Research Paper: Designing and Evaluating the Validity and Reliability of the Biofeedback Tool for Healthy People With Postural Kyphosis

Shayesteh MohammadZadeh[1], *Amir Salar Jafarpisheh[1], Hamid Reza Mokhtarinia[1], Reza Oskouezadeh[1], Mehdi Norouzi[2]

1. Department of Ergonomics, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.
2. Social Determinants of Health Research Center, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation MohammadZadeh Sh, Jafarpisheh AS, Mokhtarinia HR, Oskouezadeh R, Norouzi M. [Designing and Evaluating the Validity and Reliability of the Biofeedback Tool for Healthy People With Postural Kyphosis (Persian)]. Archives of Rehabilitation. 2019; 19(4):340-353. http://dx.doi.org/10.32598/rj.19.4.340

http://dx.doi.org/10.32598/rj.19.4.340

CC BY NC

Received: 20 Mar 2018
Accepted: 13 Aug 2018
Available Online: 01 Jan 2019

ABSTRACT

Objective Kyphosis is one of the common abnormalities of the spine. However, correct preservation of the posture can play an important role in preventing and treating kyphosis. Biofeedback systems are among the methods used to prevent postural dysfunction. This study aimed to design a biofeedback tool to prevent kyphosis and evaluated reliability and validity of this tool.

Materials & Methods total of 17 students aged between 18 and 30 years participated in the study as inappropriately. In this study, a flexible ruler was used as a golden standard to measure the kyphosis. First, a microcontroller-based kyphosis control biofeedback device was designed using a flexural sensor. This device consists of a vibration generator that activates when microcontroller detects a kyphotic situation. In other words, by changing the physical condition, the flexural sensor resistance used in the smart biofeedback tool changes accordingly and the data collected by the flexural sensor are converted into a voltage variation with a simple resistance circuit. The output of the flexural sensor is input to the microcontroller so that as soon as the microcontroller detects an incorrect physical condition, it sends a control signal (based on the predefined threshold for the microcontroller) in a vibration feedback. If the curvature value is more than the threshold and lasts for at least 30 seconds, it will alert the user with vibration feedback. Vibration alert continues as long as the user is in the kyphotic situation and stops as soon as the user leaves the kyphotic situation and returns to the natural state. After installing the designed biofeedback tool on the target area of the body, the tool error is evaluated by counting the number of warnings in the normal state and lack of warning in the kyphotic condition. In addition, to check the repeatability of the biofeedback tool, measurements were made in two neutral conditions and a tissue for each situation twice, with a distance of 2 hours. In this research, the tool validity was measured by Kappa coefficient based on sensitivity, specificity, and reliability.

Results Correction of the physical condition is an effective technique used to reduce mechanical stress on the neck and shoulders by taking a natural state of the body. Wearable technology is a way to achieve this objective by continuously monitoring the physical condition of the person and giving him or her the needed feedback when the person's physical condition deviates from normal condition. In this research, a wearable tool was designed that people can use it very easily. Therefore, it can be used as a useful, simple, and non-invasive tool for clinical evaluation and measurement of kyphotic postural information. With further development of data recordings and feedback mechanisms, this system can be transformed into a portable tracking and posturing system to educate patients with spine deviations. This system is an inexpensive user-friendly device.

Corresponding Author:
Amir Salar Jafarpisheh, PhD.
Address: Department of Ergonomics, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.
Tel: +98 (912) 3107341
E-Mail: am.jafarpisheh@uswr.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

The results showed that the sensitivity of the designed biofeedback tool was 17.64% and its property was 100%. The kappa index was calculated at 100% for both neutral states, but in the first one, 17.64% was measured in the first load and 12% in the second time. Regarding the repeatability of the biofeedback tool, the studies showed that the results of the first and second times did not differ significantly.

Conclusion To the results, the biofeedback tool has sufficient validity in the neutral state, but it was not sufficient in the paper situation . In other words, the designed biofeedback device does not correctly diagnose the physical condition of the body in accordance with the golden standard (flexible ruler). In this regard, further consideration should be given to address its deficiencies. In addition, Kappa index values showed that the biofeedback tool was not well-suited to the kyphotic condition. However, this tool has a great deal of reliability at the time.

Keywords:
Spine, Kyphosis, Biofeedback tool, Reliability, Validity

Archive of SID

www.SID.ir

This Page Intentionally Left Blank

Archive of SID

www.SID.ir

طراحی و ارزیابی روایی و پایایی ابزار بیوفیدبک برای افراد سالم در معرض کیفوز پوسچرال

شایسته محمدزاده[۱]، * امیرسالار جعفرپیشه[۱]، حمیدرضا مختاری‌نیا[۱]، رضا اسکوئی‌زاده[۱]، مهدی نوروزی[۲]

۱- گروه ارگونومی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران.
۲- مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۲۹ اسفند ۱۳۹۶
تاریخ پذیرش: ۲۲ مرداد ۱۳۹۷
تاریخ انتشار: ۱۱ دی ۱۳۹۷

چکیده

هدف کیفوز وضعیتی، یکی از ناهنجاری‌های شایع ستون فقرات است که آگاهی از وضعیت بدنی و حفظ درست آن می‌تواند نقش مهمی در پیشگیری و درمان این ناهنجاری داشته باشد. سیستم‌های بیوفیدبکی یکی از روش‌های استفاده‌شده در پیشگیری از اختلالات پوسچرال هستند. هدف از این مطالعه، طراحی ابزار بیوفیدبک به منظور جلوگیری از قرارگرفتن در وضعیت کیفوتیک و ارزیابی پایایی و روایی آن است.

روش بررسی ۱۷ دانشجو رده سنی ۱۸ تا ۳۰ سال به صورت غیراحتمالی ساده، در مطالعه شرکت کردند. در این مطالعه برای ارزیابی شاخص کیفوز از خط‌کش انعطاف‌پذیر به عنوان استاندارد طلایی استفاده شد. ابتدا دستگاه بیوفیدبک کنترلی کیفوز با محوریت میکروکنترلر با استفاده از حسگر خمشی طراحی شد. این دستگاه شامل یک تولیدکننده لرزش است که در صورت وقوع وضعیت کیفوتیک با فرمان میکروکنترلر شروع به لرزش می‌کند. به این صورت که با تغییر وضعیت بدنی، مقاومت حسگر خمشی استفاده‌شده در ابزار بیوفیدبکِ هوشمندِ طراحی‌شده نیز تغییر می‌کند و داده‌هایی که حسگر خمشی ثبت کرده است با یک مدار مقاومتی ساده به تغییرات ولتاژ تبدیل می‌شود. خروجی حسگر خمشی، وارد A/D میکروکنترلر می‌شود تا به محض تشخیص وضعیت بدنی ناصحیح، میکروکنترلر یک سیگنال کنترل (بر اساس آستانه برنامه‌ریزی‌شده برای میکروکنترلر) به صورت فیدبک لرزشی ارسال کند. در صورتی که مقدار خمیدگی بیشتر از مقدار آستانه باشد و این آستانه خمیدگی، حداقل ۳۰ ثانیه طول بکشد، به کاربر به شکل فیدبک لرزشی هشدار می‌دهد. هشدار لرزشی مادامی که کاربر در وضعیت بدنی کیفوتیک است، ادامه می‌یابد و به محض تغییر وضعیت کاربر از کیفوتیک به خنثی، قطع می‌شود. با نصب ابزار بیوفیدبک طراحی‌شده در منطقه مدنظر از بدن شرکت‌کنندگان، درصد خطای ابزار از طریق شمارش تعداد دفعات هشدار در وضعیت خنثی و هشدارندادن در وضعیت کیفوتیک بررسی شد. همچنین برای بررسی تکرارپذیری ابزار بیوفیدبک، اندازه‌گیری در دو وضعیت خنثی و کیفوتیک برای هر وضعیت دو بار با فاصله ۲ ساعت انجام شد. در این تحقیق، روایی ابزار با استفاده از مقادیر حساسیت و ویژگی و پایایی آن با استفاده از ضریب کاپا سنجیده شد.

یافته‌ها اصلاح وضعیت بدنی تکنیکی مؤثر و مورد استفاده است که هدف آن کاهش فشار مکانیکی روی عضلات گردن و شانه از طریق گرفتن وضعیت بدنی خنثی و طبیعی است. تکنولوژی پوشیدنی می‌تواند روشی برای رسیدن به این هدف از طریق مونیتورکردن مداوم وضعیت بدنی کسی باشد که آن را می‌پوشد تا در هنگامی که وضعیت بدنی فرد در شرایط نامطلوب قرار می‌گیرد، فیدبک لازم را به او بدهد. در این تحقیق ابزاری طراحی شد که افراد به‌راحتی بتوانند آن را بپوشند و استفاده از آن بسیار راحت است؛ بنابراین، می‌توان از این روش به عنوان روشی مفید، ساده و غیرتهاجمی برای ارزیابی بالینی و اندازه‌گیری اطلاعات پوسچر کیفوتیک استفاده کرد. با توسعه بیشتر در ثبت داده‌ها و مکانیسم فیدبک، این سیستم می‌تواند به سیستم قابل‌حمل ردیابی و بررسی پوسچر، برای آموزش مبتلایان به انحراف وضعیت تبدیل شود. این سیستم دستگاهی کاربرپسند و هزینه آن پایین است. نتایج نشان دادند مقدار حساسیت ابزار بیوفیدبک طراحی‌شده برابر با ۱۷/۶۴ درصد و ویژگی آن برابر با ۱۰۰ درصد است. مقدار شاخص کاپا برای هر دو بار اندازه‌گیری در وضعیت خنثی برابر با ۱۰۰ درصد محاسبه شد، اما در وضعیت کیفوتیک در اندازه‌گیری بار اول برابر با ۱۷/۶۴ درصد و در اندازه‌گیری بار دوم برابر با ۱۲ درصد به دست آمد. در بررسی تکرارپذیری ابزار بیوفیدبک، بررسی‌ها نشان دادند نتایج بار اول و بار دوم تفاوت چندانی با هم نداشتند.

نتیجه‌گیری نتایج نشان داد ابزار بیوفیدبک در وضعیت خنثی، روایی کافی را دارد، اما در وضعیت کیفوتیک، روایی کافی ندارد. به عبارت دیگر ابزار بیوفیدبک طراحی‌شده وضعیت بدنی کیفوتیک را مطابق با استاندارد طلایی (خط‌کش انعطاف‌پذیر) به‌درستی تشخیص نمی‌دهد و از این نظر باید بیشتر بررسی شود تا نواقص آن رفع شود. همچنین مقادیر شاخص کاپا نشان دادند ابزار بیوفیدبک در وضعیت کیفوتیک پایایی مناسبی ندارد، اما این ابزار پایایی مناسبی در زمان دارد.

کلیدواژه‌ها:
ستون فقرات، کیفوز، ابزار بیوفیدبک، پایایی، روایی

* **نویسنده مسئول:**
دکتر امیرسالار جعفرپیشه
نشانی: تهران، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، گروه ارگونومی.
تلفن: ۳۱۰۷۳۴۱ (۹۱۲) ۹۸+
رایانامه: am.jafarpisheh@uswr.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

محیط کار مدرن در بسیاری از افراد، باعث ایجاد وضعیت بدنی ضعیف ناشی از وضعیت نادرست ایستای بدن، حرکت محدود در محل کار و حرکات تکراری ناشی از نیاز شغلی شده است. این موضوع به علت استفاده از دستگاه‌هایی مانند دستگاه‌های هوشمند در همه جنبه‌های زندگی در حال تشدیدشدن است و روی سلامتی افراد تأثیر منفی گذاشته است [۱]. بیشتر اوقات افراد از طریق نشانه‌های درد یا ناراحتی‌ای که از آن رنج می‌برند، درباره وضعیت بدنی نامناسب خود آگاه می‌شوند، اما یا فاقد بینش لازم درباره چگونگی اصلاح وضعیت بدنی خود هستند یا وضعیت‌های بدنی مناسب را نمی‌شناسند و نمی‌دانند چگونه وضعیت‌های بدنی مناسب را حفظ کنند [۲].

ستون فقرات سینه‌ای به طور طبیعی در قسمت خلفی محدب است که به آن کیفوز[1] گفته می‌شود. کیفوز طبیعی ستون فقرات سینه‌ای ممکن است به دلایل مختلف نظیر علل وضعیتی افزایش یابد [۳]. یکی از ناهنجاری‌های شایع ستون فقرات، کیفوز غیرطبیعی یا افزایش قوس ستون فقرات پشتی است [۴]. انواع دیگری از اشکال ناراحتی‌های ستون فقرات، به‌ویژه در ناحیه کمری، در زمینه کمردرد، در مشاغل و سنین مختلف وجود دارد که موضوع بحث این قسمت نیست [۵]. در کیفوز غیرطبیعی زاویه انحنای ستون فقرات سینه‌ای به بیش از ۴۰ درجه افزایش می‌یابد [۶].

کیفوز غیرطبیعی متداول‌ترین نوع اختلال وضعیتی و متداول‌ترین ناهنجاری ساختار قامتی است که همراه با اختلال در عملکردهای جسمانی و حرکتی، اختلالات تنفسی، کاهش انعطاف‌پذیری عضلات قفسه سینه، عضلات سینه‌ای بزرگ و کوچک، عضلات پشتی بزرگ و دندان‌های قدامی، عضلات ستون فقرات گردن (عضلات گوشه‌ای و تراپزیوس) و فعالیت پایین بدنی است [۱۰-۷]. این تغییر شکل به دو صورت ساختاری یا وضعیتی دیده می‌شود. در کیفوز ساختاری افزایش میزان طبیعی قوس (۲۰ تا ۴۰ درجه) به دلایلی مثل تغییرات آناتومیکی و ساختاری در دیسک‌های بین‌مهره‌ای، کاهش حِرم مهره‌های سینه‌ای قدامی و نبود تعادل بین عضلات و بافت نرم نگه‌دارنده ستون فقرات، ایجاد می‌شود [۱۲، ۱۱]. کیفوز وضعیتی نیز ناشی از قرارگرفتن در وضعیت‌های بدنی نادرست است و اگر به‌موقع اصلاح نشود، به‌تدریج پیشرفت می‌کند و به کیفوز ساختاری تبدیل می‌شود [۱۲].

فراوان‌ترین ناهنجاری بالاتنه در بین دختران دانش‌آموز، ناهنجاری کیفوز است و به طور کلی نسبت ابتلا به کیفوز در زنان در مقایسه با مردان ۲ به ۱ است [۱۳]. هازبروک[2] شیوع ۱۵/۳ درصدی کیفوز را در کودکان ۱۱ساله گزارش کرده است.

همچنین موریس[3] شیوع ۳۸درصدی در افراد ۲۰ تا ۵۰ساله و کاتر[4] شیوع ۳۵ درصدی در افراد ۲۰ تا ۶۴ساله را برای این ناهنجاری گزارش کرده‌اند [۱۴]. نظارت و آگاهی از وضعیت بدنی می‌تواند تأثیر مفیدی در پیشگیری و درمان بیماری‌های ستون فقرات، به‌ویژه کیفوز داشته باشد. اصلاح وضعیت بدنی تکنیکی مؤثر و مورد استفاده است که هدف آن کاهش فشار مکانیکی روی عضلات گردن و شانه از طریق گرفتن وضعیت بدنی خنثی و طبیعی است [۱۵].

مزیت پوسچر بدنی خنثی و مطلوب آن است که کمترین استرس ممکن را روی بافت‌های بدن ایجاد می‌کند [۱۶]. تکنولوژی پوشیدنی می‌تواند روشی برای رسیدن به این هدف از طریق مونیتورکردن مداوم وضعیت بدنی کسی باشد که آن را می‌پوشد تا در هنگامی که وضعیت بدنی فرد در شرایط نامطلوب قرار می‌گیرد بازخورد لازم را به او بدهد [۱۷]. روش‌هایی از قبیل کیفوزسنج برونر، خط‌کش انعطاف‌پذیر، گونیامتر، اسپاینال‌موس و شیب‌سنج برای اندازه‌گیری انحنای ستون فقرات توصیه شده‌اند، که در میان این روش‌ها، استفاده از خط‌کش انعطاف‌پذیر به عنوان وسیله غیرتهاجمی اندازه‌گیری کیفوز و لوردوز، ارزان و کاربرد آن آسان است [۱۸، ۱۹].

کیفوز پوسچرال تا حدودی با انجام ورزش‌های کششی عضلات پشت و ورزش‌های مربوط به اصلاح پوسچر قابل‌بهبود است و می‌توان از پیشرفت و تبدیل آن به کیفوز ساختاری جلوگیری کرد، اما از آنجا که افراد انگیزه کمی برای انجام این قبیل ورزش‌ها را دارند درمانگر با مشکلات زیادی روبه‌رو می‌شود [۲۰]؛ بنابراین به روش و ابزار ساده و دردسترس نیاز است که شخص در حین انجام کارهایش و بدون نیاز به مراجعه به یک شخص یا مرکز بتواند از وضعیت بدنی ناصحیح خود مطلع شود. یکی از روش‌های غیرتهاجمی مورداستفاده در این زمینه بیوفیدبک است که در آن با دریافت اطلاعات فیدبک صوتی یا تصویری یا لرزشی از رفتار بخش‌های مختلف بدنی و پردازش آن از جانب سیستم اعصاب مرکزی واکنش مناسب داده می‌شود [۱۵].

وانگ[5] و همکارش در سال ۲۰۰۷ با استفاده از سه حسگر، برای اندازه‌گیری تغییرات وضعیت بدنی در حرکات بالاتنه در هنگ‌کنگ مطالعه‌ای انجام دادند. با استفاده از سه ماژول حسگر که هریک از ماژول‌ها شامل شتاب‌سنج‌های سه‌محوری و سه ژیروسکوپ تک‌محوری بودند، روشی برای ردیابی حرکات بالاتنه و برآورد تغییرات ناحیه‌ای وضعیت بدنی بالاتنه در صفحات سهمی و تاجی معرفی شد. ماژول‌های حسگر با سیستم سنجش جدید، در سطح مهره‌های اول و دوم قفسه سینه[6]، مهره T_{12} و

1. Kyphosis
2. Hazebroek
3. Morris
4. Cuter
5. Wong
6. The first thoracic vertebrae / The second thoracic vertebrae (T_1/T_2)

Archive of SID
www.SID.ir

مهره اول ساکروم[7] در پشت فرد روی پوست متصل شدند. از اندازه‌گیری زاویه با ماژول‌های حسگر، برای برآورد تغییرات ستون فقرات ۹ فرد سالم در طول حرکت بالاتنه آن‌ها استفاده شد. اندازه‌گیری‌های سیستم سنجش، همبستگی بالایی با اندازه‌گیری سیستم تحلیل ویکون داشت. این روش را می‌توان روشی مفید برای اندازه‌گیری اطلاعات وضعیت بالاتنه تلقی کرد.

با گسترش بیشتر در ثبت داده‌ها و مکانیسم فیدبک، این سیستم برای آموزش کسانی که مبتلا به انحراف وضعیت هستند، می‌تواند به سیستمی با قابلیت حمل، ردیابی و بررسی وضعیت بدنی تبدیل شود [۲۱]. چائوما[8] و همکاران (۲۰۰۸) مطالعه‌ای با هدف مقایسه تأثیرات بیوفیدبک با ورزش فعال و درمان منفعل در درمان درد گردن و شانه مربوط به کار انجام دادند. همه شرکت‌کنندگان (۶۰ نفر) درد مداوم شانه و گردن مربوط به استفاده از کامپیوتر را به مدت بیش از ۳ ماه در سال گذشته داشتند. از ۳ مداخله برای ۶ هفته استفاده شد. در گروه بیوفیدبک، به شرکت‌کنندگان آموزش داده شد که هر روز در حین انجام کار با کامپیوتر از دستگاه بیوفیدبک روی عضلات تراپزیوس فوقانی دوطرفه[9] استفاده کنند.

شرکت‌کنندگان گروه ورزش، روزانه از یک برنامه ورزشی استاندارد برای عضلات خود استفاده کردند. در گروه درمان منفعل، از مداخله درمانی و بسته‌های گرم در روی گردن و شانه‌های شرکت‌کنندگان استفاده شد. به گروه شاهد یک کتابچه آموزشی درباره ارگونومی اداری داده شد. درد و شاخص NDI دوباره بعد از ۶ ماه، ارزیابی شدند. نتایج نشان داد میانگین نمرات درد و شاخص NDI بعد از مداخله، در گروه بیوفیدبک به طور چشمگیری بیشتر از سه گروه دیگر کاهش یافت و در ۶ ماه بعد حفظ شد. فعالیت عضله ارکتور اسپاین بعد از مداخله، کاهش معنی‌داری در گروه بیوفیدبک نشان داد و روند مداومی در کاهش فعالیت UT وجود داشت؛ بنابراین ۶ هفته تمرین بیوفیدبک نتایج مطلوب‌تری در کاهش درد و بهبود فعالیت عضلات گردن در بیماران مبتلا به درد مربوط به کار داشت [۲۲].

لوو[10] و همکاران در مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۲ با عنوان «مهار (وسیله کنترل‌کننده) هوشمند یا لباس هوشمند برای درمان کیفوز» به ارزیابی اثر معالجه مداوم در کمک به بهبود کیفوز کودکان پرداختند. آن‌ها وسیله کنترل‌کننده هوشمندی متشکل از مهار محکم و سیستم سنجش وضعیت، برای اندازه‌گیری کیفوز و ایجاد فیدبک لرزشی در طول فعالیت‌های روزانه تهیه کردند. سیستم سنجش، از دو واحد سنسور تشکیل شده بود و هر دو واحد شتاب‌سنج سه‌محوری و ژیروسکوپ دومحوری برای محاسبه چرخش داشتند. یکی از سنسورها به عنوان فرمان‌دهنده در سطح مهره T_3 و دومی به عنوان اطاعت‌کننده در سطح مهره T_{12} قرار داده شد که به شکل بی‌سیم با هم در ارتباط بودند. بعد از اعتبارسنجی، این سیستم با پنج فرد معمولی آزمایش شد. نتایج این مطالعه نشان داد می‌توان زوایای کیفوز را با استفاده از لباس یا مهار هوشمند، نسبتاً دقیق اندازه‌گیری کرد و هنگامی که فیدبک لرزشی ایجاد شود، زاویه کیفوز بهبود پیدا می‌کند [۲۳].

ژنگ[11] و همکارش در سال ۲۰۱۲ روش‌های بازخورد دیداری و لرزشی برای هدایت وضعیت بدنی نشسته را مقایسه کردند. آنان یک صندلی جدید اداری را به عنوان راهنمای وضعیت بدنی معرفی کردند. شرکت‌کنندگان، کاهش عملکرد تایپ و زمان واکنش دو نوع فیدبک را تجربه کردند؛ اما تفاوت در کاهش عملکرد بین دو روش فیدبک از نظر آماری معنی‌دار نبود. نتیجه مطالعه نشان داد در کارهای اداری مثل تایپ با کامپیوتر، انتقال فیدبک به روش بصری، می‌تواند روی حس بینایی بار اضافی وارد کند؛ در حالی که فیدبک لمسی را می‌توان جایگزین مناسبی دانست. همچنین فیدبک لرزشی و دیداری از نظر تأثیر در وضعیت‌های بدنی شبه‌تعادلی و کارهای معمولی مثل کارهای اداری نشسته، مشابه هم هستند [۲۴].

بانسال[12] و همکاران در سال ۲۰۱۲ در کانادا، مروری نظام‌مند انجام دادند با هدف بررسی اینکه آیا ورزش می‌تواند هایپرکیفوزیس را از طریق کاهش زاویه کیفوز سینه در افراد بزرگسال بالای ۴۵ سال بهبود بخشد. دو ارزیاب پایگاه‌های داده مربوط به موضوع را برای یافتن مقاله‌ها از شروع کار هر پایگاه داده تا سال ۲۰۱۲ با استفاده از کلمات کلیدی با مفهوم ورزش، وضعیت بدنی، هایپرکیفوزیس و سن بیش از ۴۵ سال جست‌وجو کردند. پس از استخراج داده‌ها از مقالات مرتبط و انجام متاآنالیز، مشاهده شد مدارک دردسترس درباره تأثیر ورزش روی هایپرکیفوزیس نادر است و عمدتاً کیفیت پایینی دارند و مطالعات اندکی ورزش را مداخله قابل قبولی برای افراد مبتلا به هایپرکیفوزیس مربوط به سن دانسته‌اند [۱۵].

با توجه به مطالعات گذشته ملاحظه می‌شود بیشتر این مطالعات روی افراد بیمار و با وضعیت بدنی نامناسب انجام گرفته است و در اغلب این مطالعات، روایی و پایایی ابزار بررسی نشده است. همچنین مطالعات گذشته نشان داده‌اند استفاده از بیوفیدبک با هشدار لرزشی در مقایسه با روش‌های دیگر، تأثیر بیشتری در اصلاح پوسچرهای غلط دارد؛ بنابراین با توجه به اهمیت پیشگیری از ایجاد کیفوز وضعیتی سینه‌ای [۱۸، ۲۵] و اصلاح پوسچرهای غلط، نیاز به طراحی ابزاری روا و پایا وجود دارد که هنگام قرارگیری فرد در وضعیت بدنی کیفوتیک با ایجاد هشدار او را از ادامه قرارگیری در این وضعیت بازدارد؛ بنابراین

7. The first sacral vertebra (S_1)
8. Chao Ma
9. Upper trapezius
10. Lou
11. Zheng
12. Bansal

Archive of SID
www.SID.ir

هدف از این مطالعه طراحی و ساخت دستگاه بیوفیدبک کیفوز و بررسی روایی و پایایی آن است.

روش بررسی

آزمودنی‌ها

در این مطالعه ۱۷ نفر از دانشجویان سالم دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی در بازه سنی ۱۸ تا ۳۰ سال به روش غیراحتمالی ساده در مطالعه شرکت کردند. انتخاب نمونه بر اساس نوموگرام[۱۳] انجام گرفت.

معیارهای ورود افراد به مطالعه

نبود مشکل ساختاری، دفورمیتی مادرزادی یا شکستگی در ستون فقرات و همچنین هرگونه عمل جراحی تأثیرگذار بر ساختار ستون فقرات.

ابزار جمع‌آوری داده‌ها

خط‌کش انعطاف‌پذیر

خط‌کش انعطاف‌پذیر تکنیکی غیرتهاجمی در ارزیابی انحنای ستون فقرات است. خط‌کش انعطاف‌پذیر، در حالت ایستاده اجرا می‌شود [۱۰] و از اطلاعات آن برای اندازه‌گیری شاخص کیفوز استفاده می‌شود. شاخص کیفوز بر اساس فرمول زیر محاسبه شد:

$$KI=(TW/TL)\times 100$$

که در آن TL (طول توراسیک) فاصله به‌دست‌آمده از اتصال دو انتهای منحنی حاصل از اندازه‌گیری با خط‌کش انعطاف‌پذیر و TW (عرض توراسیک) فاصله به‌دست‌آمده از اتصال بیشترین قطر بین منحنی و خط عمود است [۳، ۱۰].

در مطالعات انجام‌شده به کمک خط‌کش انعطاف‌پذیر، شاخص کیفوز بر اساس طول ستون فقرات بیشتر از ۱۳ سانتی‌متر تعیین شده است [۳، ۱۰]. مقدار شاخص کیفوز نشان‌دهنده وضعیت سلامت ستون فقرات است [۳، ۱۰]. برای به‌دست‌آوردن این مقادیر ابتدا با استفاده از خط‌کش انعطاف‌پذیر، شکل انحنای ستون فقرات در ناحیه بین C_7 و T_{12} از طریق قالب‌ریزی خط‌کش در این فاصله بر روی پوست تعیین می‌شود. طول توراسیک از طریق وصل‌کردن ابتدا و انتهای انحنا تعیین می‌شود. عرض توراسیک یا پهنا به عنوان بیشترین فاصله عرضی بین انحنای ستون فقرات و خط عمود در نظر گرفته می‌شود. در این تحقیق با استفاده از اندازه‌های به‌دست‌آمده، شاخص کیفوز یا IK محاسبه شد و با مقدار استاندارد شاخص کیفوز یعنی ۱۳ سانتی‌متر مقایسه شد.

۱۳. نوموگرام جدولی است که در کارآزمایی‌های بالینی با استفاده از آن حجم نمونه را تعیین می‌کنند.

برای ساخت (نمونه اولیه) دستگاه از قطعات زیر استفاده شد:

سنسور خمشی: این سنسور بر روی مهره‌های C_7 و T_{12} ستون فقرات نصب می‌شود تا داده‌های مربوط به تغییر خمیدگی در فاصله بین این دو مهره را به تغییر ولتاژ تبدیل کند [۲۵، ۲۶].

میکروکنترلر: نوعی سخت‌افزار برنامه‌پذیر است که مرکز اصلی دریافت داده، پردازش اطلاعات و تولید خروجی در این تحقیق است. ورودی میکروکنترلر، داده‌های دریافت‌شده حسگر خمشی است و خروجی آن نتایجی است که بر اساس حد آستانه برنامه‌ریزی‌شده به دستگاه به شکل فیدبک لرزشی نمایان می‌شود [۲۶، ۲۷].

مدارات رابط: مدارات رابط بین حسگر خمشی و میکروکنترلر برای ارسال داده‌های دریافت‌شده حسگر خمشی به ورودی میکروکنترلر و نیز بین میکروکنترلر و نمایشگر و همچنین بین میکروکنترلر و تولیدکننده لرزش قرار می‌گیرند. وظیفه این مدارات، تقویت ولتاژ یا جریان و راه‌اندازی مدارات جانبی است [۲۷].

نمایشگر: نتایج حاصل از پردازش میکروکنترلر را نشان می‌دهد [۲۶، ۲۸].

باتری: به عنوان منبع تغذیه دستگاه است [۲۶، ۲۷]

هشدار لرزشی: یک تولیدکننده لرزش است که در صورت وقوع وضعیت کایفوتیک با فرمان میکروکنترلر شروع به لرزش می‌کند. این لرزش به عنوان بیوفیدبک به فرد آزمودنی منتقل می‌شود [۲۷].

با تغییر وضعیت بدنی، مقاوت حسگر خمشی استفاده‌شده در ابزار بیوفیدبک هوشمند طراحی‌شده نیز مطابق با آن تغییر می‌کند و داده‌هایی که حسگر خمشی جمع‌آوری کرده است با یک مدار مقاومتی ساده به صورت تغییر ولتاژ تولیدی تبدیل می‌شود. خروجی حسگر خمشی، وارد A/D میکروکنترلر می‌شود تا به محض تشخیص وضعیت بدنی ناصحیح، میکروکنترلر یک سیگنال کنترل (بر اساس آستانه برنامه‌ریزی‌شده برای میکروکنترلر) به صورت فیدبک لرزشی ارسال کند.

از حسگر خمشی برای سنجش میزان خمیدگی در فاصله بین مهره‌های C_7 و T_{12} استفاده شد که پس از تشخیص خمیدگی با استفاده از میکروکنترلر سیگنالی، از میکروکنترلر به درایو هشدار لرزشی ارسال می‌شود و در صورتی که مقدار خمیدگی بیشتر از مقدار آستانه باشد و این آستانه خمیدگی، حداقل ۳۰ ثانیه طول بکشد به کاربر به شکل فیدبک لرزشی هشدار می‌دهد. هشدار لرزشی مادامی که کاربر در وضعیت بدنی کیفوتیک[۱۴] است ادامه می‌یابد و به محض تغییر وضعیت کاربر از کیفوتیک به خنثی قطع می‌شود، ولی دستگاه ارزیابی پوسچر همچنان آماده به کار است تا

۱۴. وضعیتی که در آن سر از حالت خنثی به طرف جلو می‌آید و به صورت انحراف از ستون فقرات خنثی تعریف می‌شود؛ به طوری که ستون فقرات انحنای طبیعی خود را حفظ نکند.

Archive of SID
www.SID.ir

تصویر ۱. ابزار بیوفیدبک طراحی‌شده

توانبخشی

در صورت تکرار وضعیت بدنی کیفوتیک هشدار لازم صادر شود. تصویر شماره ۱ تصویری از ابزار طراحی‌شده را نشان می‌دهد.

روش کار

بعد از طراحی و ساخت دستگاه، برای تست دستگاه در شرایط آزمایشگاهی، لازم بود ابتدا آستانه تشخیص تغییر حالت برای دستگاه تعیین شود؛ بنابراین ۱۰ فرد سالم (۵ خانم، ۵ آقا) از دانشجویان دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی به صورت پایلوت آزمایش شدند. بدین صورت که تمام مراحل آزمایش روی هر فرد انجام شد که بعد از انجام این کار نتیجه‌گیری شد که نرم‌افزار تشخیص تغییر حالت فرد در میکروکنترلر، باید عدد ولتاژ خروجی A/D برابر ۱۴ واحد را مبنای تصمیم‌گیری قرار دهد. به منظور سهولت تشخیص در فاز پایلوت این عدد بر نمایشگری که واسط خروجی ابزار بود، نمایش داده می‌شد. دستگاه بیوفیدبک ارزیابی پوسچر باید روی عدد ۱۴ تنظیم شود. در فاز پایلوت نتیجه گرفته شد هنگامی که افراد از پوسچر خنثی وارد پوسچر کیفوتیک می‌شدند ولتاژ خروجی A/D دستگاه از عدد ۱۳، «پوسچر خنثی» به عدد ۱۴، «پوسچر کیفوتیک» تغییر می‌یافت و هشدار لرزشی صادر می‌کرد.

پس از ثبت اطلاعات دموگرافیک (سن، جنس، قد و وزن) شرکت‌کنندگان، شاخص کیفوز این افراد در وضعیت خنثی اندازه‌گیری شد و از سالم‌بودن آنان اطمینان حاصل شد. بعد از اطمینان از سالم‌بودن هریک از افراد علائم را پاک کرده بعد از یک دقیقه استراحت، از آزمودنی خواسته شد دوباره در حالت وضعیت بدنی خنثی قرار گیرد تا دوباره اندازه‌گیری با خط‌کش انعطاف‌پذیر به عنوان استاندارد طلایی و اتصال سنسورهای دستگاه بیوفیدبک در ناحیه بین مهره C_7 و T_1 (برجستگی استخوانی زیر مهره C_7) با استفاده از چسپ دوطرفه صورت گیرد. سپس پاسخ دستگاه بیوفیدبک در وضعیت بدنی خنثی برای هریک از افراد ثبت شد.

در مرحله بعد، اندازه‌گیری‌ها دقیقاً مشابه مرحله قبل انجام گرفت؛ به صورتی که فرد در وضعیت بدنی کیفوتیک قرار می‌گرفت و مجدداً اندازه‌گیری هم‌زمان با استفاده از خط‌کش انعطاف‌پذیر و دستگاه بیوفیدبک صورت گرفت. شاخص کیفوز در این حالت محاسبه شد (در کیفوز وضعیتی، باید مقدار این شاخص بیشتر از ۱۳ باشد). سپس در همان حالت کیفوز وضعیتی، سنسور دستگاه در ناحیه بین مهره‌های C_7 و T_{12} با استفاده از چسپ دوطرفه کاملاً محکم و دقیق نصب شد و خط‌کش انعطاف‌پذیر روی ناحیه ذکرشده قرار داده شد و بعد از ۳۰ ثانیه پاسخ دستگاه (آلارم یا عدم آلارم) ثبت شد.

برای بررسی تکرارپذیری دستگاه ۲ ساعت بعد مجدداً اندازه‌گیری به روش ذکرشده انجام گرفت و پاسخ‌های درست و نادرست ثبت شد. برای تحلیل داده از نسخه ۲۲ نرم‌افزار SPSS استفاده شد. برای بررسی روایی (اعتبار) ابزار، شاخص‌های حساسیت و ویژگی استخراج شد. حساسیت، یعنی ابزار موردنظر، در اینکه وضعیت بدنی کیفوتیک را مطابق با استاندارد طلایی (خط‌کش انعطاف‌پذیر) به‌درستی تشخیص و هشدار لرزشی صحیح (بر اساس آستانه ازقبل‌تعیین شده) را بدهد، چقدر توانایی دارد. حساسیت، حاصل تقسیم موارد مثبت واقعی (وضعیت کیفوتیک صحیح تشخیص‌داده‌شده) به حاصل جمع موارد مثبت واقعی و موارد منفی کاذب (وضعیت کیفوتیک اشتباه تشخیص داده شده) است [۲۸].

Archive of SID
www.SID.ir

ویژگی، یعنی ابزار مدنظر برای اینکه وضعیت بدنی خنثی را مطابق با استاندارد طلایی (خط‌کش انعطاف‌پذیر) به‌درستی تشخیص دهد و هشدار لرزشی صحیح را صادر کند، چقدر توانایی دارد [۲۸]. ویژگی، حاصل تقسیم موارد منفی واقعی (وضعیت خنثی صحیح تشخیص‌داده‌شده) به حاصل جمع موارد منفی واقعی و مثبت کاذب (وضعیت خنثی اشتباه تشخیص‌داده‌شده) است [۲۸]. برای بررسی پایایی (تکرارپذیری) دستگاه از شاخص کاپا استفاده شد. شاخص کاپا برای تعیین میزان توافق گلد استاندارد با ابزار بیوفیدبک است تا تعیین شود چقدر در تعیین نتایج مثبت و منفی با هم توافق دارند. بر اساس این شاخص، ارتباط بین تعداد موارد خطا این‌گونه بررسی شد: در دوبار تکرار اندازه‌گیری در حالتی که فرد در دو وضعیت خنثی و کیفوتیک قرار می‌گیرد. مقدار کاپا کمتر از ۰/۴ نشان‌دهنده ارتباط ضعیف، بین ۰/۴ تا ۰/۷ نشان‌دهنده ارتباط قابل‌قبول و بالاتر از ۰/۸ نشان‌دهنده ارتباط عالی است [۲۸].

تکرارپذیری ابزار یا تست معمولاً به صورت احتمال دستیابی به نتایج مشابه در صورت به‌کارگیری ابزار در شرایط مشابه تعریف می‌شود. این شرایط مشابه می‌توانند به‌کارگیری ابزار از سوی مشاهده‌گران مختلف، تکرار به‌کارگیری ابزار در فاصله زمانی مشخص از سوی یک مشاهده‌گر یا حالت‌های دیگر باشد. سؤالی که مطرح است این است که آیا در صورت تکرار، همان نتیجه به دست خواهد آمد؟ این نوع تکرارپذیری درباره ابزار بیوفیدبک وضعیت بدنی، صادق است؛ زیرا ممکن است نتایج بار اول اندازه‌گیری با نتایج اندازه‌گیری در ۲ ساعت بعد متفاوت یا یکسان باشد که این می‌تواند بر اساس تأثیر محیط بر سنسور اتفاق بیفتد.

یافته‌ها

در این تحقیق، از ۱۷ نفر آزمودنی، ۸ نفر (۴۷ درصد) مذکر و ۹ نفر (۵۳ درصد) مؤنث بودند. این افراد از نظر سنی در بازه ۱۸ تا ۲۶ سال بودند. به این صورت که ۳ نفر (۱۷/۶۵ درصد) در رده سنی ۱۸ تا ۲۰ سال، ۸ نفر (۴۷ درصد) در رده سنی ۲۱ تا ۲۳ سال و ۶ نفر (۳۵/۲۹ درصد) در رده سنی ۲۴ تا ۲۶ سال بودند (جدول شماره ۱).

روایی ابزار بیوفیدبک

همان‌طور که در جدول شماره ۲ دیده می‌شود، مقدار حساسیت برای ابزار بیوفیدبک برابر با ۱۷/۶۴ درصد محاسبه شد؛ بنابراین، با توجه به مقدار به‌دست‌آمده برای حساسیت ابزار بیوفیدبک، وضعیت بدنی یا توانایی آن در تشخیص درست و واقعی وضعیت بدنی کیفوتیک ۱۷/۶۴ درصد است (رنج حساسیت از ۰ تا ۱۰۰ تعریف شده است). مقدار ویژگی برای ابزار بیوفیدبک برابر با ۱۰۰ درصد محاسبه شد. با توجه به مقادیر به دست آمده برای ویژگی توانایی ابزار بیوفیدبک در تشخیص صحیح وضعیت بدنی خنثی ۱۰۰ درصد است.

پایایی ابزار بیوفیدبک

همان‌طور که در جدول شماره ۳ دیده می‌شود، در وضعیت خنثی، شاخص کاپا برای هر دو بار اندازه‌گیری برابر با ۱۰۰ درصد محاسبه شد، اما در وضعیت کیفوتیک این شاخص در اندازه‌گیری بار اول برابر با ۱۷/۶۴ درصد و در اندازه‌گیری بار دوم برابر با ۱۲ درصد به دست آمد. با توجه به این مقادیر در دو بار تکرار اندازه‌گیری برای وضعیت بدنی خنثی، نتیجه‌گیری می‌شود که

جدول ۱. اطلاعات جمعیت‌شناختی اعضای نمونه

متغیر	گونه	فراوانی	درصد
جنسیت	مذکر	۸	۴۷/۰۶
	مؤنث	۹	۵۲/۹۴
سن	۱۸ تا ۲۰ سال	۳	۱۷/۶۵
	۲۱ تا ۲۳ سال	۸	۴۷/۰۶
	۲۴ تا ۲۶ سال	۶	۳۵/۲۹

توانبخشی

جدول ۲. روایی ابزار بیوفیدبک

شاخص	مقدار محاسبه‌شده (درصد)	فاصله اطمینان ۹۵ درصد
حساسیت	۱۷/۶۴	(۴۲ تا ۴/۲)
ویژگی	۱۰۰	(۱۰۰ تا ۷۷/۲)

توانبخشی

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳. پایایی ابزار بیوفیدبک

شاخص	وضعیت خنثی		وضعیت کیفوتیک	
	بار اول (درصد)	بار دوم (درصد)	بار اول (درصد)	بار دوم (درصد)
کاپا	۱۰۰	۱۰۰	۱۷/۶۴	۱۲

توانبخشی

در اندازه‌گیری وضعیت خنثی خط‌کش منعطف و ابزار بیوفیدبک ۱۰۰ درصد با هم توافق و هم‌خوانی دارند و در وضعیت خنثی بین این دو وسیله توافق کافی وجود دارد؛ بنابراین نتیجه می‌شود که ابزار بیوفیدبک در وضعیت خنثی پایایی خوبی دارد. اما برای وضعیت بدنی کیفوتیک نتیجه‌گیری می‌شود که ارتباط بین خط‌کش منعطف و ابزار بیوفیدبک ضعیف است (توافق و هم‌خوانی بین آن‌ها کم است)؛ بنابراین با توجه به اینکه مقدار شاخص کاپا در هر دو بار اندازه‌گیری مقدار کمی است، لذا نتیجه می‌شود ابزار بیوفیدبک در وضعیت کیفوتیک بر اساس شاخص کاپا پایایی مناسبی ندارد.

تکرارپذیری ابزار بیوفیدبک

برای بررسی تکرارپذیری ابزار بیوفدبک، اندازه‌گیری در دو وضعیت خنثی (بدون آلارم) و کیفوتیک (با آلارم) برای هر وضعیت دو بار با فاصله ۲ ساعت انجام شد. نتایج نشان دادند نتایج بار اول و بار دوم تفاوت چندانی با هم نداشتند. به عبارت دیگر در وضعیت کیفوتیک از ۱۷ مورد فقط در ۱ مورد، بار اول با بار دوم تفاوت داشت و در وضعیت خنثی، در هر دو بار اندازه‌گیری نتایج یکسانی برای ۱۷ مورد حاصل شد.

بحث

در این تحقیق هدف طراحی و ساخت دستگاه بیوفیدبک کیفوز و بررسی روایی و پایایی آن بود. نتایج بررسی‌ها نشان دادند طراحی دستگاه بیوفیدبک پیشگیری از کیفوز غیرطبیعی با محوریت میکروکنترلر با استفاده از حسگر خمشی برای جلوگیری از تغییر شکل و تخریب بیشتر ستون فقرات امکان‌پذیر است. بنابراین با استفاده از حسگر اندازه‌گیری خمیدگی برای سنجش خمش در فاصله بین مهره های C_7 تا T_{12} ابزاری طراحی شد که پس از تشخیص خمیدگی توسط میکروکنترلر سیگنالی از میکروکنترلر به درایو هشدار لرزشی ارسال می‌کند و در صورتی که مقدار خمیدگی بیشتر از مقدار آستانه باشد، به کاربر به شکل فیدبک لرزشی هشدار می‌دهد. با استفاده از این سیستم پیشنهادی، شرکت‌کنندگان توانستند از وضعیت نادرست خود که معمولاً مورد توجه قرار نمی‌گیرد، آگاه شوند و برای تغییر وضعیت خود به هنگام اخطار توسط سیستم پیشنهادی اقدام کنند.

نتایج نشان دادند ابزار بیوفیدبک طراحی‌شده در وضعیت بدنی خنثی، روایی و پایایی مناسبی دارد، اما در وضعیت بدنی کیفوتیک روایی (حساسیت) و پایایی مناسبی ندارد. بنابراین قبل از آن که بتوان از سیستم طراحی‌شده به شکل بالینی استفاده کرد، باید تحقیقات بیشتری انجام شود. ما معتقدیم که این سیستم حتماً توجه کاربران را برای بررسی وضعیت خود برمی‌انگیزد و درنتیجه عارضه کمتری در بدن آن‌ها ایجاد می‌کند؛ زیرا افراد به‌راحتی می‌توانند آن را بپوشند و استفاده از آن بسیار راحت است. بنابراین می‌توان از این روش به عنوان روشی مفید، ساده و غیرتهاجمی برای ارزیابی بالینی و اندازه‌گیری اطلاعات پوسچر کیفوتیک استفاده کرد.

با توسعه بیشتر در ثبت داده‌ها و مکانیسم فیدبک، این سیستم می‌تواند به سیستم قابل حمل ردیابی و بررسی پوسچر، برای آموزش مبتلایان به انحراف وضعیت تبدیل شود. این سیستم یک دستگاه کاربرپسند است و علاوه بر تمام این مزیت‌ها هزینه آن کم است. این وسیله وضعیت بدنی کیفوتیک را مطابق با استاندارد طلایی (خط‌کش انعطاف‌پذیر) به‌درستی تشخیص نمی‌دهد و از این نظر باید بررسی بیشتری صورت گیرد تا نواقص آن رفع شود. برای این موضوع می‌توان دلایل زیر را برشمرد:

یکی از دلایل عدم فیدبک ابزار می‌تواند استفاده از آستانه یکسان برای تمام آزمودنی‌ها باشد؛ بنابراین به‌کارگیری الگوریتم تنظیم خودکار مقدار اولیه آستانه‌گذاری وفقی، برای تشخیص وضعیت بدنی کیفوتیک به اصلاح عملکرد دستگاه کمک خواهد کرد؛ یعنی تنظیمات دستگاه طوری انجام گیرد که مقدار آستانه هر فرد مطابق با مقدار اولیه (پوسچر خنثی) تعیین شود و آستانه برای تمام افراد یکسان نباشد.

دلیل دیگر عدم فیدبک ابزار می‌تواند استفاده از سنسورهای خمشی در این ابزار باشد. از آنجا که سنسورهای خمشی میزان خمش را تنها در یک یا دو جهت و ابعاد نسبتا بزرگی تشخیص می‌دهند، احتمالاً میزان خمش در فاصله بین مهره‌های C_7 تا T_1 کمتر از مقداری بوده است که سنسور خمشی قادر به تشخیص و اندازه‌گیری آن باشد؛ بنابراین نتوانسته است پوسچر کیفوتیک را به‌درستی تشخیص دهد. از سویی طول عمر تولید خروجی معتبر در سنسورهای خمشی ذاتاً محدود است که احتمالاً این موضوع به کاهش تکرارپذیری دستگاه بیوفیدبک طراحی‌شده منجر خواهد شد. همچنین اثرات محیطی مانند تغییرات دما می‌تواند بر کارایی و حساسیت سنسور تأثیر گذاشته و باعث اختلال در

Archive of SID
www.SID.ir

دریافت اطلاعات به‌موقع و درست سنسور شود.

در مطالعه سنگ‌تراش نبودِ دقت احتمالی روی لمس نقاط آناتومیکی، به عنوان منبع خطا در طول روش اندازه‌گیری در نظر گرفته شده است. با توجه به تشابه روش پیداکردن مهره‌ها با مطالعه ما، این مورد می‌تواند به عنوان منبع خطا در این مطالعه نیز در نظر گرفته شود [۲۹].

نتیجه‌گیری

برای مقایسه نتایج این تحقیق از مطالعاتی با اهدافی نزدیک به هدف این پژوهش استفاده شد. در مطالعه‌ای برای درمان کیفوز به ارزیابی اثر معالجه مداوم در کمک به بهبود کیفوز کودکان پرداخته شد. وسیله کنترل‌کننده هوشمندی متشکل از مهار محکم و سیستم سنجش وضعیت، برای اندازه‌گیری کیفوز و ایجاد فیدبک لرزشی در طول فعالیت‌های روزانه تهیه شد. نتایج این مطالعه نشان داد می‌توان زوایای کیفوز را با استفاده از لباس یا مهار هوشمند، نسبتاً دقیق اندازه‌گیری کرد؛ چراکه هنگامی که فیدبک لرزشی ایجاد شد، زاویه کیفوز اندکی بهبود پیدا کرد [۲۳].

در این مطالعه اعتبارسنجی و تعیین خطای دستگاه با سیستم‌های با دقت بالا انجام شد؛ بنابراین، می‌توان گفت اگر برای تعیین محل دقیق مهره‌ها و اعتبارسنجی دستگاه از سیستم‌ها و استانداردهای با دقت و اعتبار بالاتر استفاده شود احتمالاً سبب بهبود عملکرد دستگاه خواهد شد. همچنین مشاهده شد افزایش تعداد سنسورها و تغییر محل قرارگیری آن‌ها احتمالاً می‌تواند باعث بهبود عملکرد دستگاه شود.

نتایج مطالعه وانگ و همکاران که با استفاده از سه ماژول حسگر (شتاب‌سنج‌های سه‌بعدی، ژیروسکوپ و الگوریتم اتورست)، روشی را برای ردیابی حرکات بالاتنه و برآورد تغییرات ناحیه‌ای پوسچر بالاتنه در صفحات سهمی و تاجی معرفی کرد نیز این یافته را تأیید می‌کند. آن‌ها برای اندازه‌گیری پوسچر بالاتنه از انتخاب سه مهره و نصب ماژول‌ها در این نواحی استفاده کردند، در حالی که ما تنها یک مهره را برای نصب حسگر خمشی انتخاب کردیم، بنابراین افزایش تعداد مهره‌های کلیدی برای نصب حسگر خمشی می‌تواند به بهبود عملکرد دستگاه طراحی‌شده کمک کند [۲۱].

در مطالعه سنگ‌تراش بخش‌های مرجع شیب‌سنج دوگانه دیجیتال ،روی زوائد خاری مهره‌های اول و دوم سینه‌ای نصب شدند که این به افزایش کارایی و دقت دستگاه در اندازه‌گیری کمک می‌کند و احتمالاً اگر تعداد مهره‌های کلیدی برای نصب سنسور افزایش پیدا کند به افزایش دقت سیستم در اندازه‌گیری و فیدبک لازم منجر خواهد شد [۲۹]. با توجه به اینکه این مطالعه جزو اولین کارهای انجام‌گرفته در زمینه طراحی و ارزیابی ابزار بیوفیدبک برای افراد سالم دارای کیفوز وضعیتی است؛ در ادامه پیشنهادهایی ارائه می‌شود: مقدار آستانه در افرادی که کیفوز دارند ساختاری و همچنین در افرادی که عارضه پوسچر سر به جلو (فوروارد هد) دارند بررسی و تنظیم شود؛ الگوریتم تصمیم‌گیری میکروکنترلر اصلاح و آستانه وفقی برای تمام افراد جایگزین شود.

تاکنون تحقیق مشابهی در این زمینه انجام نشده است و این موضوع جزء محدودیت‌های این تحقیق محسوب می‌شود. یکی دیگر از محدودیت‌های این تحقیق، دسترسی‌نداشتن به سنسورهای با دقت بیشتر هم به لحاظ بار مالی و هم به لحاظ محدودیت زمانی بود. نبود دقت احتمالی روی لمس نقاط آناتومیکی می‌تواند منبع خطا در طول روش اندازه‌گیری باشد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

برای شرکت در مطالعه از افراد رضایت کتبی گرفته شد. این مطالعه را کمیته اخلاق دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی تأیید کرده است (کد: IR.USWR.REC.1396.32).

حامی مالی

این مقاله از پایان‌نامه خانم شایسته محمدزاده در گروه ارگونومی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی گرفته شده است.

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی: امیر سالار جعفرپیشه و حمیدرضا مختاری نیا؛ تحقیق و بررسی: شایسته محمدزاده و مهدی نوروزی؛ و ویراستاری و نهایی‌سازی: رضا اسکوئی‌زاده.

تعارض منافع

بنا به اظهار نویسندگان، این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافعی ندارد.

Archive of SID
www.SID.ir

References

[1] Sangtarash F, Dehghan-Manshadi F, Sadeghi AR, Tabatabaei SM. [Validity and reproducibility of dual digital inclinometer in measuring thoracic kyphosis in women over 45 years (Persian)]. Archives of Rehabilitation. 2014; 15(2):78-84.

[2] Gaffney BM, Maluf KS, Davidson BS. Evaluation of novel EMG biofeedback for postural correction during computer use. Applied Psychophysiology and Biofeedback. 2016; 41(2):181-9. [DOI:10.1007/s10484-015-9328-3] [PMID]

[3] Arab AM. [Relationship between thoracic kyphosis and respiratory capacities (Persian)]. Physical Treatments. 2013; 3(2):57-61.

[4] Kermani MT, Atri AE, Yazdi NK. [The effect of eight weeks corrective exercise on the functional kyphosis curvature in the teenager girls (Persian)]. Journal of Rehabilitation Medicine. 2017; 6(1):161-8.

[5] Omidianidost A, Hosseini SY, Jabari M, Poursadeghiyan M, Dabirian M, Charganeh SS, et al. The relationship between individual, occupational factors and LBP (Low Back Pain) in one of the auto parts manufacturing workshops of Tehran in 2015. Journal of Engineering and Applied Sciences. 2016; 11(5):1074-7. [DOI:10.3923/jeasci.2016.1074.1077]

[6] Faghfourian H, Anbarian M, Faradmal J, Heydari Moghadam R. Muscular response of females with kyphosis in balance recovery from postural perturbation. Physical Treatments. 2015; 5(1):11-8.

[7] Cunha Henriques S, Cost Paiva L, Pinto Neto AM, Fonsechi Carvesan G, Nanni L, Morais SS. Postmenopausal women with osteoporosis and musculoskeletal status: A comparative cross-sectional study. Journal of Clinical Medicine Research. 2011; 3(4):168-76. [DOI:10.4021/jocmr537w]

[8] Murray P, Weinstein S, Spratt K. The natural history and long-term follow-up of Scheuermann kyphosis. The Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume). 1993; 75(2):236-48. [DOI:10.2106/00004623-199302000-00011] [PMID]

[9] Teixeira F, Carvalho G. Reliability and validity of thoracic kyphosis measurements using flexicurve method. Brazilian Journal of Physical Therapy. 2007; 11(3):199-204. [DOI:10.1590/S1413-35552007000300005]

[10] Meamari H, Koushkie Jahromi M, Fallahi A, Sheikholeslami R. Influence of structural corrective and respiratory exercises on cardiorespiratory indices of male children afflicted with kyphosis. Archives of Rehabilitation. 2017; 18(1):51-62. [DOI:10.21859/jrehab-180151]

[11] Briggs A, Wrigley T, Tully E, Adams P, Greig A, Bennell K. Radiographic measures of thoracic kyphosis in osteoporosis: Cobb and vertebral centroid angles. Skeletal Radiology. 2007; 36(8):761-7. [DOI:10.1007/s00256-007-0284-8] [PMID]

[12] Ghasemi V, Ahmadi A, Dashti Rostami K, Savoroliya M. [The study of kyphosis angle changes, the position of the shoulder and upper extremity range of motion after 8-week exercise in students kyphotic (Persian)]. Journal of Applied Exercise Physiology. 2016; 11(22):63-74. [DOI:10.22080/JAEP.2016.1209]

[13] Poursadeghiyan M, Azrah K, Biglari H, Ebrahimi MH, Yarmohammadi H, Baneshi MM, et al. The effects of the manner of carrying the bags on musculoskeletal symptoms in school students in the city of Ilam, Iran. Annals of Tropical Medicine and Public Health. 2017; 10(3):600-5.

[14] Culham E, Peat M. Spinal and shoulder complex posture. II: Thoracic alignment and shoulder complex position in normal and osteoporotic women. Clinical Rehabilitation. 1994; 8(1):27-35. [DOI:10.1177/026921559400800104]

[15] Bansal S, Katzman WB, Giangregorio LM. Exercise for improving age-related hyperkyphotic posture: A systematic review. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2014; 95(1):129-40. [DOI:10.1016/j.apmr.2013.06.022] [PMID] [PMCID]

[16] Fathi A. Prevalence rate of postural damages, disorders and anomalies among computer users. Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal. 2016; 6(1):59-65. [DOI:10.18869/nrip.ptj.6.1.59]

[17] Pfab I. A wearable intervention for posture improvement [MSc. thesis]. Enschede: University of Twente; 2016.

[18] Mirbagheri SS, Rahmani Rasa A, Farmani F, Amini P, Nikoo MR. Evaluating kyphosis and lordosis in students by using a flexible ruler and their relationship with severity and frequency of thoracic and lumbar pain. Asian Spine Journal. 2015; 9(3):416-22. [DOI:10.4184/asj.2015.9.3.416] [PMID] [PMCID]

[19] Khakhali Zavieh M, Parnian Pour M, Karimi H, Mobini B, Kazem Nezhad A. [The validity and reliability of measurement of thoracic kyphosis using flexible ruler in postural hyper kyphotic patients (Persian)]. Archives of Rehabilitation. 2003; 4(3):18-23.

[20] Torkaman O, Kamyab M, Babayi T, Ghandhari H. [Effect of new kypho-remainder orthosis on curve intensity in adults with postural hyper kyphosis (Persian)]. Archives of Rehabilitation. 2017; 18(3):212-9. [DOI:10.21859/jrehab-1803212]

[21] Wong WY, Wong MS. Measurement of postural change in trunk movements using three sensor modules. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. 2009; 58(8):2737-42. [DOI:10.1109/TIM.2009.2016289]

[22] Ma C, Szeto GP, Yan T, Wu S, Lin C, Li L. Comparing biofeedback with active exercise and passive treatment for the management of work-related neck and shoulder pain: A randomized controlled trial. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2011; 92(6):849-58. [DOI:10.1016/j.apmr.2010.12.037] [PMID]

[23] Lou E, Hill DL, Moreau MJ, Mahood JK, Hedden DM, Raso JV. A smart garment for the treatment of kyphosis. Paper presented at: Orthopaedic Proceedings. 21 September 2018; New York, United States of America.

[24] Zheng Y, Morrell JB. Comparison of visual and vibrotactile feedback methods for seated posture guidance. IEEE Xplore: IEEE Transactions on Haptics. 2013; 6(1):13-23. [DOI:10.1109/TOH.2012.3] [PMID]

[25] MacIntyre N, Lorbergs A, Adachi J. Inclinometer-based measures of standing posture in older adults with low bone mass are reliable and associated with self-reported, but not performance-based, physical function. Osteoporosis International. 2014; 25(2):721-8. [DOI:10.1007/s00198-013-2484-5] [PMID]

Archive of SID

www.SID.ir

[26] Bai VDM, Surendran A. Microcontroller based scoliosis prevention equipment using flex sensor. International Innovative Research Journal of Engineering and Technology. 2017; 28(1):2-7. [PMID] [PMCID]

[27] Hermanis A, Nesenbergs K, Cacurs R, Greitans M. Wearable posture monitoring system with biofeedback via smartphone. Journal of Medical and Bioengineering. 2013; 2(1):40-4. [DOI:10.12720/jomb.2.1.40-44]

[28] Teitelbaum HS. American osteopathic college of occupational and preventive medicine. Paper presented at: 2012 Mid-Year Educational Conference. 24-26 February 2016; Florida, United State of America.

[29] Sangtarash F, Dehghan Manshadi F, Sadeghi AR, Tabatabaei SM. [Validity and reproducibility of dual digital inclinometer in measuring thoracic kyphosis in women over 45 years (Persian)]. Archives of Rehabilitation. 2014; 15(2):78-84.

Archive of SID

www.SID.ir