جدول ۲- مقادیر زوایای چرخش درشت‌نی اندازه‌گیری شده در روش‌های پنج‌گانه

متغیرها	میانگین	انحراف استاندارد	بیشترین نمره	کمترین نمره	P value
قوزکی- رانی	۱۴/۴۶	۶/۱۰	۲۶	۱	۰/۰۰۱
لکومسو	۱۳/۲۰	۳/۷۰	۲۱	۵	
اثر کف پا	۱۵/۳۶	۴/۲۰	۲۴	۷	
لاواند	۱۵/۳۳	۶/۹۷	۲۸	۵	
سی‌تی‌اسکن	۳۲/۹۶	۸/۴۹	۵۸	۱۹	

این صورت که ابتدا به کمک صفحه چوبی مسطح و پودر سفید، مرکز قوزک‌های داخلی و خارجی مشخص شد. سپس فاصله مرکز قوزک داخلی و خارجی از صفحه پشت پا از روی خط کش عمود بر تخته و فاصله بین قوزک‌ها توسط خط‌کش وصل شده بر روی صفحه چوبی پشت پا اندازه‌گیری شد و در نهایت، مقادیر به‌دست‌آمده در فرمول ذیل جایگزین و میزان چرخش درشت‌نی محاسبه گردید (تصویر ۴) (۱۴).

$$\text{Arc tang} = \text{Distance of bimalleoli} / \text{Medial - lateral}$$

روش لکومسو (Lokomso Method): در این روش، از یک میز آزمایش دارای دو صفحه موازی استفاده شد. در این حالت، لبه تحتانی میز به‌عنوان محور بین کوندیلی درشت‌نی در نظر گرفته شد. سپس توسط کولیس، محور بین قوزکی مشخص گردید و زاویه تشکیل شده بین راستای کولیس و راستای لبه میز، به‌عنوان زاویه چرخش درشت‌نی در نظر گرفته می‌شد (تصویر ۵) (۱۵).
در پایان، اطلاعات به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16، آزمون‌های آماری one way ANOVA و تست تعقیبی LSD مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.



تصویر ۴- اندازه‌گیری چرخش درشت‌نی با استفاده از روش لاواند



تصویر ۵- اندازه‌گیری چرخش درشت‌نی با استفاده از روش لکومسو

پا وجود دارد که از بین آن‌ها روش CT اسکن (Cross tomography) از نظر دقت، بهترین روش است. در این خصوص، کاوینی در تحقیقی تحت عنوان اعتباریابی تکنیک‌های گونیامتریکی و تصویر متحرک جهت اندازه‌گیری چرخش ساق پا، از روش CT اسکن، به‌عنوان "روش استاندارد طلایی" یاد نموده است که با یافته‌های تحقیق حاضر هم‌خوان می‌باشد (۱۰).

روسن و سندیک (۲۰۰۶) در تحقیق خود، روش رادیوگرافی را برای ارزیابی چرخش درشت‌نی ساق پا مورد استفاده قرار دادند و گزارش دادند که روش رادیوگرافی در مقایسه با سی‌تی اسکن، اهمیت چندانی ندارد، به‌طوری‌که روش CT اسکن، تا به امروز بهترین و دقیق‌ترین ابزار سنجش فاکتورهای چرخشی در راستای اندام تحتانی، گزارش شده است. این یافته نیز با نتایج تحقیق کنونی هم‌خوان می‌باشد (۱۶).

لی‌یو و همکاران (۲۰۰۵)، در تحقیقی تحت عنوان اندازه‌گیری چرخش درشت‌نی به‌وسیله انحنا سطح، به این نتیجه دست یافتند که روش گونیامتریکی از نوع جاذبه‌ای، جهت ارزیابی چرخش درشت‌نی از دقت لازم برخوردار نیست. هم‌چنین در یافته‌ای دیگر، روش سی‌تی اسکن را به‌عنوان روش استاندارد طلایی مورد تأیید قرار دادند. یافته دیگر این محققین حاکی از آن بود که اسکن اندام تحتانی و مشخص ساختن علایم آناتومیکی جهت محاسبه زاویه چرخش درشت‌نی نسبت به سایر روش‌ها به روشی عینی‌تر می‌باشد. این نتایج با یافته‌های این پژوهش همسو بود (۱۷).

نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن بود که میانگین اندازه چرخش درشت‌نی با استفاده از روش‌های آزمایشگاهی قوزکی-رانی، اثر کف پا، لاواند و لکومسو در مقایسه با سی‌تی اسکن، تفاوت معناداری دارند. بنابراین، روش‌های آزمایشگاهی مورد استفاده برای اندازه‌گیری چرخش درشت‌نی در مقایسه با روش سی‌تی اسکن از دقت و اعتبار کافی برخوردار نیستند و تنها در روشن ساختن وجود یا عدم وجود ناهنجاری می‌توانند

نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه، حاکی از آن است که تفاوت موجود در میانگین روش‌های مختلف اندازه‌گیری چرخش درشت‌نی، معنادار بوده است (جدول ۲)، اما جهت بررسی اختلاف میانگین‌های متغیرهای تحقیق به‌صورت دو به دو، نتایج آزمون تعقیبی LSD انجام شد.

بین میانگین میزان چرخش درشت‌نی در تمام روش‌های آزمایشگاهی، با سی‌تی اسکن تفاوت معنادار مشاهده شد (جدول ۳). این نتیجه، حاکی از تفاوت معنادار بین میانگین روش‌های چهارگانه آزمایشگاهی اندازه‌گیری چرخش درشت‌نی با روش سی‌تی اسکن است.

جدول ۳- نتایج آزمون تعقیبی (LSD) جهت تعیین تفاوت بین میانگین اندازه‌های متغیرهای تحقیق

متغیرها	اختلاف میانگین‌ها	خطای معیار	سطح معناداری
سی تی-قوزکی رانی	۲۰/۲۷	۱/۵۰	۰/۰۰۱
سی تی-لکومسو	۲۱/۵۴	۱/۵۰	۰/۰۰۱
سی تی-اثر کف پا	۱۹/۳۷	۱/۵۰	۰/۰۰۱
سی تی-لاواند	۱۹/۴۰	۱/۵۰	۰/۰۰۱

بحث

امروزه با توجه به پیشرفت فزاینده در حوزه‌های مختلف علوم، به‌منظور انجام تحقیقات علمی و دستیابی به یافته‌های معتبر، نیاز به ابزارهای دقیق و پایا است که دارای اثربخشی هزینه مناسب باشد. تاکنون روش‌های آزمایشگاهی متعددی به‌منظور ارزیابی چرخش ساق پا معرفی شده است، اما هنوز در مورد این که کدام‌یک از این روش‌های آزمایشگاهی، دارای دقت و اعتبار بیشتر است بحث وجود دارد. روش‌های مختلفی از نظر تصویری و کلینیکی برای ارزیابی چرخش درشت‌نی ساق

رشته‌های مختلف و ارایه راه‌کارهای اصلاحی به‌موقع، بسیار لازم و ارزشمند است. مهم‌تر این‌که، دفورمیتی چرخشی در راستای ساق پا، در سنین کودکی آشکار شده و کودکان بیشتر به این ناهنجاری مبتلا می‌شوند. این مسأله احتمالاً ناشی از نرمی استخوان و نشست‌های نادرست مانند W شکل نشستن است (۸). لذا، تشخیص به‌موقع در این سنین می‌تواند در اصلاح سریع‌تر این ناهنجاری کمک‌کننده باشد. از سوی دیگر، تابش اشعه ایکس (مخصوصاً سی‌تی‌اسکن) برای اندازه‌گیری این زاویه در کودکان مضر بوده و استفاده از آن پرهزینه است. بنابراین یافتن روشی ساده، ارزان و بی‌خطر در اندازه‌گیری زاویه چرخش درشت‌نی ساق پا، در افراد بسیار مفید می‌باشد. لازم است پژوهشگران متخصص در این زمینه، با طراحی ابزاری دقیق، به دنبال یافتن روشی ساده، کم‌هزینه، بی‌خطر و با دقت بالا جهت ارزیابی این زاویه مهم در راستای اندام تحتانی باشند.

نتیجه‌گیری

ابزارهای آزمایشگاهی معرفی‌شده توسط محققین جهت اندازه‌گیری چرخش درشت‌نی ساق پا، در مقایسه با ابزار دقیقی مثل سی‌تی‌اسکن، از دقت و اعتبار کافی برخوردار نیستند و تنها در تشخیص وجود یا عدم وجود دفورمیتی‌های چرخشی در راستای ساق پا، مفید می‌باشند. بنابراین با توجه به دقت این روش نسبت به روش‌های آزمایشگاهی، متخصصین علاقه‌مند در این زمینه می‌توانند از این روش در مطالعات خود بهره‌گیرند.

مورد استفاده قرار گیرند. به‌علاوه، یافته دیگر بیانگر آن بود که بین روش‌های آزمایشگاهی، تفاوت معناداری وجود ندارد. در زمینه اعتبارسنجی ابزارهای آزمایشگاهی مورد استفاده جهت سنجش چرخش درشت‌نی، تحقیقات بسیار اندکی صورت گرفته است و تنها می‌توان به مطالعه کاوینی و همکاران (۲۰۰۵) اشاره داشت. این مطالعه در زمینه اعتباریابی ابزارهای آزمایشگاهی انجام شده و نتایج آن در راستای یافته‌های تحقیق حاضر بود. این پژوهشگران، روش‌های گونیامتری را با سی‌تی‌اسکن به‌عنوان استاندارد طلایی مورد مقایسه قرار داده و روش‌های گونیامتریکی مورد مطالعه را رد کردند (۱۰).

یافتن یک روش آزمایشگاهی ساده، کم‌هزینه و بی‌خطر برای ارزیابی دقیق چرخش درشت‌نی، بسیار با اهمیت است چراکه بسیاری از آسیب‌های ورزشی و بیماری‌های مفاصل در اندام تحتانی از جمله استئوآرتریت، سندروم درد کشکی - رانی، پارگی رباط متقاطع قدامی، پیچ‌خوردگی مچ پا و پارگی منیسک با ناهنجاری چرخش در راستای اندام تحتانی، به‌ویژه ساق پا مرتبط شناخته شده‌اند. از طرفی، نتایج دیگر تحقیقات حاکی از آن است که دفورمیتی چرخش ساق پا یکی از فاکتورهای مخل اثرگذار بر کنترل پاسچر، حس عمقی و تعادل در افراد است، حال آن‌که موارد ذکر شده در ورزش‌های مختلف جهت پیش‌گیری از بروز آسیب‌ها و افزایش عملکرد بهینه، جزو فاکتورهای بسیار با اهمیت شناخته شده‌اند (۳، ۴ و ۱۲). در این خصوص، شناسایی به‌موقع این دفورمیتی در افراد، به ویژه ورزشکاران

References

1. Ryong S. Rotational profile of the lower extremity in achondroplasia: computed tomography examination of 25 patients. *Skeletal Radio*. 2006;35(9):929-34.
2. Seber S, Hazer B, Köse N, Göktürk E, Günel I, Turgut A. Rotational profile of the lower extremity and foot progression angle: computerized tomographic examination of 50 male adults. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2000;120(5-6):255-8.
3. Moeller JL, Lamb MM. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: why are women more susceptible? *Phys Sportsmed*. 1997;25(4):31-48
4. Goutallier D, Van Driessche S, Manicom O, Sariali E, Bernageau J, Radier C. Influence of lower-limb torsion on long-term outcomes of tibial valgus osteotomy for medial compartment knee osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am*. 2006;88(11):2439-47.

5. Akcali O, Tiner M, Ozaksoy D. Effects of lower extremity rotation on prognosis of flexible flatfoot in children. *Foot Ankle Int.* 2000; 21(9):772-4.
6. Schwartz M, Lakin G. The effect of tibial torsion on the dynamic function of the soleus during gait. *Gait and Posture.* 2003;17(6):113-18.
7. Lincoln TL, Suen PW. Common rotational variations in children. *J Am Acad Orthop Surg.* 2003;11(5):312-20.
8. Cusick BD, Stuberger W. Assessment of lower-extremity alignment in the transverse plane: implications for management of children with neuromotor dysfunction. *Phys Ther.* 1992;77(8):3-15.
9. Khaleghi TM, Shojaudin SS, Abbasi A, Hosainimehr H. [Comparison of time to achieve stability in the foot deformity rotated into and out of foot structure with an emphasis on sensory information(Persian)]. *Olympic.* 2011;2(50):73-85.
10. Cooney KM, Keister T, Poignard E, Rupert E, Zerbe S, Hudson T, et al. Convergent validity of goniometric and motion capture techniques used to measure tibial torsion. ISB XXth Congress - ASB 29th Annual Meeting July - August 2004; Cleveland, Ohio.
11. Liu X, Kim W, Drerup B, Mahadev A. Tibial torsion measurement by surface curvature. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2005;20(4):443-50.
12. Hamilton WG, Hamilton LH, Marshall P, Molnar M. A profile of the musculoskeletal characteristics of elite professional ballet dancers. *Am J Sports Med.* 1992;20(3):267-73.
13. Staheli LT. Rotational problems of the lower extremities. *Orthop Clin North Am.* 1987;18(4):503-12.
14. Lawand SJ. Evaluation of a new device for measuring the leg torsional angle. *Acta Orthop.* 2004;12(2):132-48.
15. Lokumcu F. The relationship between flexible pes planus and lowe extremity rotational deformity in children. *Fiziksel Tip.* 2003;6(3):11-15.
16. Rosoun B, Sandick H. Rotational profile of the lower extremity in achondroplasia: computed tomographic examination of 25 patients. *Skeletal Radiol.* 2006;35(3):929-34.
17. Liu X, Kim W, Drerup B, Mahadev A. Tibial torsion measurement by surface curvature. *Clinical Biomechanics.* 2005;20:443-50.