Journal of
Sport Biomechanics

Winter 2023. Vol 8. Issue 4

Research Paper

Designing and Manufacturing Smart Sports-Medical Shoes

*** Mohammad Malekipooya**[1]

1. Department of Exercise Physiology, Professor Hesabi Branch, Islamic Azad University, Tafresh, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Malekipooya M. Designing and Manufacturing Smart Sports-Medical Shoes (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2022; 8 (4) :330-342. https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.8.4.261.1

https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.8.4.261.1

Article Info:

Received: 29 Nov 2022
Accepted: 2 March 2023
Available Online: 16 March 2023

Keywords:

Smart shoes, Kinematic dimensions, Kinetic dimensions, Feet

ABSTRACT

Objective The foot is the most important organ of interaction between the ground and the human body, and its functional structure is very influential on the correct walking pattern. Examining the kinetic factors affecting the soles of the feet during static and dynamic exercises is of particular importance due to the anatomical structure of the soles of the feet. Therefore, the researcher designed and manufactured smart sports-medical shoes.

Methods The present laboratory study was designed for the design and manufacture of smart medical shoes based on the sensitive sensors, time, acceleration, displacement and temperature design. This device is programmed for quantitative description and classification of different forms of exercise in field and laboratory conditions. For this purpose, the sensors were embedded in the shoes in order to develop sports technology and movement mechanics by quantifying the information. In addition to the low cost, it is easy to use in the real training environments. The device is made up of different hardware and software components that send and receive the information in the shoe wirelessly by the module. The information thus obtained is entered into the computer and is reviewed and analyzed with the advanced programming language C.

Results The output results from sensors are given to the researcher and trainer for decision making. It can also exhibit the amount of pressure. After analyzing the information, the researcher describes and analyzes the data and reviews it.

Conclusion These shoes can help with the help of athlete's results as well as in some foot damage along with other equipment.

*** *Corresponding Author:***
Mohammad Malekipooya
Address: Department of Exercise Physiology, Professor Hesabi Branch, Islamic Azad University, Tafresh, Iran.
Tel: +98 (918) 3636948
E-mail: mo.malekipooya@iau.ac.ir

Extended Abstract

1. Introduction

The foot is the most important part of the interaction between the ground and the body in humans. Its functional structure is very influential on the walking pattern (1-2). Any kind of deviation in the legs will affect the joints and higher organs respectively. Changes and displacements in the anatomical structure and bones of the foot lead to abnormal movement of the foot while walking. Therefore, the occurrence of abnormality in this part has a special importance in terms of biomechanics (2). Therefore, as a necessary and very important tool, shoes play a significant role in taking optimal steps and supporting the lower limbs. Research shows that a suitable shoe design can create a significant change in the biomechanical parameters of the foot. For this purpose, shoe manufacturers have made various changes into it. Therefore, it is necessary to pay attention to new innovations in this sector. Technology in the world is one of the most important tools for progress, injury prevention and rehabilitation of athletes. In ensuring the safety of measurement and evaluation of sports techniques and skills, and following that, raising the performance levels all around, especially in the sports competitions of athletes that are ahead, along with the development of technology and technology in the field of sports, the construction of equipment has also been taken into consideration (3). Kinematic calculations in sports are performed in different ways, of which goniometry and accelerometer are the most widely used forms, which directly calculate some important kinematic parameters of movement. Being portable, the ability to quickly transfer information to a computer and the low price of these devices are some of the advantages of this research style (5). In recent years, versions of matrix and magnetic sensors were presented, which investigated kinematic and also kinetic parameters in the measurement without imaging (6-7). The main problem of some of these similar devices is the limitation of movement in the field performance of athletes. Using sensors embedded in the body, such as shoes, and being in the field could reduce these limitations to some extent (8). It should be mentioned that the modeling of human movement and the use of devices that did not need pointers were other methods for analyzing movement, but each of them had limitations. Today, common methods for calculating movement dimensions are the use of imaging techniques and image processing algorithms and the use of different dynamometers and sensors or different forms of force plates in kinetics. Optimum accuracy, the ability to process in real time and not restricting movement for the user by pointers are among the advantages of similar devices. Therefore, the researcher decided to design and present the present shoes.

2. Methods

In this section, the shoes and their equipment are connected to the person and are tied to the waist and feet of the device by a strong elastic band and are supported. Modules for sending and receiving information are also used during the beginning of the exercise. A person wears these shoes while doing exercises in the laboratory and especially in field conditions, and when the device is turned on, information such as location, time, acceleration, and force are entered into the researcher-made software in the computer. The trainer or researcher can also receive and analyze information at a maximum distance of 300 meters according to the module's capabilities. In fig. 1, the laboratory sample of this shoe is displayed. This design has been registered with Iran's Industrial Property Department under certificate number 74929 dated 2013/2/17 in the name of the author of the invention article.

3. Results

Advanced C language programming software was used to draw a diagram and quantitatively present the research variables resulting from the sensors and analyze the resulting findings. This system can also prepare graphs, store and analyze data. Other suggested capabilities include producing shoes suitable for the weight of people's feet, creating plans for various sports, diagnosing diseases such as flat feet, back pain, and ways to treat them.

Fig, 1. Laboratory sample of medical sports smart shoe

4. Conclusion

This shoe can help improve athlete's performance by quantifying qualitative information, as well as in some foot injuries.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

There were no ethical considerations to be considered in this research.

Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

All authors equally contributed to preparing article.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

طراحی و ساخت کفش هوشمند ورزشی–پزشکی

*محمد ملکی‌پویا[۱]

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد پرفسور حسابی، تفرش، ایران.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۸ آذر ۱۴۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۱ اسفند ۱۴۰۱
تاریخ انتشار: ۲۵ اسفند ۱۴۰۱

کلید واژه‌ها:
کفش هوشمند، ابعاد کینماتیکی، ابعاد کینتیکی، پا

چکیده

هدف پا مهم‌ترین اندام تعامل بین زمین و بدن انسان می‌باشد و ساختار عملکردی آن بر الگوی راه رفتن درست بسیار تأثیرگذار می‌باشد. بررسی فاکتورهای کینتیکی وارده بر کف پا در حین تمرینات استاتیک و دینامیک با توجه با ساختار آناتومی کف پا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. از این رو محقق نسبت به طراحی و ساخت کفش هوشمند ورزشی-پزشکی اقدام نمود.

روش‌ها پژوهش حاضر از نوع کاربردی و آزمایشگاهی به‌منظور طراحی و ساخت کفش هوشمند ورزشی-پزشکی که مبتنی بر حس‌گرهای حساس به نیرو، زمان، شتاب، جابه‌جایی و دما طراحی، ساخت و اختراع شد. این دستگاه برای توصیف کمی و طبقه‌بندی اشکال متفاوت تمرین در شرایط میدانی و آزمایشگاهی برنامه‌ریزی‌شده است. برای این منظور حس‌گرها در کفش تعبیه شد تا بتواند با کمی‌سازی اطلاعات به توسعه فن‌آوری ورزشی و مکانیک حرکت بپردازد. دستگاه از اجزای متفاوت سخت‌افزاری و نرم‌افزاری تشکیل شده است که اطلاعات ناشی از آن در کفش پا به‌صورت وایرلس توسط ماژول ارسال کنند و دریافت کنند وارد رایانه شده و با زبان برنامه‌نویسی پیشرفته سی مورد بازبینی و آنالیز قرار می‌گیرد.

یافته‌ها نتایج خروجی ناشی از حس‌گرها در غالب عدد، نمودار و شکل در اختیار پژوهش‌گر و مربی جهت تصمیم‌گیری قرار می‌گیرد. همچنین می‌تواند مقادیر متفاوتی از فشار را به نمایش بگذارد. پژوهش‌گر بعد از تحلیل اطلاعات نسبت به توصیف و تحلیل داده‌ها اقدام نموده و چگونگی آن را مورد بازبینی قرار می‌دهد.

نتیجه‌گیری این کفش می‌تواند با کمی‌سازی اطلاعات کیفی به پیشرفت نتایج ورزشکار و همچنین در برخی از آسیب‌های کف پا در کنار دیگر تجهیزات کمک نماید.

*نویسنده مسئول:
محمد ملکی‌پویا
آدرس: گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد پرفسور حسابی، تفرش، ایران.
تلفن: ۳۶۳۶۹۴۸ (۹۱۸) ۹۸+
ایمیل: mo.malekipooya@iau.ac.ir

مقدمه

پا مهم‌ترین اندام تعامل زمین و بدن در انسان می‌باشد. ساختار عملکردی آن بر الگوی راه رفتن بسیار تاثیرگذار می‌باشد (۲-۱). هرگونه انحراف در پاها اثر خود را به‌ترتیب به مفاصل و اندام‌های بالاتر منتقل می‌کند. تغییر و جابه‌جایی در ساختار آناتومی و استخوان‌های پا منجر به حرکت غیرطبیعی پا هنگام راه رفتن می‌شود. از این‌رو، بروز ناهنجاری در این بخش به لحاظ بیومکانیکی اهمیت ویژه‌ای را به هم راه دارد (۲). در همین راستا کفش به‌عنوان یک ابزار ضروری و خیلی مهم نقش بسزایی در گام برداری بهینه و حمایت از اندام تحتانی به همراه دارد. تحقیقات نشان می‌دهند که طراحی مناسب کفش می‌تواند تغییر قابل‌توجهی در پارامترهای بیومکانیکی پا ایجاد نماید. به این منظور تولیدکنندگان کفش تغییرات مختلفی را در آن به‌وجود می‌آوردند تا در مکانیک حرکت انسان مناسب باشد. لذا توجه به نوع‌آوری‌های جدید در این بخش بسیار ضروری بوده و نیازمند تحقیقات بیش‌تری از محققین می‌باشد. فن‌آوری در دنیا از مهم‌ترین ابزار پیشرفت، جلوگیری از آسیب و بازتوانی ورزشکاران به‌شمار می‌آید. در تأمین ایمنی اندازه‌گیری و ارزیابی فنون و مهارت‌های ورزشی و به دنبال آن بالا بردن همه‌جانبه سطوح عملکردی، به‌ویژه در رقابت‌های ورزشی ورزشکاران که پیش‌رو می‌باشد، همگام با توسعه تکنولوژی و فن‌آوری در حوزه ورزش، هم‌چنین ساخت تجهیزات مورد توجه قرار گرفته است (۳). حوزه تحقیقات کاربردی در بیومکانیک در ارتباط با مسائل پایه‌ای و مبنایی برای درک بهتر مفاهیم موجود و علت پردازی علم در اجرا است. در این حوزه محققان گوناگونی از جمله متخصصان بیومکانیک، مهندسین ورزشی، ریاضی‌دانان، زیست شناسان و غیره به توصیف کیفی، کمی‌سازی و طبقه‌بندی حرکت ناشی از عملکرد بدن انسان می‌پردازند که از اصلی‌ترین روش‌های بررسی ابعاد مکانیکی حرکات در تمرین روش توصیفی و کمی آن می‌باشد. در روش توصیفی، ابعاد یک پدیده توصیف می‌گردد، اما در روش کمی، به تجزیه و تحلیل مهارت یا حرکت با استفاده از عدد مورد توجه قرار می‌گیرد. به کمیت درآوردن مهارت یا فن حرکتی ضمن افزایش دقت در درک چگونگی و ابعاد حرکت، کیفیت توصیف پدیده‌ها را نیز بالا می‌برد. به جهت تبدیل مهارت‌های حرکتی و فنون به کمیت، روش‌های فن‌آورانه متفاوتی وجود دارد که برخی از این تحلیل‌ها که با استفاده از پردازش تصویری و تجهیزات آزمایشگاهی با هزینه زیاد و در محیط غیر میدانی صورت می‌پذیرد. آنالیز حرکات به دانش بررسی و مطالعه نحوه حرکت حیوانات و به‌طور تخصصی‌تر نحوه حرکت انسان با استفاده از ابزارهای سنجش و اندازه‌گیری حرکت بدن، مکانیک بدن و فعالیت عضلات بدن و همچنین چشم و مغز مشاهده‌کننده، گفته شود. آنالیز حرکت برای ارزیابی، برنامه‌ریزی و درمان نحوه حرکت افراد و به‌خصوص افراد آسیب‌دیده به کار می‌رود. هم‌چنین از این علم در بیومکانیک ورزشی برای کمک به ورزشکاران جهت بهتر و مؤثرتر دویدن استفاده می‌شود. دانشمندانی مانند آریستول و جووانو آلفونسو بورلی در زمان‌های گذشته به آنالیز علمی حرکت بدن علاقه‌مند بودند. در قرن نوزدهم پژوهش‌گرانی مانند کریستین ویلهلم بران به همراه اتو فیشر مجموعه‌ای از تحقیقات علمی خود در خصوص بیومکانیک حرکت انسان را منتشر کردند. در ادامه با پیشرفت فن‌آوری و IT ورزشی تصویربرداری و ضبط فیلم میسر گردید تا به‌واسطه آن روند حرکت در انسان به‌صورت دوبعدی و سه‌بعدی میسر گردد. این امر به کشف شدن برخی از زوایای پنهان بیومکانیک حرکت انسان منجر شد که تا پیش از آن زمان، فهم با چشم غیرمسلح امکان‌پذیر نبود. ادوارد میبریج و ژولز ماری از محققین استفاده از این روش در آنالیز حرکت انسان بودند. تولید علم و کشف حقایق جدید در بسیاری از حیطه‌ها ملزم به همراه داشتن ابزار اندازه‌گیری دقیق می‌باشد. امروزه بررسی و شناخت دقیق حرکات انسان همچون راه رفتن، ایستادن، وضعیت قوس کف پا، ارتوپدی جهت بررسی پروتزهای جایگزین، فیزیوتراپی مفاصل آسیب‌دیده و تحلیل حرکات ورزشی، ضروری است (۴). محاسبات کینماتیک در ورزش به اشکال متفاوتی انجام می‌گردد که گونیامتری و شتاب‌سنجی از اشکال پرکاربرد آن می‌باشد که برخی پارامترهای مهم کینماتیک حرکت را به‌طور مستقیم محاسبه می‌کنند. پرتابل بودن، قابلیت انتقال سریع اطلاعات به رایانه و قیمت نه‌چندان زیاد این وسایل،

برخی از مزایای این سبک تحقیقاتی می‌باشد (۵). در سالیان اخیر، نسخه‌هایی از حس‌گرهای ماتریکسی و مغناطیسی ارائه شد که بدون تصویربرداری به بررسی، پارامترهای کینماتیکی و همچنین کینتیکی در اندازه‌گیری پرداخته است (۷-۶). مشکل اصلی برخی از این دستگاه‌های مشابه محدودیت حرکتی در عملکرد و اجرای میدانی ورزشکاران می‌باشد. استفاده از حس‌گرهای تعبیه‌شده در بدن مانند کفش و میدانی بودن آن توانست تا حدودی این محدودیت‌ها را کاهش دهد (۸). گفتنی است الگوسازی حرکت انسان و استفاده از دستگاه‌هایی که نیازی به نشان‌گر نداشتند، روش‌ها دیگری برای تحلیل حرکت بودند که البته هرکدام با محدودیت‌هایی همراه بودند. امروزه روش‌های رایج برای محاسبه ابعاد حرکتی استفاده از تکنیک تصویربرداری و الگوریتم پردازش تصویر و استفاده از نیروسنج‌های متفاوت و حس‌گرها یا اشکال متفاوتی از فورس‌پلیت‌ها در سینتیک می‌باشد. دقت مطلوب، قابلیت پردازش در لحظه و نداشتن محدودیت حرکتی برای کاربر توسط نشان‌گرها از مزایایی دستگاه‌های مشابه می‌باشد. این دستگاه از دو بخش سخت‌افزاری و نرم‌افزاری تشکیل شده که می‌تواند به توصیف پارامترهای بیان شده بپردازد. در بخش توصیف حرکت زمان، سرعت، شتاب و مکان مورد بررسی قرار می‌گیرد و در بخش کینتیکی بررسی نیروی حرکتی از پنجه تا پاشنه مورد توجه قرار می‌گیرد. بخشی از اجزای سخت‌افزاری این دستگاه عبارت‌اند از میکروکنترلر، رگلاتورها، کریستال، مقاومت‌ها، خازن‌ها، سلف، ال.ای.دی، سنسورها، ماژول، مبدل و بخش نرم‌افزاری این دستگاه با زبان برنامه‌نویسی پیشرفته C انجام پذیرفت. از دستگاه‌های متفاوتی برای اندازه‌گیری فشار وارده بر کف پا در پژوهش‌های متفاوت استفاده شده است. دستگاه فوت اسکن (مدل RSscan به ابعاد ۱×۰/۴ متر ساخت کشور بلژیک) ازجمله این موارد می‌باشد. این دستگاه در وسط مسیر راه رفتن به‌گونه‌ای جای‌گذاری می‌شود که آزمودنی‌ها قادر به تشخیص فشارِ وارده می‌باشند (۹). همچنین دستگاه رایج صفحه نیرو[1]یکی از رایج‌ترین دستگاه‌های جهت بررسی مقادیر متفاوتی از نیروی اعمال‌شده در راستاهای متفاوت است که بیشتر آزمایشگاهی بوده و کاربرد میدانی کمتری نسبت به کفش هوشمند دارد (۱۰). در تحقیق فوق بررسی تغییرات نیروی وارده در استارت‌هایی مانند دو و نیروی وارده از پنجه به سمت پاشنه به‌واسطه فلکسیوفورس‌ها جهت بررسی آسیب‌های احتمالی و دیگر موارد مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین امکان بررسی شتاب، تغییرات مکانی و زمانی برای مربی و ورزشکار جهت تجزیه و تحلیل حرکتی ایجاد می‌گردد. بعد کالیبراسیون دستگاه می‌توان به‌عنوان یک ابزار پژوهشی در اختیار کلیه دانشگاه‌ها، پژوهشکده‌ها، فدراسیون‌ها و دانشجویان علاقه‌مند در حوزه فن‌آوری ورزشی قرار گیرد. قابلیت بررسی دقیق حرکتی و فیدبک مثبت امکان ثبت رکورد بهتر در مسابقات قهرمانی به‌واسطه این دستگاه امکان‌پذیر خواهد بود و به‌عنوان یک ابزار تحقیق مناسب جهت تشخیص و افتراق اختلاف نیروی در افراد داری کف پای صاف[2]که شایع‌ترین عارضه اندام تحتانی بوده (۱۲-۱۱) پرداخته و به کمیسیون پزشکی نیروی انتظامی در معافیت از رزم یا سربازی کمک می‌کنند. از این‌رو به‌دلایل فوق محقق این دستگاه را ابداع و ثبت کرد تا بتواند گام مثبتی در این حوزه برداشته شود.

روش شناسی

در این مرحله ورزشکار کفش را پوشیده و تجهیزات را به کمر و پای خود با کش محکم بسته و مورد حمایت قرار می‌دهد. ماژول‌های ارسال و دریافت اطلاعات نیز در حین شروع تمرین روش می‌شود. فرد در حین انجام تمرین در آزمایشگاه و به‌ویژه در شرایط میدانی این کفش را پوشیده و با روشن شدن دستگاه اطلاعاتی مانند مکان، زمان، شتاب و نیروی وارده به نرم‌افزار محقق‌ساخته در رایانه وارد می‌شود. مربی یا محقق هم می‌تواند در فاصلهٔ حداکثر ۳۰۰ متر با توجه به قابلیت ماژول اطلاعات را دریافت کرده و تجزیه

1. Force Plate
2. Flatfoot

تحلیل نماید. در شکل ۱ نمونه آزمایشگاهی این کفش به نمایش گذاشته شده است. این طرح به گواهی شماره ۷۴۹۲۹ مورخ ۱۳۹۱/۲/۱۷ به نام نویسنده مقاله اختراع و به ثبت اداره مالکیت‌های صنعتی ایران رسیده است.

شکل ۱. نمونه آزمایشگاهی کفش هوشمند ورزشی‌پزشکی

اجزای سخت‌افزاری کفش

۱- میکروکنترلر[1]

این بخش از شرکت ATMEL و با سرعت 16 Mips و فرکانس 16 MHz خریداری گردید. این بخش سخت‌افزاری دارای حافظه 16 kb با قابلیت ۱۰،۰۰۰ نوشتن و پاک کردن را به همراه داشت که در شکل ۲ نشان داده شده است.

۲- رگلاتورها

از رگلاتور LM 7805 برای ولتاژ ۵ ولت، رگلاتور LF 33CV برای ولتاژ ۳/۳ ولت و رگلاتور LM 336 برای ولتاژ ۲/۵ ولت تبدیل‌کننده آنالگ به دیجیتال استفاده شد که در شکل ۳ نشان داده شده است.

شکل ۲. میکروکنترلر دستگاه

شکل ۳. رگلاتورها دستگاه

۳- کریستال

از کریستال ۱۱/۰۵ مگاهرتز برای تأمین فرکانس میکروکنترلر استفاده شد.

1. IC ATMEGA16

۴- مقاومت‌ها

مقاومت به‌کاررفته در این فن‌آوری ۳۳۰ اهم می‌باشد که برای تأمین جریان LEDهای نشان‌دهنده ولتاژ خروجی و تأمین جریان LED نمایشگر آماده به‌کار بودن سیستم، مقاومت ۱۰ کیلواهمی متغیر برای تغییر سطح ولتاژ رگولاتور LM 336 و ۲ عدد مقاومت ۱۰ اهم برای Pull up کردن باسTWI مورد استفاده قرار گرفت.

۵- خازن‌ها

در این پروژه از ۲ عدد خازن ۲۲ نانوفاراد برای کریستال، خازن ۱۰۰ نانوفاراد برای فیلترینگ سنسور دما SMT160، خازن ۱۰ نانوفاراد برای فیلترینگ سنسور دما LM75، خازن ۱۰۰ نانوفاراد برای فیلتر تبدیل‌کننده آنالوگ به دیجیتال و خازن ۱۰۰ نانوفاراد برای فیلتر جریان ورودی استفاده گردید.

۶- سلف

از ۲ عدد سلف ۱۰ میکروهانری برای فیلتر تبدیل‌کننده دیجیتال مورد استفاده قرار گرفت.

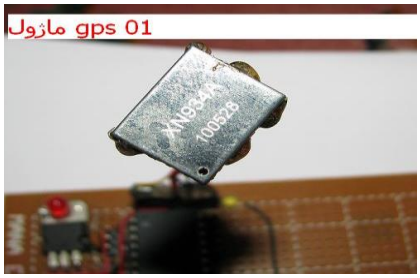
۷- ال.ای.دی (LED)

در این تحقیق به تعداد ۲ عدد LED برای ولتاژ خروجی، ۲ عدد برای آماده به کار بودن GPS و دستگاه، همچنین یک عدد برای ارسال سیگنال مورد استفاده قرار گرفت.

۸- سنسورها

از حس‌گرهای متفاوتی در این دستگاه استفاده شده است. سنسور LM75 برای تشخیص دما توسط با باس TWI و دقت ۰/۵ درجه، سنسور SMT160 برای تشخیص دما با دقت ۱ درجه که در شکل ۴ آمده است استفاده گردید. هم‌چنین سنسور GPS با شماره فنی GPS01_XN934A برای تشخیص سرعت، زمان و مکان‌یابی و غیره که توسط ماهواره GPS کار می‌کند استفاده گردید. در شکل ۵ نمونه‌ای از آن نشان داده شده است. سنسور شتاب سه محوره و با مشخصات ADXL330 با خروجی آنالوگ بوده و توسط میکروکنترلر تشخیص داده می‌شود نیز در سیستم آمده است.

شکل ۴. سنسور دما



شکل ۵. سنسور GPS

شکل ۶. سنسور فلکسیوفورس

1. Two Wire Interface

حس‌گر استاندارد فلکسیوفورس A201 نیز برای سنجش فشار آمده بر روی کف پا از پنجه به پاشنه می‌باشد که نتایج آن در غالب داده و نمودار بیان می‌گردد و یک نمونه از آن در شکل ۶ آمده است.

۹- ماژول HMTR

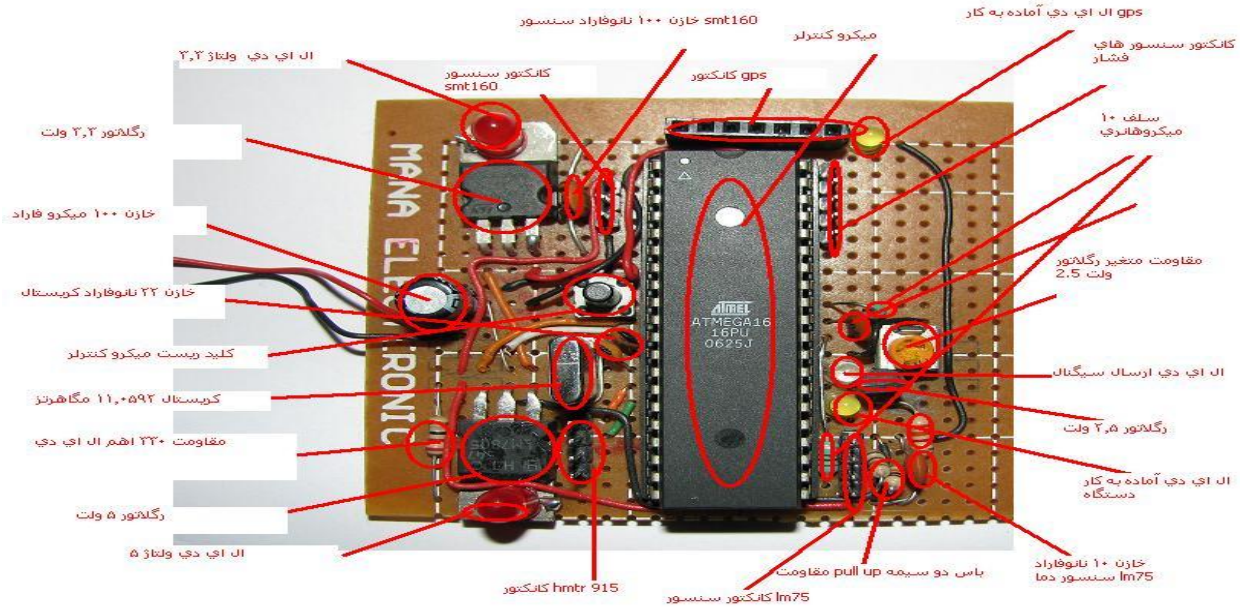
در این دستگاه از دو عدد ماژول HMTR برای بی‌سیم کردن دستگاه استفاده شد. این ماژول می‌تواند با سرعت ۹۶۰۰ بی.پی.اس (bps) با حداکثر برد ۳۰۰ متر اطلاعات را ارسال و دریافت کند. یک نمونه از این ماژول در شکل ۷ آمده است.

شکل ۷. ماژول HMTR

شکل ۸. مبدل USB

۱۰- مبدل USB

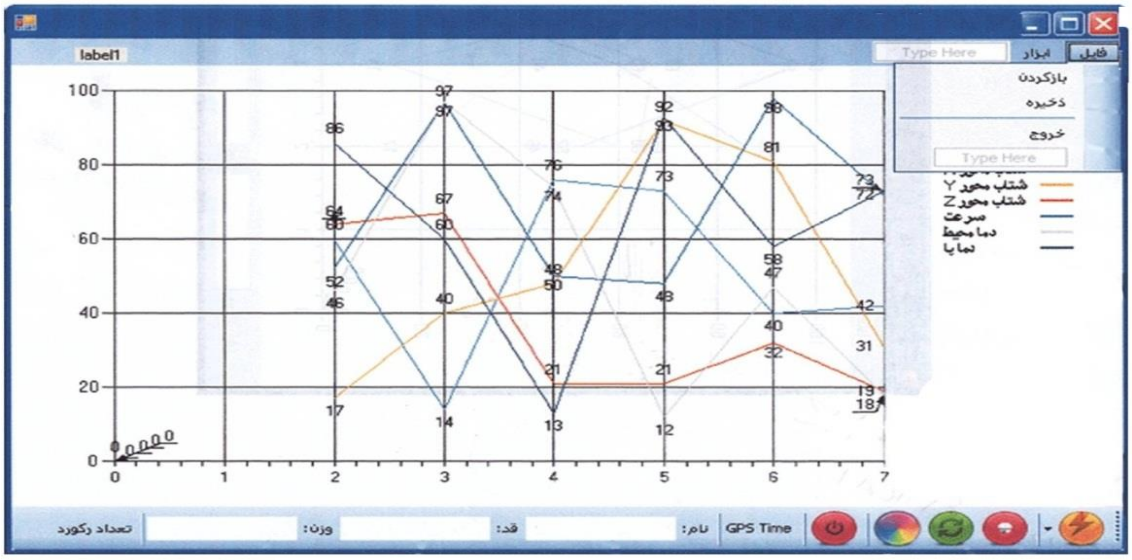
مبدل USB به سریال برای ارتباط ماژول HMTR به رایانه تهیه گردید (شکل ۸) تا امکان خرج داده‌ها به این روش نیز مهیا گردد. در شکل ۹ چگونگی ارتباط قطعات این سخت‌افزار و تعامل آن با همدیگر در برد به نمایش گذاشته شده است.



شکل ۹. کلیه قطعات سخت‌افزاری در برد

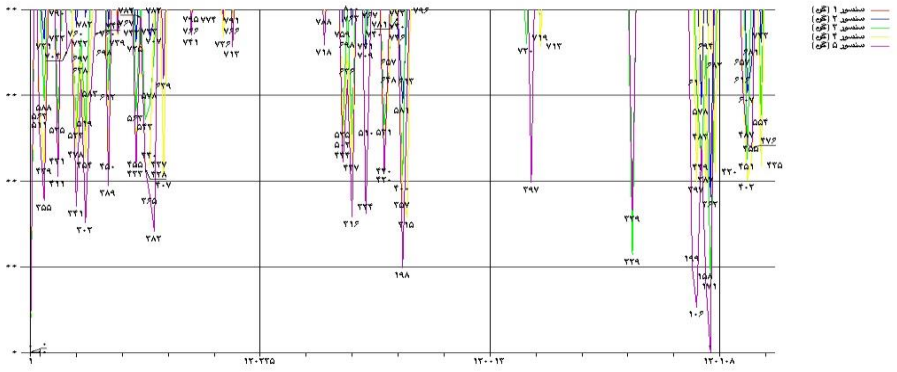
نتایج

از نرم‌افزار برنامه‌نویسی پیشرفته C جهت ترسیم نمودار و ارائه کمی متغیرهای پژوهشی ناشی از سنسورهای و تحلیل یافته‌های ناشی از آن استفاده گردید. این سامانه هم‌چنین می‌توان به تهیه نمودار، ذخیره‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌ها بپردازد. قابلیت‌های دیگری پیشنهادی دیگر تولید کفش‌های مناسب نسبت به وزن برای پای افراد، ایجاد برنامه‌ریزی برای ورزش‌های مختلف، تشخیص بیماری‌هایی نظیر صافی کف پا، کمردرد و راه‌کارهایی برای درمان آنان در نیز می‌توان در نظر گرفت. در شکل ۱۰ شمای کلی از نرم‌افزار و پارامترهای مورد مطالعه ارائه شده است.



شکل ۱۰. شمای کلی از نرم افزار که نتایج را نشان می‌دهد

همچنین در شکل ۱۱ چگونگی عملکرد سنسورهای متفاوت به کار رفته در کفش در غالب عدد و نمودار نمایش داده شده است.



شکل ۱۱. عملکرد نموداری حس‌گرهای مختلف

بحث

کمی‌سازی از مهم‌ترین اولویت‌های مباحث علوم‌ورزشی و خاص بیومکانیکی ورزشی است. جهت پیشرفت در مهارت‌های ورزشی بررسی دقیق و فنی الگوی حرکت نیز از عناصر اصلی توسعه در یک رشته ورزشی و به‌ویژه در رقابت‌ها می‌باشد. توجه به مهارت‌ها و الگوی انجام آن مهارت و همچنین چگونگی انجام دقیق حرکت از مهم‌ترین دغدغه‌های یک متخصص و مربی ورزش می‌باشد. ازاین‌رو تحقیق حاضر به کمی‌سازی برخی از ابعاد مهم کینتیکی و کینماتیکی در پا با استفاده از کفش هوشمند ورزشی-پزشکی پرداخت. کفش به‌عنوان یک ابزار خیلی مهم نقش اصلی در الگوی گام مناسب، حمایت از اندام تحتانی و توزیع مناسب فشار به همراه دارد. تغییرات در طراحی کفش می‌تواند تغییر قابل‌توجهی در پارامترهای بیومکانیکی پا ایجاد نماید. به این منظور تولیدکنندگان کفش تغییرات مختلفی به‌ویژه در کف و پاشنه به‌وجود آوردند تا نیروی وارده به مفاصل و عضلات به‌صورت متعادل توزیع گردد. همچنین افزایش دقت، سرعت، شتاب و تغییرات جابه‌جایی برای بهبود رکورد و شرکت در رقابت‌ها بدون آسیب از دیگر موارد مهم در این حوزه می‌باشد. با توجه به اینکه افراد غالباً با الگوی پاشنه-پنجه راه می‌روند، پاشنه با لایه‌های کمتری نسبت به طراحی رایج کفش‌های استاندارد مواجه شده و نیروی عمودی و فشار وارد بر پاشنه افزایش‌یافته است (۱۳). علاوه بر این، در ناحیه میانی و جلویی نیز فشار در کفش ناپایدار افزایش می‌یابد که اندازه‌گیری این مقدار فشار به‌ویژه در شرایط میدانی برای ورزش قهرمانی نیز بسیار مهم می‌باشد. افزایش فشار در نواحی سه‌گانه کف‌پایی، می‌تواند در ارتباط با سفتی و خاصیت جذبی کم تخت و زیره در کفش باشد. این نیروهای غیرطبیعی با گذشت زمان زمینه‌ی ایجاد آسیب در ناحیه کف پا را فراهم می‌کنند (خود مقاله). نتایج پژوهش استوارت و همکاران برخلاف این یافته می‌باشد (۱۴). دلیل اختلاف در این تحقیق را می‌توان به ابزار اندازه‌گیری متفاوت دو پژوهش اشاره کرد. وجود روایی بالا و کالیبره بوده دستگاه در نتایج آن بسیار تأثیرگذار است. محققین فشار و نیرو وارده را بین کف پا و کف داخلی کفش را با استفاده از دستگاه تو کفشی پد دار اندازه‌گیری کردند اما در تحقیق گندمکار و همکاران نیروی وارد بین کف زیرین کفش و زمین با استفاده از دستگاه فوت اسکن اندازه‌گیری شده است (۱۵). صافی کف پا با تغییر در عوامل جذب شوک با افزایش نیرو به‌ویژه در نواحی عقب و میانی کف پا به‌همراه است (۱۷-۱۶).

ارائه روش‌هایی مطلوب جهت کاهش و بهینه‌سازی نیروهای اعمالی به این نواحی و به‌تبع آن تصحیح فشار وارده می‌تواند کارایی و عملکرد پا را افزایش داده و منجر به بهبود وضعیت در این افراد گردد. در این تحقیق ما به دنبال این بودیم تا بر اساس اطلاعات ناشی از پروژه در نیروهای اعمالی و دیگر متغیرها، به ارزیابی یک نوع هوشمندی از کفش‌ها، برای افراد با صافی کف و دیگر فرض‌های آن پرداخته شود. نیروهای برخوردی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل ایجاد و توسعه آسیب ناحیه‌ای پا و جدایی افراد از فعالیت بدنی محسوب می‌شود (۱۸). درواقع کاهش این نیروها به‌ویژه نیروی عمودی، همان هدفی است که کفش‌های هوشمند برای آن طراحی شده‌اند. افزایش این فشارهای اضافی با گذشت زمان طی برخوردهای تکراری حین راه رفتن، زمینه ایجاد و توسعه‌ی آسیب در ناحیه کف پا را فراهم می‌کند؛ بنابراین، نتایج به ناکارآمدی این کفش‌ها در تعدیل فشار کف‌پایی در افراد با صافی کف پا اشاره دارد.

نتیجه‌گیری نهایی

این کفش می‌تواند با کمی‌سازی اطلاعات کیفی به پیشرفت نتایج ورزشکار و همچنین در برخی از آسیب‌های کف پا در کنار دیگر تجهیزات کمک نماید.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

اصول اخلاق تماماً در این مقاله رعایت شده است. شرکت کنندگان اجازه داشتند هر زمان که مایل بودند از پژوهش خارج شوند. همچنین همه شرکت کنندگان در جریان روند پژوهش بودند. اطلاعات آن‌ها محرمانه نگه داشته شد.

حامی مالی

این پژوهش هیچ گونه کمک مالی از سازمان های دولتی، خصوصی و غیر انتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

تعارض

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

Reference

1. Ledoux WR, Hillstrom HJ. The distributed plantar vertical force of neutrally aligned and pes planus feet. Gait & posture. 2002;15(1):1-9. [DOI:10.1016/S0966-6362(01)00165-5] [PMID]

2. Zifchock RA, Davis I. A comparison of semi-custom and custom foot orthotic devices in high-and low-arched individuals during walking. Clinical biomechanics. 2008;23(10): 1287. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2008.07.008] [PMID]

3. Hafezi H.S. M., Banai A. Design and fabrication of three axes accelerometer, Research in Sport Medicine and Technology. 2012;2(4):11-17. [Persian].

4. Richards JG. The measurement of human motion: A comparison of commercially available systems, Human Movement Science. 1999;18(5):589-602. [DOI:10.1016/S0167-9457(99)00023-8]

5. Winter DA. Biomechanics and Motor Control of Human Movement, Wiley, 2009. [DOI:10.1002/9780470549148]

6. Rong Z, Zhaoying Z. A real-time articulated human motion tracking using tri-axis inertial/magnetic sensors package, IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineeringk. 2004;12(2): 29. [DOI:10.1109/TNSRE.2004.827825] [PMID]

7. Roetenberg D. Inertial and magnetic sensing of human motion, These de doctorat, 2006.

8. Pellegrini A, Tonino P, Paladini P, Cutti A, Ceccarelli F, Porcellini G. Motion analysis assessment of alterations in the scapulo-humeral rhythm after throwing in baseball pitchers, Musculoskeletal surgery. 2013; 97(1):9-13. [DOI:10.1007/s12306-013-0253-4] [PMID]

9. Meng Z, Yuan W, Kang Y. Plantar pressure distribution during barefoot and shod race walking. Journal of Biomechanics. 2007;40(2):534. [Persian]. [DOI:10.1016/S0021-9290(07)70524-9]

10. Gary B. Wilkerson & Ed Behan. The advantages of a dynamic stability system compared to a static force plate system for orthopedic and musculoskeletal rehabilitation. Clinical Resource Manual. 1999;3(7):3-12.

11. Lee MS, Vanore JV, Thomas J, Catanzariti AR, Kogler G, Kravitz SR, et al. Diagnosis and treatment of adult flatfoot. Journal of Foot and Ankle Surgery. 2005,44(2):78-113. [DOI:10.1053/j.jfas.2004.12.001] [PMID]

12. Chen YC, Lou SZ, Huang CY, Su FC. Effects of foot orthoses on gait patterns of flat feet patients. Clinical biomechanics. 2010;25(3):265. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2009.11.007] [PMID]

13. Boyer R, Gitter A, Barnes L. Determination of ankle muscle power in normal gait using an EMG-to-force processing approach. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2010;20:46-54. [DOI:10.1016/j.jelekin.2008.09.013] [PMID]

14. Stewart L, Gibson J, Thomson CE. In-shoe pressure distribution in "unstable"(MBT) shoes and flat-bottomed training shoes: a comparative study. Gait & posture. 2007;25(4): 648-651. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2006.06.012] [PMID]

15. Gandamakar E, Eslami M, Naghizadeh Qomi M, Gandmakar A. Effectiveness of the work on the basis of the work in the fields of the panels with the panels of the panels and the years. Applied physiology research paper J. 2012;11(21):117-124. [Persian].

16. Bacarin TA, Canettieri MG, Akashi PMH, Sacco ICN. Plantar pressure distribution differences between flat and normal feet in healthy subjects. Journal of biomechanics. 2006;39(1):111. [DOI:10.1016/S0021-9290(06)83341-5]

17. Simkin A, Leichter I, Giladi M, Stein M, Milgrom C. Combined effect of foot arch structure and an orthotic device on stress fractures. Foot & ankle. 1989;10(1): 25. [DOI:10.1177/107110078901000105] [PMID]

18. Zadpoor A, Asadi Nikooyan A. The relationship between lower-extremity stress fractures and the ground reaction force: A systematic review. Clinical Biomechanics. 2011; (26):23-28. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2010.08.005] [PMID]