

Validity and Reliability of Digital Photogrammetry in Determining the Degrees of Thoracic Hyperkyphosis and Lumbar Hyperlordosis in Iranian Adolescent Girls and Boys

Gheitasi M¹, Bayattork M², Bahmani S³

Abstract

Purpose: Digital imaging method or photogrammetry technique has been considered as an alternative and complementary method of X-ray in posture evaluation by researchers. Therefore, the purpose of this study was to evaluate the validity and reliability of digital photogrammetry in determining the degree of thoracic hyperkyphosis and lumbar hyperlordosis in Iranian adolescent girls and boys.

Methods: This study was a cross-sectional study with a validity and reliability study design. Subjects were 40 adolescent boys and girls with thoracic hyperkyphosis and lumbar hyperlordosis (age 15.32 ± 2.57 , height 163.17 ± 9.72 , weight 57.32 ± 7.10). All subjects were referred to the Integrated rehabilitation center of Iranian Red Crescent by a spine specialist for receiving rehabilitations services and were included in the study population based on inclusion criteria. To determine the concurrent validity of the digital photogrammetry method, the measured values were compared with the radiographic images of the subjects to assess the degrees of hyperkyphosis and hyperlordosis curves. Also, to evaluate the reliability of this method, all measurements were compared within 24 to 48 hours after the first imaging.

Results: The results showed that digital photogrammetry method had acceptable validity to determine the degree of thoracic hyperkyphosis ($p=0.001$, $r=0.64$) and lumbar hyperlordosis ($p=0.001$, $r=0.58$) compared to radiography. Also, the photogrammetry method had high inter-rater reliability in determining the degree of thoracic hyperkyphosis ($p=0.001$, $r=0.96$) and lumbar hyperlordosis ($p=0.001$, $r=0.87$).

Conclusion: It seems that the digital photogrammetry method has a valuable validity and reliability for measuring spinal curvatures and specialists can probably use this method to reduce the number of X-rays needed as follow-up in the treatment of those with hyperkyphosis and hyperlordosis abnormalities.

Keywords: Digital photogrammetry, Validity, Reliability, Hyperkyphosis, Hyperlordosis

Received: 2020.04.08 Accepted: 2020.08.04

بررسی روایی و پایایی تصویربرداری دیجیتال در تعیین درجات هایپرکایفوزیس سینه‌ای و هایپرلوردوزیس کمری در دختران و پسران نوجوان ایرانی

مهدی قیطاسی^۱، محمد بیات ترک^۲، صبا بهمنی^۳

هدف: روش تصویربرداری دیجیتال یا تکنیک فتوگرامتری به عنوان روشی جایگزین و مکمل اشعه ایکس در ارزیابی پاسچر (Posture) مورد توجه محققین قرار گرفته است. لذا هدف تحقیق حاضر بررسی روایی و پایایی روش تصویربرداری دیجیتال در تعیین درجات هایپرکایفوزیس سینه‌ای و هایپرلوردوزیس کمری در دختران و پسران نوجوان ایرانی بود.

روش بررسی: مطالعه حاضر پژوهشی مقطعی و طرح این تحقیق بررسی روایی و پایایی بود. آزمودنی‌های تحقیق ۴۰ نوجوان دختر و پسر مبتلا به هایپرکایفوزیس سینه‌ای و هایپرلوردوزیس کمری بودند (میانگین سن $15/32 \pm 2/57$ قد $163/17 \pm 9/72$ و وزن $57/32 \pm 7/10$). تمامی آزمودنی‌ها توسط متخصص ستون فقرات معاینه و جهت دریافت خدمات توانبخشی به مرکز جامع توانبخشی هلال احمر تهران ارجاع داده شدند و به صورت هدفمند و در دسترس و براساس معیارهای ورود انتخاب گردیدند. به منظور تعیین میزان روایی همزمان روش تصویربرداری دیجیتال در تعیین درجات انحنای هایپرکایفوزیس و هایپرلوردوزیس

مقادیر اندازه گیری شده با تصاویر رادیوگرافی نمونه ها مورد مقایسه قرار گرفت. همچنین جهت بررسی پایایی تمامی اندازه گیری ها در فاصله زمانی ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از اولین تصویربرداری عیناً تکرار و نتایج مقایسه شدند

یافته ها: نتایج نشان داد که روش تصویربرداری دیجیتال در تعیین درجه هایپرکایفوزیس سینه‌ای ($r=0/64$, $p=0/001$) و هایپرلوردوزیس کمری ($r=0/58$, $p=0/001$) در مقایسه با رادیوگرافی از روایی قابل قبولی برخوردار است. همچنین روش فتوگرامتری در تعیین درجه هایپرکایفوزیس سینه‌ای ($r=0/96$, $p=0/001$) و هایپرلوردوزیس کمری ($r=0/87$, $p=0/001$) از پایایی درون آزمونگر بالایی برخوردار می باشد.

نتیجه گیری: به نظر می رسد روش تصویربرداری دیجیتال دارای روایی و پایایی مناسب در اندازه گیری انحنای پشتی و کمری ستون فقرات می باشد و احتمالاً متخصصین مختلف می توانند از این روش استفاده نمایند تا تعداد استفاده از پرتوهای اشعه ایکس در بررسی روند درمان افراد مبتلا به ناهنجاری های هایپرکایفوزیس و هایپرلوردوزیس کاهش یابد.

کلمات کلیدی: تصویربرداری دیجیتال، روایی، پایایی، هایپرکایفوزیس، هایپرلوردوزیس

نویسنده مسئول: محمد بیات ترک mohammadbayat82@gmail.com ORCID: 0000-0002-7588-0079

آدرس: بندرعباس، دانشگاه هرمزگان، دانشکده علوم انسانی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی

۱- استادیار گروه تندرستی و بازتوانی در ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۲- استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

۳- کارشناس ارشد گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران

مقدمه

انسان ها در طول زندگی در معرض عوامل مختلفی هستند که منجر به تغییرات در وضعیت بدن و بروز بسیاری از ناهنجاری ها می شود که در این میان شیوع تغییرات پاسچر (Posture) به طور فزاینده به خصوص در سنین رشد مشهود است و نتیجه آن کاهش وضعیت مطلوب بدنی و بروز اختلالات اسکلتی عضلانی مانند بدشکلی های وضعیتی، عدم تقارن تنه و عدم تعادل عضلانی است (۱،۲). از جمله این ناهنجاری ها تغییر در انحناهای ستون فقرات مانند افزایش کایفوز پشتی و لوردوز کمری است (۳). اصولاً تغییرات بیومکانیکی حاصل از راستای غیر طبیعی می تواند نیروی وارده بر مفصل، کارایی مکانیکی عضلات و کارکرد حس عمقی را نیز تحت تاثیر قرار دهد (۴). بنابراین تشخیص زودرس و به موقع این ناهنجاری ها می تواند در پیشگیری از پیشرفت و اصلاح آن ها کاملاً مؤثر بوده و نقش بسیار مهمی در کاهش عوارض آن در زندگی بزرگسالی فرد ایفا نماید (۵).

در این میان از ابزارها و وسایل مختلفی برای ارزیابی و تشخیص این ناهنجاری ها استفاده شده است که می توان به ابزارهایی همچون اسپینال موس (Spinal Mouse)، اسپینال پانتوگراف (Spinal Pantograph)،

اینکلاینومتر (Inclinometer)، خط کش منعطف، کایفومتر (Kyphometer) و رادیوگرافی اشاره نمود (۵). هر کدام از این ابزارها مزیت ها و محدودیت های خاص خود را دارا می باشند. در تحقیقات قبلی، استفاده از عکس رادیوگرافی و روش کاب (Cobb) به عنوان استاندارد طلایی برای اندازه گیری قوس های ستون فقرات، ذکر شده است (۶،۷). در این روش معمولاً خطوطی بر روی سطح بالایی مهره چهارم پشتی و سطح پایینی مهره دوازدهم پشتی رسم گردیده و زاویه تشکیل شده از خطوط عمود بر آنها بعنوان زاویه انحنای ستون فقرات پشتی در نظر گرفته می شود. اگرچه این روش از اعتبار بالایی در اندازه گیری انحنای ستون فقرات برخوردار است، اما استفاده از آن همواره با مشکلاتی همراه می باشد (۶). یکی از اصلی ترین این مشکلات، استفاده مکرر از آن در طول رشد جهت ارزیابی ناهنجاری های فقرات است عموماً رادیوگرافی در بازه های زمانی چهار تا شش ماه تکرار می شود و در نتیجه فرد را بارها در معرض اشعه قرار داده و خطر ابتلا به برخی اختلالات از جمله لوسمی، سرطان سینه و تیروئید را افزایش می دهد (۷). بنابراین به نظر می رسد که استفاده مکرر از این روش به خصوص در کودکان و نوجوانان همراه با مخاطراتی است که لزوم توجه به آن را ضروری و

جایگزینی یک روش کم خطر و البته روا و پایا را با اهمیت می نماید (۷). امروزه از روش تصویربرداری دیجیتال یا تکنیک فتوگرامتری به عنوان روشی جایگزین و مکمل اشعه ایکس در ارزیابی پاسچر و شناسایی انحرافات وضعیتی و اندازه گیری ناهنجاری های جسمانی و به طور خاص تعیین درجات انحنای ستون فقرات از نماهای مختلف نام برده شده است (۸). این روش به طور فزاینده در حال تبدیل شدن به یک ابزار محبوب برای ارزیابی سیستم عضلانی اسکلتی است (۹). احتمالاً دلیل این گرایش، غیرتهاجمی و بدون عوارض بودن آن است و هراندازه تکرار مورد نظر، قابلیت اجرا داشته و امکان اندازه گیری بین و درون آزمونگر را نیز فراهم می آورد (۷).

اما آن چه که در این راستا حائز اهمیت است استناد به روش های ارزشیابی و اندازه گیری معتبر و قابل تکرار است (۱۰). این موضوع می تواند نقش مهمی در بررسی های کلینیکال، پژوهش ها و همچنین پیامدهای درمانی صحیح داشته باشد (۱۱). بنابراین پیش از بکارگیری هر ابزار و روش جدیدی نیاز به بررسی روایی و پایایی آن است تا بتوان نتایج حاصل از آن را قابل استناد دانست (۹). لذا با توجه به اهمیت روا و پایا بودن ابزارهای اندازه گیری، تعیین روایی و پایایی روش فتوگرامتری به عنوان یک روش جایگزین برای رادیوگرافی نیز اهمیت و ضرورت پیدا می کند (۱۲). قیطاسی و همکاران (۱۳) در تحقیقی نشان دادند که روش فتوگرامتری می تواند روش مناسبی در تعیین انحنای جانبی ستون فقرات و تقارن تنه باشد. در تحقیقاتی مشابه Niekerk و همکاران (۱۴) و Chmielewska و همکاران (۹) نشان دادند که نتایج فتوگرامتری شاخصی قابل اعتماد، کم هزینه و کارآمد و در عین حال غیر تهاجمی می باشد. Hazar و همکاران (۱۵) برای قابلیت اطمینان، از روش فتوگرامتری بر روی نوجوانان استفاده کردند و در نهایت زوایای مرجع را برای ارزیابی از طریق فتوگرامتری، قابل اعتماد و قابل تکرار و در عین حال به غیر تهاجمی بودن روش مذکور اشاره کردند.

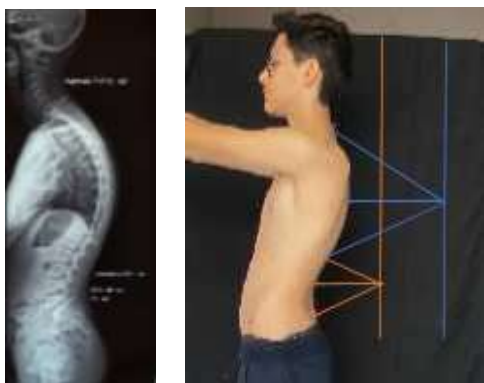
روش بررسی

تحقیق حاضر یک تحقیق روایی و پایایی سنجی است که نمونه های آن را ۴۰ نوجوان پسر و دختر دارای هایپرکیفوزیس و هایپر لوردوزیس با دامنه سنی بین ۱۲ تا ۱۶ سال تشکیل می دهد. حجم نمونه با استفاده از نرم افزار G*Power و مبتنی بر آزمون ضریب همبستگی و با توان آزمون ۸۵ درصد و آلفا ۰/۰۵ در کل ۳۲ نفر محاسبه شد. این تعداد با توجه به احتمال ریزش آزمودنی ها در فرآیند

اما آن چه که در این راستا حائز اهمیت است استناد به روش های ارزشیابی و اندازه گیری معتبر و قابل تکرار است (۱۰). این موضوع می تواند نقش مهمی در بررسی های کلینیکال، پژوهش ها و همچنین پیامدهای درمانی صحیح داشته باشد (۱۱). بنابراین پیش از بکارگیری هر ابزار و روش جدیدی نیاز به بررسی روایی و پایایی آن است تا بتوان نتایج حاصل از آن را قابل استناد دانست (۹). لذا با توجه به اهمیت روا و پایا بودن ابزارهای اندازه گیری، تعیین روایی و پایایی روش فتوگرامتری به عنوان یک روش جایگزین برای رادیوگرافی نیز اهمیت و ضرورت پیدا می کند (۱۲). قیطاسی و همکاران (۱۳) در تحقیقی نشان دادند که روش فتوگرامتری می تواند روش مناسبی در تعیین انحنای جانبی ستون فقرات و تقارن تنه باشد. در تحقیقاتی مشابه Niekerk و همکاران (۱۴) و Chmielewska و همکاران (۹) نشان دادند که نتایج فتوگرامتری شاخصی قابل اعتماد، کم هزینه و کارآمد و در عین حال غیر تهاجمی می باشد. Hazar و همکاران (۱۵) برای قابلیت اطمینان، از روش فتوگرامتری بر روی نوجوانان استفاده کردند و در نهایت زوایای مرجع را برای ارزیابی از طریق فتوگرامتری، قابل اعتماد و قابل تکرار و در عین حال به غیر تهاجمی بودن روش مذکور اشاره کردند.

با این وجود، در تحقیقات مختلف در مورد زوایای ستون فقرات اتفاق نظری وجود ندارد. Hajduk و همکاران (۱۶) بیان کرده اند که روش فتوگرامتری برای ارزیابی کیفی و اهداف تشخیصی به ویژه برای مطالعات مبتنی بر مقیاس بزرگ، به عنوان مثال برای یک تیم فوتبال، مناسب نیست. بنابراین بهتر است برای ارزیابی معنادار روش های کیفی باید

از قبل مشخص شده ایستادند؛ سپس لباس بالاتنه خود را در آورده و به منظور رعایت مسائل اخلاقی، لباسی که تنها قسمت پشتی فرد مشخص بود به تن کردند. از شرکت-کنندگان خواسته شد که تا در پاسچر غالب خود ایستاده و دست های خود را در طرفین آویزان، سر به طور متقارن روی شانه ها و حالت فرد طبیعی باشد. سپس نقاط مرجع آناتومیکی شامل زوائد خاری C۷، T۷، و T۱۲ به منظور مشخص کردن کایفوزپشتی و L۳، T۱۲، و S۲ به منظور مشخص کردن لوردوز کمری توسط آزمونگر مورد شناسایی قرار گرفت (۱۶). برای عکس برداری از دوربین دیجیتال مارک Canon مدل G12 و ۱۰ مگاپیکسلی بر روی سه پایه مخصوص استفاده گردید. دوربین در فاصله ۲/۴۰ متری از آزمودنی، در سطح افق، عمود بر صفحه فرونتال و در ارتفاع $\frac{2}{3}$ طول قد فرد (حدود وسط طول تنه آزمودنی) قرار داده شد (۲۱). سپس از فرد خواسته می شد تا دست ها را صاف و کشیده در جلوی بدن نگه دارد و فتوگرامتری توسط آزمونگر انجام شد (تصویر ۱).



تصویر ۱: رسم خطوط براساس نقاط مرجع آناتومیکی بر روی عکس دیجیتال برای اندازه گیری زوایای هایپرکایفوزیس و هایپرلوردوزیس و مقایسه آن با عکس رادیوگرافی

بعد از گرفتن عکس، با استفاده از نرم افزار Adobe Acrobat Reader زوایای هایپرکایفوزیس و هایپرلوردوزیس با وصل کردن ۳ نقطه و خط ایجاد شد. ابتدا از T۷ یک خط افقی به خط ۴۰ سانتی متر به عنوان خط رفرنس متصل شد و سپس از C۷ یک خط به انتهای این خط افقی و از T۱۲ خطی دیگر به انتهای خط افقی رسم گردید (تصویر ۱). برای بدست آوردن هایپرلوردوزیس نیز ابتدا از L۳ یک خط افقی به خط ۲۰ سانتی متر به

تحقیق در نهایت ۴۰ نفر در نظر گرفته شدند. نمونه گیری تحقیق حاضر از نوع هدفمند و در دسترس بود. تمامی آزمودنی‌ها افرادی هستند که توسط متخصصین ستون فقرات و طب فیزیکی معاینه گردیده و با دستور پزشک مربوطه، عکس رادیوگرافی از نمای جانبی را دارا می باشند و جهت اجرای تمرینات اصلاحی و یا تجویز بریس به مرکز جامع توانبخشی هلال احمر مراجعه نمودند. معیارهای ورود به تحقیق شامل داشتن هایپرکایفوزیس سینه ای و هایپرلوردوزیس کمری براساس نرم جامعه ایران که در دامنه سنی ۱۲ تا ۱۶ سال، بین ۳۶ تا ۴۱ درجه گزارش شده است با ۱ انحراف معیار بالاتر به عنوان معیار ورود اصلی تعیین (۱۱) و کسب رضایت نامه کتبی از والدین آزمودنی ها می باشد. البته آزمودنی ها در صورت عدم تمایل به ادامه فرآیند تحقیق (در ابتدا یا در طول تحقیق)، می توانستند از مطالعه خارج شوند. آزمودنی ها در صورت داشتن سابقه شکستگی، جراحی یا بیماری های مفصلی ستون فقرات، کمربند شانه و لگن و داشتن ناهنجاری اسکولیوز ستون فقرات (انحنای جانبی بیشتر از ۱۰ درجه و یا چرخش بیشتر از ۵ درجه) از تحقیق خارج می شدند.

روش اجرای فتوگرامتری

در ابتدا اطلاعات دموگرافی شرکت کنندگان شامل قد، وزن و شاخص توده بدنی اندازه گیری شد. سپس آزمودنی‌ها در فضایی که برای فتوگرامتری تعیین شده بود هدایت می شدند این محدوده، فضای محصور شده ای بود که به منظور یکسان سازی فرآیند فتوگرامتری برای تمامی آزمودنی ها، در آن مکانی مشخص برای قرار دادن پاهای فرد مشخص شده بود و همچنین خطوط مرجعی به صورت عمودی و به منظور استفاده در اندازه گیری های بعدی با نرم افزار، در آن مشخص گردید. تعیین فاصله خط مرجع بر اساس پیشنهادات مطرح شده در مطالعات قبلی که اشاره به استفاده از خط شاقولی در فاصله ای کمتر از ۱ متر و نیم و موازی با بدن داشته اند (۲۱،۲۲) و همچنین براساس مطالعه اولیه که محقق بر روی پنج نفر از نمونه ها انجام داد، انتخاب گردید. این خط برای تعیین زاویه کایفوز در پشت فرد و فاصله ۴۰ سانتی متری از مرکز ایستادن و برای زاویه لوردوز در فاصله ۲۰ سانتی متری مشخص گردید (۲۱،۲۲).

آزمودنی ها بعد از درآوردن کفش های خود، در محدوده

آزمون شاپیروویلیک وضعیت نرمال بودن تمامی متغیرها بررسی گردید و نتایج موجود در جداول ۱ و ۲ مربوط به این آزمون نشان می دهد که تمامی متغیرهای مطالعه نرمال می باشند ($p < 0.05$). نتایج آماری نشان می دهد که ارتباط معناداری بین روش کاب و فتوگرامتری در تعیین درجه هایپرکایفوزیس سینه ای نوجوانان وجود دارد ($r = 0.64, p = 0.001$). همچنین ارتباط معناداری بین فتوگرامتری مرحله اول و مرحله دوم در تعیین درجه هایپرکایفوزیس سینه ای وجود دارد ($r = 0.96, p = 0.001$). ضریب ICC نشان داد که این شاخص بزرگتر از ۰/۷ است که از میزان برش قابل قبول بالاتر است. از طرفی مشاهده می شود که ارتباط معناداری بین روش کاب و فتوگرامتری در تعیین درجه هایپرلوردوزیس کمری نوجوانان نیز وجود دارد ($r = 0.58, p = 0.001$). همچنین ارتباط معناداری بین فتوگرامتری مرحله اول و مرحله دوم در تعیین درجه هایپرلوردوزیس کمری نیز وجود دارد ($r = 0.87, p = 0.001$). ضریب ICC نشان داد که این شاخص بزرگتر از ۰/۷ است که از میزان برش قابل قبول بالاتر است (جدول ۳).

بحث و نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که روش فتوگرامتری در تعیین درجه هایپرکایفوزیس سینه ای و هایپرلوردوزیس کمری از پایایی درون آزمونگر بالایی برخوردار می باشد. اغلب مطالعات پیشین نیز در بررسی خود از ضریب همبستگی درون آزمونگر (ICC) برای تحلیل روایی فتوگرامتری استفاده نموده اند. از طرف دیگر، آنها فقط آن چه را که پایایی قوی (شاخص بین ۰/۸ و ۱) دارد را گزارش نموده و برخی مطالعات نیز مقادیر بالای ۰/۶۸ را گزارش می نمایند و آن را به عنوان یک توافق تعریف نموده اند (۲۹). شاخص پایایی در مطالعات با رادیوگرافی، در اغلب تحقیقات بیش از ۰/۷۷ و در مطالعات با فتوگرامتری بیش از ۰/۸۵ گزارش شده است (۱۸). به دلیل اختلاف زیاد در تکنیک ها و روش ها و متدهای محاسباتی متنوع در تعیین زوایای ستون فقرات، انجام روش های کاملا مشابه با مطالعات فتوگرامتری پیشین تا حدودی امکان پذیر نبوده است. علاوه بر این، انحنای ستون فقرات ممکن است از پارامترهای لگن (همترازی جانبی لگن، شیب استخوان

عنوان خط رفرنس متصل شد و سپس از T۱۲ و S۲ خطوطی مجزا به انتهای خط افقی ترسیم شد (تصویر ۱). به منظور بررسی پایایی روش فتوگرامتری تمامی اندازه گیری هایی که در بالا ذکر شد بین ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از ارزیابی اول عینا تکرار و برای تعیین میزان روایی همزمان روش فتوگرامتری نتایج اندازه گیری ها با میزان زوایای هایپرکایفوزیس سینه ای و هایپرلوردوزیس کمری عکس-های رادیوگرافی نمونه ها مقایسه گردید. شایان ذکر است که درجات هایپرکایفوزیس سینه ای و هایپرلوردوزیس کمری در عکس های رادیوگرافی آزمودنی ها، قبل از مراجعه به مرکز توسط متخصص ستون فقرات و با استفاده از روش کاب اندازه گیری شده بودند و به دلیل جلوگیری از سوگیری، آزمونگر تا قبل از تعیین این درجات با روش فتوگرامتری هیچ گونه اطلاعی از میزان درجات تعیین شده با رادیوگرافی نداشت.

پس از جمع آوری اطلاعات، از نرم افزار SPSS ۱۸ جهت تجزیه و تحلیل آماری استفاده شد. از روش های آماری توصیفی جهت تدوین جدول فراوانی، میانگین و درصدها استفاده گردید و در بخش آمار استنباطی از آزمون همبستگی پیرسون (Pearson Correlation Coefficient) برای تعیین روایی روش فتوگرامتری و برای پایایی و تکرارپذیری از شاخص همبستگی درون خوشه ای (Intraclass Correlation Coefficient; ICC) استفاده گردید. همچنین از آزمون شاپیرو ویلیک (Shapiro Wilk) برای بررسی نرمال بودن داده ها استفاده شد (۲۳). ضریب همبستگی درون آزمونگر از تحلیل واریانس چندین مؤلفه بدست می آید و معمولا مقادیر ICC را به صورت ضعیف (بین ۰ تا ۰/۲)، منصفانه (بین ۰/۳ تا ۰/۴)، متوسط (بین ۰/۵ تا ۰/۶)، قوی (بین ۰/۷ و ۰/۸) و تقریبا کامل (بزرگتر از ۰/۸) طبقه بندی می نمایند (۱۸). همچنین سطح معناداری در تمام روش های آماری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است.

یافته ها

در جدول ۱ اطلاعات مربوط به مشخصات دموگرافیک شرکت کنندگان در مطالعه ارائه شده است. جدول ۲ نتایج آمار توصیفی متغیرهای تحقیق در گروه های مورد مطالعه را براساس اطلاعات حاصل از رادیوگرافی و فتوگرافی در مراحل اول و دوم ارائه نموده است. همچنین با استفاده از

خاجی (Sacral) و انحراف و چرخش لگن)، طول واقعی و ظاهری اندام های تحتانی و سایر عوامل مانند قومیت،

جدول ۱: مشخصات دموگرافیک شرکت کنندگان در تحقیق

شاخص	تعداد آزمودنی ها	میانگین ± انحراف معیار	آزمون شاپیروویلیک آماره	p- مقدار
سن (سال)	۴۰	۱۵/۳۲ ± ۲/۵۷	۴/۱۶۵	۰/۵۳۸
وزن (کیلوگرم)	۴۰	۵۷/۳۲ ± ۷/۱۰	۱۳/۹۸۴	۰/۱۳۷
قد (سانتی متر)	۴۰	۱۶۳/۱۷ ± ۹/۷۲	۵/۲۰۵	۰/۰۹۶
شاخص توده بدنی (وزن/مجذور قد)	۴۰	۲۱/۰۲ ± ۱/۶۹	۶/۰۴۸	۰/۴۰۵

جدول ۲: نتایج آمار توصیفی متغیرهای تحقیق

شاخص	میانگین ± انحراف معیار	خطای معیار میانگین	آزمون شاپیروویلیک آماره	p- مقدار
انحنای کایفوزیس	راديوگرافي (درجه)	۵۴/۰۲ ± ۱۱/۹۲	۲/۰۴۵	۰/۹۸۴
فتوگرامتری مرحله اول (درجه)	۵۷/۴۱ ± ۹/۶۱	۱/۶۴	۰/۹۶۳	۰/۲۹۳
فتوگرامتری مرحله دوم (درجه)	۵۸/۰۱ ± ۹/۷۱	۱/۶۶	۰/۹۵۴	۰/۱۵۷
انحنای لوردوزیس	راديوگرافي (درجه)	۴۸/۳۴ ± ۱۳/۰۲	۲/۲۳	۰/۶۱۶
فتوگرامتری مرحله اول (درجه)	۴۸/۹۵ ± ۱۴/۱۸	۲/۴۳	۰/۹۵۸	۰/۲۰۶
فتوگرامتری مرحله دوم (درجه)	۵۰/۸۹ ± ۱۲/۹۰	۲/۲۱	۰/۹۷۳	۰/۵۴۷

چنانچه مقدار p در آزمون شاپیرو-ویلیک بیشتر از ۰/۰۵ باشد می توان با اطمینان بالایی توزیع داده ها را نرمال فرض کرد..

جدول ۳: ضریب پایایی فتوگرامتری در تعیین درجات کایفوزیس سینه‌ای و لوردوزیس کمری

شاخص	r	p- مقدار	ضریب ICC	کران پایین	کران بالا
فتوگرامتری مرحله اول (کایفوزیس)	۰/۹۶**	۰/۰۰۱	۰/۹۶	۰/۹۲۲	۰/۹۸۰
فتوگرامتری مرحله اول (لوردوزیس)	۰/۸۷۱**	۰/۰۰۱	۰/۸۶۷	۰/۷۵۰	۰/۹۳۱

و همکاران (۱۵) همخوان می باشد. با این تفاوت که تحقیق حاضر بر روایی و پایایی لوردوز کمری نیز صورت گرفته است. فرآیند ارزیابی و معاینه افراد از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این میان از ابزارها و وسایل مختلفی برای ارزیابی و تشخیص این ناهنجاری ها استفاده شده است که می توان به ابزارهایی همچون اسپینال موس، اسپینال پانتوگراف، اینکلاینومتر، خط کش منعطف و کایفومتر و رادیوگرافی اشاره نمود. برخی از مطالعات قابلیت اطمینان هر دو روش را تحلیل کرده اند (۱۵،۲۵)؛ با این حال، اطلاعات کمی در مورد این که آیا آن ها به طور کلی قابلیت اطمینان در ارزیابی روایی و پایایی را دارند، موجود است.

جنس و سن متاثر شود. بنابراین، با توجه به کلیه عواملی که ممکن است این اندازه ها را تحت تاثیر قرار دهد، کایفوز سینه ای و انحنای لوردوز کمری باید به طور جداگانه مورد بررسی قرار گیرد. آزمون های پایایی هر دو روش قابلیت اطمینان در نتایج خود را نشان داده اند. با این وجود، استفاده از تست های آماری مناسب برای تحلیل بهتر داده ها ضروری است.

از طرفی نتایج نشان داد که روش فتوگرامتری در تعیین درجه های کایفوزیس سینه ای و هایپرلوردوزیس کمری در مقایسه با رادیوگرافی از روایی قابل قبولی برخوردار است. نتایج تحقیق با نتایج تحقیقات Atkinson (۲۴)، Hazar

دقیق متدهای یکسان و یا معادلات محاسباتی مشخصی در دسترس تمام محققین وجود ندارد و احتمالا استخراج اطلاعات از روش های مختلف و متفاوتی انجام می شود و همین امر باعث می شود که در مطالعه و بررسی تحقیقات مرتبط پیشین، ارزیابی و جمع بندی نتایج دشوار باشد (۳۱). در مقابل Melvin و همکاران (۱۷) نیز به ممکن بودن جایگزین شدن فتوگرامتری به جای آزمون های رادیوگرافی برای ارزیابی انحرافات جانبی ستون فقرات معتقد بودند و همچنین برخی محققین سطح بالایی از روایی آزمون-آزمون مجدد و روایی داخلی اندازه گیری های فتوگرامتری را گزارش نموده اند (۳۰). به طور کلی تشخیص زودرس و به موقع این ناهنجاری ها می تواند در پیشگیری از پیشرفت و اصلاح آن ها کاملا مؤثر باشد و نقش بسیار مهمی در کاهش عوارض آن در زندگی بزرگسالی فرد ایفا نماید (۵). در تحقیق حاضر روایی و پایایی روش فتوگرامتری در تعیین درجات هایپرکایفوزیس سینه ای و هایپرلوردوزیس کمری در دختران و پسران نوجوان ایرانی تایید شد. خصوصا تکرارپذیری بالای روشی که در تحقیق حاضر استفاده گردید می تواند دلیلی بر این ادعا باشد که استفاده از این روش در کاهش تعداد دفعات قرار گرفتن فرد در معرض اشعه نقش مهمی دارد و از این رو امکان نظارت بر درمان پاسچر را نیز فراهم می کند. هرچند که همان گونه که تحقیقات قبلی نیز اشاره داشته اند، استفاده از این تکنیک در ارزیابی پاسچر به طور مستقیم به هر دو جنبه کیفیت جمع آوری داده ها و روش-های محاسباتی در تعیین زوایا بستگی دارد (۱۸).

در نهایت به نظر می رسد که می توان به متخصصین ارتوپدی ستون فقرات، طب فیزیکی، حرکات اصلاحی و دست اندرکاران حوزه سلامت پیشنهاد نمود که از تکنیک فتوگرامتری به عنوان اطلاعات مکمل برای ارزیابی های پاسچرال ستون فقرات در ارتباط با ناهنجاری های هایپرکایفوزیس و هایپرلوردوزیس استفاده نموده تا تعداد اسکن اشعه ایکس مورد نیاز به عنوان پارامترهای پیگیری برای اصلاح و درمان بویژه در جمعیت نوجوانان که درصد قابل توجهی از مبتلایان به این اختلالات وضعیتی را به خود اختصاص می دهند را کاهش دهند. همچنین از این تکنیک می توان در ارزیابی های گسترده با اهداف غربالگری جمعیت های بزرگ مثلا در مدارس استفاده نمود.

این نوع ارزیابی برای تعیین این که آیا ابزار یا روش اندازه گیری استفاده شده نشان دهنده اندازه معتبر آزمونگرهای مختلف یا اقدامات مختلف یک آزمونگر است، مهم است (۲۶،۲۷). هنگام ارزیابی ستون فقرات با استفاده از رادیوگرافی، متداول ترین روش برای محاسبه زاویه ها به روش کاب، ترسیم خطوط عمود از انتهای مهره های از پیش تعیین شده است. با این حال، طبق مطالعه Morrow و همکاران (۲۸) هنگام ترسیم این خطوط ممکن است خطایی رخ دهد که می تواند منجر به سوء تفسیر زاویه شود. همچنین در مورد فتوگرامتری، موارد متدولوژیکی وجود دارد که باید مورد توجه قرار گیرد، به عنوان مثال، قرارگیری دوربین و سه پایه، استفاده مناسب از خط عمودی و محاسبه زاویه (۲۸). Singla و همکاران (۸) نیز اخیرا از فتوگرامتری به عنوان روشی جایگزین و مکمل اشعه ایکس برای اندازه-گیری ناهنجاری های ستون فقرات از نماهای مختلف نام برده و بیان می کنند که این روش می تواند تعداد استفاده از اشعه ایکس برای ارزیابی ناهنجاری ستون فقرات و بررسی روند درمان را کاهش دهد و به عنوان روشی بی خطر، کم هزینه و در دسترس به شمار آید (۸). در این ارتباط Penha و همکاران (۴) بیان کرده اند فتوگرامتری ممکن است به سایر جنبه های ارزیابی بالینی و علائم بیماری کمک کند. شیوع بالای ناهنجاری وضعیت و اختلالات قامتی در بین دانش آموزان مدارس ابتدایی، حاکی از نیاز به انجام مداخلات برای بهبود راستای قامت و اصلاح ناهنجاری های وضعیتی در این گروه سنی است (۲۹). در تحقیقی Penha و همکاران (۲۹) گزارش نمودند روش فتوگرامتری قابلیت اطمینان موقت برای ارزیابی وضعیت ایستاده در میان دانش آموزان ابتدایی را دارد.

برخلاف نتایج این تحقیق، Dohnert (۳۰) بیان می کند که فتوگرامتری نمی تواند به عنوان یک روش غربالگری برای تشخیص اسکولیوز خفیف در مدارس استفاده شود. همچنین مقایسه روش فتوگرامتری با رادیوگرافی به دلیل وجود خطا و اختلافات قابل توجه در تکنیک های اجرایی و محاسبات زوایا در مطالعات پژوهشی قابل استناد و امکان پذیر نیست (۳۰). علاوه بر این، اگرچه روش های جمع آوری داده ها در طول مطالعات مشابه هستند اما در رابطه با ابعاد مختلف تحلیل داده ها، روش ها بسیار متفاوت و در بخش بررسی تحلیل تصاویر به طور

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از تمامی آزمودنی های شرکت کننده در این مطالعه اعلام می دارند. همچنین از مرکز جامع توانبخشی هلال احمر و خصوصا کلینیک حرکات اصلاحی این مرکز که در استفاده از ابزارهای مورد نیاز و بکارگیری آزمودنی های این تحقیق همکاری صمیمانه ای داشتند، تشکر و قدردانی می گردد. این تحقیق توسط کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج مورد تایید و ثبت قرار گرفته است (IR.IAU.K.REC.1398.065).

منابع

1. Mrozkowiak M, Walicka-Cupryś K, Magoń G. Comparison of Spinal Curvatures in the Sagittal Plane, as Well as Body Height and Mass in Polish Children and Adolescents Examined in the Late 1950s and in the Early 2000s. *Med Sci Monit* 2018; 24: 4489-4500.
2. Lizis P, Walaszek R. Evaluation of relations between body posture parameters with somatic features and motor abilities of boys aged 14 years. *Ann Agric Environ Med* 2014; 21(4): 810-814.
3. Nguyen A-D, Shultz SJ. Identifying relationships among lower extremity alignment characteristics. *J Athl Train* 2009; 44(5): 511-518.
4. Penha PJ, Baldini M, João SMA. Spinal postural alignment variance according to sex and age in 7- and 8-year-old children. *J Manipulative Physiol Ther* 2009; 32(2): 154-159.
5. Desouzart G, Gagulic S. Analysis of postural changes in 2nd cycle students of elementary school. *J Spine* 2017; 6(1): 2-3.
6. Rajabi R, Latifi S, Minoonejad H, Rajabi F. The effect of soft tissues in measurement of thoracic kyphosis by flexible ruler. *Sport Medicine Studies* 2016; 7(18): 91-104. [Persian]
7. Furlanetto TS, Candotti CT, Comerlato T, Loss JF. Validating a postural evaluation method developed using a Digital Image-based Postural Assessment (DIPA) software. *Comput Methods Programs Biomed* 2012; 108(1): 203-212.
8. Singla D, Veqar Z, Hussain ME. Photogrammetric assessment of upper body posture using postural angles: a literature review. *J Chiropr Med* 2017; 16(2): 131-138.
9. Ey-Chmielewska H, Chruściel-Nogalska M, Frączak B. Photogrammetry and its potential application in medical science on the basis of selected literature. *Adv Clin Exp Med* 2015; 24(4): 737-741.
10. Feng Q, Wang M, Zhang Y, Zhou Y. The effect of a corrective functional exercise program on postural thoracic kyphosis in teenagers: a randomized controlled trial. *Clinic Rehabil* 2018; 32(1): 48-56.

11. Rajabi R, Latifi S. The Norm of thoracic curves (kyphosis) and lumbar curve (lordosis) in men and women. *Research in sports science* 2010; 7: 13-30. [Persian]
12. Mohammadbeigi A, Mohammadsalehi N, Aligol M. Validity and reliability of the instruments and types of measurements in health applied researches. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*. 2015; 13(12): 1153-1170. [Persian]
13. Gheitasi M, Alizadeh M, Rajabi R, Ebrahimi E, et al. Effect of eight-week routine corrective exercises (stretching-strengthening exercises) on lateral curve of spine in non-structural scoliotic subjects. *Journal of Applied Exercise Physiology* 2014; 10(20): 93-106. [Persian]
14. Van Niekerk SM, Louw Q, Vaughan C, Grimmer-Somers K, et al. Photographic measurement of upper-body sitting posture of high school students: a reliability and validity study. *BMC musculoskeletal disorders* 2008; 9(1): 1-11.
15. Hazar Z, Karabicak GO, Tiftikci U. Reliability of photographic posture analysis of adolescents. *J Phys Ther Sci* 2015; 27(10): 3123-3126.
16. Hajduk K, Schmidtbleicher D. Reliability Of Photographic Postural Assessment In Male Elite Junior Soccer Players (under 16, 17 & 19). *Br J Sports Med* 2017; 51(4): 326-336.
17. Melvin M, Sylvia M, Udo W, Helmut S, et al. Reproducibility of rasterstereography for kyphotic and lordotic angles, trunk length, and trunk inclination: a reliability study. *Spine* 2010; 35(14): 1353-1358.
18. Porto AB, Okazaki VH. Thoracic kyphosis and lumbar lordosis assessment by radiography and photogrammetry: a review of normative values and reliability. *J Manipulative Physiol Ther* 2018; 41(8): 712-723.
19. do Rosário JLP. Photographic analysis of human posture: a literature review. *J Bodyw Mov Ther* 2014; 18(1): 56-61.
20. Furlanetto TS, Sedrez JA, Candotti CT, Loss JF. Photogrammetry as a tool for the postural evaluation of the spine: a systematic review. *World J Orthop* 2016; 7(2): 136-148.
21. Andrade MF, Chaves ÉdCL, Miguel MRO, Simão TP, et al. Evaluation of body posture in nursing students. *Rev Esc Enferm USP* 2017; 51: 1-8.
22. Porto AB, Okazaki VHA. Procedures of assessment on the quantification of thoracic kyphosis and lumbar lordosis by radiography and photogrammetry: A literature review. *J Bodyw Mov Ther* 2017; 21(4): 986-994.
23. Ruivo RM, Pezarat-Correia P, Carita AI. Intrarater and interrater reliability of photographic measurement of upper-body standing posture of adolescents. *J Manipulative Physiol Ther* 2015; 38(1): 74-80.
24. Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sport Med* 1998; 26(4): 217-238.
25. Mac-Thiong J-M, Berthonnaud É, Dimar JR, Betz RR, et al. Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth. *Spine* 2004; 29(15): 1642-1647.
26. Fontoura A, Formentin C, Abech E. *Practical Guide to Physical Assessment: A Didactic, Comprehensive, Up-to-Date Approach*. São Paulo, Brasil: Phorte Publisher; 2008: 48.
27. Saad KR, Colombo AS, Ribeiro AP, João SMA. Reliability of photogrammetry in the evaluation of the postural aspects of individuals with structural scoliosis. *J Bodyw Mov Ther* 2012; 16(2): 210-216.
28. Morrow JR, Jackson AW, Disch JG, Mood DP. *Measurement and Evaluation of Human Performance- 4*: Artmed Publisher; 2014: 126.
29. Penha PJ, Casarotto RA, Sacco I, Marques A, et al. Qualitative postural analysis among boys and girls of seven to ten years of age. *Braz J Phys Ther* 2008; 12(5): 386-391.
30. Döhnert MB, Tomasi E. Validity of computed photogrammetry for detecting idiopathic scoliosis in adolescents. *Braz J Phys Ther* 2008 ;12(4): 290-297.

31. Sacco IC, Alibert S, Queiroz B, Pripas D, et al.
Reliability of photogrammetry in relation to
goniometry for postural lower limb assessment.
Braz J Phys Ther 2007; 11(5): 411-417.